

АНОТАЦІЯ

Качор Т.В. Застосування методу часового ущільнення (TDM) при організації обміну даними по одному каналу зв'язку. – Рукопис. Кваліфікаційна робота магістра, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019.

Роботу присвячено питанням застосування методу часового ущільнення (TDM) при організації обміну даними по одному каналу зв'язку. Проаналізовано способи кодування сигналів та встановлено, що для організації обміну даними по одному каналу доцільним є використання методу часового ущільнення, що не потребує додаткового прокладання ліній передачі даних. Проаналізовано спосіб реалізації такого каналу на прикладі мережі електроживлення.

Ключові слова: метод часового ущільнення, канал передачі даних, мережа електроживлення.

ABSTRACT

Kachor T.V. Application of the Time Compression (TDM) method for the organization of communication on one communication channel. – Manuscript. Master's qualifying work, Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2019.

The paper deals with the application of the time-sealing method (TDM) in the organization of data exchange on a single communication channel. Methods of signal coding are analyzed and it is advisable to use a time-sealing method for the organization of data exchange on one channel, which does not require additional routing of data transmission lines. The method of realization of such a channel on the example of a power supply network is analyzed.

Keywords: time-sealing method, data channel, power supply network.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ

DSP – digital signal processor;

FDM – frequency division multiplexing;

OFDM – orthogonal frequency division multiplexing;

PLC – power line communications;

TDM – time division multiplexing;

EMC – електромагнітна сумісність;

ЛЕП – лінія електропередачі;

РЕА – радіоелектронна апаратура;

СПД – система передачі даних.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЇ ОБМІНУ ДАНИМИ.....	12
1.1 Засоби організації процесу обміну даними.....	12
1.2 Обмін даними по мережам електроживлення.....	14
1.3 Проблеми реалізації обміну даними по лініям електромережі.....	16
1.4 Передача даних по одній мережі електроживлення в автотранспорті.....	17
1.5 Стандарти технології.....	18
1.6 Висновки до розділу 1.....	18
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ФІЗИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ PLC.....	20
2.1 Аналіз можливостей технології PLC.....	20
2.2 Практичний аналіз технології PLC.....	21
2.3 Технічні вимоги до побудови PLC-систем.....	22
2.4 Висновки до розділу 2.....	26
РОЗДІЛ 3. ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ PLC-МЕРЕЖ.....	27
3.1 Вимірювання випромінюваних полів.....	27
3.2 Модуляція сигналу і кодування.....	27
3.3 Мультиплексування з поділом за ортогональними частотами.....	28
3.4 Висновки до розділу 3.....	
РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ PLC-МЕРЕЖІ.....	31
4.1 Аналіз схемо-технічних рішень побудови пристроїв прийому/передачі даних по лініям електроживлення.....	31
4.2 Обладнання, що використовується для організації даної мережі.....	33
4.3 Проектування пристроїв прийому-передачі даних.....	35
4.4 Реалізація та моделювання процесу багатоканального обміну даними з використанням технології TDM.....	39
4.5 Висновки до розділу 4.....	48
РОЗДІЛ 5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	49
5.1 Особливості роботи в середовищі MATLAB.....	49

5.2 Моделювання сигналів засобами середовища MATLAB.....	51
РОЗДІЛ 6. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	58
6.1 Науково-технічна актуальність науково-дослідної роботи.....	58
6.2 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи.....	59
6.3. Науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи.....	65
6.4 Висновки до розділу 6.....	69
РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРПЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	70
7.1 Охорона праці.....	70
7.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	79
РОЗДІЛ 8. ЕКОЛОГІЯ.....	92
8.1 Актуальність охорони навколишнього середовища.....	92
8.2 Основні джерела забруднення довкілля, що виникають у результаті виготовлення TDM-систем.....	93
8.3 Заходи щодо зменшення забруднення довкілля.....	94
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	98
Бібліографія.....	100
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Актуальність теми. Актуальним є питання реалізації способу обміну даними по одному каналу, зокрема з можливістю використання вже існуючих прокладених попередньо, і часто для іншої мети, мереж. Однією із таких мереж, що є практично у кожній будівлі, є мережі електроживлення.

Складність організації зв'язку по лінії електромережі полягає в тому, що існуючі електромережі спочатку не призначалися для передачі даних. Вони відрізняються високим рівнем перешкод і великим загасанням високочастотного сигналу, а також тим, що параметри лінії, часто постійні для традиційних фізичних середовищ передачі даних, істотно змінюються в часі в залежності від поточного навантаження.

Прокладені в більшості випадків з порушеннями норм неекрановані, розділені трансформаторами, з великими перешкодами, що виникають в результаті роботи численних енергоспоживачів, силові лінії електричної мережі відносяться до одного з найгірших середовищ для надійної передачі даних. Ще одна проблема - низька якість і зношеність електропроводки у старих багатоквартирних будинках. До недавнього часу в цих будівлях використовувалися алюмінієві дроти, які мають меншу електропровідність у порівнянні з мідними. Крім того, скручування проводів також негативно впливають на проходження сигналу.

На достовірність передачі даних дуже великий вплив мають перешкоди від різних електроприладів, ламп денного освітлення і т.д., що створюють перешкоди в проводах. Найбільш сильний вплив імпульсних перешкод, що виникають при роботі електродвигунів, зварювального обладнання та НВЧ-печей. Однак надійні методи кодування і шифрування даних, що застосовуються в сучасних мережевих технологіях, забезпечують не тільки високий рівень достовірності при передачі інформації, але і її захист від несанкціонованого доступу. Крім того, при організації зв'язку повинна бути

забезпечена електромагнітна сумісність, тобто необхідно знижувати побічні електромагнітні випромінювання, що виникають в процесі передачі даних.

При цьому важливим є розроблення способів кодування даних, зокрема із застосуванням методу часового ущільнення, та технічних варіантів реалізації систем обміну даними по мережам електроживлення.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є обґрунтування застосування методу часового ущільнення при організації обміну даними по одному каналу зв'язку. Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні задачі:

- провести аналіз літературних та інтернет-джерел за тематикою дослідження;
- провести огляд методів організації передачі та кодування даних та обґрунтувати вибір методу часового ущільнення при реалізації обміну даними по одному каналу;
- проаналізувати способи організації передачі даних по мережам електроживлення;
- провести схемо-технічне проектування та моделювання пристроїв обміну даними з використанням методу часового ущільнення середовищі Multisim.

Об'єкт дослідження: процес реалізації часового ущільнення при організації обміну даними по одному каналу зв'язку.

Предмет дослідження: метод часового ущільнення при організації обміну даними по одному каналу зв'язку.

Наукова новизна. Запропоновано метод організації обміну даними із застосуванням методу часового ущільнення, що може бути використаний при проектуванні систем прийому/передачі даними по мережі електроживлення.

Практичне значення одержаних результатів. Одержані результати можуть бути використані для розроблення технічних засобів прийому/передачі даних по одному каналу.

Апробація результатів роботи. Отримані результати обговорювались та доповідались на IV Всеукраїнській науково-технічній

конференції «Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки, приладобудування і комп'ютерних технологій».

РОЗДІЛ 1

ТЕХНОЛОГІЇ ОБМІНУ ДАНИМИ

1.1 Засоби організації процесу обміну даними

Обмін даними являє собою фізичний перенесення даних у вигляді сигналів від вузла до вузла або від вузла до кількох вузлів з допомогою спеціальних систем зв'язку через середовище чи канал обміну даними. Метою такого обміну є зазвичай необхідність наступної обробки обчислювальною технікою. До таких каналів обміну дані належать кабельні провідники, волоконно-оптичні лінії, бездротові лінії тощо.

На відміну від систем аналогового обміну даними, що є реалізацією способу передачі сигналів, які постійно присутні в часі, в тому числі цифрових сигналів, цифрові системи реалізують обмін повідомлень. Ці повідомлення є послідовностями імпульсів відповідно до способу кодування або параметрами обмінної сигналу, що визначається методом цифрової модуляції. В системах обміну даними що в аналоговому, що в цифровому вигляді, обидва способи реалізують спеціальні пристрої, які називаються модемами.

Дані, які підлягають обміну, можуть мати дві форми, а саме: дискретну або цифрову та неперервну або аналогову.

Під мережею обміну даними розуміють сукупність трьох і більше пристроїв зв'язку, що з'єднані в лінію обміну даними і комутуючими засобами, що здійснюють прийом та передачу даними між кінцевими пристроями.

При будь-якому способі обміну даними передані і отримані дані не завжди збігаються і це пов'язано з проблемами обміну. При обміні даними інформація може зазнавати деяких змін, що пов'язано з наступними спотвореннями, як втрата даних та вплив шуму.

Також сам процес обміну даними може бути симплексним, напівдуплексним та дуплексним. В першому випадку мається на увазі такий

спосіб організації каналу обміну даними, коли повідомлення передаються в одному напрямку.

В другому випадку пристрій обміну може в один момент часу або передавати, або приймати інформацію. Приклад напівдуплексного зв'язку - розмова по радіо: кожен з кореспондентів в один момент часу або говорить, або слухає.

В третьому випадку мається на увазі спосіб обміну даними з використанням спеціальних прийомо-передавачів. При цьому пристрій, який реалізує передачу даних в обидвох напрямках може в будь який момент часу і передавати і приймати дані, які підлягають обміну. Такий обмін реалізується по двом незалежним каналам. Прикладом може бути розмова двох людей по міському телефону.

При цьому швидкість обміну даними для дуплексного режиму є максимально можливою.

Напівдуплексний режим, на відміну від дуплексного, здійснює обмін даними по одній лінії в обидвох напрямках, самі дані є розподіленими в часі та передаються у визначені інтервали часу.

Часовий поділ викликаний тим, що передавач в процесі передачі в якомусь інтервалі часу повністю використовує лінію передачі.

Відповідно до вищесказаного оптимальним для забезпечення високих швидкостей обміну даними є застосування дуплексних систем організації приймачів та передавачів. Однак, з точки зору спрощення структури фізичних каналів обміну даними оптимальним є варіант напівдуплексного режиму. При цьому можливим є використання як середовища обміну даними вже існуючих кабельних мереж, наприклад силових мереж електропостачання. Вони є в кожному будинку фірми чи підприємстві і використовуються лише для передачі електроенергії. Однак можливості таких кабелів використовуються неповністю, оскільки з усієї широкої смуги частот, яка може бути використана для обміну даними, використовується лише смуга в околі 50 Гц для передачі електроенергії мережевої частоти. В цих випадках простіше пристосувати існуючу мережу до задачі обміну даними, ніж прокласти спеціальні мережі, зокрема для мережі

Internet, окремих модулів чи вузлів охоронної системи (відеонагляд, давачі руху, диму, горіння, температури, вологості тощо). В цьому випадку важливим є розроблення способів перетворення даних у зручну для передачі форму. Розглянемо суть задачі обміну даними по лініям електропередачі.

1.2 Обмін даними по мережам електроживлення

На сьогодні поширеними є декілька підходів до способу організації обміну даними по лініям електроживлення. Їх основна відмінність полягає в орієнтації на конкретний клас пристроїв, а також в методах і засобах забезпечення надійного обміну даними.

Міжнародна асоціація «International Powerline Forum» розглядає в якості найбільш перспективних наступні галузі використання ліній електроживлення для зв'язку: низькошвидкісні розподілені системи керування та обліку, домашня автоматика, локальні мережі для домашніх і малих офісів, телефонія, доступ до мережі Інтернет.

До першого класу відносяться: системи обладнання будівель, системи обліку енергоспоживання, охоронної та пожежної сигналізації тощо. Цей клас пристроїв характеризується невисокими вимогами до швидкості передачі (0,2 ... 1,6 кбіт/с) і невеликими об'ємами даних. Вимоги по дальності зв'язку визначаються розмірами будівлі і знаходяться в межах до 500 м.

Інший клас засобів становлять системи домашньої автоматики, що забезпечують комплексне керування побутовими приладами на основі єдиних правил інформаційної взаємодії. В «розумних будинках» автоматично регулюється освітлення, автоматично включаються відеокамери тощо. Функціонування таких систем локалізоване в межах однієї квартири, котеджу. Необхідна швидкість передачі - 1,6 ... 5 кбіт/с, дальність зв'язку до 100 м.

До окремого класу слід віднести локальні мережі для малих і домашніх офісів, що також функціонують в рамках одного приміщення, але вимагають більшої пропускної здатності (0,1 ... 1 Мбіт/с).

Великий інтерес представляють приклади успішного використання електричних мереж для організації телефонного зв'язку в селах і на невеликих територіях, а також для забезпечення високошвидкісного доступу до глобальної мережі Інтернет.

Інформаційна взаємодія на основі електромереж має ієрархічну структуру. В «домашніх мережах» можуть використовуватися різні фізичні середовища передачі. Лінії електроживлення представляють собою лише один із сегментів такої мережі.

Підвищення надійності передачі на фізичному рівні пов'язано з вибором методу модуляції і частотного діапазону, використанням методів цифрової обробки сигналів і адаптивного управління модуляцією. Тут найбільш перспективна широкосмугова модуляція (SS).

У випадку застосування цього методу повідомлення розділяється в частотах в широкому діапазоні і з'являється можливість розпізнавання сигналу навіть при високому рівні шумів [1,2]. SS-модуляція лежить в основі стандарту "домашньої шини" CEBus (Стандарт EIA-600).

Короткі пакети даних дають можливість збільшення не тільки якості передачі порції даних, але і швидкості адаптації передавальної сторони до мінливих характеристик мережі. При використанні широкосмугової модуляції це виражається в оптимальному перерозподілі потужності сигналу в смузі частот з урахуванням фактичного розподілу спектра перешкод.

Деякі фірми розробили для доступу до середовища спеціальні протоколи, оптимізовані до «електромережеских пристроїв» і враховують «зашумленість» ліній живлення. Оскільки значна частина «електромережеских пристроїв» вимагає присутності у мережі одного активного вузла, застосовується процедура опитування мережі. В такий спосіб усуваються проблеми розпізнавання несучої складової сигналу даних в зашумлених мережах.

Найбільш поширеними технологіями передачі даних по електричних мережах 120/220 вольт є: X-10, Intellon CEBus, Local Operation Neft/Vorks, Adaptive Networks.

Особливу увагу слід приділити розробці стандартів широкосмугової передачі даних по лініях електроживлення. Вже зараз нові технології допускають можливість широкосмугової передачі зі швидкостями до 10 Мбіт/с. Незважаючи на малі потужності сигналів, випромінювання на невеликій відстані від цих ліній може впливати на роботу радіоприймачів і інших радіоелектронних пристроїв. Це вимагає обережного підходу до вибору частот для передачі по лініях живлення.

В даний час передача інформації за технологією DPL здійснюється в смузі шириною 2 МГц у діапазоні 2,2. .. 10 МГц і забезпечує можливість глобального застосування з багаторазовим модульним використанням спектра.

1.3 Проблеми реалізації обміну даними по лініям електромережі

Лінії електропередач відрізняються високим рівнем перешкод і великим загасанням високочастотного сигналу, а також мінливістю своїх параметрів.

Прокладені неекрановані, розділені трансформаторами, з великими перешкодами, що виникають в результаті роботи численних енергоспоживачів, силові лінії електричної мережі відносяться до одного з найгірших середовищ для надійної передачі даних. Ще одна проблема - низька якість і зношеність електропроводки у старих багатоквартирних будинках. До недавнього часу в цих будівлях використовувалися алюмінієві дроти, які мають меншу електропровідність у порівнянні з мідними. Крім того, скручування проводів, які часто є в домашній проводці, також негативно впливають на проходження сигналу. Тому до технології PLC краще пристосовані нові споруди, в яких найчастіше застосовуються мідні дроти і сучасні технології їх з'єднання і підключення.

