

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор НУХТ,

проф. _____ А.І. Українець

(підпис)

« ____ » _____ 2017 р.

ІНТЕГРОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до практичних занять

для студентів освітнього ступеня «бакалавр»

спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

денної та заочної форм навчання

Всі цитати, цифровий та фактичний матеріал, бібліографічні відомості перевірені. Написання одиниць відповідає стандартам

СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри

інтегрованих автоматизованих систем управління

Протокол № 13

від 13.06.2017 р.

Підпис(и) автора(ів) _____

« ____ » _____ 2017 р.

Реєстраційний номер
електронних методичних
рекомендацій у НМУ
100.72 – 04.07.2017

Інтегровані системи управління: [Електронний ресурс]: методичні рекомендації до практичних занять для студентів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання / Уклад.: В.Г. Трегуб, М.Д. Місюра – К.: НУХТ, 2017. – 31 с.

Рецензент: **В.М. Сідлецький**, канд. техн. наук, доцент

Укладачі: **В.Г. Трегуб**, д-р техн. наук
М.Д. Місюра, канд. техн. наук

Відповідальний за випуск **І.В. Ельперін**, канд. техн. наук, проф.

Подано в авторській редакції.

ВСТУП

Для зміцнення знань, отриманих студентами на лекціях, і одержання навиків, необхідних для самостійного розв'язання задач аналізу і розроблення інтегрованих АСУ зі спеціальної дисципліни «Інтегровані системи управління», що викладається при підготовці студентів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», передбачається проведення практичних занять.

Дані методичні вказівки допоможуть студентам підготуватися до практичних занять і самостійної роботи.

Практичне заняття складається з короткого повторення теорії, постановки задачі і її розв'язання. Для самостійної підготовки до практичного заняття необхідно вивчити матеріал за конспектом лекцій і літературними джерелами, зрозуміти методику розв'язання даних задач і скласти короткий конспект матеріалів занять. Час для самостійної підготовки до практичного заняття, як правило, відповідає тривалості заняття. Для кожного заняття наведені: тема, мета заняття, коротке викладення відповідного теоретичного підґрунтя, контрольні запитання для самоперевірки, контрольний приклад і його розв'язання, приклади для розв'язання безпосередньо під час заняття.

1. ФІЛЬТРАЦІЯ СИГНАЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ТИПОВИХ ФІЛЬТРІВ

Мета заняття – опанування методів розрахунку типових фільтрів.

У загальному випадку фільтрацією називають всяке інерційне перетворення сигналів. В інформаційних системах фільтрацію використовують для відокремлення корисного сигналу датчика $y(\tau)$ від шкідливих сигналів – шумів $e(\tau)$. В автоматизованих системах управління (АСУ) фільтрація може здійснюватися апаратно – за допомогою аналогових РС-фільтрів, або програмно – за допомогою мікропроцесорної техніки, комп'ютерів. На практиці більш поширені програмні фільтри, які є дискретними. Якість фільтрації оцінюють за допомогою дисперсії похибки фільтрації D_ϕ :

$$D_\phi = M[y(\tau) - y_\phi(\tau)]^2,$$

де $y_\phi(\tau)$ фільтрований сигнал. Фільтр вибирають з умов мінімізації D_ϕ , враховуючи існуюче протиріччя між точністю та вартістю. Найчастіше при цьому розв'язують задачу параметричної оптимізації обраного типового фільтра: ковзного середнього, експоненціального або статистичного, роблячи такі припущення:

а) сигнал $y(\tau)$ є стаціонарним випадковим процесом, для якого відомі оцінки математичного сподівання m_y , дисперсії D_y і автокореляційної функції:

$$R_y(\Delta\tau) = D_y \exp(-\alpha\Delta\tau) = R_y(0) \exp(-\alpha\Delta\tau);$$

б) сигнал $e(\tau)$ також є стаціонарним випадковим процесом некорельованим і адитивним сигналу $y(\tau)$, для якого математичне сподівання $m_e = 0$, а автокореляційна функція:

$$R_e(\Delta\tau) = D_e \exp(-m\alpha\Delta\tau) = kD_y \exp(-m\alpha\Delta\tau);$$

де α , m , k – коефіцієнти, причому $k < 1$ (амплітуди шумів менші за амплітуди корисного сигналу), а $m > 1$ (шуми більш високочастотні).

Фільтр ковзного середнього на практиці реалізується, як правило, програмним шляхом. Фільтрація сигналу досягається за рахунок обчислення середнього на деякому ковзному інтервалі часу. Розрахункова формула дискретного фільтру ковзного середнього має такий вигляд:

$$y_{\phi}(kT_0) = b^{-1} \sum_{i=0}^{b-1} z[(k-i)T_0],$$

де b — параметр фільтра та його пам'ять, тобто кількість значень сигналу датчика з шумами z , за якими роблять усереднення.

Експоненціальний фільтр — найпоширеніший з типових фільтрів, який використовують як в аналоговому, так і в дискретному вигляді. В аналоговому вигляді експоненціальний фільтр — аперіодична ланка першого порядку з коефіцієнтом передачі $k_{\phi} = 1$ (з умов незміщеності оцінки):

$$T_{\phi}(dy_{\phi}/d\tau) + y_{\phi} = z,$$

де T_{ϕ} — постійна часу фільтра. При переході до дискретного варіанту експоненціального фільтру, рівняння фільтра з урахуванням співвідношення $T_0/(T_{\phi} + T_0) = \gamma$ набуде такого вигляду:

$$y_{\phi}(kT_0) = \gamma z(kT_0) + (1-\gamma)y_{\phi}[(k-1)T_0],$$

тобто експоненціальний фільтр є також однопараметричним.

Статистичні фільтри формують оцінку фільтрованого сигналу як зважену суму відліків $z(kT_0)$, $z[(k-1)T_0]$, $z[(k-2)T_0]$, ... У дискретному варіанті загальна формула статистичного фільтру така:

$$y_{\phi}(kT_0) = \sum_{i=0}^n z[(k-i)T_0],$$

де b_i — параметри фільтра; n — порядок фільтра. Формула незміщеного статистичного фільтру нульового порядку ($i = 0$) набуде такого вигляду:

$$y_{\phi}(kT_0) = b_0 z(kT_0) + m_y(1-b).$$

Якщо оцінка m_y відома зі значною похибкою, то застосування цього статистичного фільтру призводить до великих похибок фільтрації. Формула незміщеного статистичного фільтру першого порядку ($i=1$) така:

$$y_{\phi}(kT_0) = b_0 z(kT_0) + (1-b_0)z[(k-1)T_0].$$

Контрольні запитання

1. Яка мета фільтрації сигналів у інформаційно-вимірювальних каналів?
2. Як оцінюється якість фільтрації?
3. Які існують два методи реалізації та два методи розробки фільтрів?
4. Охарактеризувати початкові дані, які використовують для визначення параметрів фільтра з заданою структурою?
5. Який принцип дії і коли застосовують фільтр ковзного середнього, його переваги і недоліки? Як виконують його параметричну оптимізацію?
6. Який принцип дії і коли застосовують експоненціальний фільтр, його переваги і недоліки?
7. Який принцип дії і коли застосовують типовий статистичний фільтр, його переваги і недоліки?
8. Що таке порядок статичного фільтра?
9. Чим відрізняється незміщений фільтр від зміщеного?
10. Як виконують його параметричну оптимізацію?

Контрольна задача

Задача 1.0. Визначиш значення сигналу $y_\phi(k)$ на виході дискретного фільтра ковзного середнього та оцінити якість фільтрації сигналу датчика рН за умови, що параметр настроювання фільтра $b = 3$. Сигнали датчика рН – y , що змінюються в діапазоні 0–10 В, та сигнали z на вході у фільтр на k -му кроці квантування за часом мають такі значення:

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$y, \text{В}$	8	8	8	8,5	8,5	8,5	9,5	9,5	9,5	9,5
$z, \text{В}$	8	9	6	7,5	8,5	6,5	8	10	8	9

Розв'язання

1. Визначаємо відфільтроване значення сигналу за формулою:

$$y_\phi(k) = [z(k) + z(k-1) + z(k-2)]/3.$$

2. Дисперсію фільтрації, що визначає її якість, розраховуємо на кожному кроці за формулою:

$$D_\phi(k) = [y_\phi(k) - y(k)]^2.$$

3. Визначаємо значення відфільтрованого сигналу, дисперсії фільтрації та їх підсумок $\sum D_\phi(k)$ на кожному кроці і результати зводимо у таблицю.

k	$y_\phi(k), \text{В}$	$y(k), \text{В}$	$D(k), \text{В}^2$	$\sum D(k), \text{В}^2$
0	$z(0) = 8$	8	0	0
1	$z(1) = 9$	8	1	1
2	$(8+9+6)/3 = 7,67$	8	0,11	1,11
3	$(9+6+7,5)/3 = 7,5$	8,5	1	2,11
4	$(6+7,5+8,5)/3 = 7,33$	8,5	1,37	3,48
5	$(7,5+8,5+6,5)/3 = 7,5$	8,5	1	4,48
6	$(8,5+6,5+8)/3 = 7,67$	9,5	-3,35	7,83
7	$(6,5+8+10)/3 = 8,17$	9,5	1,77	9,6
8	$(8+10+8)/3 = 8,67$	9,8	0,69	10,29
9	$(10+8+9)/3 = 9$	9,5	0,25	10,54

При $b=3$ фільтр не працює на перших двох кроках, тоді $y_\phi(k) = z(k)$.

4. Визначаємо дисперсію фільтра

$$D_\phi = \sum D_\phi(k) / n = 10,54/10 = 1,054 \text{ В}^2,$$

де n – загальна кількість кроків за розрахунку.

Задачі для розв'язання

Задача 1.1. Визначити значення сигналу $y_\phi(k)$ на виході дискретного фільтра ковзного середнього та оцінити якість фільтрації сигналу датчика рН за умови, що параметр настроювання фільтра $b = 4$. Сигнали датчика рН – y , що змінюються в діапазоні 0–10 В, та сигнали z на вході в фільтр на k -му кроці квантування за часом мають такі значення:

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$y, \text{В}$	8	8	8	8,5	8,5	8,5	9,5	9,5	9,5	9,5

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$z, \text{В}$	8	9	6	7,5	8,5	6,5	8	10	8	9

Задача 1.2. Визначити значення сигналу $y_\phi(k)$ на виході дискретного експоненціального фільтра та оцінити якість фільтрації сигналу датчика рН за умови, що параметр настроювання фільтра $\gamma = 0,4$, а сигнали датчика змінюються так, як у попередній задачі.

Задача 1.3. Визначити значення сигналу $y_\phi(k)$ на виході дискретного незміщеного статистичного фільтра першого порядку та оцінити якість фільтрації сигналу датчика рН за умови, що параметр настроювання фільтра $b_0 = 0,6$, а сигнали датчика змінюються так, як у попередній задачі.

Задача 1.4. Визначити значення сигналу $y_\phi(k)$ на виході дискретного незміщеного статистичного фільтра нульового порядку та оцінити якість фільтрації сигналу датчика рН за умови, що параметр настроювання фільтра $b_0 = 0,6$, а математичне сподівання $m_z = 0,85 \text{ В}$. Сигнали датчика змінюються так, як у попередній задачі.

2. АНАЛІТИЧНЕ ГРАДУЮВАННЯ ДАТЧИКІВ

Мета заняття – опанування метода аналітичного градуювання датчиків.