На достовірність передачі даних дуже великий вплив мають перешкоди від різних електроприладів, ламп денного освітлення і т.д., що створюють перешкоди в проводах. Найбільш сильний вплив імпульсних перешкод, що виникають при роботі електродвигунів, зварювального обладнання та НВЧ-печей. Однак надійні методи кодування і шифрування даних, що

застосовуються в сучасних PLC-технологіях, забезпечують не тільки високий рівень достовірності при передачі інформації, але і її захист від несанкціонованого доступу. Крім того, при організації зв'язку повинна бути забезпечена електромагнітна сумісність, тобто необхідно знижувати побічні електромагнітні випромінювання, що виникають в процесі передачі даних.

Багато в чому орієнтація PLC-технології на застосування в малих і домашніх офісах обумовлена не тільки простотою реалізації і мобільністю пристроїв на її базі, а й тим, що ця технологія найбільш ефективна тільки при невеликих відстанях. Швидкість передачі даних різко знижується при збільшенні відстані.

1.4 Передача даних по одній мережі електроживлення в автотранспорті

Технологія ліній електропередач дозволяє внутрішньомережевій мережі передавати дані, голос, музику та відеосигнали цифровими засобами по лінії електропередачі постійного струму. Одну лінію електропередач можна використовувати для декількох незалежних мереж. Перевагами будуть менша вартість та вага (порівняно з окремим електроживленням та контрольною електропроводкою), гнучка модифікація та простота монтажу. Потенційні проблеми в застосуванні транспортних засобів включатимуть більш високу вартість кінцевих пристроїв, які повинні бути оснащені активним управлінням і зв'язком, а також можливість втручання в інші радіочастотні пристрої в транспортному засобі чи інших місцях.

Пристрої «DC-шина» успішно функціонують у всьому світі, включаючи транспортні засоби, використовуючи сумісні з автомобілем протоколи, такі як CAN-шина, LIN-шина над лінією електропередач (DC-LIN) та (DC-шина).

Стандартизація фізичного рівня лінії електропередач для протоколу LIN ISO 17987-8 (DC-LIN) знаходиться на завершальній стадії розробки.

Контроль на основі ліній електропередач LonWorks використовувався для системи HVAC в шині виробничої моделі.

Комітет SAE J1772, який розробляє стандартні роз'єми для електромобілів, пропонує використовувати лінію електропередачі між автомобілем, поза бортовою станцією зарядки та розумною сіткою, не вимагаючи додаткового штифта.

1.5 Стандарти технології

Два чітко різних набори стандартів застосовуються до мереж електропередач станом на початок 2010 року.

У домах стандарти HomePlug AV та IEEE 1901 визначають, як у глобальному масштабі для використання даних слід застосовувати наявні проводи змінного струму. IEEE 1901 включає в себе базову технологію HomePlug AV, тому будь-які продукти IEEE 1901 повністю сумісні з HomePlug AV, HomePlug GreenPHY та HomePlug AV2. З іншого боку, пристрої домашнього управління середньої частоти залишаються розділеними, хоча X10, як правило, є домінуючою. Для використання електромереж IEEE затвердив низькочастотний (≤ 500 кГц) стандарт під назвою IEEE 1901.2 у 2013 році.

1.6 Висновки до розділу 1

Проаналізовано процес обміну даними, як спосіб перенесення даних у вигляді сигналів від вузла до вузла або від вузла до кількох вузлів з допомогою спеціальних систем зв'язку через середовище чи канал обміну даними. При цьому сам процес обміну даними може бути симплексним, напівдуплексним та дуплексним.

Встановлено, що оптимальним для забезпечення високих швидкостей обміну даними є застосування дуплексних систем організації приймачів та передавачів. Однак, з точки зору спрощення структури фізичних каналів обміну даними оптимальним є варіант напівдуплексного режиму. При цьому можливим є використання як середовища обміну даними вже існуючих кабельних мереж, наприклад силових мереж електропостачання. Вони є в

кожному будинку фірми чи підприємстві і використовуються лише для передачі електроенергії. Однак можливості таких кабелів використовуються неповністю, оскільки з усієї широкої смуги частот, яка може бути використана для обміну даними, використовується лише смуга в околі 50 Гц для передачі електроенергії мережевої частоти. В цих випадках простіше пристосувати існуючу мережу до задачі обміну даними, ніж прокладати спеціальні мережі, зокрема для мережі Internet, окремих модулів чи вузлів охоронної системи (відеонагляд, давачі руху, диму, горіння, температури, вологості тощо). В цьому випадку важливим є розроблення способів перетворення даних у зручну для передачі форму.

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ФІЗИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ PLC

2.1 Аналіз можливостей технології PLC [20]

Про технологію PLC можна знайти багато інформації, однак реальні можливості технології рідко присутні в статтях чи літературі. Частково це пов'язано з інформаційною політикою виробників і невиразним маркетингом тощо, оскільки перша і друга версія стандарту працювали не так добре, як хотілося б. Проаналізуємо можливості цієї технології, яка базується на стандарті, схваленому UPA в 2006 році. Стандарт UPA забезпечує фізичну швидкість передачі даних до 200 Мбіт/сек в режимі напів-дуплекс, що відповідає максимальній швидкості передачі реальних даних 80 Мбіт/сек в повнодуплексному режимі. Максимальна швидкість нижче пропускної здатності FastEthernet через витрати на службовий трафік і надмірність даних для протоколу корекції помилок.

На вітчизняному ринку технологія PLC відома насамперед рішеннями типу «Домашня мережа по електропроводці» які представлені такими брендами як Zuxel, Dlink, Qlan. Одним з популяризаторів цих рішень виступила компанія ЕЛЕКТРОКОМ зі слоганом «Інтернет з розетки», яка довела своїм прикладом працездатність технології. У той же час, технологія PLC не обмежується тільки домашнім застосуванням, існує цікавий клас рішень, що отримав назву BPL (Broadband over power line), який призначений для операторів зв'язку і системних інтеграторів, що займаються розгортанням корпоративних мереж. На даний момент в нашій країні найбільш помітні на цьому ринку два європейські постачальники рішень BPL - французька компанія DefiDev і канадсько-словацька компанія Corinex.

2.2 Практичний аналіз технології PLC [20]

Технологія PLC проробила непростий шлях від проектних розробок до рішень операторського класу. На цьому шляху в різний час у різних людей виникали різні враження, які перетворилися на стійкі міфи. Розглянемо деякі з них.

Вважається що технологія PLC повільна і ненадійна: - ранні версії стандартів працювали недостатньо надійно. Версії UPA і HomePlug AV відносяться до третього покоління, а алгоритми та протоколи безперервно вдосконалюються в оновленнях програмного забезпечення.

Вважається, що можна включити кілька адаптерів в розетки і отримати максимальну швидкість роботи, а насправді результат непередбачуваний - PLC працює по електричних проводах, які можуть бути приєднані до трьох різних фаз. У деяких випадках може виявитися, що різні групи розеток підключені до різних фаз і просто не мають електричного з'єднання один з одним. У цій ситуації дивно не те, що PLC не працює, а те, що вона часто працює навіть в такій складній ситуації завдяки взаємному впливу фаз. При наявності плану електромережі і досвіду роботи з PLC можна побудувати мережу в будь-яких умовах, але це, звичайно, не вийде зробити за принципом «включив і працює».

Існують пристрої, які при включенні «блокують» всю мережу і з цим нічого зробити не можна - пристрої, які впливають на PLC, добре відомі. Це потужні електродвигуни, використовувані в кондиціонерах, холодильниках, пральних машинах з індуктивним характером навантаження, а так само найдешевші малогабаритні блоки живлення китайського виробництва без кіл фільтрації. Способи боротьби теж відомі - використання спеціалізованих недорогих фільтрів і правильний дизайн PLC мережі.

Після розгортання PLC мережі, утворюються перешкоди - це неправда, тому що:

- при передачі по коаксіальному кабелю потужність і спектр використовуваного сигналу в PLC близька за параметрами до кабельних модемів DOCSIS;

- при передачі навіть по дуже хорошому силовому кабелю сигнал швидко згасає, при передачі ж по повітрю сигнал не робить відчутного впливу на техніку, що працює, оскільки лінії електропередач та обладнання досить віддалені один від одного;

- мала потужність PLC сигналу (100 мВт) невеликими порціями розподілена по широкому спектру, в той час як більша потужність КВ радіостанцій (1 ... 50 Вт) сконцентрована у вузькому спектрі;

2.3 Технічні вимоги до побудови PLC-систем

При організації обміну даними в мережах електроживлення необхідно брати до уваги ряд факторів, які впливатимуть на результат такої передачі, зокрема правильний вибір смуг частот передачі, рівні спотворень та зникання переданого сигналу в лініях, шумові параметри ліній, шляхи та методи реалізації одраних принципів модуляції і кодування сигналу, рівні вносимих та випромінюваних електромагнітних завад тощо.

Ці фактори не можуть розглядатися незалежно один від одного, так як один фактор може впливати на інші: наприклад, рівень сигналу повинен бути вище, ніж рівень шуму. Модуляція сигналу і кодування – це основні показники, що визначають надійність системи.

2.3.1 Смуга частот.

Для організації обміну даними по електромережі необхідні значні рівні частот передачі, що знаходяться в мегагерцовому діапазоні. При цьому треба враховувати вплив на передані дані явища накладання сусідніх частот чи частот радіомовлення, вплив на сусідні пристрої електромагнітного випромінювання внаслідок передачі даних тощо.

2.3.2 Передача сигналу [21].

В мережах електропередачі існують значні зникання сигналу в залежності від типів підключених навантажень до мережі та довжини самої мережі. На рис. 2.1 наведено графічні залежності такого зникання.

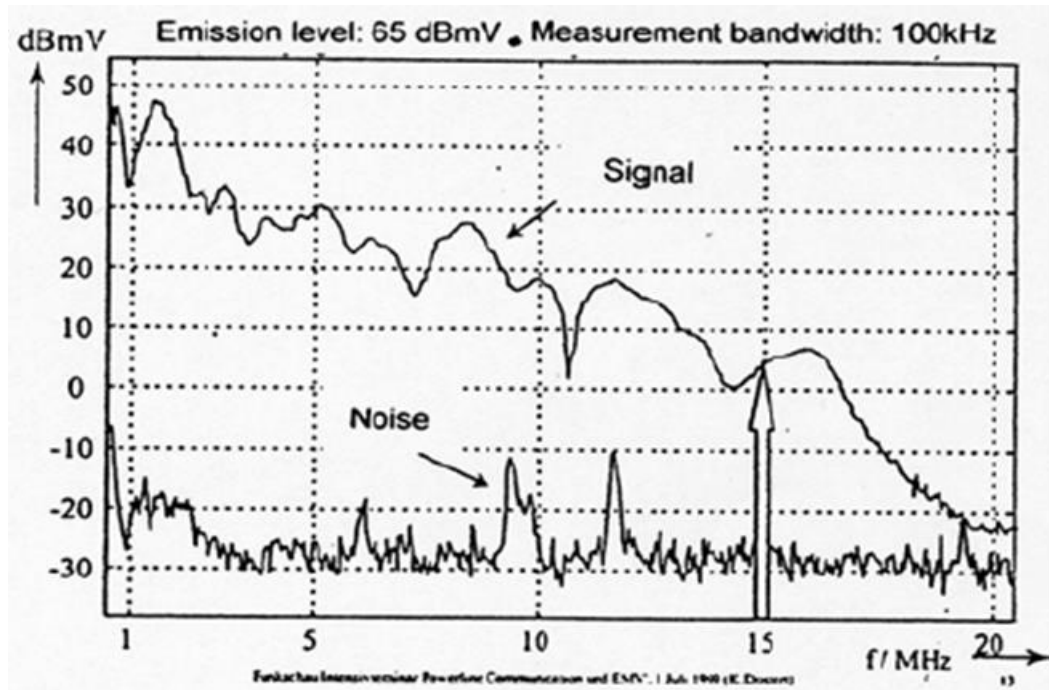


Рис. 2.1. Зникання амплітуди корисного сигналу і рівень шуму у 300-метровому кабелі

2.3.3 Унеможливлення впливу передачі даних на роботу інших пристроїв [21].

PLC-системи не повинні порушувати роботу інших пристроїв, підключених до тієї ж мережі. Захищеність таких пристроїв проти проведеного «шуму» у частотному діапазоні від 0,15 до 80 МГц забезпечується загальним стандартом EMC. Це набагато більше, ніж рівень сигналу PLC і небезпека такого впливу виключена.

2.3.4 Обмеження рівня сигналу через випромінювані поля.

Напруга в PLC-системах і струми, що циркулюють у мережах низької напруги, породжують електромагнітне випромінювання, яке може взаємодіяти з радіослужбами, що працюють на тій же частоті. Фактично, діапазон 1-30 МГц, що включає в себе відповідно довжини хвиль 300-10 м, зайнятий короткохвильовими широкомовними службами та іншими зарезервованими сервісами, такими як сигналізація, поліція і т.д. Звичайно ж, їх функції не повинні порушуватися.

Деякі особливості електромереж:

- кожен провідник випромінює електричні і магнітні поля. Коли два провідника з протилежно спрямованими струмами знаходяться дуже близько один до одного, результуюче поле є дуже малим;

- якщо провідники знаходяться на деякій відстані, утворюється певне поле внаслідок асиметрії між двома компонентами. Так відбувається у випадку силових кабелів 3Ф + (N + G) у зовнішній області, особливо коли N-провідник заземлений. Асиметрія стає ще значнішою у разі надземних ліній.

Асиметрія виникає також усередині будівель і кімнат внаслідок довільної конфігурації внутрішньої проводки, розеток, побутових приладів і т.д.

Межі для PLC-сигналів даються у двох формах: як обмеження на випромінювані поля або як обмеження на рівень сигналу в мережі. Рис. 2.2 демонструє допустимі межі для полів, які випромінюють PLC-сигнали, для різних держав. Британські вимоги більш жорсткі, американські - більш м'які.

Перед встановленням нової PLC-системи необхідно визначити поле, яке вона може породити. Що стосується силових кабелів, в цьому випадку поля, створювані PLC-системою можуть бути обчислені. Однак на практиці виявляється, що, в порівнянні з прямим вимірюванням електричних полів, обчислення дають занадто великі значення. Це можна пояснити тим фактом, що поруч з кабелем ми не можемо визначити поле у віддалених областях. У будинках конфігурація проводки настільки складна, що практично застосовні тільки статистичні вимірювання. В основному подальші статистичні дослідження і представляються необхідними.

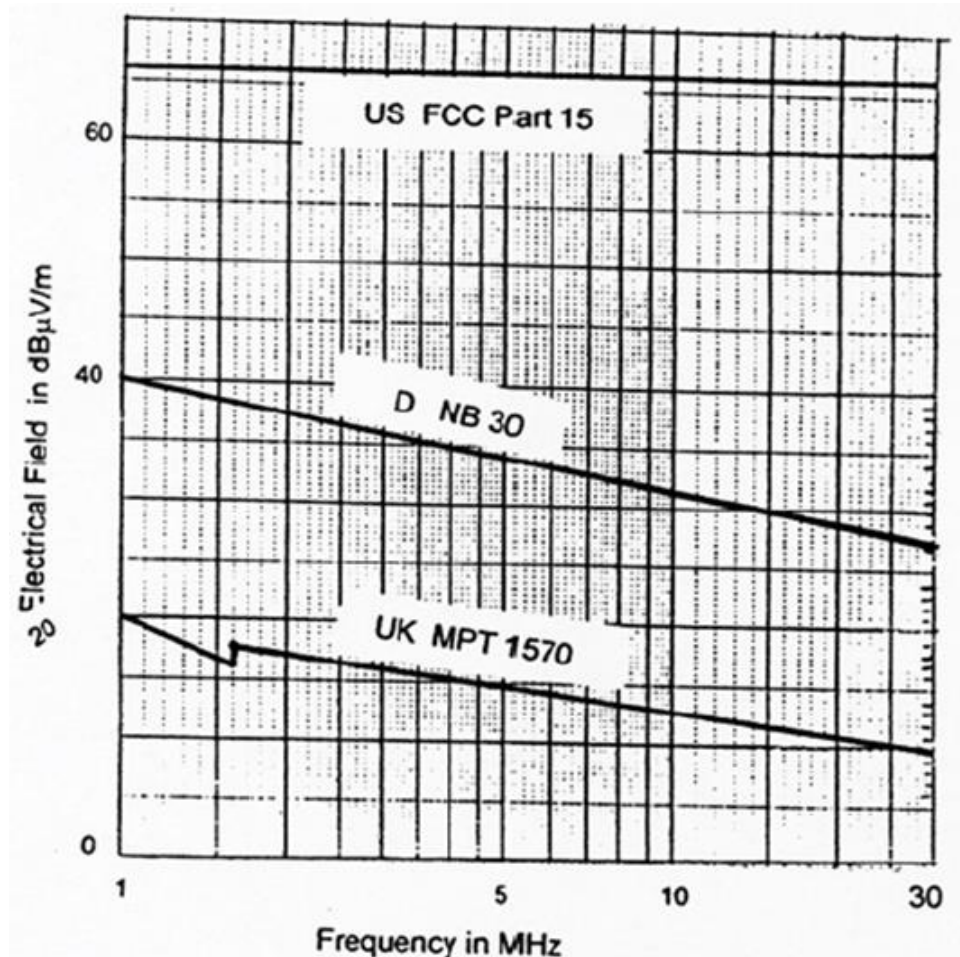


Рис. 2.2. Обмеження на випромінювані поля в Британії, Німеччині та США

Щоб з більшою легкістю оцінити ці поля, було запропоновано спрощення – використовувати замінну функцію, названу «коефіцієнт з'єднання».

Практично в цьому частотному діапазоні легше вимірювати магнітне поле і перетворювати результат в електричне поле шляхом множення на опір порожнього простору Z_0 (377 Ом).

Зауваження: Інша пропозиція полягає в тому, щоб співвіднести коефіцієнт з'єднання з введеною потужністю, але цей метод виглядає менш простим при проведенні вимірювань у вузлі мережі.

Рис. 2.3 ілюструє приклад вимірювань коефіцієнта з'єднання. Практично існує величезний розкид значень цього коефіцієнта, можливо, через ефект резонансу, який робить прогноз полів вкрай неточним.

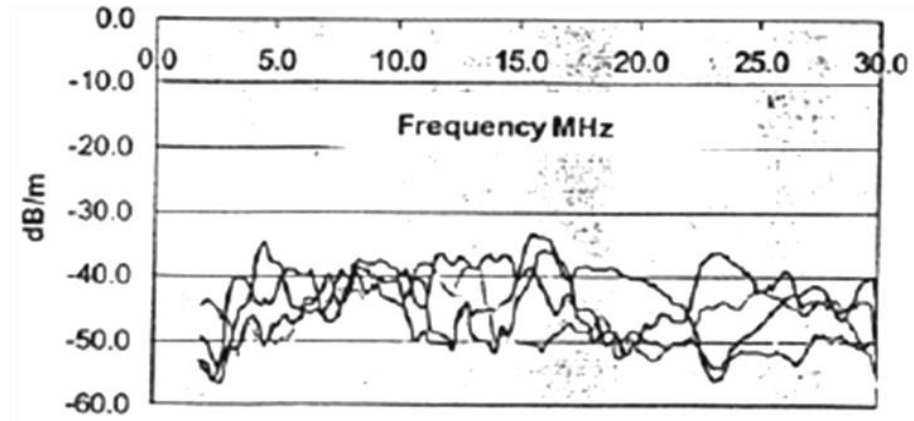


Рис. 2.3. Коефіцієнт з'єднання для напруги поблизу приватного будинку.

При першому приблизному розгляді можуть бути отримані наступні значення коефіцієнта з'єднання:

- силові кабелі в зовнішніх областях: від -35 до -55 дБ
- внутрішні площі: від -20 до +40 дБ

2.4 Висновки до розділу 2

Проведено аналіз можливостей технології обміну даними по електромережі, практичний аналіз такої технології та розглянуто технічні вимоги до побудови такої мережі, зокрема актуальність задачі вибору смуги частот, особливості процесу зникання сигналу в мережі та рівні випромінюваних при цьому електромагнітних завад. Важливим також є унеможливлення впливу передачі даних на роботу інших пристроїв.

РОЗДІЛ 3

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ PLC-МЕРЕЖ

3.1 Вимірювання випромінюваних полів

Що стосується вузькосмугових PLC-систем, було проведено безліч вимірів полів. Кілька систем, наприклад, що входять до ENEL в деяких італійських містах, уже в регулярному використанні протягом деякого часу або розширюються в даний момент.

Результати, отримані в ході цих вимірювань полів широкосмугових PLC-систем, привели до наступних висновків:

- задовільна продуктивність високошвидкісного доступу в Інтернет і телефонії;
- різні потреби / можливості оптимізації; наприклад, шляхом оптимізації програмного забезпечення і модифікації використання частини частотних смуг може бути досягнуто покращення пропускної здатності від 1,8 Мбіт/с до 3 Мбіт/с.
- обмеження сил поля до значення, що відповідає вказаному в стандарті NB 30, може призвести до зниження прийнятної дистанції для «останньої милі» приблизно вдвічі. Обмеження відповідно до EN 55022, Class B (житловий район), може призвести до зростання нерентабельності.
- висока зацікавленість споживачів у запропонованих послугах, особливо досить високій швидкості передачі даних в Інтернет в поєднанні з непоганими тарифами.

3.2 Модуляція сигналу і кодування

Методи модуляції сигналів і кодування команд, загалом, не розглядаються як проблеми, але, так як вони тісно пов'язані з порушеннями роботи мережі, розглянемо їх [21].

Що стосується методу модуляції, у зв'язку з передачею різних сигналів та стійкості до дії імпульсних перешкод розглядаються тільки широкосмугові методи з частотним мультиплексуванням. OFDM-модуляція користується найбільшою перевагою. Вона полягає в розділенні доступного спектра на велике число підканалів і передачі даних по N з цих каналів з частотами f_1, f_2, \dots, f_N . Перевага цього методу полягає в тому, що він дозволяє уникати каналів, що відповідають забороненим частотам і, у зв'язку з цим, підвищити рівень переданого сигналу.

Метод кодування повинен вибиратися відповідно з конкретними виконуваними функціями. Важливий пункт, який треба враховувати - це одночасний запуск різних додатків, наприклад, команд та Інтернет або телефону. Кожному з додатків при цьому виділяється певна кількість каналів.

3.3 Мультиплексування з поділом за ортогональними частотами

Технологію OFDM-модуляції розглянемо на прикладі стандарту IEEE 802.11a.

По суті, OFDM є окремим випадком техніки передачі даних з використанням великого числа несучих (MultiCarrier Modulation - MCM). Головний принцип MCM полягає в тому, щоб розділити основний потік біт на ряд паралельних підпотоків з низькою швидкістю передачі і потім використовувати їх для модуляції декількох несучих (піднесучих). При цьому, взагалі кажучи, до кожної з піднесучих може бути застосована будь-яка техніка модуляції [21].

Традиційний метод поділу смуги пропускання полягає в застосуванні частотних фільтрів. Добре відомим прикладом цієї техніки є мультиплексування з поділом по частотах (Frequency Division Multiplexing - FDM). Щоб уникнути міжканальної інтерференції, спектри підканалів повинні бути розділені захисною смугою. Така вимога призводить до неефективного використання виділеного частотного діапазону.

Ще однією перевагою OFDM є її стійкість до так званого ефекту багатопроменевого запізнювання. Для ослаблення ефекту багатопроменевого запізнювання символи передаються з великим періодом. Стійкість може бути підвищена шляхом додавання захисного часового періоду між переданими символами. Зазвичай використовують циклічне розширення - кінцеву частину хвилі, що кодує символ, додають до початкової частини. Це збільшує довжину символу, не порушуючи ортогональності.

Стандарт IEEE 802.11a передбачає використання смуги частот 5,15-5,825 ГГц і швидкість передачі даних до 54 Мбіт/с. Смуга поділена на три робочі зони, кожна з яких має ширину 100 МГц і максимально допустиму потужність випромінюваного сигналу (в США). Перші 100 МГц в нижній частині діапазону (5,15-5,25 ГГц) обмежені вихідною потужністю 50 мВт, випромінювана потужність в середній зоні (5,25-5,35 ГГц) не повинна перевищувати 250 мВт, а у верхній зоні (5,725-5,825 ГГц) - 1 Вт. Передбачається, що верхня зона частот буде використовуватися для каналів, що з'єднують будівлі, або інших зовнішніх додатків, тоді як дві інші зони - для застосування всередині будівель.

Висока швидкість передачі досягається за рахунок групування безлічі низькошвидкісних підканалів (піднесучих). Це виконується наступним чином. Дві нижні зони діляться на вісім каналів, що не перекриваються, шириною 20 МГц. У свою чергу, кожен канал розбивається на 52 підканали по 300 кГц. З них 48 підканалів використовуються для передачі даних, а інші чотири - для кодів корекції помилок. Пристрої, що задовольняють стандарту IEEE 802.11a, повинні підтримувати швидкості передачі 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 або 54 Мбіт/с. Таке різноманіття швидкостей досягається за допомогою застосування різних схем кодування. Так, на нижньому рівні ієрархії швидкостей використовується бінарна фазова модуляція. Вона забезпечує пропускну здатність підканалу 125 кбіт/с, що, помножене на 48, дає 6 Мбіт/с для одного каналу. Квадратурна фазова модуляція (QPSK) подвоює це значення, доводячи його до 12 Мбіт/с.

Подальшого подвоєння вдається домогтися за допомогою 16-рівневої квадратурної амплітудної модуляції (16QAM), яка кодує 4 біти інформації на 1 Гц, а застосування схеми 64QAM дає швидкість передачі даних 54 Мбіт/с. У

підсумку восьмому каналу нададуть сумарну пропускну здатність 423 Мбіт/с з підтримкою 512 користувачів. Безумовно, це не означає, що кожен з користувачів зможе передавати і отримувати дані зі швидкістю 54 Мбіт/с, вони будуть просто розділяти смугу пропускання в зоні покриття визначеного каналу. Зауважимо, що стандарт 802.11b підтримує лише три канали, що не перекриваються, по 11 Мбіт/с кожен, тобто забезпечують сумарну смугу пропускання тільки 33 Мбіт/с.

При формуванні OFDM-сигналу необхідно забезпечити ортогональність піднесучих. Тому спочатку, виходячи з характеру вхідних даних, визначаються необхідний частотний спектр і необхідна схема модуляції. Кожна піднесуча зв'язується зі своїм підпотокком даних. Залежно від способу проведення модуляції знаходяться значення амплітуди та фази сигналу-повідомлення. Потім за допомогою зворотного перетворення Фур'є (ЗПФ) ці значення подаються у вигляді функції часу (переважно використовується варіант зворотного швидкого перетворення Фур'є — ЗШПФ). Приймаюча апаратура за допомогою ШПФ перетворює амплітуду сигналів як функцію від часу у функцію від частоти, генеруючи при цьому набір ортогональних синусоїд.

3.4 Висновки до розділу 3

Проаналізовано способи організації передачі даних по електромережам та розглянуто основні методи модуляції сигналу-повідомлення та його кодування.

Проаналізовано широкосмугові методи кодування з частотним мультиплексуванням, зокрема ультимплексування з поділом за ортогональними частотами, та метод часового ущільнення.

РОЗДІЛ 4

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ПРОЕКТУВАННЯ PLC-МЕРЕЖІ

4.1 Аналіз схемо-технічних рішень побудови пристроїв прийому/передачі даних по лініям електроживлення

Найбільш поширеними технологіями обміну даними по електромережах є: технологія X10, SEBus, LonWorks, Adaptive Networks, DPL та PLC Universal Powerline Association.

1X-10 – найбільш стара технологія, розроблена в 1978 році. Була орієнтована на керування побутовими приладами.

Основні недоліки технології X-10 – це низька швидкість і малий адресний простір.

Intellon SEBus застосовує шумоподібний сигнал, що передається в частотній смузі 70-500 кГц.

Модем для передачі даних по силовій мережі Power Line Modem Plinius.

При розробці та подальшій експлуатації різного роду систем автоматизації виникає необхідність у територіальному розносі джерел і приймачів інформації, це можуть бути різні вимірювальні датчики з одного боку і прилад збору даних або виконавчі механізми з іншого.

Фірма Telecontrolli пропонує модуль Plinius – модем для передачі даних по силовій мережі (електропроводці). Основні властивості модему:

- синхронний/асинхронний режим передачі даних по силовій мережі;
- напівдуплексний режим зв'язку з частотною маніпуляцією несучої, зі швидкістю передачі даних до 2400 біт/с;
- цифровий синтезатор несучого коливання від внутрішнього кварцового генератора частотою 11,0592 МГц;
- частота несучого коливання 132,45 кГц;
- низьке енергоспоживання і мінімальні спотворення сигналу;
- висока чутливість приймача;

- схема детектування несучого коливання в мережі;
- програмоване скидання від зовнішнього мікроконтролера;
- формування опорної напруги 2,5 В і частоти 5,5296 МГц для зовнішньої схеми;
- подвійна напруга живлення +5 В і +12 / 24В.

З огляду на те, що модуль Plinius працює в напівдуплексному режимі, дані в один момент часу можуть передаватися тільки в одному напрямку. Напрямок передачі визначається провідним мікроконтролером через вивід RTS (Request To Send). У якості зворотнього зв'язку модуля і керуючого контролера використовується сигнал CD (Carrier Detect), що показує наявність несучого коливання в силовій мережі. Обидва сигнали RTS і CD використовують логіку з низьким активним рівнем.

Прилад може працювати як в мережі з напругою 220В, так і в електричній мережі 120В. У модулі Plinius використовується частотна маніпуляція несучої бітами інформації. Частота несучого коливання, встановлена за замовчуванням, дорівнює 132,45 кГц, що відповідає діапазону частот, що використовується Європейським Комітетом з Електротехнічної Стандартизації.

Модулі Plinius випускаються в двох варіантах – комерційному і індустріальному. Єдина їх відмінність полягає в напрузі підсилювача: комерційний – +12 В, індустріальний – +24 В. Вихідна потужність 116 дБмкВ (8 мВт) і 134 дБмкВ (31,5 мВт) відповідно. Крім того, обидві моделі вимагають зовнішнього джерела живлення +5В (25мА).

Для зовнішнього використання модем формує опорну постійну напругу 2.5В, яка може бути використана для живлення зовнішнього керуючого мікроконтролера. Вбудований кварцовий генератор виробляє тактові сигнали з частотами 11,0592 МГц і 5,5296 МГц, які можуть бути використані для тактування зовнішнього керуючого мікроконтролера.

Слід звернути увагу на ряд особливостей, з якими можуть зіткнутися розробники при використанні модему. Перш за все, перед тим як приймати дані, що надходять з виходу приймача, необхідно здійснювати моніторинг сигналу CD на присутність несучого коливання в мережі. Справа в тому, що на

виході RXD можуть бути присутніми сторонні сигнали, викликані перешкодами в мережі. Тому для обміну даними із зовнішнім мікроконтролером, при використанні стандартного порту UART (універсальний асинхронний приймач) мікроконтролера, сигнал CD використовується в якості сигналу (джерела) переривання. Коли на виході CD виникає активний рівень, в мікроконтролері запускається алгоритм обробки переривання, по якому можуть бути очищені прапори приймача UART-а і регістр даних, після чого запускається програма опитування. Спрацювання сигналу CD відбувається за умови наявності несучого коливання в силовій мережі в діапазоні частот 90 ... 145кГц протягом мінімум 4мс. Рівень несучого коливання повинен бути рівним або перевищувати 10мВ (параметр VCD).