Під аналітичним градуюванням датчиків розуміють операцію відновлення значення вимірюваної величини x за сигналом датчика y . Цю операцію виконують за допомогою характеристики градуювання датчика $x^I = f^I(y)$, яка є функцією, зворотною її статичній характеристиці $y = f(x)$. Остання може бути задана аналітично або у вигляді таблиці. В першому випадку труднощів з побудовою характеристики, як правило, не виникає. Таблично найчастіше задаються нелінійні статичні характеристики. За таких умов для розрахунку x за вимірними значеннями y використовують один з таких двох методів:

1. Всю градуювальну таблицю вносять у пам'ять комп'ютера, а значення x та y будь-якої проміжної точки, що не збігається з табличним, розраховують за допомогою методів нелінійної інтерполяції. Недоліком цього методу є великі витрати пам'яті;
2. Градуювальну таблицю апроксимують поліномом m -го ступеня, параметри якого визначають методом найменших квадратів. Цей метод має відносно гірші характеристики точності розрахунків, але не потребує великих витрат пам'яті.

Контрольні запитання

1. Яка мета аналітичного градуювання датчиків?
2. Який зв'язок між статичною характеристикою датчика та його характеристикою градуювання?
3. Які методи відновлення вимірюваної величини за сигналом датчика існують у разі нелінійності характеристики градуювання?
4. У чому суть та недоліки табличного та безтабличного методів?
5. Яка і чому застосовується схема розрахунку за апроксимуючим поліномом

у разі використання безтабличного методу?

6. Коли і для чого використовують корекцію відновлених значень вимірюваної величини?

Контрольна задача

Задача 2.0. Визначити тиск у трубопроводі за допомогою характеристики градуювання датчика, вихідний сигнал якого 2 мА, якщо відомо, що статична характеристика датчика зі шкалою 0-10 кПа лінійна, а його вихідний сигнал змінюється в діапазоні 0-5 мА.

Розв'язання

1. Знаходимо статичну характеристику датчика, яка виходячи з умов задачі має такий загальний вигляд: $y = kp$. Визначаємо коефіцієнт $k = \Delta y_{max} / \Delta p_{max} = 5/10 = 0,5 \text{ мА/кПа}$, де Δy_{max} , Δp_{max} – діапазон зміни відповідно вихідного та вхідного сигналів датчика, тоді статична характеристика Датчика набуде такого вигляду: $y = 0,5p$.
2. Знаходимо градуювальну характеристику датчика: $p^r = 2y$.
3. Тиск у трубопроводі, що відповідає сигналу датчика 2мА, буде: $p^r = 2 \cdot 2 = 4 \text{ кПа}$.

Задачі для розв'язання

Задача 2.1. Визначити витрату рідини у трубопроводі за допомогою характеристики градуювання дифманометра, вихідний сигнал якого 8 мА, якщо відомо, що шкала дифманометра нелінійна і має діапазон 0-50 м³/год, а вихідний сигнал змінюється у діапазоні 0-20 мА.

Задача 2.2. Визначити об'єм води у резервуарі з площиною поперечного перерізу $S = 5 \text{ м}^2$ за допомогою характеристики градуювання рівнеміра, що складається з манометра та п'єзотрубки і має діапазон вимірювання 0-100 кПа, а вихідного сигналу – 0-5 мА. Об'єм води під п'єзотрубною, що не вимірюється, становить 5 м³, вихідний сигнал датчика – 4мА.

Задача 2.3. Визначити оцінки витрати $Q(k)$, що вимірюється індукційним витратоміром, який має лінійну статичну характеристику і шкалу 0-50 м³/год, і фільтрується фільтром ковзного середнього з $b = 5$. Сигнал датчика y (діапазон зміни 0-10 В) і сигнал z з шумами на k -му кроці квантування мають такі значення:

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$y, \text{В}$	6	6	6	6	6	6,5	6,5	7	7	7	7
$z, \text{В}$	6,5	5,5	6	5	6	7	7,5	6,5	7	6,5	7

Задача 2.4. Визначити оцінки температури $t(k)$, що вимірюється термометром з лінійною статичною характеристикою та шкалою 100-200°C і фільтрується фільтром ковзного середнього з $b = 3$. Сигнал термометра y (діапазон зміни 0-10 В) і сигнал z з шумами на k -му кроці квантування мають такі значення:

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y, B	5	5	5	5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
z, B	5,5	5	5	4	5	5,5	5	6	6,5	5,5	5,5

Задача 2.5. Визначити за характеристикою градування термопары ТХА $t^{\Gamma} = 3,01 + 13,75y - 0,03y^2$, використовуючи схему Горнера, температуру в градусах Цельсія, якщо термоелектрична рушійна сила термопары $y = 10$ мВ.

Задача 2.6. Визначити зміну показань гідростатичного рівнеміра при зміні температури рідини резервуарі з 20 до 50°C. Знайти також значення поплавкового коефіцієнта для цієї зміни температури за умови, що рівень у резервуарі з температурою 20°C дорівнює 8 м, а середнє значення об'ємного коефіцієнта термічного розширення на цьому температурному інтервалі становить $\beta = 0,00085^{\circ}\text{C}^{-1}$.

3. КОНТРОЛЬ ТА ПІДВИЩЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ ПЕРВИННОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Мета заняття – опанування методів контролю достовірності первинної інформації, виявлення часткової або повної відмови ІВК та підвищення достовірності інформації.

В АСУ використовують інформацію про сотні змінних величин, тому для зниження ймовірності попадання у систему недостовірної інформації проводять контроль на її достовірність. Недостовірна інформація з'являється у разі відмов інформаційно-вимірювальних каналів, які поділяють на *повні і часткові* (метрологічні, параметричні). За повної відмови технічні засоби інформаційно-вимірювальних каналів втрачають працездатність. За часткової відмови, на відміну від повної, технічні засоби інформаційно-вимірювальних каналів зберігають працездатність, але похибка вимірювання перевищує допустиму. Для виявлення часткової відмови необхідно створити інформаційну надмірність, яка може утворюватися як за рахунок апаратного резервування, так і за рахунок використання логічних зв'язків між контрольованими змінними.

Повну *відмову* виявляють за допомогою алгоритмів допускового контролю змінної та швидкості змінювання сигналу, що ґрунтуються на тому, що при роботі об'єкту змінна x (відповідний сигнал датчика y) або швидкість її зміни не можуть вийти за певні межі. Підвищення достовірності інформації за повної відмови пов'язано зі заміною недостовірної оцінки сигналу інформаційно-вимірювального каналу, що відмовив, достовірною оцінкою, тобто попереднім або усередненим на деякому часовому інтервалі значенням змінної, що передуює виявленню відмови. При цьому оператору обов'язково виводиться повідомлення про відмову.

Виявлення часткової відмови при використанні апаратного резервування пов'язано з використанням двох і більше паралельних вимірювань. Для виявлення часткової відмови практично використовують один з таких алгоритмів:

1) порівняння з середнім, коли $m > 2$: $c_j \geq |y_j - y_{\text{сеп}}|$, де $j \in \overline{1, m}$, m – кількість

паралельних вимірювань; $y_{сер}$ – середнє значення y ; c – найбільше допустиме значення модуля різниці, пов'язане з абсолютною похибкою. За умови незалежності похибки від оцінки: вимірюваної величини середнє значення сигналу датчика визначається за формулою:

$$y_{сер} = k \sum_{j=1}^m \left(\frac{y_j}{\sigma_j} \right),$$

де σ_j – середнє квадратичне відхилення виміру величини y_j j -м приладом; k ваговий коефіцієнт, який приводить оцінку $y_{сер}$ до незміщеного вигляду. Якщо σ_j однакові, то $k = 1/m$, якщо різні, то $k = \sum (1/\sigma_j)^{-1}$ і оцінка буде незміщеною.

2) *парне порівняння*, також, коли $m > 2$: $b \geq |y_j - y_k|$, де j та $k \in 1, m$, але $k \neq j$.

Інформаційно-вимірювальний канал, що відновив, знаходять, аналізуючи нерівності, що не виконуються. Вони мають спільне значення y_j яке відноситься до інформаційно-вимірювального каналу, який відмовив. У цьому випадку на етапі виявлення відмови відсутня необхідність розрахунку $y_{сер}$.

3) *парне порівняння*, коли $m = 2$: $b \geq |y_1 - y_2|$, де b – найбільше допустиме значення, як правило, визначається як сума абсолютних похибок обох датчиків, тобто $b = \Delta_1 + \Delta_2$.

4) *порівняння з еталоном*, $c_j \geq |y_j - y_e|$, де y_e – сигнал еталонного датчика, похибка якого у 4 і більше разів більша за похибку інших датчиків. Недоліком є висока вартість еталонних датчиків.

Для підвищення достовірності інформації у разі виявлення часткової відмови і $m > 2$ вилучають джерело часткової відмови і визначають нове значення $y_{сер}$, а у разі $m = 2$ застосовують той самий метод, що і при виявленні повної відмови.

Виявлення часткової відмови при використанні логічних зв'язків найчастіше пов'язане з вимірюванням витрати матеріального чи енергетичного потоку. Для створення в цьому випадку інформаційної надмірності використовують такі прийоми:

1) визначення витрати рідини на виході з ємності за витратою рідини на вході в ємність та швидкістю зміни рівня рідини в ємності;

2) визначення витрати речовини з рівняння балансу. В останньому випадку виявлення часткової відмови та підвищення достовірності інформації можливе за допомогою розв'язання такої задачі оптимізації методом невизначених множників Лагранжа. Цільова функція цієї задачі формується як середня зважена сума квадратів відхилень (ΔQ_i) виміряних (Q_i) і скоригованих (Q_i^*) значень:

$$k \sum_{i=1}^n (Q_i - Q_i^*)^2 / \sigma_i^2 = k \sum_{i=1}^n (\Delta Q_i^2 / \sigma_i^2) \rightarrow \min_{\Delta Q_i} \Rightarrow Q_i^*,$$

де $i \in \overline{1, n}$, а n – кількість датчиків, що вимірюють витрати, які є складовими одного рівняння матеріального або енергетичного балансу; σ_i – середня квадратична похибка i -го датчика; k – масштабний множник, який приводить оцінку до незміщеного вигляду за умови, що $k \sum (1/\sigma_i^2) = 1$. А обмеження типу рівностей має такий вигляд:

$$\sum_{i=1}^n \Delta Q_i - A = 0,$$

де A — різниця між вимірними витратами, що складають одне рівняння балансу.

Контрольні запитання

1. Які відмови ІВК існують?
2. Чим відрізняється часткова відмова від повної?
3. Які існують алгоритми виявлення повної відмови? Яка реакція системи на виявлення повної відмови?
4. Що є передумовою побудови алгоритму виявлення часткової відмови? Які існують методи створення інформаційної надмірності?
5. Які існують алгоритми виявлення часткової відмови?
6. Як визначається середнє значення контрольованої змінної у разі апаратного резервування інформаційно-вимірального каналу паралельними приладами різного класу точності? Яка реакція системи у цьому разі на часткову відмову?
7. Як можна підвищити достовірність інформації про втрати, не застосовуючи апаратного резервування? Як при цьому формується задача і який метод використовується?

Контрольна задача

Задача 3.0. Витрата субстрату однакова на кожний з чотирьох паралельно працюючих ферментерів і вимірюється витратомірами зі шкалою 0-60 м³/год, але клас точності 1-го та 2-го витратомірів – 2,5, а 3-го та 4-го – 1,5. Визначити, чи достовірні такі результати вимірювань: $Q_1 = 45,5$ м³/год; $Q_2 = 47,5$ м³/год; $Q_3 = 48$ м³/год; $Q_4 = 46$ м³/год і знайти достовірне підсумкове значення витрати субстрату на ферментери $\sum Q_0$.

Розв'язання

1. Враховуючи наявність чотирьох паралельних вимірювань для виявлення часткової відмови, використаємо алгоритм порівняння з середнім. Паралельні вимірювання виконуються з неоднаковим класам точності, тому для розрахунку середнього застосуємо формулу $Q_{сеп} = k \sum Q_i / \sigma_i$.