Аналогічна ситуація виникає при приєднанні модему безпосередньо до СОМ порту персонального комп'ютера. Тобто необхідно запускати алгоритми обробки регістрів СОМ порту тільки в тому випадку, коли на лінії CD виникає сигнал низького рівня, в іншому випадку буфер вхідних даних СОМ порту буде постійно переповнюватися "паразитними" даними, викликаними перешкодами.

Іншу особливість модему необхідно враховувати при передачі довгих пакетів даних, тривалість яких перевищує 3с. Після переведення сигналу RTS (запит передачі даних) в активний низький рівень через 3с модем автоматично переходить у режим прийому. Повернути його в режим передачі можна тільки після перемикання сигналу RTS на високий рівень (тривалістю не менше 2 мкс), а потім назад на низький. Таким чином, щоб передати довгий пакет даних (тривалістю більше 3с), необхідно програмним способом розбити його на кілька коротких посилок, тривалістю не більше 3с.

4.2 Обладнання, що використовується для організації даної мережі

Для розгортання мережі застосовуються повітряні лінії електропередачі [21-28].

Точка доступу знаходиться в трансформаторній підстанції і включає в себе:

- магістральне обладнання - TL-201WM;
- клієнтський / магістральний модем TL-201WM показаний.

Специфікація:

- режими: ведучий, ведений, повторювач;
- швидкість передачі даних: до 200 Мбіт/с;
- фізичний рівень;
- модуляція OFDM з 1536 несучими для прийому / передачі по каналу зв'язку, симетрична, адаптивна, з допомогою несучої з символом в 10 біт;
- крок передачі потужності: 1dB;
- PSD (щільність спектральної потужності): > -56 dBm/Hz
- програмоване посилення передачі: 33 dB і 21 dB;
- програмоване посилення прийому: від -12dB до + 30dB, з кроком в 6dB;
- динамічний діапазон: 90 dB min;
- протоколи другого рівня:
- MAC для домашнього обслуговування малих мереж LAN. Доступ до LV для великих мереж LAN здійснюється за механізмом Master Slave;
- динамічне QoS;
- протокол сполучного дерева: IEEE 802.1D;
- VLAN (віртуальна локальна мережа): IEEE 802.1Q, до 16 активних VLAN в LV інтерфейсі;
- пріоритет трафіку: IEEE 802.1p;
- ідентифікація: CPE (центральний оброблювальний елемент) LMAC адреси реєструються на провідному елементі для запобігання несанкціонованого доступу. Відповідає протоколу RADIUS.

Поділ на другому рівні: Пристрої TelLink підтримувані VLAN засновані на стандартному протоколі IEEE 802.1Q.

Поділ на фізичному рівні: зв'язок між одним CPE і ведучим залежить від особливого кодування для запобігання декодування сигналу іншого CPE.

4.3 Проектування пристроїв прийому-передачі даних

Типова система передачі даних. Будь-яка система передачі даних (СПД) може бути описана через три основні свої компоненти. Такими компонентами є передавач, канал передачі даних і приймач. У найпростішому випадку СПД між точками А і Б (див. рис. 4.1) складається із семи частин:

кінцевого обладнання даних (КОД) в точці А;

інтерфейсу між КОД і апаратурою каналу даних (АКД);

АКД в точці А;

каналу передачі між точками А і Б;

АКД в точці Б;

інтерфейсу АКД з КОД;

КОД в точці Б.

КОД – це узагальнене поняття для опису кінцевого пристрою.

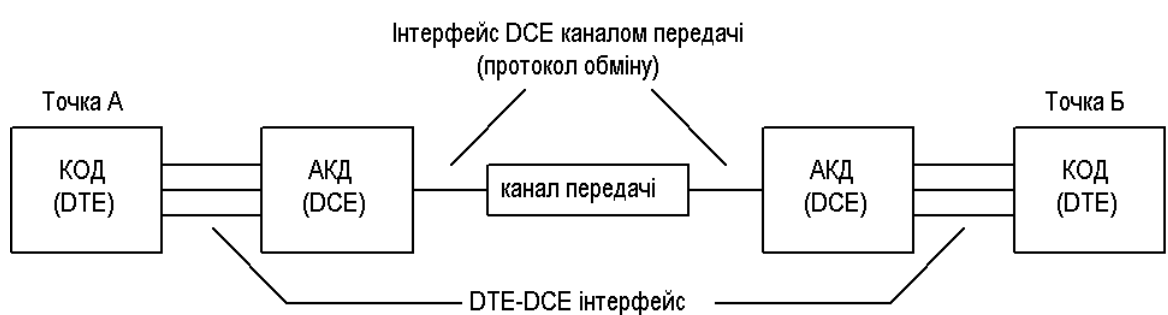


Рис. 4.1. Структура системи передачі даних

АКД також називають апаратурою передачі даних (АПД).

Виходячи з вимог до РЕА, потреб розв'язання поставлених задач встановлюються основні функціональні блоки і зв'язки між ними, вирішується спосіб реалізації функцій блоками - апаратурно; визначаються об'єми та вигляд представлених даних, потреб та спосіб їх буферизації і зберігання, особливості вводу-виводу чи передавання даних.

На основі цього розглянемо структурну схему для приймача-передавача, яка включає в себе основні вузли: мережа 220В; трансформатор 1; каскад підсилення; трансформатор 2; мікроконтролер.

Структурна схема приймача-передавача зображена на рис. 4.2.

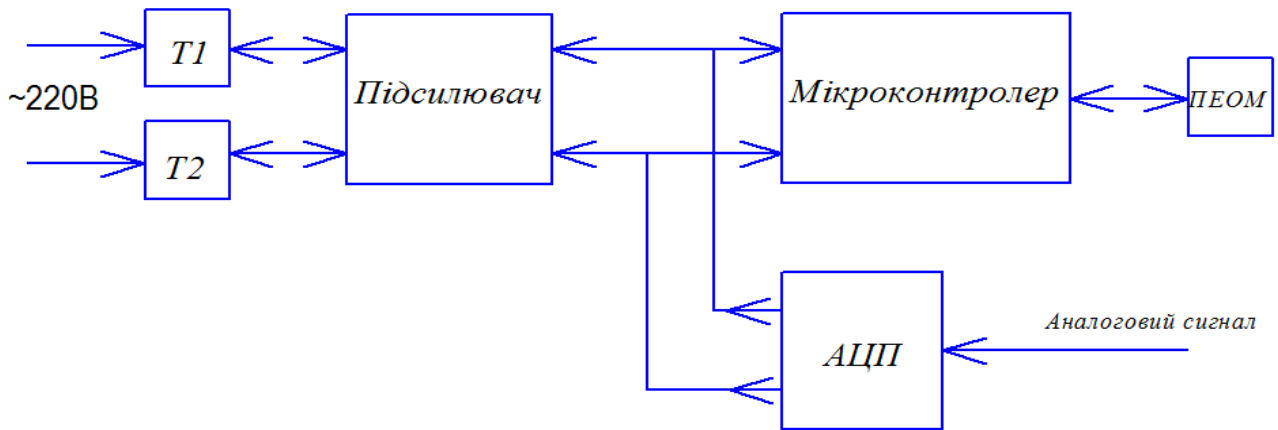


Рис. 4.2. Структурна схема приймача-передавача

Схема електрична принципова приймача-передавача аналогових сигналів по мережі PLC наведена на рис. 4.3.

Мережевий приймач-передавач працює в двох режимах:

- передача даних;
- прийом даних.

Сигнал з мережі 220В в модельованому вигляді поступає на вхід силового трансформатора T_2 , де сигнал трансформується, і з другої обмотки трансформатора поступає на вхід узгоджуючого трансформатора, вхідним колом якого є коливальний контур L_1 і C_{10} , який налаштований на частоту несучої, і з виходу його вторинних обмоток поступає на вхід блоку захисту, який складається з діодів VD_1 і VD_2 . Після цього, сигнал з виходу блоку захисту поступає на вхід підсилювача, в основі якого лежить операційний підсилювач DA_5 і складається з таких елементів: DA_5 , R_{30} , R_{33} і R_{34} , де він підсилюється до необхідного рівня, який необхідний для входу мікросхеми DD_1 модему. З виходу модему сигнал в паралельному двійковому коді з виходу регістрів D_0 -

D_7 поступає на вхід мікроконтроллера DD_3 на входи $D_{0.0} - D_{0.7}$, де сигнал пакується в форматі, необхідному для входу Com-порту ПЕОМ. З мікроконтроллера DD_3 виходу мк.ТxD (вихід) поступає на вхід формувача рівня сигналу, який складається з таких елементів : мікросхеми DA_3 , транзистора VT_5 і резисторів R_{21} , R_{25} і R_{27} , який узгоджує вихід DD_3 з входом Com-порту ТxD ПЕОМ.

Приєм даних відображається вузлом індикації, який зібраний на транзисторі VT_4 , світлодіоді H_3 і резисторах R_{23} , R_{24} .

Індикація здійснюється при подачі активного логічного сигналу на вхід вузла індикації з виходу порта P1.1 мікроконтроллера DD_3 .

З виходу Com-порту ПЕОМ сигнал поступає на вхід мікроконтроллера DD_3 мк.Rxd (вхід) через формувач рівнів сигналу, в основі якого лежить опторозв'язка і складається з таких елементів: мікросхеми DA_4 і резисторів R_{22} , R_{16} і R_{28} . З виходу мікроконтроллера в паралельному коді з регістрів $P_{0.0} - P_{0.7}$ сигнал поступає на вхід модему DD_1 , порту P_0 , де він пакується і з виходу RxFB поступає на вхід підсилювача, в основі якого лежить операційний підсилювач DA_5 , і складається з таких елементів : DA_5 , R_{29} , R_{31} і R_{32} , де він підсилюється до необхідного рівня і поступає на вхід керуючого напругою генератора прямокутних імпульсів на DD_2 . Початкову частоту встановлюють рівною 94кГц з допомогою змінного резистора R_{15} . В колекторне коло вихідного каскаду включений трансформатор, первинна обмотка якого настроєна на частоту несучої, і з виходу трансформатора сигнал поступає в мережу.

Передача даних відображається вузлом індикації, який зібраний на транзисторі VT_3 світлодіоді H_2 і резисторах R_{19} , R_{23} .

Індикація здійснюється при подачі активного логічного сигналу на вхід вузла індикації з виходу порта $P_{1.0}$ мікроконтроллера.

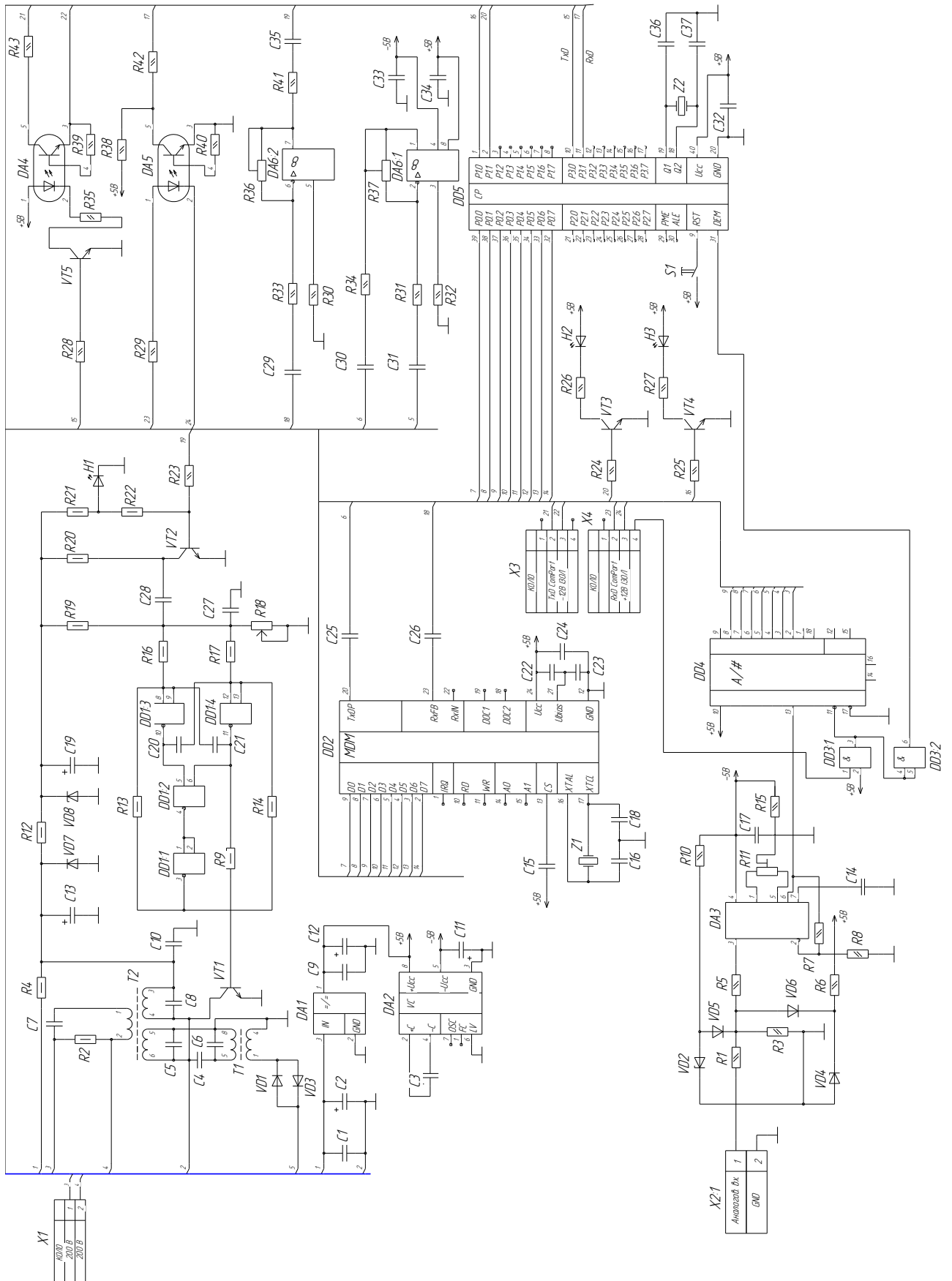


Рис. 4.3. Схема електрична принципова системи прийому/передачі даних по електромережі

На мікросхемі DD4 виконано аналогово-цифровий перетворювач, виходи якого безпосередньо зв'язані з портами мікроконтролера, для забезпечення паралельної роботи приладу як з комп'ютером, так і з аналоговими сигналами. На мікросхемі DA3 виконано вхідний підсилювач аналогових сигналів.

4.4 Реалізація та моделювання процесу багатоканального обміну даними з використанням технології TDM

Швидкість каналу який передає дані є пропускнуою швидкістю цього каналу (бітовою). Вона є максимальною [29,30].

Існує взаємозв'язок між пропускнуою здатністю та шириною пропускання, який відкрив Найквіст:

$$V_{\max \text{ datarate}} = 2H \log_2 M \text{ біт/с.},$$

де $V_{\max \text{ datarate}}$ – найвища швидкість передавання, H – ширина смуги пропускання, M – кількість рівнів.

Але це не показує шум у каналі:

$$S/N.$$

І вимірюється в дБ:

$$10 \log_{10}(S/N) \text{ dB}.$$

Тобто, $S/N = 10$, то шум в $10dB$, якщо $S/N = 1000$, то $-20dB$.

Якщо канал з шумом, то є теорема Шеннона, за якою найвища швидкість передавання даних по каналу, який має шум:

$$H \log_2(1 + S/N) \text{ біт/с.}$$

де S/N – відношення сигналу до шуму.

Розглянемо тепер як впливають на швидкість передачі даних способи їх подання - сигнали.