2. Знаходимо абсолютні похибки витратомірів Δ_1 , що відповідають їх класу точності та σ_j : для 1-го та 2-го $\Delta_1 = \Delta_2 = 2,5 \cdot 60 / 100 = 1,5$ м³/год; $\sigma_1 = \sigma_2 = \Delta_{1,2} / 3 = 0,5$ м³/год; для 3-го та 4-го – $\Delta_3 = \Delta_4 = 1,5 \cdot 60 / 100 = 0,9$ м³/год; $\sigma_3 = \sigma_4 = \Delta_{3,4} / 3 = 0,3$ м³/год. З умов незміщеності оцінки знаходимо k , тобто $k \sum (1 / \sigma_j) = 1$ або $k[(2 \cdot 1/0,5) + (2 \cdot 1/0,3)] = 1$ і $k = 0,0937$ м³/год.

3. Розраховуємо середню витрату:

$$Q_{сеп} = 0,0937[(45,5/0,5) + (47,5/0,5) + (48/0,3) + (46/0,3)] = 46,8 \text{ м}^3/\text{год}.$$

4. Перевіряємо наявність часткової відмови, використовуючи алгоритм порівняння з середнім:

$$|45,5 - 46,8| = 1,3 < 1,5 \text{ – відмови нема; } |48 - 46,8| = 1,2 > 0,9 \text{ – відмова є;}$$

$$|47,5 - 46,8| = 0,7 < 1,5 \text{ – відмови нема; } |46 - 46,8| = 0,8 > 0,9 \text{ – відмови нема.}$$

5. Відкидаємо недостовірне вимірювання і визначаємо $Q_{сер}$ за трьома вимірюваннями Q_1 , Q_2 та Q_3 к $[(2-1/0,5)+(1/0,3)] = 1$ і $k = 0,1364$ м³/год; $Q_{сер} = 0,1364[(45,5/0,5) + (41,5/0,5) + (46 / 0,3)] = 46,3$ м³/год.

6. Розраховуємо достовірну Сумарну витрату субстрату на чотири ферментери:
 $\sum Q_0 = 4Q_{сер} = 4*46,3 = 185,2$ м³/год.

Задачі для розв'язання

Задача 3.1. Визначити достовірне значення витрати рідини на виток з проміжного збірника (ПЗ), якщо здійснюється контроль таких величин: надходження рідини Q_{np} в ПЗ (сигнал відповідного витратоміра $y_{np} = 6,2$ В), рівня Н в ПЗ (сигнал рівнеміра змінюється зі швидкістю $dy_n / d\tau = -3$ В/год), витрати на початку Q_{cm1} ($y_{cm1} = 7$ В) і в кінці Q_{cm2} ($y_{cm2} = 6$ В) стічного трубопроводу. Діапазони лінійних шкал датчиків витрати 0-50 м³/год., рівня 0-2 м, діапазони вихідних сигналів усіх датчиків 0-10 В, клас їх точності 2; збірник має площину перерізу 5 м². В алгоритмі виявлення часткової відмови використовувати витрати Q в м³/год.

Задача 3.2. Визначити достовірне значення витрати рідини на виток з проміжного збірника (ПЗ), якщо здійснюється контроль таких величин: надходження рідини Q_{np} в ПЗ (сигнал відповідного витратоміра $y_{np} = 6,2$ В), рівня Н в ПЗ (сигнал рівнеміра змінюється зі швидкістю $dy_n / d\tau = -3$ В/год), витрати на початку Q_{cm1} ($y_{cm1} = 7$ В) і в кінці Q_{cm2} ($y_{cm2} = 6,2$ В) стічного трубопроводу. Діапазони лінійних шкал датчиків витрати 0-50 м³/год, рівня 0-2 м, діапазони вихідних сигналів усіх датчиків 0-10 В, клас їх точності 2; збірник має площину перерізу 5 м². Для попарного порівняння витрат використовуються сигнали у витратомірів у В.

Задача 3.3. Загальна витрата субстрату Q_0 на чотири ферментери вимірюється витратоміром зі шкалою 0-200 м³/год і класом точності 1,0 втрати субстрату на окремі ферментери – Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 вимірюється витратомірами зі шкалами 0-50 м³/год і класом точності 2,5. Визначити, чи достовірні такі результати вимірювань: $Q_0 = 172$, $Q_1 = 45$; $Q_2 = 48$; $Q_3 = 42$; $Q_4 = 45$ м³/год і у разі недостовірності розрахувати за допомогою невизначених множників Лагранжа нові оцінки Q_1^* .

4. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Мета заняття – опанування методів дискретного інтегрування, що супроводжують розрахунок техніко-економічних показників.

Техніко-економічні показники та інші узагальнені показники належать до величин, які неможливо безпосередньо виміряти через відсутність датчиків. Тому визначення таких, *шуканих величин*, як правило, пов'язано з вимірюванням непрямих показників, тобто величин, якимось чином пов'язаних із шуканою, і таких, що характеризують її змінення. Потім за допомогою цих показників обчислюють шукану величину, причому зв'язок між непрямыми показниками і шуканою величиною має найчастіше стохастичний характер. В цьому разі розрахунок шуканої величини здебільшого виконують методами регресійного аналізу. Більш простою є задача визначення техніко-економічних показників, тому що між ними і вимірюваними

величинами існує, як правило, відомий аналітичний зв'язок. Ускладнення, які тут іноді виникають, пов'язані з тим, що в момент вимірювання вимірювальні величини можуть бути розділені динамічними каналами. Тому для підвищення точності розрахункової моделі компенсують ці динамічні зв'язки. Найчастіше шукана величина або узагальнений показник характеризують вихід об'єкта, а вимірювані величини – вхід. У цьому разі вимірювану величину приводять до виходу, використовуючи методи часового зсуву.

При визначенні техніко-економічних показників виникає також задача розрахунку сумарної кількості речовини або (та) енергії, які вносять або отримують на виробництві за певний інтервал часу (наприклад витрати електроенергії, палива, різних речовин за годину, зміну, добу). Ця задача потребує дискретного інтегрування безперервно змінюваної за часом вимірюваної величини x за допомогою методів прямокутника або трапецій. *Метод прямокутників* полягає у визначенні суми площин прямокутників (з постійним розміром однієї сторони T_0), розміщених на площі інтегрування. Для скорочення витрат пам'яті у цьому разі використовують рекурентну формулу

$$S_x^{\wedge}(kT_0) = S_x^{\wedge}[(k-1)T_0] + T_0 x(kT_0) \text{ при } S_x^{\wedge}(0) \neq 0, k \in [0, n-1].$$

Це простий метод проте застосовується тільки при немалих n , оскільки не враховує останнє значення ординати; що при малих n призводить до значних похибок.

Значно менша похибка дискретного інтегрування у разі застосування *методу трапецій*, при використанні якого рекурентна формула розрахунку площі має такий вигляд:

$$S_x^{\wedge}(kT_0) = S_x^{\wedge}[(k-1)T_0] + 0,5T_0 \{x(kT_0) + x[(k-1)T_0]\}, \text{ при } S_x^{\wedge}(0) = 0; k \in [1, n].$$

Контрольні запитання

1. Які існують типові задачі визначення техніко-економічних показників та величин, що не вимірюються? Як при цьому враховуються та компенсуються динамічні зв'язки?
2. Які існують методи визначення інтегральних та усереднених значень вимірюваних величин? У чому їх суть?
3. Коли застосовують метод прямокутників? У чому його перевага перед методом трапецій?
4. Коли застосовують метод трапецій? У чому його перевага перед методом прямокутників?
5. Що собою являють рекурентні формули розрахунку? Чому їх застосовують?

Контрольна задача

Задача 4.0. Визначити середнє значення витрати при інтегруванні його поточних значень методом трапецій, якщо дифманометр-витратомір працює в діапазоні 0-200 м³/год, а його вихідний сигнал змінюється в діапазоні 0-10 В. Сигнал $z(k)$ фільтрується незміщеним статистичним фільтром 1-го порядку з $b_0 = 0,6$, період $T_0 = 10$ с. Поточні значення сигналу датчика у i сигналу датчика з шумами z на k -му кроці вимірювання мають такі значення:

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$y, \text{В}$	8,0	7,8	7,7	7,6	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
$z, \text{В}$	8,0	9,0	7,0	7,6	8,0	7,0	7,5	7,5	7,0	8,0

Розв'язання

1. Визначаємо значення сигналу, відфільтроване незміщеним статистичним фільтром 1-го порядку, за формулою $y_{\phi}(k) = 0,6 z(k) + 0,4 z(k-1)$:

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$y_{\phi}, \text{В}$	8,0	8,6	7,8	7,36	7,84	7,4	7,3	7,5	7,2	7,6

2. Знаходимо статичну характеристику витратоміра-дифманометра, яка має такий загальний вигляд: $y = kx^2$. Звідси $k = \Delta x / \Delta y = 10 / 200^2 = 2,5 \text{ В}/(\text{м}^3/\text{год})$ і $y = 2,5 * 10^{-4} x^2$. Градувальна характеристика датчика буде мати такий вигляд: $x^{\Gamma} = \sqrt{4000y}$;

3. За допомогою градувальної характеристики визначаємо оцінки вимірюваної величини:

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$x^{\wedge}, \text{м}^3/\text{год}$	178,9	185,5	176,6	171,6	177,1	172	170,9	173,2	169,7	174,3

4. Інтегруємо поточні значення витрати методом трапецій за допомогою формули $S_T(k) = S_T(k-1) + [x(k) + x(k-1)] T_0 / 2$:

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$S_T, (\text{м}^3/\text{год})$	0	1822	3632	5373	7117	8862	10577	12297	14012	15732

5. Знаходимо середнє значення витрати:

$$x_{\text{сеп}} = S_T(9) / 9 * 10 = 174,8 \text{ м}^3/\text{год}$$

Задачі для розв'язання

Задача 4.1. Визначити середнє значення витрати рідини при інтегруванні його поточних значень методами прямокутників і трапецій, якщо індукційний витратомір працює в діапазоні 0-100 $\text{м}^3/\text{год}$, а його вихідний сигнал змінюється в діапазоні 0-10 В. Сигнал датчика з шумами $z(k)$ фільтрується експоненціальним фільтром з $\gamma = 0,8$, період $T_0 = 10$ с. Поточні значення сигналу датчика y і сигналу датчика з шумами z на k -му кроці вимірювання такі:

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$y, \text{В}$	7,0	7,1	7,4	7,2	7,1	7,1	6,9	7,1	7,3	7,9
$z, \text{В}$	7,0	7,2	7,6	7,4	7,0	7,2	6,8	7,2	7,2	8,5

Задача 4.2. Визначити середнє значення рівня рідини в резервуарі при інтегруванні його поточних значень методом прямокутників, якщо датчик працює в діапазоні 2-4,5 м, а його вихідний сигнал змінюється в діапазоні 0-5 мА. Сигнал датчика з шумами $z(k)$ фільтрується незміщеним статистичним фільтром 1-го порядку $b_0 = 0,6$, період $T_0 = 1$ с. Поточні значення сигналу датчика y і сигналу датчика з шумами z на k -му кроці вимірювання такі:

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y , мА	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
z , мА	3,8	4,0	3,8	3,5	3,5	3,5	3,9	3,5	3,4	3,2	3,7

Задача 4.3. Визначити середнє значення об'єму рідини в резервуарі при інтегруванні його поточних значень методом трапецій, якщо датчик працює в діапазоні 300-500 м³, а його вихідний сигнал змінюється в діапазоні 0-10 В. Сигнал датчика з шумами $z(k)$ фільтрується експоненціальним фільтром з $\gamma = 0,8$, період $T_0 = 2$ с. Поточні значення сигналу датчика y і сигналу датчика з шумами z на k -му кроці вимірювання такі:

k	к 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y , В	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
z , В	8,0	7,0	8,5	8,0	8,0	8,5	9,5	8,5	7,5	8,5	8,5

Задача 4.4. Визначити середнє значення рН при інтегруванні його поточних значень методом прямокутників, якщо датчик працює в діапазоні 4-9 од. рН, а його вихідний сигнал змінюється в діапазоні 0-5 мА. Сигнал датчика з шумами $z(k)$ фільтрується експоненціальним фільтром з $\gamma = 0,6$, період $T_0 = 2$ с. Поточні значення сигналу датчика y і сигналу датчика з шумами z на k -му кроці вимірювання такі:

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y , мА	3,0	3,2	3,4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,3
z , мА	3,5	3,2	3,5	3,8	3,4	3,5	3,5	3,5	3,3	3,7	3,5

Задача 4.5. Визначити середнє значення рівня рідини в резервуарі при інтегруванні його поточних значень методом трапецій, якщо датчик працює в діапазоні 0-5 м, а його вихідний сигнал змінюється в діапазоні 0-5 мА. Сигнал датчика з шумами $z(k)$ фільтрується незміщеним статистичним фільтром 1-го порядку з $b_0 = 0,6$, період $T_0 = 1$ с. Поточні значення сигналу датчика y і сигналу датчика з шумами z на k -му кроці вимірювання такі:

k	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y , мА	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
z , мА	3,8	4,0	3,8	3,5	3,5	3,5	3,9	3,5	3,4	3,2	3,7

5. ВИБІР КОНФІГУРАЦІЇ МЕРЕЖІ ETHERNET

Мета заняття – опанування методів розрахунку конфігурації мереж Ethernet, Fast Ethernet.