Нехай ми хочемо передати символ b в ASCII коді - 01100010. Коефіцієнти цих гармонік можуть бути отримані в наступній формі:

$$a_n = \frac{2}{T} \int_0^T g(t) \sin(2\pi nft) dt \quad b_n = \frac{2}{T} \int_0^T g(t) \cos(2\pi nft) dt.$$

Швидкість передачі даних залежить від способу представлення даних на фізичному рівні і сигнальної швидкості або швидкості модуляції - швидкості зміни значення сигналу. Ця швидкість змін сигналу в секунду вимірюється в одиницях, що називаються бот. Якщо швидкість зміни значення сигналу b бот, то це не означає, що дані передаються зі швидкістю b біт/с. Багато що залежить від способу кодування сигналу: одна зміна значення може кодувати відразу декілька біт. Якщо використовується 8 значень (рівнів) сигналу, то кожна зміна його значення кодує відразу 3 біта [30].

Якщо є лінія зі швидкістю b біт/с., то для передачі 8 біт потрібно $8/b$ секунд. Отже, частота першої гармоніки буде $b/8$ Гц. Телефонна лінія дозволяє передавати з максимальною частотою 3000 Гц (це її смуга пропускання). Максимальне число гармонік може бути $3000 \cdot 8/b = 24000/b$. Наприклад, якщо ми хочемо передавати дані зі швидкістю 9600 біт/с., то зможемо використовувати не більше 2 гармонік.

Інший аспект способу кодування - це спектр частот, необхідних для передачі сигналу. При різних способах кодування - він різний.

Бітова швидкість дорівнює $1/t_b$, де t_b – довжина біта. Сигнальна швидкість показує швидкість зміни рівня сигналу. Візьмемо для прикладу Манчестерський код. Мінімальний розмір одиничного сигналу дорівнює половині бітового інтервалу. Для послідовності з 0 або 1 буде генеруватися послідовність таких одиничних сигналів. Тому сигнальна швидкість Манчестерського коду $2/t_b$.

У загальному випадку співвідношення між бітовою і сигнальною швидкістю визначається формулою

$$D = \frac{R}{b},$$

де D – сигнальна швидкість, R – бітова швидкість в біт/с., b – кількість біт на одиничний сигнал.

Розглянемо передачу даних у цифровій формі за допомогою аналогових сигналів. Широко відомим прикладом такої передачі є використання телефонних мереж для передачі цифрових даних. Телефонні мережі були створені для передачі і комутації аналогових сигналів в голосовому діапазоні частот від 300 до 3400 Гц. Цей діапазон не зовсім підходить для передачі цифрових даних. Тому підключити джерело таких даних безпосередньо в телефонну мережу неможна. Для цього використовують спеціальний пристрій модем (МОдулятор-ДЕМодулятор). Цей прилад перетворює цифровий сигнал в аналоговий і навпаки в належному діапазоні частот.

Аналогова модуляція полягає в перетворенні одного або декількох параметрів з трьох основних параметрів несучого сигналу: амплітуди, частоти і фази. Відповідно до цього є три основні методи модуляції для перетворення цифрових даних в аналогову форму:

- амплітудна модуляція
- частотна модуляція
- фазова модуляція.

У всіх цих випадках спектр гармонік одержуваного сигналу сконцентрований в області частоти несучого сигналу.

У разі амплітудної модуляції двійкові 0 і 1 представлені аналоговим сигналом на частоті несучої, але різної амплітуди. Зазвичай 0 відповідає сигналу з нульовою амплітудою. Таким чином, при амплітудній модуляції сигнал $S(t)$ має вигляд:

$$S(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_c t) & \text{двійкова}-1 \\ 0 & \text{двійковий}-0 \end{cases},$$

де $A \cos(2\pi f_c t)$ несучий сигнал з амплітудою A . Метод амплітудної модуляції не дуже ефективний в порівнянні з іншими методами, тому він дуже чутливий до шумів. Найчастіше він використовується в поєднанні з іншими видами модуляції. У чистому вигляді він застосовується на телефонній лінії на швидкостях до 1200 біт/с., а також для передачі сигналів по оптоволоконних каналах.

При частотній модуляції двійкові 0 і 1 представляють сигнали різної частоти, зміщеної, як правило, по відношенню до частоти несучої на однакову величину, але в протилежному напрямку:

$$S(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_1 t) & \text{для } -1 \\ A \cos(2\pi f_2 t) & \text{для } -0 \end{cases},$$

де $f_c = f_1 - \Delta = f_2 + \Delta$, де Δ – зсув по частоті.

Повним дуплексним називається зв'язок, коли дані можна передавати по каналу одночасно в обидва напрямки. Електролінія має смугу від 300 Гц до 3400 Гц. Для забезпечення повного дуплексу ця смуга ділиться на дві. По одній смузі з центром у 1170 Гц йде, наприклад, передача, де 0 і 1 представлені частотами, зсунутими на 100 Гц, а за іншою в цьому випадку йде прийом, де 0 і 1 представлені частотами 2 025 Гц і 2225 Гц. Зверніть

увагу, що ці дві смуги трохи перекриваються, тому можлива інтерференція сигналів.

Частотна модуляція менш чутлива до шумів, ніж амплітудна. Найчастіше її застосовують у радіомодемах на частотах від 3 МГц до 30 МГц, а також у високочастотних кабелях локальних мереж.

Фазова модуляція полягає в представленні цифрових даних через зсув фази несучого сигналу. У виразі нижче 0 представлений одиничним сигналом тієї ж фази, що і попередній; 1 представлена одиничним сигналом, зсунутим по фазі на 180° . Для диференціальної фазової модуляції отримуємо

$$S(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_c t + \pi) & \text{для } -1 \\ A \cos(2\pi f_c t) & \text{для } 0 \end{cases},$$

Ефективність використання смуги пропускання можна істотно підвищити, якщо одиничний сигнал буде кодувати кілька біт. Наприклад, зсуваючи фазу одиничного сигналу на 90° можна запропонувати наступний метод кодування цифрових даних, відомий як квадратична фазова модуляція:

$$S(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_c t + \frac{\pi}{4}) & \text{для } 11 \\ A \cos(2\pi f_c t + \frac{3\pi}{4}) & \text{для } 10 \\ A \cos(2\pi f_c t + \frac{5\pi}{4}) & \text{для } 00 \\ A \cos(2\pi f_c t + \frac{7\pi}{4}) & \text{для } 01 \end{cases}.$$

Цю схему можна вдосконалити для передачі відразу трьох біт, використовуючи 8 фазових кутів.

Власне мультиплексування – це процес ущільнення і передачі двох або більше сигналів (каналів) через один і той же тракт (фізичну лінію) без взаємного впливу. Це досягається поділом сигналів в часі або по частоті, або за допомогою кодування сигналу таким чином, щоб його міг приймати тільки призначений одержувач.

На сьогодні є поширеними два методи ущільнення сигналів для передачі їх по одному каналу [29,30], а саме частотне ущільнення та ущільнення з поділом в часі. Частотне ущільнення широко використовується в області телефонії та кабельного телебачення.

Для першого випадку застосовується метод, який полягає в модулюванні високочастотного несучого сигналу, зазвичай гармонічного, низькочастотним повідомленням. При цьому відбувається зсув спектру повідомлення в область більш високих частот. При цьому стає можливим виконання передачі багатьох сигналів-повідомлень по одній лінії зв'язку на своїх частотах, при цьому смуги частотокремних повідомлень не повинні перекриватись. Кількість каналів передачі визначається смугою пропускання усього каналу (рис. 4.4).

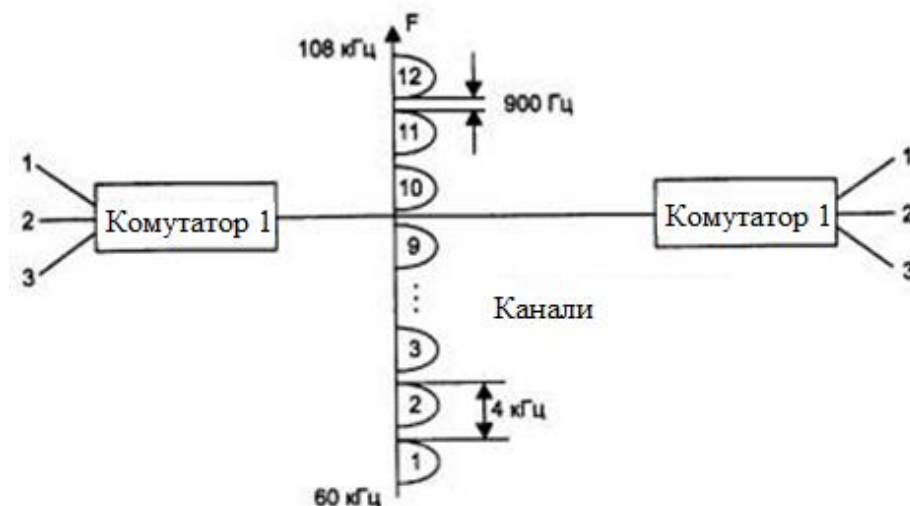


Рис. 4.4. Суть методу частотного ущільнення

В другому випадку передача здійснюється в окремі інтервали часу для кожного повідомлення. Такий процес змішування сигналів як і в першому випадку є окремим випадком мультиплексування.

На рис. 4.5 наведено суть другого способу.

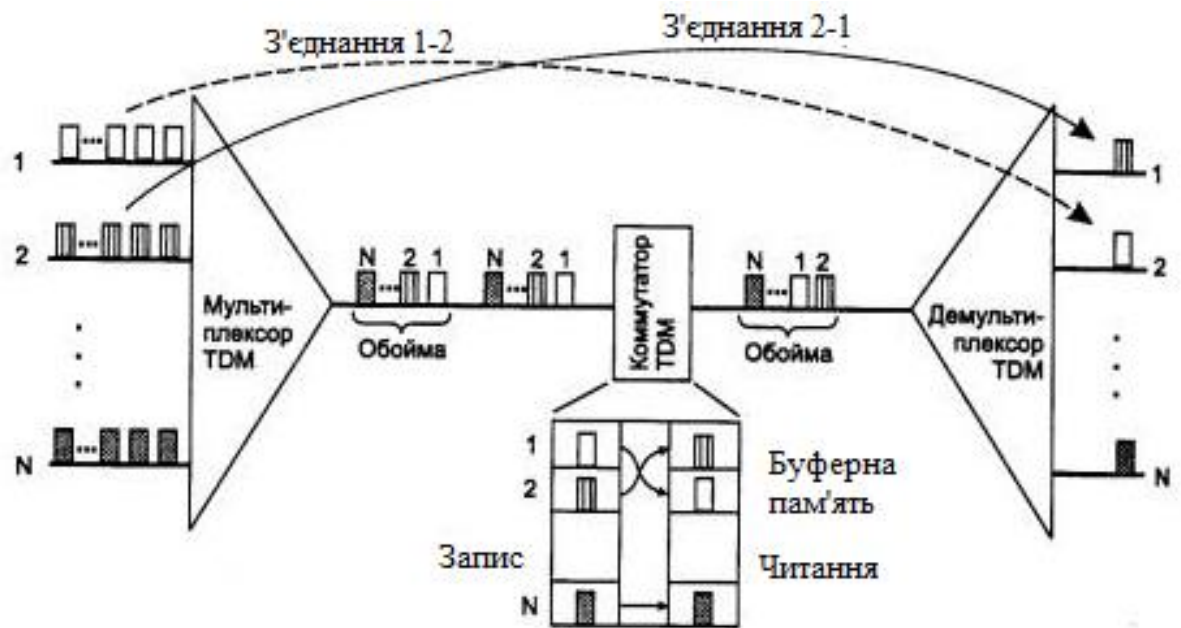


Рис. 4.5. Передача даних із розподілом в часі

Основним елементом такої системи обміну даними є мультиплексор (а на приймаючій стороні демультіплексор). Пін отримує дані, що надходять на N входів. Ці дані розбиваються на складові та формується кадр даних, який і передається по каналу. На приймаючій стороні демультіплексор розділяє складові кадра по вихідним каналам відповідно до закону кодування даних мультиплексором.

Комутація даних в такій лінії обміну може бути динамічною та постійною.

Розглянемо спосіб реалізації передачі 8 аналогових сигналів по одному каналу, в якості якого може бути використана електромережа. Використаємо метод мультиплексування з ущільненням по часу. Як мультиплексор та демультіплексор використаємо спеціалізовані мікросхеми ADG408BR [31]. Мультиплексор являє собою комутатор 8 каналів на один.

Приклад схеми передавача 8 аналогових сигналів по одній лінії наведено на рис. 4.6.

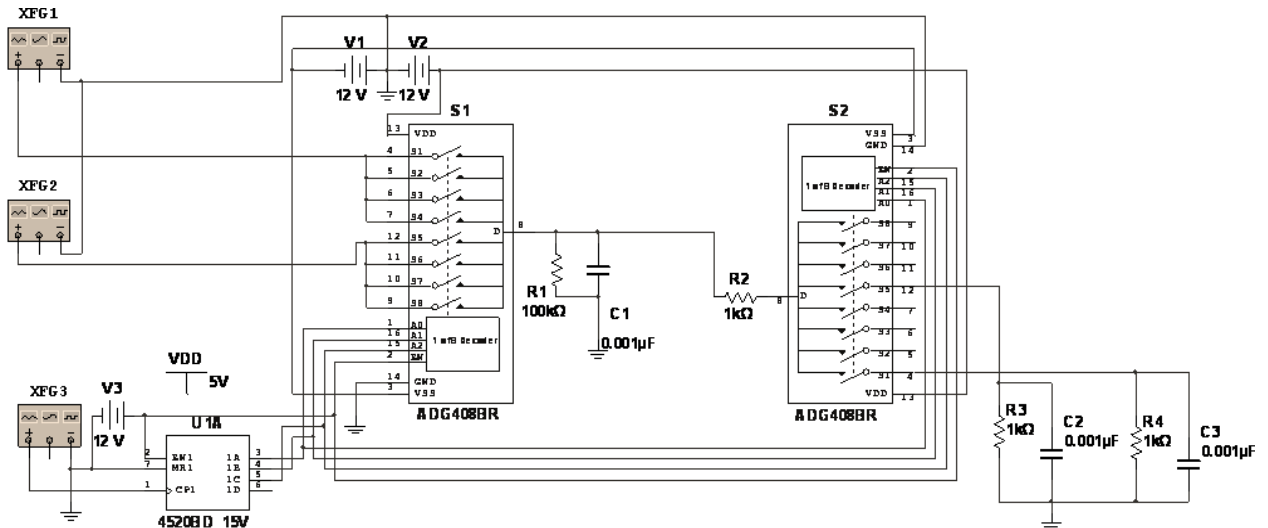


Рис. 4.6. Схема передавача 8 аналогових сигналів по одній лінії

Мікросхеми S1, S2 являють собою відповідно мультиплексом та демультиплексор. Керуються вони відповідно до сигналів на керуючих входах, що задаються генератором прямокутних імпульсів XFG3 та подільником частоти U1A. Частота на кожному наступному виводі керування вдвічі менша за частоту попереднього виходу (рис. 4.7).