Вибір конфігурації мережі Ethernet, що складається із сегментів різних типів, виникає багато питань, що пов'язані перш за все із максимально допустимим розміром (діаметром) мережі та максимально можливим числом різних елементів. Мережа буде працездатною тільки в тому випадку, коли максимальна затримка розповсюдження сигналу в ній не буде перевищувати граничної величини. Ця величина визначається вибраним методом управління обміном CSMA/CD, що заснований на виявленні та розв'язанні колізій. Метод доступу CSMA/CD передбачає наявність конфліктів та їх розв'язання, причому загальна довжина мережі як раз і визначається розміром зони конфлікту, області колізій (collision domain).

При використанні репітерних концентраторів, які представляють собою набір репітерів і ні яким чином логічно не розділяють сегменти, що підключені до них, зона конфлікту не розділяється, працездатність мережі необхідно оцінювати для всієї мережі в цілому.

При використанні комутуючих (switching) концентраторів або комутаторів, які передають інформацію між сегментами, але не передають конфлікти з сегмента на сегмент, зона конфлікту розділяється, працездатність мережі необхідно оцінювати для кожної частини мережі окремо.

На практиці репітерні концентратори використовуються частіше, так як вони простіші та дешеві. Тому надалі буде йти мова про них.

При виборі та оцінці конфігурації Ethernet використовуються дві моделі.

МОДЕЛЬ 1

Перша модель формує набір правил, які необхідно дотримуватися при з'єднанні окремих елементів комп'ютерів та сегментів.

1. Репітер або концентратор, що підключений до сегменту, знижує на одиницю максимальне допустиме число абонентів, що підключаються до сегменту.
2. Повний шлях між двома будь-якими абонентами повинен включати в себе не більше п'яти сегментів, чотирьох концентраторів (репітерів) та двох трансиверів (MAU) для сегментів 10BASE's.
3. Якщо шлях між абонентами складається із п'яти сегментів і чотирьох концентраторів (репітерів), то кількість сегментів, до яких підключені комп'ютери, не повинно перевищувати трьох, а інші сегменти повинні просто зв'язувати між собою концентратори (репітери). Це так зване правило «5-4-3».
4. Якщо шлях між абонентами складається з чотирьох сегментів і трьох концентраторів (репітерів), то повинні виконуватися наступні умови:
 - а. Максимальна довжина оптоволоконного кабелю сегмента 10BASE-FL, що з'єднує між собою концентратори (репітери), не повинна перевищувати 100 м;

- b. Максимальна довжина оптоволоконного кабелю сегмента 10BASE-FL, що з'єднує концентратори (репітери) із комп'ютерами, не повинна перевищувати 400 м;
- c. До всіх сегментів можуть бути підключені комп'ютери.

МОДЕЛЬ 2

Друга модель, що використовується для оцінки конфігурації Ethernet, заснована на точному розрахунку часових характеристик вибраної конфігурації мережі. Використання моделі 2 цілком необхідно в тому випадку, коли розмір мережі, що проектується, близький до максимально допустимого.

В другій моделі використовується дві системи розрахунку:

- Перша система припускає обчислення подвійного (кругового) часу проходження сигналу по мережі та порівняння його з максимально допустимою величиною (PDV – Path Delay Value);
- Друга система перевіряє допустимість величини міжкадрового часового інтервалу, що отримується, міжпакетної щілини IPG – Inter Packet Gap (Path Variability Value – PVV).

При цьому в обох системах розрахунок ведеться для найгіршого випадку, для шляху максимальної довжини, тобто для такого шляху передаючого пакету, який потребує максимального часу.

При першій системі виділяють три типи сегментів:

- Початковий сегмент – це сегмент, який відповідає початку шляху максимальної довжини;
- Кінцевий сегмент – це сегмент, що розташований в кінці шляху максимальної довжини;
- Проміжний сегмент – це сегмент, що входить в шлях максимальної довжини, але не являючись ні початковим, ні кінцевим.

Проміжних сегментів може бути декілька, а початковий і кінцевий сегмент при різних розрахунках можуть мінятися місцями.

Для коректної роботи мережі Ethernet необхідно, щоб виконувались наступні умови:

- кількість станцій в мережі не більше 1024;
- максимальна довжина кожного фізичного сегменту не більше величини, визначеної у відповідному стандарті фізичного рівня;
- час подвійного обороту сигналу (Path Delay Value, PDV) між двома найбільш віддаленими одна від одної станціями мережі не більше 575 бітових інтервалів;
- скорочення міжкадрового інтервалу IPG (Path Variability Value, PVV) при проходженні послідовності кадрів через усі повторювачі має бути не більше, ніж 49 бітових інтервалу. Так як при відправці кадрів кінцеві вузли забезпечують початкову міжкадрову відстань в 96 бітових інтервалів, то після проходженні повторювача воно повинно бути не менше, ніж $96 - 49 = 47$ бітових інтервалів.

Для розрахунків використовують величини затримок, що представлені в табл. 5.1. Методика розрахунку зводиться до наступного:

1. В мережі виділяється шлях максимальної довжини. Всі подальші

розрахунки ведуться для нього. Якщо цей шлях не очевидний, то розрахунки ведуться для всіх можливих шляхів, та на основі цих розрахунків вибирають шлях максимальної довжини.

2. Якщо довжина сегменту, що входить до вибраного шляху, не максимальна, то розраховується подвійний (круговий) час проходження в кожному сегменті виділеного шляху по формулі: $t_s = L \cdot t_1 + t_0$, де L – довжина сегменту в метрах (при цьому необхідно враховувати тип сегменту: початковий, проміжний, кінцевий).
3. Якщо довжина сегменту дорівнює максимально допустимій, то з таблиці для нього береться величина максимальної затримки t_m .
4. Сумарна величина затримки всіх сегментів виділеного шляху не повинна перевищувати граничної величини 512 (без службової інформації) 575 (зі службовою інформацією) бітових інтервалів (51,2 мкс, 57,5 мкс відповідно).
5. Виконують такі самі операції для оберненого напрямку вибраного шляху (тобто кінцевий сегмент стає початковим, початковий – кінцевим). Через різні затримки вузлів концентраторів, що приймають та передають, величини затримки в різних напрямках можуть відрізнятись.
6. Якщо затримки в обох випадках не перевищують 512 / 575 бітових інтервалів, то мережа вважається працездатною.

Таблиця 5.1. Величина затримки для розрахунку подвійного часу проходження сигналу PDV (затримки дані в бітових інтервалах)

Тип сегменту Ethernet	Максимальна довжина, м	Початковий сегмент		Проміжний сегмент		Кінцевий сегмент		Затримка на метр довжини, t_1
		t_0	t_m	t_0	t_m	t_0	t_m	
10BASE5	500	11,8	55,1	46,5	89,8	169,5	212,8	0,0866
10BASE2	185	11,8	30,8	46,5	65,481	169,5	188,48	0,1026
10BASE-T	100	15,3	26,6	42,0	53,3	165,0	176,3	0,113
10BASE-FL	2000	12,3	212,3	33,5	233,5	156,5	356,5	0,100
10BASE-FB	2000	0,0	200,0	24,0	224,0	0,0	200,0	0,100
FOIRL	1000	7,8	107,8	29,0	129,0	152,0	252,0	0,100
AUI(>2 м)	2+48	0,0	5,13	0,0	5,13	0,0	5,13	0,1026

При другій системі перевіряють відповідність стандарту величини скорочення міжкадрового інтервалу (IPG) (Path Variability Value – PVV). Ця величина не повинна перевищувати 96 бітових інтервалів (9,6 мкс), тобто тільки через 9,6 мкс після вивільнення мережі абоненти можуть почати свою передачу.

Для розрахунку також використовується поняття початкового та проміжного сегменту. Для цього використовують дані з табл. 5.2.

Для отримання повної величини IPG необхідно просумувати величини з таблиці для сегментів, що входять до шляху максимальної довжини і порівняти суму з величиною 49 бітових інтервалів. Значення IPG (PVV) сумують по всім сегментам, крім кінцевого крайнього. Якщо сума менше 49, можемо робити

висновок про працездатність мережі. Для гарантії розрахунок проводиться в обох напрямках обраного шляху.

Таблиця 5.2 Величини затримки міжкадрового інтервалу (IPG) для різних сегментів мережі

Сегмент	Початковий	Проміжний
10BASE2	16	11
10BASE5	16	11
10BASE-T	10,5	8
10BASE-FB	-	2
10BASE-FL	10,5	8

Як і всі некоаксіальні варіанти Ethernet технологія Fast Ethernet розрахована на використання повторювачів (концентраторів) для створення деревовидної ієрархічної топології. Повторювачі Fast Ethernet діляться на два класи (рис. 5.1):

1. повторювачі I-го класу (підтримують всі типи логічного кодування – 4В/5В і 8В/6Т);
2. повторювачі II-го класу (підтримують тільки один тип логічного кодування).

Повторювачі I-го класу можуть транслювати протоколи (наприклад з 100Base-TX в 100Base-FX і навпаки) через це вносять при передачі сигналу велику затримку – 70 бітових інтервалів (bt). Повторювачі другого класу не транслюють протоколи і тому вносять набагато меншу затримку – 46 bt для TX/FX і 33,5 bt для 100Base-T4.

В одному домені колізій можлива наявність тільки одного повторювача I-го класу або 2-х повторювачів II-го класу (при цьому вони повинні бути з'єднані кабелем не довше 5 метрів). Невелика кількість повторювачів в домені колізій не перешкоджає побудові великих мереж Fast Ethernet, тому що сучасні мережі будуються на комутаторах, які ділять мережу на декілька доменів колізій (див. табл. 5.3).