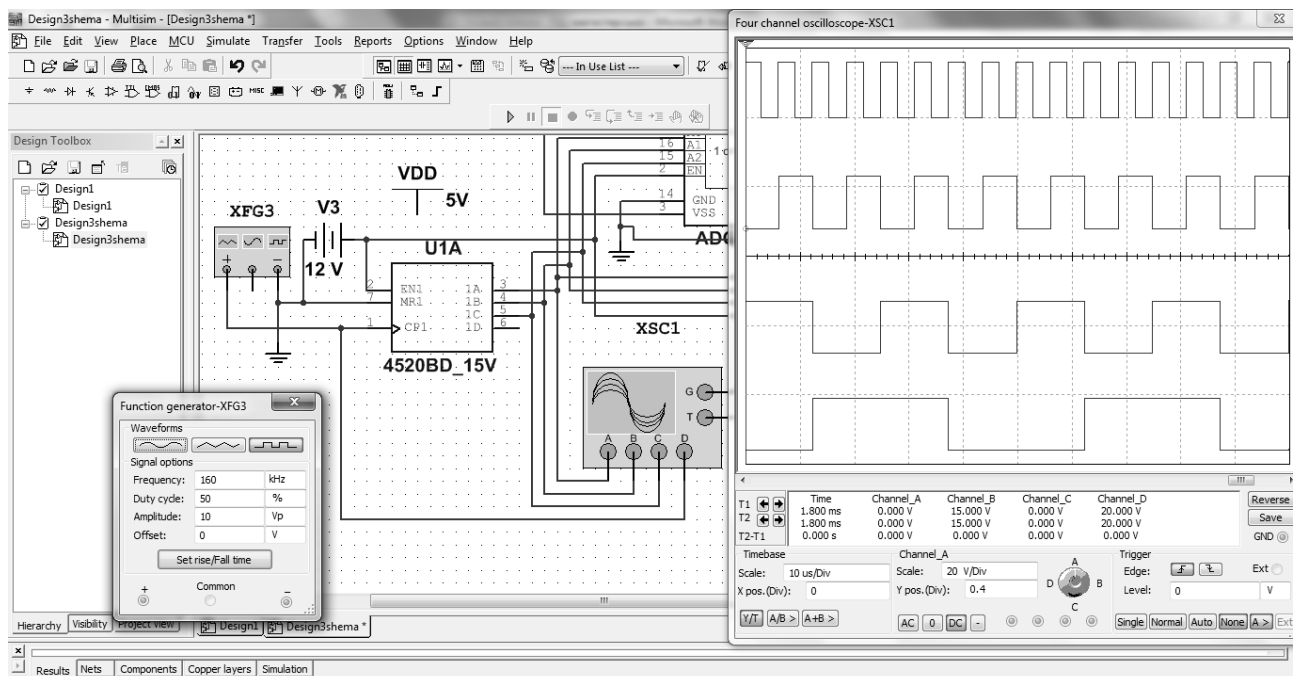


Рис. 4.7. Вигляд сигналів керування мультиплексором

Таким чином відповідно до таблиці істинності мультиплексор буде по чергово комутувати до виходу сигнал з першого входу, при надходженні

наступного імпульсу керування – сигнал з другого входу, при надходженні наступного імпульсу керування – сигнал з третього входу і так далі. Потім процес повторюється. Таким чином на виході мультиплектора сформується сигнал, який буде містити 8 комірок, кожна з яких буде відповідати частині сигналу з відповідного входу.

При моделюванні такої лінії застосовано два сигнали різної форми – синусоїдальний сигнал з частотою 2 кГц і амплітудою 2 В, та послідовність імпульсів трикутної форми з частотою 700 Гц та амплітудою 0,3 В. Перший сигнал подається перш 4 входи, інший – на решту 4 входи. Приклад вихідного сигналу наведено на рис. 4.8.

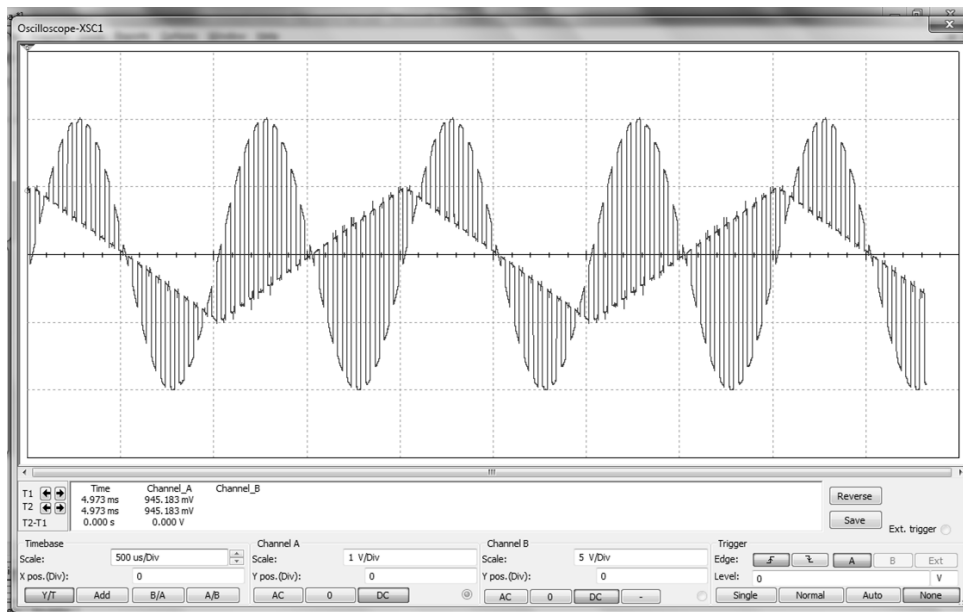


Рис. 4.8. Сигнал на виході мультиплектора

Демультимплектор S2 декодуватиме отриманий сигнал, розподіляючи комірки на відповідні виходи демультимплектора. Трималість комірки визначатиметься періодом тактових імпульсів керування. Для спрощення керування мультиплексором синхронізоване із керуванням демультимплексором. Приклад двох вихідних сигналів, відібраних з першого та п'ятого виходів демультимплектора наведено на рис. 4.9.

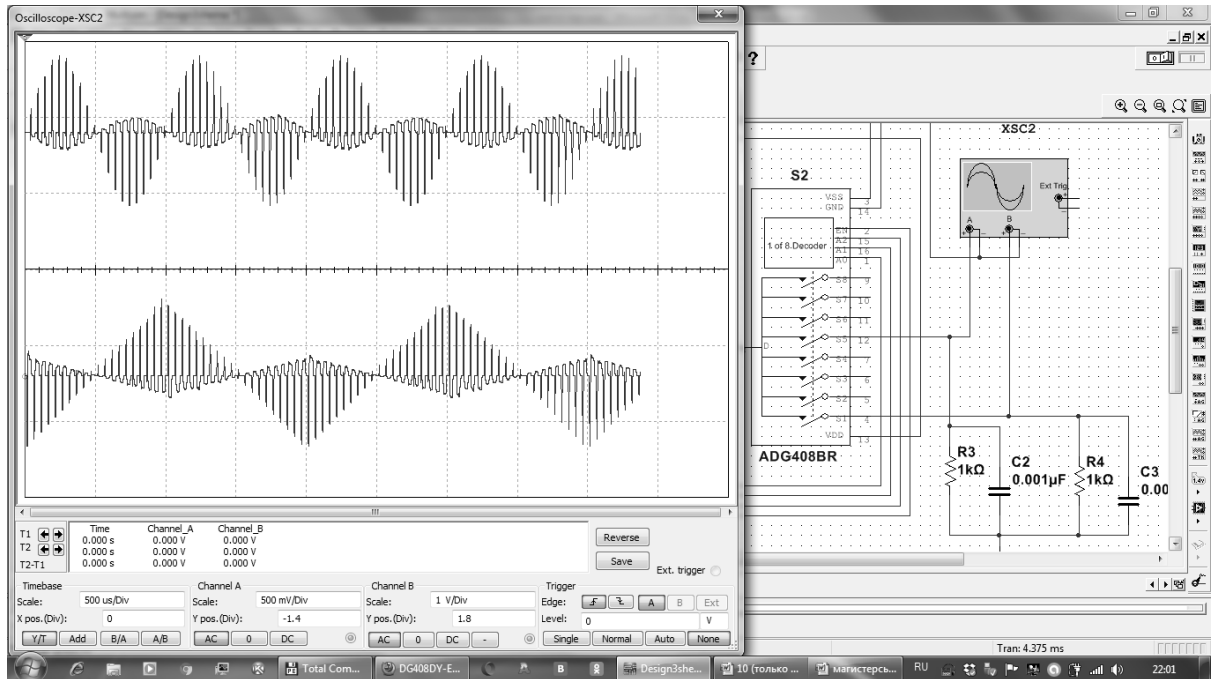


Рис. 4.9. Вигляд вихідних сигналів демультиплексора

Таким чином, якщо усунути ефект пере модуляції, нам вдалося передати два аналогових сигнали по одному каналу і розділити їх. Використовуючи детектори АМ сигналів можна повністю відновити вхідні гармонічних сигнал та трикутні імпульси.

4.5 Висновки до розділу 4

Проведено аналіз схемо-технічних рішень побудови пристроїв прийому/передачі даних по лініям електроживлення та обладнання, що використовується при цьому.

Розглянуто спосіб реалізації передачі 8 сигналів по одній лінії, в якості якої може бути використана електромережа. Використано метод мультиплексування з ущільненням по часу. Як мультиплексор та демультиплексор використано спеціалізовані мікросхеми ADG408BR. Розроблено схему електричну принципову власне пристрою прийому/передачі даних по електромережі та окремо систему кодування, передачі по одній лінії зв'язку, прийому та декодування 8 аналогових сигналів. Проведено

моделювання самої схеми та вихідних і проміжних сигналів в середовищі Multisim.

РОЗДІЛ 5

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Особливості роботи в середовищі MATLAB

При проектуванні та моделюванні роботи приладу на основі певних апріорних даних необхідно проводити значну кількість обчислень. Розглянемо середовище Matlab як потужний науковий калькулятор та основні його функції.

Робота починається з запуску програми. Після запуску Matlab з середовища Windows на екрані виникає зображення так званого "командного вікна" середовища Matlab (рис. 5.1).

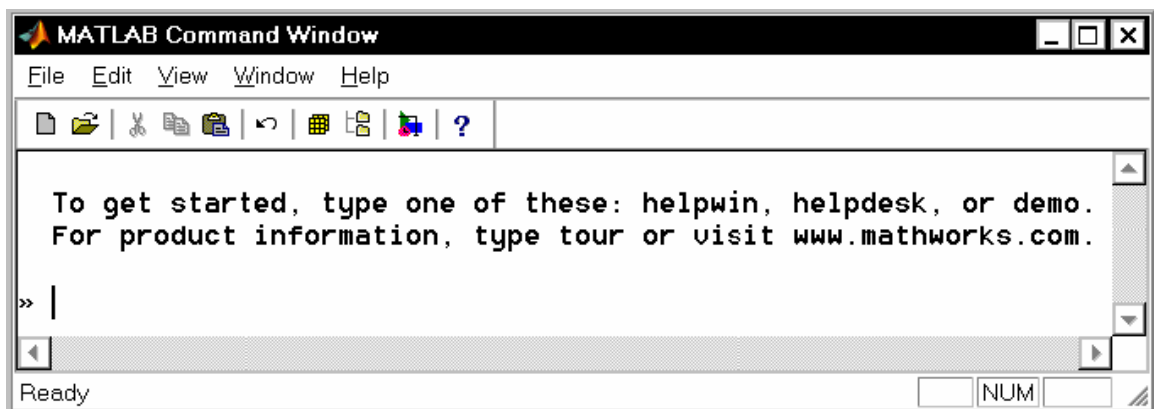


Рис. 5.1. Командне вікно середовища MATLAB

Це вікно є основним в MATLAB. У ній з'являються символи команд, які набираються користувачем на клавіатурі, відображаються результати виконання цих команд, текст виконуваної програми і інформація про помилки виконання програми, розпізнані системою.

Ознакою того, що Matlab готова до сприйняття і виконання чергової команди, є виникнення в останньому рядку текстового поля вікна знаку запрошення '»', після якого розташована миготлива вертикальна межа.

У верхній частині вікна (під заголовком) розміщений рядок меню, в якому знаходяться меню *File*, *Edit*, *View*, *Windows*, *Help*. Щоб відкрити яке-небудь меню, слід встановити на нім покажчик миші і натиснути її ліву кнопку.

Відзначимо, що для виходу з середовища *Matlab* досить відкрити меню *File* і вибрати в нім команду *Exit Matlab*, або просто закрити командне вікно, натиснувши ліву клавішу миші, коли курсор миші встановлений на зображенні верхньої крайньої правої кнопки цього вікна (з позначенням косою хрестика).

Операції з числами. Введення дійсних чисел.

Введення чисел з клавіатури здійснюється по загальних правилах, прийнятих для мов програмування високого рівня:

- для відділення дробової частини мантиси числа використовується десяткова крапка (замість коми при звичайному записі);
- десятковий показник числа записується у вигляді цілого числа після попереднього запису символу "e";
- між записом мантиси числа і символом "e" (який відокремлює мантису від показника) не повинно бути ніяких символів, включаючи і символ пропуску.

Якщо, наприклад, ввести в командному вікні *MATLAB* рядок $1.20357651e^{-17}$, то після натиснення клавіші <Enter> в цьому вікні з'явиться запис:

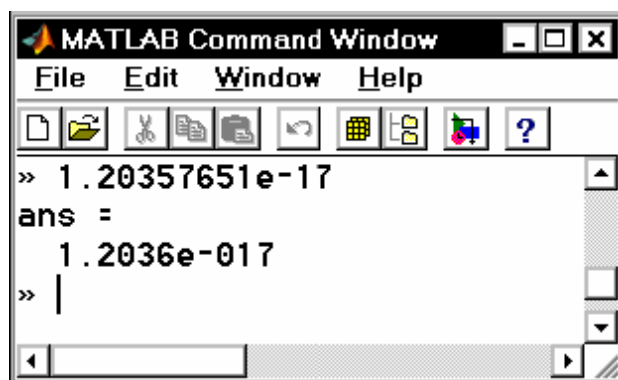


Рис. 5.2. Введення дійсних чисел

Слід зазначити, що результат виводиться у вигляді (форматі), який визначається заздалегідь встановленим форматом представлення чисел.

5.2 Моделювання сигналів засобами середовища MATLAB

У пакеті `Signal` передбачено декілька процедур для створення послідовності даних, що представляють деякі одиночні імпульсні процеси типових для сигналів пульсоксиметра форм.