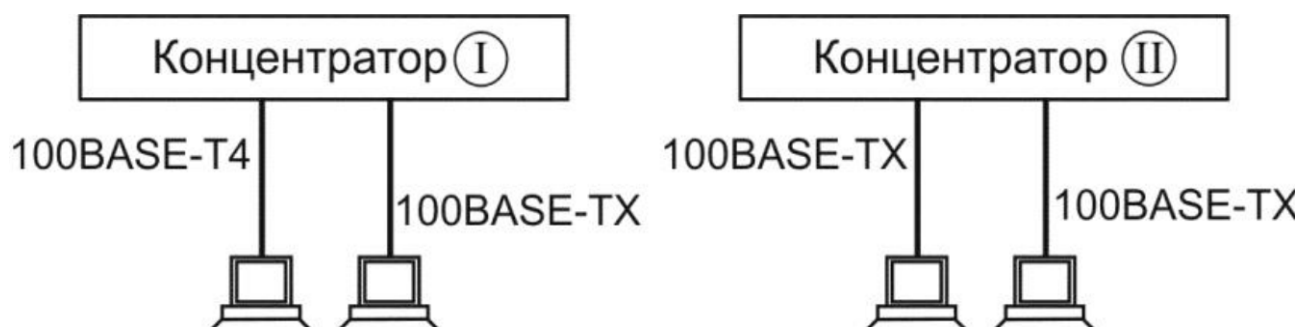


Рис. 5.1. Класи концентраторів

Таблиця 5.3. Параметри мережі на основі повторювачів I класу

Тип кабелю	Максимальний діаметр мережі	Максимальна довжина сегменту
Вита пара (TX)	200 м	100 м
Оптоволокно (FX)	272 м	136 м

Тип кабелю	Максимальний діаметр мережі	Максимальна довжина сегменту
Декілька сегментів на витій парі і один на оптоволокні	260 м	100 м (TX) 160 м (FX)
Декілька сегментів на витій парі і декілька на оптоволокні	272 м	100 м (TX) 136 м (FX)

При визначенні коректності конфігурації мережі можна не керуватися вищевикладеними загальними правилами, а розраховувати час подвійного обороту (PDV), як це робилося в Ethernet мережах на 10 Мбіт/с. В цьому випадку максимальне значення PDV = 512 bt (без врахування преамбули повідомлень), при розрахунку сегменти не діляться на початковий, проміжний, кінцевий, а використовують затримки, які вносяться кожним елементом мережі.

Для розрахунку допустимого розміру мережі Fast Ethernet необхідно скористуватися значеннями затримок для кабелів, адаптерів та концентраторів, які наведені в таблицях 5.4-5.6.

Таблиця 5.4. Затримки, які вносяться кабелем

Тип кабелю	Подвоєна затримка бітових інтервалів на один метр	Подвоєна затримка на кабель максимальної довжини
UTP 3	1,14 bt	114 bt на 100 м
UTP 4	1,14 bt	114 bt на 100 м
UTP 5	1,112 bt	111.3 bt на 100 м
STP	1,112 bt	111.3 bt на 100 м
оптоволокно	1 bt	412 bt на 412 м

Таблиця 5.5. Затримки, які вносяться мережевими адаптерами

Тип мережеских адаптерів	Максимальна затримка при подвійному обороті
Два адаптера TX/FX	100 bt
Два адаптера T4	138 bt
Один адаптер TX/FX і другий T4	127 bt

Таблиця 5.6. Затримки, які вносяться концентраторами

Тип концентраторів (повторювачів)	Максимальна затримка при подвійному обороті (bt)
Концентратор класу I	140
Концентратор класу II з портами TX/FX	92
Концентратор класу II з портами T4	67

Для мереж, побудованих із застосуванням мостів і комутаторів, обмеження на розмір визначаються інакше. Порт комутатора, в топологічному розрахунку можна розглядати як кінцевий вузол.

Контрольні запитання

1. Які існують специфікації мереж Ethernet, Fast Ethernet?
2. Які умови коректної роботи мереж типу Ethernet, Fast Ethernet?
3. В чому суть методу доступу CSMA/CD?
4. Що таке колізія? Коли вона виникає? Як її позбутися?
5. Що таке домен колізій?
6. Які класи концентраторів мережі Fast Ethernet існують? Які їх відмінності?
7. Які методи існують для розрахунку мереж типу Ethernet, Fast Ethernet?
8. Які параметри розраховують для коректної роботи мереж типу Ethernet, Fast Ethernet?

Контрольна задача

Задача 5.0. Розрахуйте конфігурацію мережі Ethernet, що наведена на рис. 5.2.

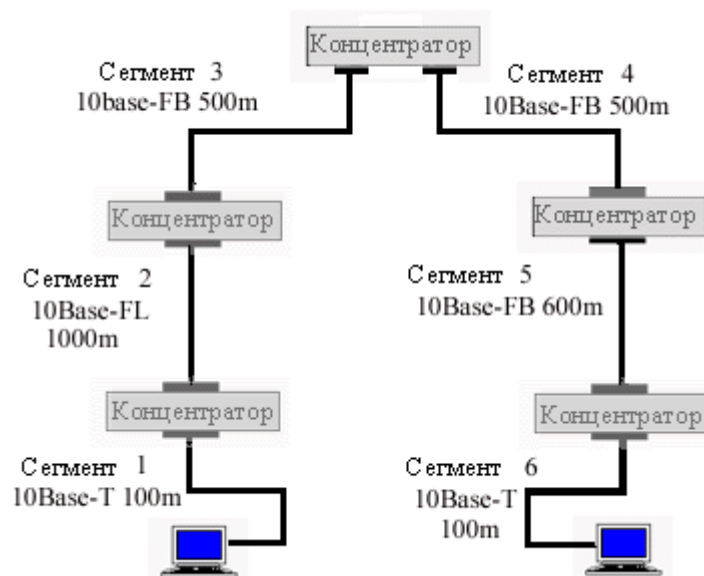


Рис. 5.2. Конфігурація мережі Ethernet

Розв'язання

Розрахуємо величину PDV. Skorистуємось даними з табл. 5.1:

Лівий сегмент (Сегмент 1): $t_s = L \cdot t_1 + t_0 = 100 \cdot 0,113 + 15,3 = 26,6$ bt. Враховуючи, що даний сегмент є сегментом максимальної довжини, то можна скористуватись колонкою зі значеннями $t_m = 26,6$ bt.

Проміжний сегмент (Сегмент 2): $t_s = L \cdot t_1 + t_0 = 1000 \cdot 0,100 + 33,5 = 133,5$ bt

Проміжний сегмент (Сегмент 3): $t_s = L \cdot t_1 + t_0 = 500 \cdot 0,100 + 24,0 = 74$ bt

Проміжний сегмент (Сегмент 4): $t_s = L \cdot t_1 + t_0 = 500 \cdot 0,100 + 24,0 = 74$ bt

Проміжний сегмент (Сегмент 5): $t_s = L \cdot t_1 + t_0 = 600 \cdot 0,100 + 24,0 = 84$ bt

Кінцевий сегмент (Сегмент 6): $t_s = L \cdot t_1 + t_0 = 100 \cdot 0,113 + 165,0 = 176,3$ bt. Враховуючи, що даний сегмент також є сегментом максимальної довжини, то знову можна скористуватись колонкою зі значеннями $t_m = 176,3$ bt.

Розраховуємо сумарне значення PDV: $\sum t_s = 26,6 + 133,5 + 74 + 74 + 84 + 176,3 = 568,4$ bt. Отже, $PDV = 568,4$ bt < 575 bt (максимально допустиме значення), можемо стверджувати, що мережа проходить по критерію подвійного (кругового) часу проходження сигналу. Запас складає $575 - 568,4 = 6,6$ bt (згідно

рекомендацій IEEE достатньо 2-4 bt). Дана конфігурація мережі працездатна.

В даному прикладі шлях максимальної довжини мережі в прямому та зворотному напрямку однаковий (специфікації на кінцях сегментів мережі однакові), розрахунок в зворотному напрямку наводиться не буде.

У випадку різних специфікацій на кінцях сегменту або обирається інший шлях максимальної довжини мережі, розрахунок повторюється у зворотному напрямку.

Однак, для того, щоб визнати вищенаведені розрахунки коректними, необхідно також розрахувати величини скорочення міжкадрового інтервалу (IPG) (Path Variability Value – PVV).

Розрахуємо величину IPG/PVV, скориставшись значеннями з табл. 5.2:

Початковий сегмент (Сегмент 1): $IPG_1 = 10,5 \text{ bt}$.

Проміжний сегмент (Сегмент 2): $IPG_2 = 8 \text{ bt}$.

Проміжний сегмент (Сегмент 3): $IPG_3 = 2 \text{ bt}$.

Проміжний сегмент (Сегмент 4): $IPG_4 = 2 \text{ bt}$.

Проміжний сегмент (Сегмент 5): $IPG_5 = 2 \text{ bt}$.

Розраховуємо сумарне значення IPG: $\sum IPG_{1-5} = 10,5+8+2+2+2 = 24,5 \text{ bt}$. Отже, розрахункове значення IPG/PVV менше за 49 (критичне значення), можемо стверджувати, що мережа в даній конфігурації відповідає стандартам Ethernet.

В даному прикладі шлях максимальної довжини мережі в прямому та зворотному напрямку однаковий (специфікації на кінцях сегментів мережі однакові), розрахунок в зворотному напрямку наводиться не буде.

Розрахуйте конфігурацію мережі Fast Ethernet, що наведена на рис. 5.3.

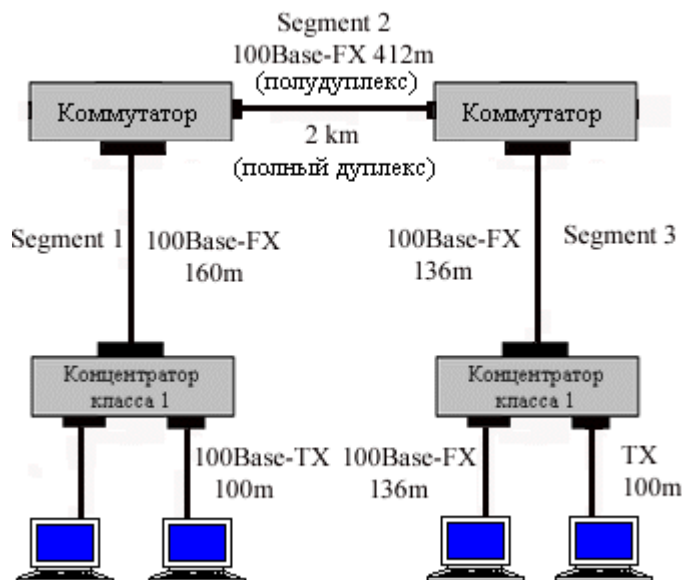


Рис. 5.3. Приклад структури мережі Fast Ethernet

Розрахуємо величину PDV. Скористуємось даними з табл. 5.4-5.6:

Лівий сегмент (2 робочих станцій, вита пара UTP 5, концентратор I класу):

$$PDV=100 \cdot 1,112+100 \cdot 1,112+100+140 = 462,4 \text{ bt} < 512 \text{ bt}$$

Правий сегмент (2 робочих станцій, вита пара UTP 5, оптоволокно,

концентратор I класу):

$$PDV=136 \cdot 1,0+100 \cdot 1,112+100+140 = 487,2 \text{ bt} < 512 \text{ bt.}$$

Segment 1 (1 робоча станція, вита пара UTP 5, оптоволокну, концентратор I класу, порт комутатора):

$$PDV=100 \cdot 1,112+160 \cdot 1,0+100+140 = 511,2 \text{ bt} < 512 \text{ bt.}$$

Segment 2 (порти комутаторів):

$$PDV=412 \cdot 1,0+100 = 512 \text{ bt} = 512 \text{ bt.}$$

Segment 3 (1 робоча станція, оптоволокну, концентратор I класу, порт комутатора):

$$PDV=136 \cdot 1,0+136 \cdot 1,0+100+140 = 512 \text{ bt} = 512 \text{ bt.}$$

Отже, розрахунки не виявили некоректність конфігурацій в сегментах, хоча два з них мають максимальні значення (Segment 2, Segment 3), один майже максимальне (Segment 1). Можна зробити висновок, що мережа працездатна.