Процедура `rectpuls` забезпечує формування одиночного імпульсу прямокутної форми. Вираз вигляду

$$y = \text{rectpuls}(t, w)$$

дозволяє утворити вектор y значень сигналу такого імпульсу одиничної амплітуди, шириною w , що центрується відносно $t=0$ по заданому вектору t моментів часу. Якщо ширина імпульсу w не вказана, її значення за умовчанням набуває рівним одиниці. На рис. 5.3. приведений результат утворення процесу, що складається з трьох послідовних прямокутних імпульсів різної висоти і ширини, по такій послідовності команд

```
t = 0 : 0.01 : 10;
```

```
y = 0.75*rectpuls(t-3, 2) + 0.5*rectpuls(t-8, 0.4) + 1.35*rectpuls(t-5, 0.8);
```

```
plot(t,y),
```

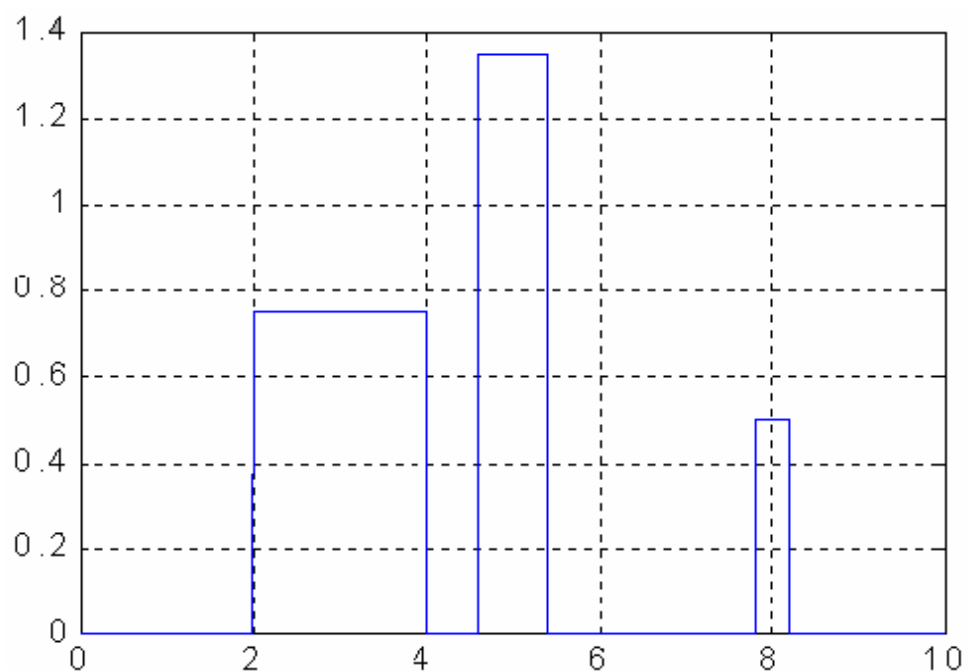


Рис. 5.3. Приклад формування сигналу прямокутних імпульсів

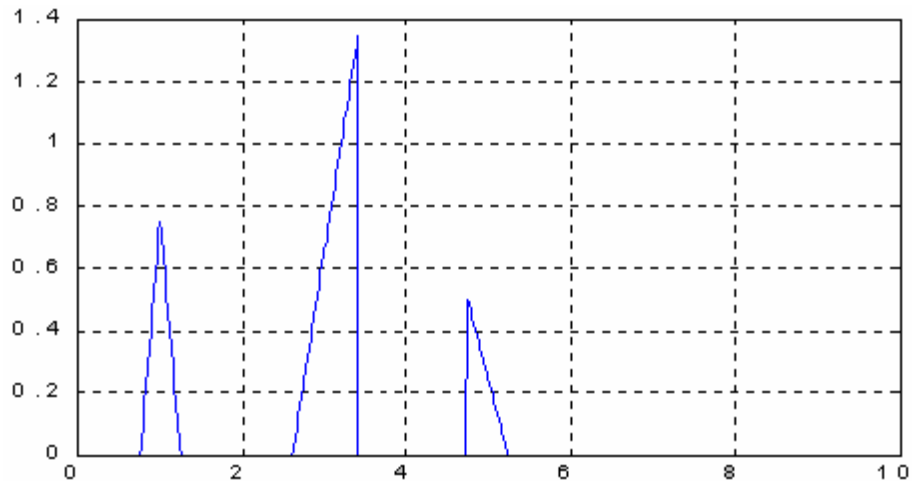


Рис. 5.4. Приклад формування сигналу трикутних імпульсів

Формування імпульсу трикутної форми одиничної амплітуди можна здійснити за допомогою процедури *tripuls*, вираз якої має вигляд

$$y = \text{tripuls}(t, w, s).$$

Аргументи y , t і w мають той же сенс. Аргумент s ($-1 < s < 1$) визначає нахил трикутника. Якщо $s=0$, або не вказаний, трикутний імпульс має симетричну форму. Приведемо приклад (результат представлений на рис. 5.4:

$$t = 0 : 0.01 : 10;$$

$$y = 0.75 * \text{tripuls}(t-1, 0.5) + 0.5 * \text{tripuls}(t-5, 0.5 - 1) + 1.35 * \text{tripuls}(t-3, 0.8, 1);$$

$$\text{plot}(t, y),$$

Для формування імпульсу, що є синусоїдою, модульованою функцією Гауса, використовується процедура *gauspuls*. Якщо звернутися до неї формою

$$y = \text{gauspuls}(t, fc, bw)$$

то вона створює вектор значень вказаного сигналу з одиничною амплітудою, з синусоїдою, що змінюється з частотою fc Гц, і з шириною bw смуги частот сигналу.

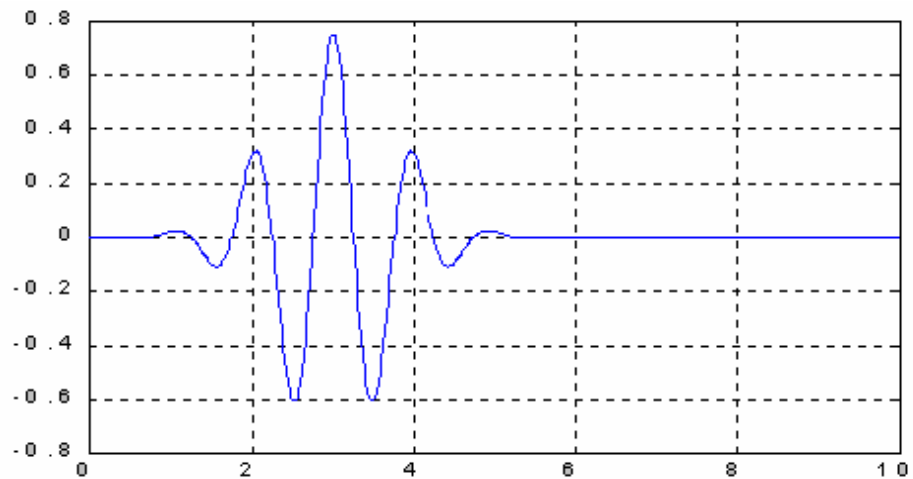


Рис. 5.5. Приклад створення одиночного гаусового імпульсу

У разі, коли останні два аргументи не вказано, вони за умовчанням набувають значень 1000 Гц і 0.5 відповідно. Приведемо приклад створення одиночного гаусового імпульсу (результат приведений на рис. 5.5):

```
t = 0 : 0.01 : 10;
y = 0.75*gauspuls(t-3, 1,0.5);
plot(t,y),
```

Нарешті, розглянемо процедуру *sinc*, що формує вектор значень функції $\text{sinc}(t)$, яка визначається формулою:

$$\text{sinc}(t) = \begin{cases} 1 & t = 0, \\ \frac{\sin(\pi t)}{\pi t} & t \neq 0. \end{cases}$$

Ця функція є зворотним перетворенням Фур'є прямокутного імпульсу шириною 2π і висотою 1:

$$\text{sinc}(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} e^{j\omega t} d\omega.$$

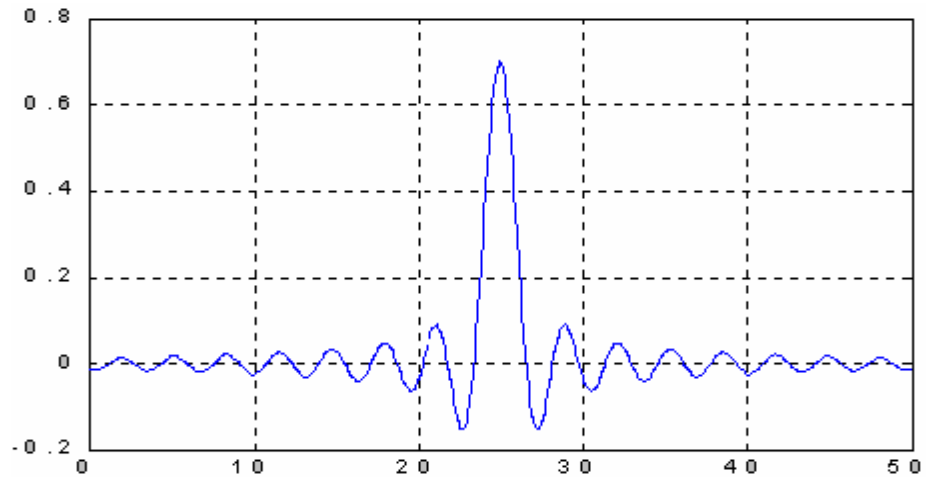


Рис. 5.6. Функція sinc

Приведемо приклад її застосування:

```
t=0 : 0.01 : 50;
y1=0.7*sinc(pi*(t-25) /5);
plot(t,y1),
```

Результат зображений на рис. 5.6.

Формування коливань, що складаються з кінцевого числа гармонійних складових (тобто так званих *полігармонічних коливань*), можна здійснити за допомогою звичайних процедур $\sin(x)$ і $\cos(x)$. Розглянемо приклад (див. рис. 5.7):

```
t=0 : 0.01 : 50;
y1=0.7*sin(pi*t/5);
plot(t,y1),
```

Процес, що є послідовністю прямокутних імпульсів з періодом 2π для заданої у векторі t послідовності відліків часу, "генерується" за допомогою процедури *square*. Звернення до неї відбувається формою:

$$y = \text{square}(t, \text{duty})$$

де аргумент *duty* визначає тривалість позитивної напівхвилі у відсотках від періоду хвилі. Наприклад (результат приведений на рис. 5.8):

```
y=0.7*square(pi*t/5, 40);
plot(t,y),
```

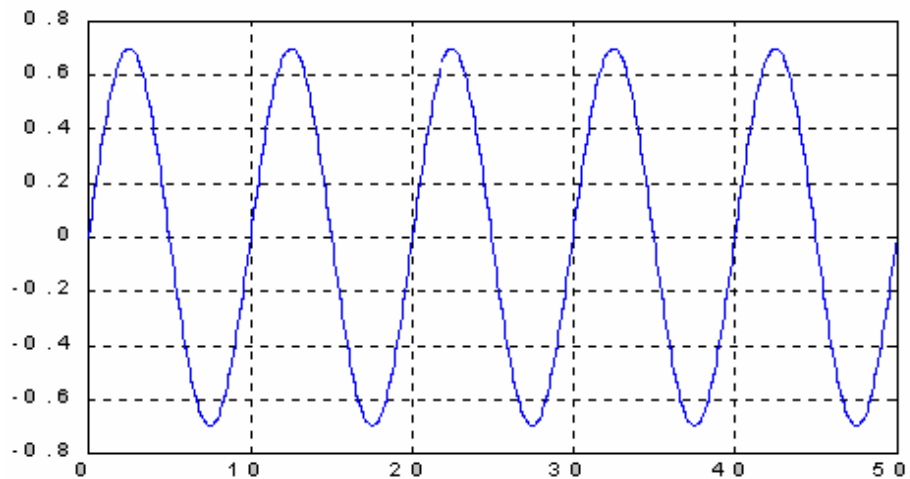


Рис. 5.7. Приклад гармонічного коливання

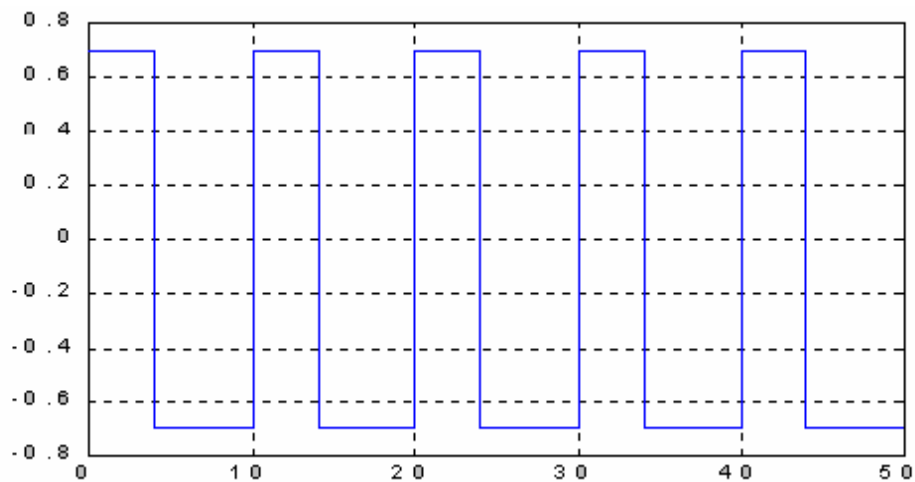


Рис. 5.8. Приклад побудови прямокутних імпульсів

Аналогічно, генерування пилкоподібних і трикутних коливань можна здійснювати процедурою *sawtooth*. Якщо звернутися до неї так:

$$y = \text{sawtooth}(t, \text{width})$$

то у векторі y формуються значення сигналу, що є пилкоподібними хвилями з періодом 2π в моменти часу, які задаються вектором t . При цьому параметр width визначає частину періоду, в якій сигнал збільшується. Нижче приведений приклад застосування цієї процедури:

$$y = 0.7 * \text{sawtooth}(\pi * t / 5, 0.5);$$

$$\text{plot}(t, y),$$

В результаті отримуємо процес, зображений на рис. 5.9.

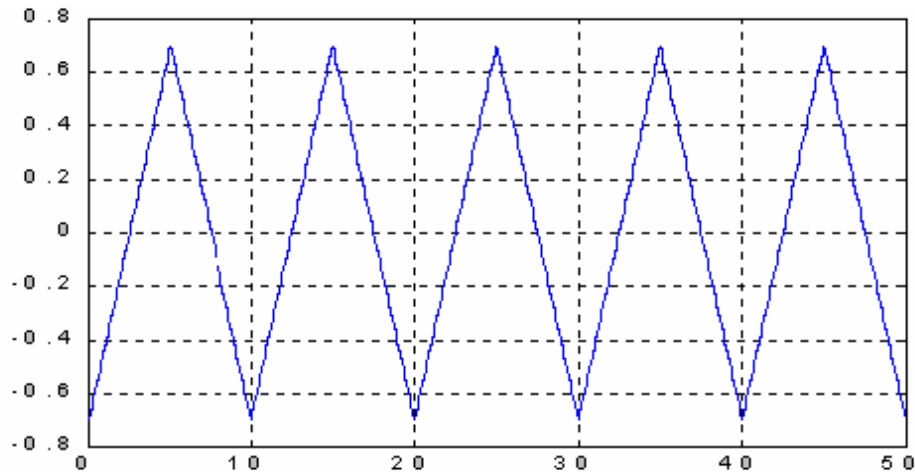


Рис. 5.9. Приклад генерування трикутних імпульсів

Процедура *pulstran* дозволяє формувати коливання, що є послідовністю або прямокутних, або трикутних, або гаусових імпульсів. Звернення до неї має вигляд:

$$y = \text{pulstran}(t,d,'func',p1,p2\dots)$$

де d визначає вектор значень моментів часу, де мають бути центри відповідних імпульсів; параметр *func* визначає форму імпульсів і може мати одне з наступних значень: *rectpuls* (для прямокутного імпульсу), *tripuls* (для трикутного імпульсу) і *gauspuls* (для гауссового імпульсу); параметри $p1, p2 \dots$ визначають необхідні параметри імпульсу відповідно до форми звернення до процедури, що визначає цей імпульс.

Нижче приведено два приклади застосування процедури *pulstran* для різних форм імпульсів-складових:

- для послідовності трикутних імпульсів:

```
t=0 : 0.01 : 50
```

```
d=[0 : 50/5 : 50]';
```

```
y=0.7*pulstran(t, d,'tripuls',5);
```

```
plot(t,y),
```

результат представлений на рис. 5.10;

- для послідовності прямокутних імпульсів:

```
t=0 : 0.01 : 50
```

```
d=[0 : 50/5 : 50]';
```

```
y=0.75*pulstran(t, d,'rectpuls',3);  
plot(t,y),
```

Таким чином, використовуючи базові функції та команди в середовищі Matlab можна згенерувати сигнали, які потрібні для виконання дипломної роботи.

РОЗДІЛ 6

ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

6.1 Науково-технічна актуальність науково-дослідної роботи

Наукові дослідження, які є основою наступних стадій інноваційних процесів, класифікують по трьом видам: фундаментальні, пошукові та прикладні.

Фундаментальні дослідження проводять з метою отримання систематизованих даних щодо певної науково-технічної проблеми, виявлення нових закономірностей і принципів розвитку світу, обґрунтування нових понять, створення нових теорій.

Пошукові дослідження розвивають фундаментальні розробки з метою їх практичної використання, тобто вони спрямовані на конкретний науково-технічний результат.

Прикладні наукові дослідження, в свою чергу, базуються на пошукових і проводяться для розробки нових чи удосконалення існуючих технологічних процесів; створення матеріалів з особливими властивостями; принципово нових зразків машин, обладнання, приладів, оснащення, високотехнологічних наукомістких виробництв.

І, нарешті, розробки – технологічні, дослідно-конструкторські, проектні, організаційні роботи, які включають створення техніко-економічної документації для освоєння нововведень (нових технологій, нової продукції та виробництв, споруд, прогресивних методів організації та управління виробництвом) та їх дослідно-експериментального випробування.