Задачі для розв'язання

Задача 5.1. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент 1 – 10Base-2 (100 м); Сегмент 2 – 10Base-T (90 м); Сегмент 3 – 10Base-2 (180 м); Сегмент 4 – 10Base-T (100 м); Сегмент 5 – 10Base-F (800 м); Сегмент 6 – 10Base-F (800 м)).

Задача 5.2. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент 1 – 10Base-T (80 м); Сегмент 2 – 10Base-F (800 м); Сегмент 3 – 10Base-2 (180 м); Сегмент 4 – 10Base-T (100 м); Сегмент 5 – 10Base-5 (200м); Сегмент 6 – 10Base-2 (40 м)).

Задача 5.3. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент 1 – 10Base-F (900 м); Сегмент 2 – 10Base-F (500 м); Сегмент 3 – 10Base-2 (120 м); Сегмент 4 – 10Base-T (60 м); Сегмент 5 – 10Base-5 (100 м); Сегмент 6 – 10Base-T (70м)).

Задача 5.4. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент 1 – 10Base-T (30 м); Сегмент 2 – 10Base-5 (300 м); Сегмент 3 – 10Base-F (1000 м); Сегмент 4 – 10Base-T (100 м); Сегмент 5 – 10Base-5 (300 м); Сегмент 6 – 10BASE-2 (90 м)).

Задача 5.5. Наведіть схему та розрахуйте шлях максимальної довжини Ethernet (Сегмент 1 – 10Base-T (150 м); Сегмент 2 – 10Base-F (800 м); Сегмент 3 – 10Base-2 (120 м); Сегмент 4 – 10Base-T (100 м); Сегмент 5 – 10Base-5 (200 м); Сегмент 6 – 10BASE-2 (140 м)).

Задача 5.6. Визначити працездатність мережі Fast Ethernet з 2-ма повторювачами класу I (з'єднаних кабелем довжиною 5 м), до яких підключені комп'ютери сегментами 100BASE-FX (оптоволокну, довжина сегменту 100 метрів; подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 140 бітовим інтервалам). Навести схему мережі.

Задача 5.7. Визначити працездатність мережі Fast Ethernet з 2-ма повторювачами класу I (з'єднаних кабелем довжиною 15 м), до яких підключені комп'ютери сегментами 100BASE-TX (кабель UTP категорії 5, довжина сегменту 50 метрів; подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 140 бітовим інтервалам). Навести схему мережі.

Задача 5.8. Визначити який запас стійкості має конфігурація мережі Fast

Ethernet з двома повторювачами класу II (подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 67 бітових інтервали, тип кабелю – декілька сегментів на UTP категорії 3). Навести схему мережі.

Задача 5.9. Визначити працездатність мережі Fast Ethernet з 2-ма повторювачами класу I (з'єднаних кабелем довжиною 15 м), до яких підключені комп'ютери сегментами 100BASE-TX (кабель UTP категорії 5, довжина сегменту 50 метрів; подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 140 бітовим інтервалам). Між повторювачами розміщений комутатор з сегментами 100BASE-FX (кабель оптоволокну, довжина – 200 м) Навести схему мережі.

Задача 5.10. Визначити який запас стійкості має конфігурація мережі Fast Ethernet з двома повторювачами класу I (подвійна затримка, яка вноситься повторювачем, дорівнює 140 бітових інтервали, типи кабелю – декілька сегментів на UTP категорії 5 та декілька сегментів – оптоволокну). Навести схему мережі.

6. МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ

Мета заняття – опанування методів представлення процесів моделювання бізнес-процесів.

Моделювання бізнес-процесів (Business process modeling – BPM) – формалізований, виконаний за певними правилами опис послідовності дій фахівців у формі логічних блок-схем, що визначають вибір подальших дій, виходячи з ситуативного факту. Наприклад: «якщо всі документи по лабораторним аналізам для формування сертифікату якості продукції є в наявності, то формуємо цей документ. Якщо немає, то вживаємо заходів для отримання документів, яких не вистачає». У моделі бізнес-процесів певні послідовності окремих дій об'єднуються у відповідні процедури і сценарії бізнес-процесів. Описується взаємодія фахівців різних підрозділів в рамках одного бізнес-процесу.

Моделювання бізнес-процесів – це процесове відображення (як правило, графічне) діяльності підприємства з тим, щоб в подальшому дані процеси можна було аналізувати і вдосконалювати.

Метою моделювання бізнес-процесів як правило є:

1. Документація бізнесу компанії.
 - 1.1. Для отримання знання про бізнес.
 - 1.2. Формування карти підрозділів.
 - 1.3. Переведення бізнесу в інші місця.
 - 1.4. Для задоволення потреб бізнес-партнерів або об'єднань (наприклад, з метою сертифікації).
 - 1.5. Для навчання співробітників (передачі знань).
 - 1.6. Для впровадження (підтримки системи менеджменту якості) та екологічного менеджменту.
2. Підготовка бізнес-процесів (який зазвичай починається з аналізу фактичного стану)
 - 2.1. З метою впровадження нових організаційних структур.
 - 2.2. Впровадження аутсорсингу.
3. Підготовка і автоматизації ІТ-підтримки бізнес систем.
4. Визначення показників процесу.

5. Бенчмаркінг.
6. Найкраща практика.
7. Організаційні зміни.
 - 7.1. При підготовці до продажу бізнесу.
 - 7.2. При підготовці до інтеграції компаній або їх частин.
 - 7.3. Введення або зміна ІТ-систем та/або організаційних структур.
8. Участь у конкурсах (наприклад, Європейський фонд управління якістю).
9. Удосконалення внутрішніх процесів.

Для моделювання та опису бізнес-процесів у BPM-системах використовують наступні мови і стандарти (нотації):

BPMN (Business Process Model and Notation) – візуальна нотація моделювання бізнес-процесів. Діаграми бізнес-процесів – основа BPMN. Вони будуються приблизно на тих же принципах, що і традиційні блок-схеми. У процесі виконання модель бізнес-процесу в нотації BPMN трансліюється в опис процесу на BPEL, який потім завантажується в движок BPM-системи. Діаграми бізнес-процесів – основа BPMN, будується приблизно на тих же принципах, що і традиційні блок-схеми.

BPEL (Business Process Execution Language) – XML-мова виконання бізнес-процесів. Описує бізнес-процес як пов'язану послідовність веб-сервісів.

XPDL (XML Process Definition Language) – формат обміну даними між BPM-системами.

XPDL запропонований як стандарт для імпорту/експорту описів бізнес-процесів.

IDEF0 – методологія опису бізнес-процесів (Business Process Modeling, стандарт США). Моделі в нотації IDEF0 призначені для високорівневого опису бізнесу компанії. Їх основна перевага полягає в можливості описувати керування процесами організації.

IDEF3 – методологія опису потоків робіт (Work Flow Modelling). Призначена для опису робочих процесів або, іншими словами, потоків робіт. Стандарт IDEF3 близький до алгоритмічних методів побудови схем процесів і стандартних засобів створення блок-схем.

DFD (Data Flow Diagramming) – призначені для опису потоків даних. Вони дозволяють відобразити послідовність робіт, виконуваних по ходу процесу, і потоки інформації, що циркулюють між цими роботами. Крім того, нотація DFD надає можливість описувати потоки документів (документообіг) і матеріальних ресурсів (наприклад, рух матеріалів від однієї роботи до іншої).

Предметні області кожного з стандартів приблизно схожі, а цілі і завдання кожного з них, гранично різні: BPMN – графічна інтерпретація моделі, XPDL – семантика її зберігання і проміжна ланка між іншими стандартами, а BPEL – це рівень високорівневої мови опису взаємодії процесів.

Нотація IDEF0 (Integration Definition for Function Modeling) затверджена як стандарт в Україні, США та інших країнах, в тому числі в МВФ, і успішно експлуатується в багатьох проектах, пов'язаних з описом діяльності підприємств.

Короткий опис нотації IDEF0.

В основі методології лежать чотири основні поняття.

Першим з них є поняття функціонального блоку (Activity Box). Функціональний блок графічно зображується у вигляді прямокутника (див. рис. 6.1) і уособлює собою деяку конкретну функцію в рамках розглянутої системи. За вимогами стандарту назва

кожного функціонального блоку має бути сформульовано в дієслівному способі (наприклад, «виробляти послуги», а не «виробництво послуг»).

Кожна з чотирьох сторін функціонального блоку має своє певне значення (роль), при цьому: верхня сторона має значення «Управління» (Control); ліва сторона має значення «Вхід» (Input); права сторона має значення «Вихід» (Output); нижня сторона має значення «Механізм» (Mechanism).

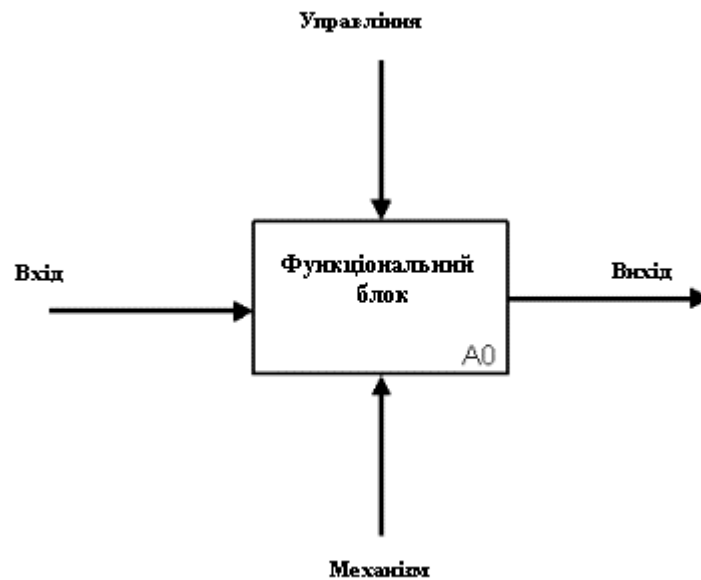


Рис. 6.1. Функціональний блок

Кожен функціональний блок у рамках єдиної розглянутої системи повинен мати свій унікальний ідентифікаційний номер.

Далі у методології IDEF0 є поняття інтерфейсної дуги (Arrow). Також інтерфейсні дуги часто називають потоками або стрілками. Інтерфейсна дуга відображає елемент системи, який обробляється функціональним блоком або надає інший вплив на функцію, відображену даними функціональним блоком.

Графічним відображенням інтерфейсної дуги є односпрямована стрілка. Кожна інтерфейсна дуга повинна мати своє унікальне найменування (Arrow Label). На вимогу стандарту, найменування повинно бути обігом іменника.

За допомогою інтерфейсних дуг відображають різні об'єкти, в тій чи іншій мірі визначають процеси, що відбуваються в системі. Такими об'єктами можуть бути елементи реального світу (хліб, вагони, співробітники і т.д.) або потоки даних та інформації (документи, дані, інструкції тощо).

У залежності від того, до якої з сторін підходить дана інтерфейсна дуга, вона носить назву «вхідної», «вихідної» або «керуючої». Крім того, «джерелом» (початком) і «приймачем» (кінцем) кожної функціональної дуги можуть бути тільки функціональні блоки, при цьому «джерелом» може бути тільки вихідна сторона блоку, а «приймачем» будь-яка з трьох, що залишилися.

Необхідно відзначити, що будь-який функціональний блок за вимогами стандарту повинен мати принаймні одну керуючу інтерфейсну дугу і одну вихідну. Це і зрозуміло – кожен процес має відбуватися по якимось правилам (відображуваним керуючою дугою) і повинен видавати певний результат (що виходить дуга), інакше його розгляд не має ніякого сенсу.

Обов'язкова наявність керуючих інтерфейсних дуг є одним з головних відмінностей стандарту IDEF0 від інших методологій класів DFD (Data Flow Diagram) і WFD (Work Flow Diagram).

Третім основним поняттям стандарту IDEF0 є декомпозиція (Decomposition). Принцип декомпозиції застосовується при розбитті складного процесу на складові його функції. При цьому рівень деталізації процесу визначається безпосередньо розробником моделі.

Декомпозиція дозволяє поступово і структуровано представляти модель системи у вигляді ієрархічної структури окремих діаграм, що робить її менш перевантаженою й легко засвоюються.

Модель IDEF0 завжди починається з представлення системи як єдиного цілого – одного функціонального блоку з інтерфейсними дугами, що тягнуться за межі даної області. Така діаграма з одним функціональним блоком називається контекстною діаграмою, і позначається ідентифікатором «А-0».

У пояснювальному тексті до контекстної діаграми повинна бути зазначена мета (Purpose) побудови діаграми у вигляді короткого опису і зафіксована точка зору (Viewpoint). Визначення та формалізація мети розробки IDEF0 – моделі є вкрай важливим моментом. Фактично мета визначає відповідні області в досліджуваній системі, на яких необхідно фокусуватися в першу чергу. Наприклад, якщо моделюється діяльність підприємства з метою побудови в подальшому на базі цієї моделі інформаційної системи, то ця модель буде істотно відрізнитися від тієї, яку б розробляли для того ж самого підприємства, але вже з метою оптимізації логістичних ланцюжків. Точка зору визначає основний напрямок розвитку моделі і рівень необхідної деталізації. Чітке фіксування точки зору дозволяє розвантажити модель, відмовившись від деталізації і дослідження окремих елементів, які не є необхідними, виходячи з обраної точки зору на систему. Наприклад, функціональні моделі одного і того ж підприємства з точок зору головного технолога та фінансового директора будуть істотно відрізнитися за спрямованістю їх деталізації. Це пов'язано з тим, що в кінцевому підсумку, фінансового директора не цікавлять аспекти обробки сировини на виробничих ділянках, а головному технологу ні до чого промальовані схеми фінансових потоків. Правильний вибір точки зору істотно скорочує тимчасові витрати на побудову кінцевої моделі.

У процесі декомпозиції, функціональний блок, який в контекстній діаграмі відображає систему як єдине ціле, піддається деталізації на іншій діаграмі. Отримана діаграма другого рівня містить функціональні блоки, що відображають головні підфункції функціонального блоку контекстної діаграми і називається дочірньою (Child diagram) по відношенню до нього (кожен з функціональних блоків, що належать дочірньої діаграмі відповідно називається дочірнім блоком – Child Box). У свою чергу, функціональний блок – предок називається батьківським блоком по відношенню до дочірньої діаграмі (Parent Box), а діаграма, до якої він належить – батьківською діаграмою (Parent Diagram). Кожна з підфункцій дочірньої діаграми може бути далі деталізована шляхом аналогічної декомпозиції відповідного їй функціонального блоку. Важливо відзначити, що в кожному разі декомпозиції функціонального блоку все інтерфейсні дуги, що входять у цей блок, або виходять з нього фіксуються на дочірній діаграмі. Цим досягається структурна цілісність IDEF0 – моделі. Наочно принцип декомпозиції представлений на рис. 6.2. Слід звернути увагу на взаємозв'язок нумерації функціональних блоків і діаграм – кожен блок має свій унікальний

порядковий номер на діаграмі (цифра у правому нижньому куті прямокутника), а позначення під правим кутом вказує на номер дочірньої для цього блоку діаграми. Відсутність цього позначення говорить про те, що декомпозиції для даного блоку не існує.

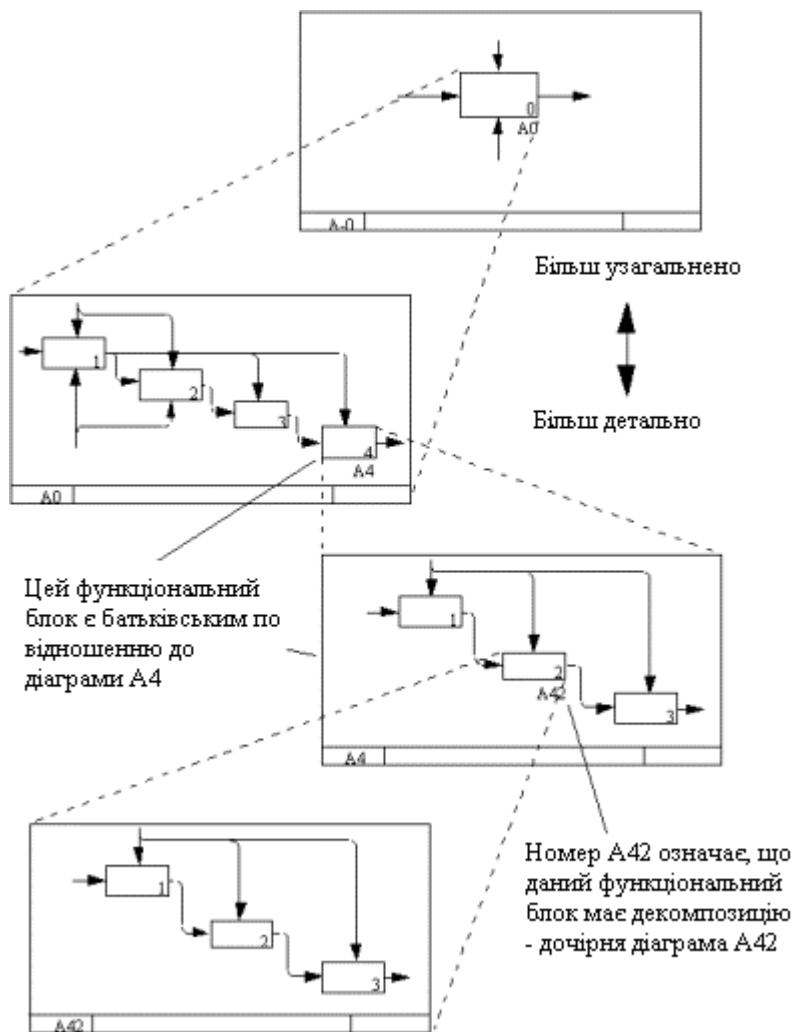


Рис. 6.2. Декомпозиція функціональних блоків

Часто бувають випадки, коли окремі інтерфейсні дуги не має сенсу продовжувати розглядати в дочірніх діаграмах нижче якогось певного рівня в ієрархії, або навпаки – окремі дуги не мають практичного сенсу вище якогось рівня. З іншого боку, трапляється необхідність позбутися від окремих «концептуальних» інтерфейсних дуг і не деталізувати їх глибше деякого рівня. Для вирішення подібних завдань у стандарті IDEF0 передбачено поняття тунелювання. Позначення «тунелю» (Arrow Tunnel) у вигляді двох круглих дужок навколо початку інтерфейсної дуги позначає, що ця дуга не була успадкована від функціонального батьківського блоку і з'явилася (з «тунелю») тільки на цій діаграмі. У свою чергу, таке ж позначення навколо кінця (стрілки) інтерфейсної дуги в безпосередній близькості від блоку – приймача означає той факт, що в дочірньої по відношенню до цього блоку діаграмі ця дуга відобразитися і розглядатися не буде. Найчастіше буває, що окремі об'єкти та відповідні їм інтерфейсні дуги не розглядаються на деяких проміжних рівнях ієрархії – в такому випадку, вони спочатку «занурюються в тунель», а потім, при необхідності «повертаються з тунелю».

Останнім з понять IDEF0 є глосарій (Glossary). Для кожного з елементів IDEF0:

діаграм, функціональних блоків, інтерфейсних дуг існуючий стандарт передбачає створення та підтримку набору відповідних визначень, ключових слів, оповідних викладів і т.д., які характеризують об'єкт, відображений даним елементом. Цей набір називається глосарієм і є описом суті цього елемента. Наприклад, для керуючої інтерфейсної дуги «розпорядження про оплату» глосарій може містити перелік полів відповідно дузі документа, необхідний набір віз і т.д. Глосарій гармонійно доповнює наочну графічну мову, забезпечуючи діаграми необхідною додатковою інформацією.

Контрольні запитання

1. Що таке моделювання бізнес-процесів?
2. Яка мета моделювання бізнес-процесів?
3. Які нотації використовують при моделюванні бізнес-процесів?
4. Які поняття закладені в методологію IDEF0?
5. Що таке інтерфейсна дуга?
6. Що таке декомпозиція в нотації IDEF0?

Контрольна задача

Задача 6.0. Побудуйте в нотації IDEF0 діаграми моделювання бізнес-процесів пивоварного виробництва. Модель типу «AS-IS».

Розв'язання

На першому етапі дослідження було побудовано загальну контекстну діаграму діяльності пивоварного заводу, яка зображена на рис. 6.3.

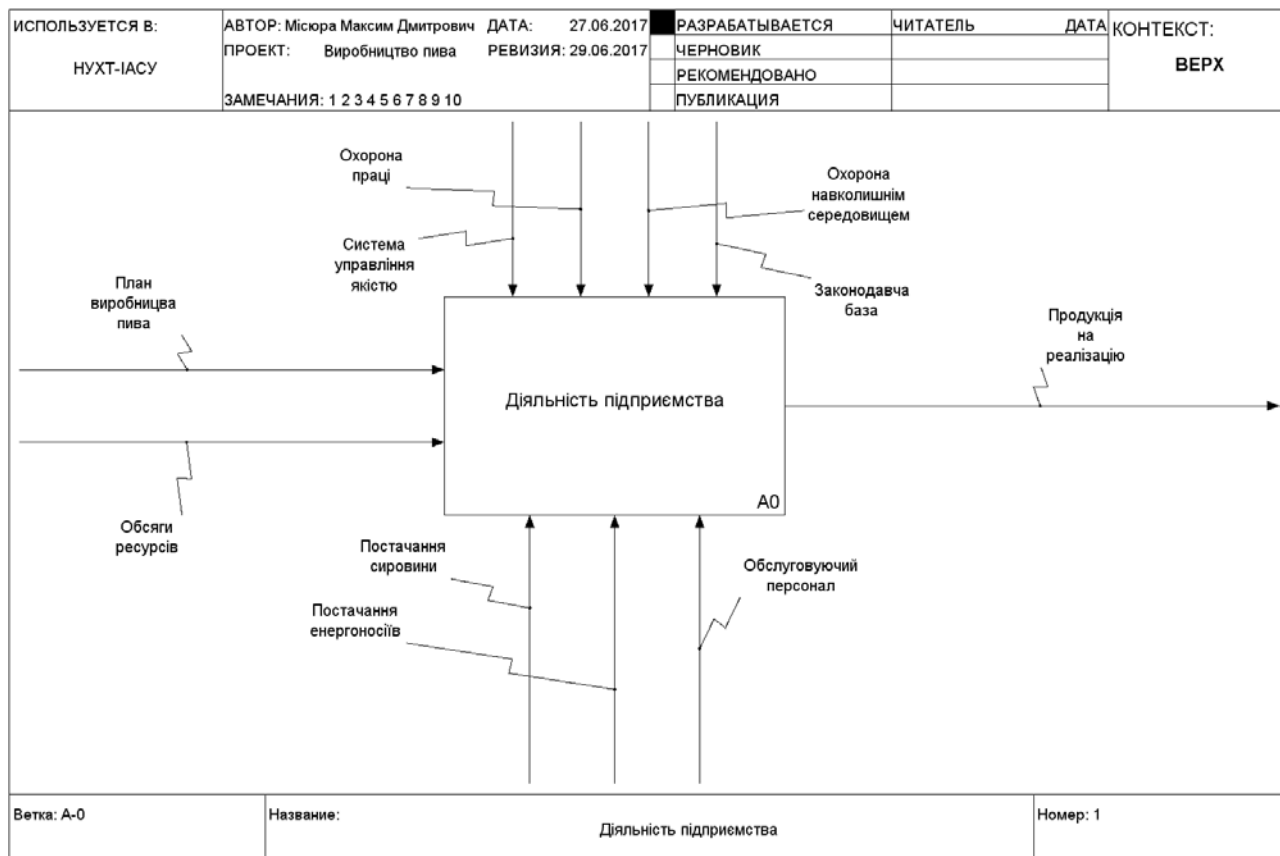


Рис. 6.3. Контекстна діаграма за методологією IDEF0

На вхід контекстної діаграми моделювання бізнес-процесів виробництва пива подається інформація про планові завдання (обсяги виробництва), які встановлюються керівництвом підприємства. До механізмів впливу і ресурсів відносяться: постачання сировини, енергоносіїв, що необхідні для виробництва пива; обслуговуючий персонал. Керуючий вплив містить у собі: нормативно-правову базу; систему менеджменту якості; систему управління охороною праці та навколишнім середовищем. На виході моделі відображені бізнес-процеси зберігання та відвантаження готової продукції.

Для детального аналізу та моделювання бізнес-процесів, виконуємо декомпозицію виробництва. На рис. 6.4 представлена діаграма деталізації діяльності підприємства. Модель містить в собі наступні бізнес-процеси: «Постачання сировини», «Виробництво пива», «Зберігання, відвантаження пива». Спочатку визначаються норми витрат згідно плану виробництва з врахуванням обсягів різних ресурсів. Ці процеси контролюються поставкою сировини та обслуговуючим персоналом та системою управління якістю (наприклад, ISO 9000:2015 та ISO 9001:2015) з врахуванням законодавчої бази (наприклад, ДСТУ 3139:2015 «Пивоваріння. терміни та визначення понять» та ДСТУ 3888:2015 «Пиво. Загальні технічні умови»). Далі описується бізнес-процес безпосередньо виробництва пива. Даний етап контролюється обслуговуючим персоналом, підсистемою постачання відповідних ресурсів на виробництво. Це враховується відповідними системами якістю виробництва, вимогами до охорони навколишнього середовища та охорони праці, різними законами України та світу. Останній етап визначає (моделює, описує) бізнес-процеси зберігання готової продукції та відвантаження покупцю товарну продукцію. Такого роду моделювання можна віднести до типу «AS-IS» (як є). Якщо проектується нова модель бізнес-процесів або необхідно вирішити задачі оптимізації, то рекомендується використовувати модель «AS-TO-BE» (як повинно бути).

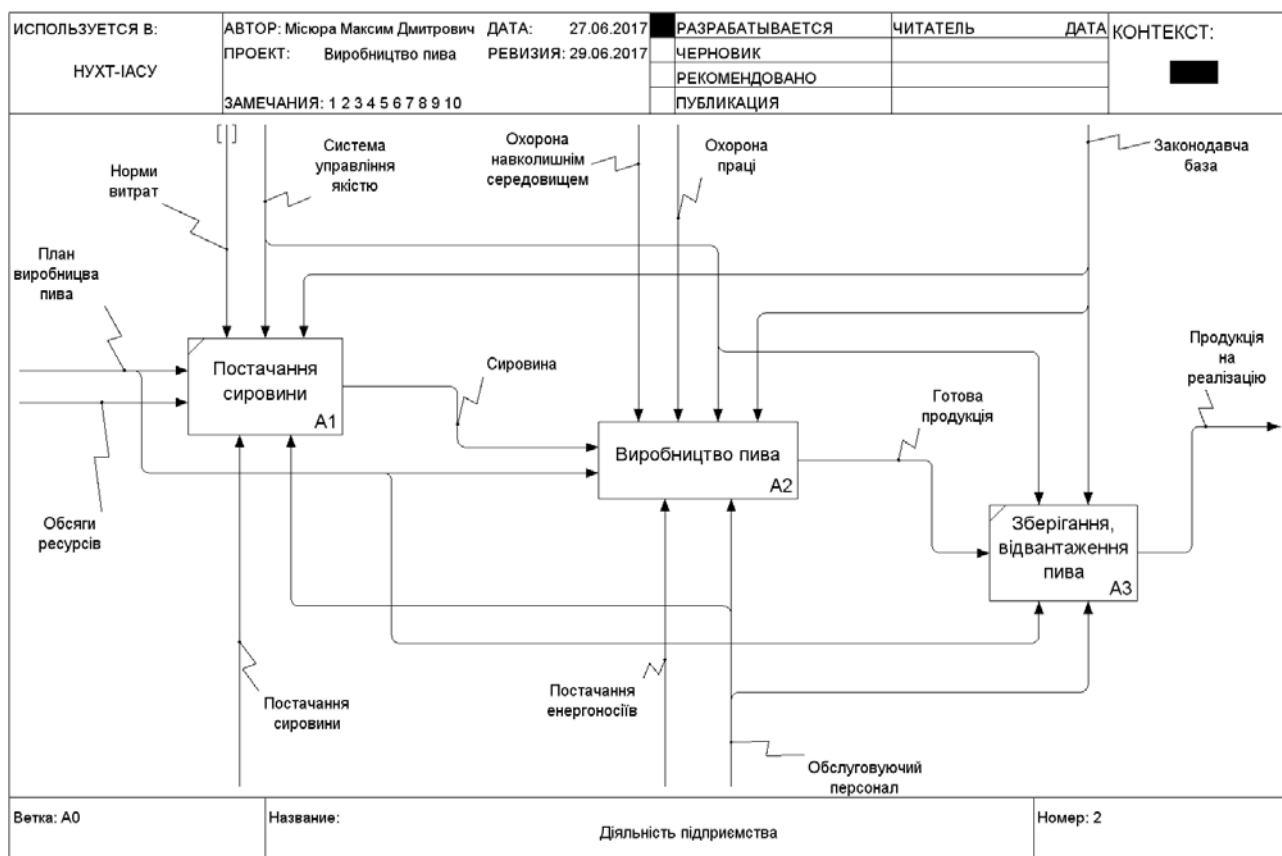


Рис. 6.4. Дочірня діаграма за методологією IDEF0

Деталізована модель бізнес-процесів виробництва пива представлена на рис. 6.5. Першим етапом буде підготовка до виробництва, що включає інформацію про робоче обладнання та план (обсяги) виробництва з врахуванням технологічного регламенту, наявності енергоресурсів. Контроль за виконанням покладено на обслуговуючий персонал. Наступний (другий) етап це безпосередньо виробництво пива, який може передбачати різні ситуації: процеси протікають згідно з технологічним регламентом та інших факторів, на виході отримуємо готову продукцію належної якості; виникають проблеми технічного характеру, що пов'язано в поломкою обладнання; проблеми, що викликані порушенням технологічного процесу.

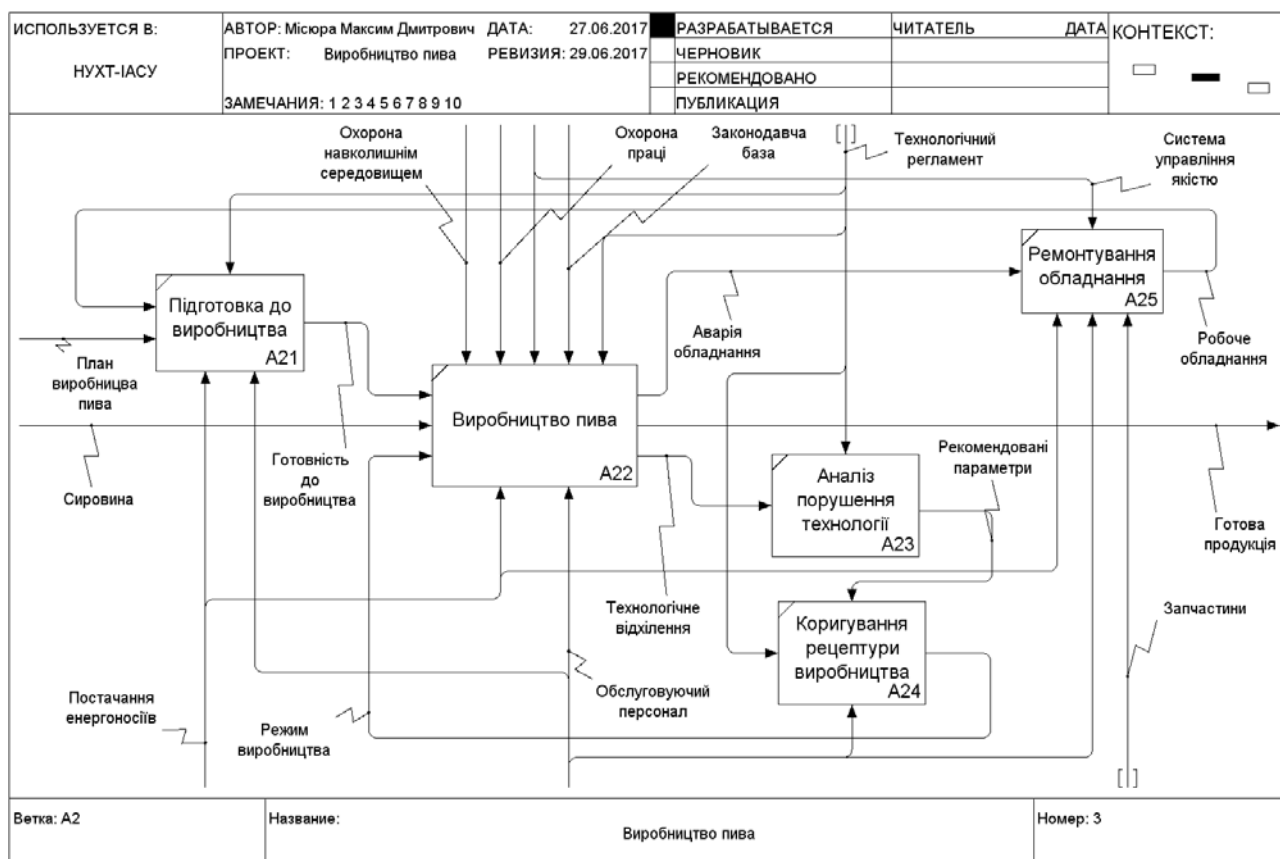


Рис. 6.5. Моделювання бізнес-процесів виробництва пива

Задачі для розв'язання

Задача 6.1. Побудувати діаграми моделювання бізнес процесів в нотації IDEF0 (можна використовувати інші нотації) для господарської діяльності, що задається викладачем. Модель «AS-IS». Точка зору – з позиції особи, що знає технологічний процес виробництва продукції підприємства.

Задача 6.2. Побудувати діаграми моделювання бізнес процесів в нотації IDEF0 (можна використовувати інші нотації) для господарської діяльності, що задається викладачем. Модель «AS-TO-BE». Точка зору – з позиції особи, що знає технологічний процес виробництва продукції підприємства.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Базова

1. Трегуб, В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого керування [Текст]: Навчальний посібник / В.Г. Трегуб. – К. : НУХТ, 2005. – 191 с.

Допоміжна

1. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст]: Учебник для вузов 4-е изд. / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб. : Питер, 2010. – 944 с.: ил.
2. Ногл, М. ТСР/ІР. Иллюстрированный учебник. [Текст] / М. Ногл. – М. : ДМК Пресс, 2001. – 480 с.: ил.
3. Пупена, О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах [Текст]: Навчальний посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К. : «Ліра-К», 2011. – 552 с.
4. Іващук, В.В. Автоматизація бізнес-процесів. Курс лекцій для студентів спеціальності Автоматизоване управління технологічними процесами та Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси та виробництва денної та заочної форм навчання. [Текст] / В.В. Іващук. – К. : НУХТ, 2007. – 76 с.
5. Кулаков, Ю.А. Комп'ютерні мережі. [Текст] / Ю.А. Кулаков, Г.М. Луцький. – К. : Юніор, 2005. – 400 с. іл..