Основне завдання економічного обґрунтування – довести, що тема досліджень, яку опрацьовує магістрант, має, перш за все, наукову, технічну, а також економічну, соціальну або екологічну значущість і сприяє тим самим зростанню темпів науково-технічного прогресу в цілому. З цією метою акцентується увага на масштабах виробництва і використання продукції, на

підвищення якості або удосконалення виробництва якої направлена тема магістерської роботи.

У разі, коли дослідження має фундаментальний або фундаментально-пошуковий характер необхідно висвітлити науково-технічне значення даної сфери знань та перспективи, які розкривають дослідження по темі магістерської роботи.

Ця частина економічного розділу повністю формується на основі критичного опрацювання фахових публікацій останніх років, які присвячені питанням, що стосуються теми дослідження. Всі викладки цієї частини повинні спиратись на конкретні кількісні оцінки експлуатаційних та технологічних властивостей матеріалів та виробів, обсягів їх виробництва та використання, режимів технологічних процесів, ринкової вартості виробів та технологічних матеріалів, сировини, енергоресурсів тощо з відповідним посилками в тексті на першоджерела.

Результатом цього розділу має стати чітко сформульована науково-технічна проблема, на вирішення якої повинна бути направлена дана дослідницька робота. Таким чином, сформульована проблема і тема науково-дослідницької роботи повинні знаходитись у логічній єдності між собою.

6.2 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи

Розрахунок усіх витрат організації-виконавця НДР, пов'язаних з виконанням теми, дає можливість встановити її собівартість або кошторисну вартість. Кошторис розробляє виконавець робіт на основі календарного плану проведення досліджень і затверджує замовник або орган, що забезпечує фінансування робіт. Як правило, кошторис складається до початку виконання робіт і тому називається плановим.

Встановлення величини витрат на проведення робіт по темі в розрізі типових статей кошторисної вартості (калькуляції собівартості) НДР наводяться нижче.

6.2.1 Витрати на оплату праці. Витрати за цією статтею включають заробітну плату безпосередніх виконавців теми, а заробітна плата адміністративно-управлінського персоналу, працівників дослідних виробництв включаються в кошторисну вартість теми через статтю «Накладні витрати». Крім цього, слід враховувати, що для тем, які фінансуються за рахунок держбюджету прибуток не планується і тому в дану статтю витрат включається тільки основна заробітна плата (без премій та інших виплат, що здійснюються із прибутку). Витрати на оплату праці розраховують на основі даних про трудомісткість окремих робіт по темі (табл. 1.1) та посадових окладів безпосередніх їх виконавців.

Загальна трудомісткість робіт, що виконуються безпосередньо студентом (інженером - дослідником), визначається навчальним планом відповідного напрямку підготовки.

Таблиця 6.1

Трудомісткість робіт по темі НДР

Найменування робіт по темі дослідження	Трудомісткість за виконавцями, людино-днів					
	Провідний науковий співробітник	Старший науковий співробітник	Молодший науковий співробітник	Інженер	Лаборант	Студент
1. Уточнення та конкретизація завдань по темі дослідження	2	2	1	–	–	2
2. Аналіз науково-технічних публікацій з теми	1	2	3	–	–	7
3. Розроблення математичної моделі	3	3	4	–	–	5
4. Розроблення методу опрацювання	3	3	4	–	–	5
5. Експериментальні дослідження	2	2	2	2	2	2
6. Формування звіту по НДР	5	7	7	7	7	7
Разом за виконавцями теми	16	20	21	9	9	28

Подальші розрахунки витрат на оплату праці проводиться за алгоритмом, зрозумілим із табл. 6.2.

Середньоденна заробітна плата за категоріями виконавців розраховується шляхом ділення їх посадового місячного окладу на 21,2 (де 21,2 – усереднене число робочих днів за місяць).

Таблиця 6.2

Розрахунок витрат на оплату праці

Посада виконавців теми	Планова трудомісткість, люд-днів	Заробітна плата, грн		
		Посадовий місячний оклад	Середньоденна зарплата	Усього за виконавцями
1.Провідний науковий співробітник	16	4847	228,63	3658,08
2.Старший науковий співробітник	20	3768	177,74	3554,8
3. Молодший науковий співробітник	21	2036	96,04	2016,84
4. Інженер	9	1902	89,72	807,48
5. Лаборант	9	1470	69,34	624,06
6. Студент	28	1470	69,34	1941,52
Разом оплата праці з теми				12602,78

6.2.2 Відрахування на соціальні заходи. До цієї статті витрат належать виплати у вигляді єдиного соціального внеску, які здійснює організація – виконавець теми в пенсійний фонд в розмірі 37,26%, що становить 4695,8 грн. від загальних витрат на оплату праці.

Базою вказаного нарахування слугують загальні витрати на оплату праці по темі (табл.6.2).

6.2.3 Обладнання, необхідне для проведення досліджень. В даній статті враховують вартість усіх видів матеріалів, необхідних для проведення НДР, з вирахуванням вартості зворотних відходів.

Тематика дослідницьких робіт, які виконуються на факультеті контрольньо-вимірювальних та радіокомп'ютерних систем, передбачає

використання, перш за все, комп'ютерної діагностичної системи, комп'ютерів для опрацювання кардіосигналів сигналів та формування матеріалів звітності, оргтехніки та інші.

Розрахунки зведено за формою у табл.6.3

Таблиця 6.3

Розрахунки витрат на обладнання

Найменування обладнання	Одиниця виміру	Кількість	Ринкова ціна за одиницю, грн	Сума,грн.
1. ПК (системний блок, монітор, клавіатура, мишка, кабель живлення)	шт	1	8600	8600
2. Принтер лазерний	шт	1	2200	2200
3. Кабель для підключення до ПК	шт	1	130	130
Загальні витрати на матеріали				10930

6.2.4 Енергоносії для проведення досліджень. На підприємстві електроенергія використовується для освітлення, живлення медобладнання, комп'ютерної техніки та оргтехніки.

$$Z_{cm} = \sum_{i=1}^n P_i \cdot k_i \cdot t_i \cdot C_i, \quad (6.1)$$

де P_i – витрата i -го виду матеріального ресурсу, натуральні одиниці;

C_i - ціна за одиницю i -го виду матеріального ресурсу, грн;

k_i – коефіцієнт використання потужності i -го виду матеріального ресурсу;

t_i – час роботи i -го виду матеріального ресурсу;

i - вид матеріального ресурсу;

n - кількість видів матеріальних ресурсів.

Якщо для проведення НДР використовується електрообладнання, то необхідно розрахувати витрати на електроенергію за формою (6.1), наведеною в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4

Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Паспортна потужність, Вт	Коефіцієнт використання потужності	Час роботи обладнання для розробку АІС, год	Ціна електроенергії, Грн/ (кВт/год)	Сума, грн.
ПК (системний блок, монітор, клавіатура, мишка, кабель живлення)	250	0,15	150	1,72	9675
Принтер лазерний	700	0,25	4	1,72	1204
Лампи розжарювання (освітлення)	150	0,85	10	1,72	2193
РАЗОМ витрати на електроенергію					13072

6.2.5 Витрати на службові відрядження. Дані витрати складаються із фактичних витрат на службові відрядження штатних працівників, зайнятих виконанням НДР: витрат на проїзд до місця відрядження і назад; витрат на проживання у готелі; добових витрат, які розраховуються на кожний день перебування у відрядженні, враховуючи час перебування в дорозі, та деякі інші.

Під час виконання НДР здійснюються ряд відряджень, які пов'язанні із доповідями на конференціях, які наведено у таблиці 6.5.

Таблиця 6.5

Приблизні витрати на службові відрядження

Тип відрядження	Кількість	Приблизна вартість відрядження
Конференція	5	1000
Здача звітів НДР	1	350
Впровадження результатів НДР	3	350

Всього	–	1650
--------	---	------

6.2.6. Розроблення планової калькуляції кошторисної вартості теми. Планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі складається на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних (табл.6.6).

Таблиця 6.6

Планова калькуляція кошторисної вартості НДР

Найменування статей витрат	Сума, грн	Обґрунтування
1	2	3
1.Витрати на оплату праці	12602,78	Відповідно до розрахунків
2.Відрахування на соціальні заходи	4695,8	Відповідно до діючих загальнодержавних нормативів
3.Обладнання для проведення досліджень	10930	Відповідно до розрахунків
4.Енергоносії для проведення досліджень	13072	Відповідно до розрахунків
5.Витрати на службові відрядження	1650	Відповідно до розрахунків
6.Інші невраховані прямі витрати по темі	4295,06	10% від суми прямих розрахованих витрат по темі
7.Кошторисна вартість теми	47245,64	Сума попередніх статей

Кінцевим результатом науково-дослідницьких робіт є досягнення наукового, науково-технічного, економічного, соціального, екологічного та інших видів ефектів.

Науковий ефект від виконання теми передбачає приріст наукових знань у певній сфері науки, а науково-технічний ефект характеризує можливість використання цих наукових знань в інших наукових напрямках та при розробці принципово нових технічних рішень. Економічний ефект відображає потенціал НДР в досягненні кращого співвідношення результатів виробництва до витрат і має прогнозний характер. Соціальний ефект заводиться до збільшення числа робочих місць, поліпшення умов праці та побуту, скорочення тривалості робочого тижня, розвитку охорони здоров'я, науки, культури, освіти. Екологічний ефект полягає в поліпшенні стану навколишнього середовища, зменшенні електромагнітного та іонізуючого випромінювання тощо.

6.3. Науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи

Економічна оцінка фундаментальних і пошукових НДР у вартісному вимірі, як правило, неможливо, бо ймовірність доведення результатів таких досліджень до конкретного практичного застосування невелике. Для таких досліджень рекомендується визначати науковий та науково-технічний ефект, який враховує результати наукових досліджень та їх значущість для прискорення науково-технічного прогресу та розвитку національної економіки.

Науковий та науково-технічний ефект рекомендується оцінювати коефіцієнтом науково-технічної ефективності ($E_{нт}$) за допомогою формули:

$$E_{нт} = \frac{\sum B_i \cdot B_{ij}}{\sum B_i \cdot B_{ij}^{\max}}, \quad (6.2)$$

де B_i – нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів науково-технічної ефективності (табл. 6.7);

B_{ij} – середнє значення балу, який виставляється експертами і-му фактору;

B_{ij}^{\max} – максимально можливе значення балу (табл. 6.8);

i – порядковий номер фактору;

Нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів науково-технічної ефективності наведені в табл. 6.7.

Таблиця 6.7

Нормативні значення коефіцієнтів вагомості факторів науково-технічної ефективності

Фактори (i)	Коефіцієнти вагомості (B_i)
1.Новизна очікуваних або одержаних результатів	0,25
2.Глибина наукового опрацювання	0,16
3.Ступінь ймовірності успіху	0,09
4.Перспективність використання результатів	0,25
5.Масштаб можливої реалізації результатів	0,15

6.Завершеність одержаних результатів	0,10
Разом	1,00

Характеристика факторів науково-технічної ефективності НДР наведена в табл. 6.8.

Таблиця 6.8

Характеристика факторів науково-технічної ефективності НДР

Фактор наукової та науково-технічної ефективності	Характеристика фактора	Оцінка фактора	
		Якісна	Бальна A_{ij}^{\max}
1	2	3	4
1.Новизна одержаних або передбачуваних результатів	Одержані принципово нові результати, раніше невідомі в науці, розроблена нова теорія, відкрита нова закономірність	Висока	10
	Встановлені деякі часткові закономірності, методи, способи, які дозволяють створити принципово нові види техніки	Середня	7
	Позитивне вирішення поставлених задач на підставі простих узагальнень, аналіз зв'язків між факторами, розповсюдження відомих наукових принципів на об'єкти	Недостатня	3
2.Глибина наукового опрацювання	Опис окремих елементарних фактів, передача та поширення отриманих раніше результатів, реферативні огляди	Тривіальна	1
	Проведена значна кількість експериментів по нетрадиційним методикам, виконані складні теоретичні розрахунки, підтверджені експериментальними даними	Істотна	10
	Проведена обмежена кількість розрахунків по відомих методикам, виконані теоретичні розрахунки невисокої складності, частково перевірені експериментальними даними	Середня	6
3.Стіпень ймовірності успіху	Проведена недостатня кількість експериментів, виконані прості теоретичні розрахунки без експериментальної перевірки	Несуттєва	1
	Висока ймовірність повного вирішення поставлених задач НДР	Значна	10
	Середня ймовірність вирішення більшості експериментальних або теоретичних задач	Помірна	6
	Низька ймовірність вирішення поставлених задач, отримання позитивних результатів сумнівне	Незначна	1

4.Масштаб використання результатів	Результати можуть бути використані в багатьох наукових напрямках, мають значення для розвитку суміжних наук	Широкий	10
	Результати можуть бути використані в конкретному науковому напрямку при розробці нових технічних рішень, спрямованих на суттєве підвищення продуктивності суспільної праці	Достатньо широкий	8
	Результати будуть використані при проведенні наступних НДР, при розробці нових технічних рішень в конкретній галузі	Достатній	5
5.Ступінь реалізації результатів	Строк впровадження, роки: До 2	Висока	10
	До 4	Середня	7
	До 6	Достатня	4
	Більше 6	Недостатня	2
6.Завершення одержаних результатів	Авторське свідоцтво, стаття в фаховому виданні, методика, інструкція, класифікатор, стандарти, нормативи.	Висока	10
	Технічне завдання на прикладну НДР	Середня	8
	Рекомендації, розгорнутий аналіз, пропозиції	Достатня	6
	Огляд, інформаційне повідомлення	Недостатня	3

Кількісна оцінка факторів науково-технічної ефективності НДР здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне. Отримані результати зводять за формою табл. 6.9.

Таблиця 6.9

Результати розрахунків науково-технічної ефективності НДР

Фактори науково-технічної ефективності	Характеристика фактора	Розрахунок B_{ij}			B_{ij}^{\max}
		Експертні оцінки		B_{ij}	
		1	2		
1.Новизна очікуваних або одержаних результатів	Встановлені деякі часткові закономірності, методи, способи, які дозволяють створити принципово нові види техніки	3	3	3	10
2.Глибина наукового опрацювання	Проведена обмежена кількість розрахунків по відомим	6	6	6	10

	методикам, виконані теоретичні розрахунки невисокої складності, частково перевірені експериментальними даними				
3.Ступінь ймовірності успіху	Середня ймовірність вирішення більшості експериментальних або теоретичних задач	6	6	6	10
4.Перспективність використання результатів	Результати можуть бути використані в багатьох наукових напрямках, мають значення для розвитку суміжних наук	10	10	10	10
5.Масштаб можливої реалізації результатів	До 2 років	10	10	10	10
6.Завершеність одержаних результатів	Рекомендації, розгорнутий аналіз, пропозиції	6	6	6	10

Розраховане за формулою 6.2 значення $E_{нт}$ буде відображати рівень наукової та науково-технічної ефективності конкретної теми фундаментального чи пошукового дослідження:

$$E_{нт} = \frac{0.25 \cdot 3 + 0.16 \cdot 6 + 0.09 \cdot 6 + 10 \cdot 0.25 + 10 \cdot 0.15 + 6 \cdot 0.1}{1 \cdot 10} = 0,685 .$$

Загальну оцінку магістерської НДР можна здійснити, користуючись даними табл. 6.10.

Таблиця 6.10

Загальна оцінка наукової та науково-технічної ефективності
фундаментальних та пошукових НДР

Загальна оцінка наукової та науково-технічної ефективності		Можливі рекомендації по результатам виконання НДР
Розраховане значення $E_{нт}$	Загальна якісна оцінка ефективності	
0,91-1,00	Відмінно	Оформлення авторського свідоцтва, публікація у фаховому виданні, продовження досліджень по даній тематиці
0,76-0,90	Дуже добре	
0,61-0,75	Добре	Рекомендації можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів
0,36-0,60	Достатня	Переглянути технічне завдання у разі продовження досліджень по даній темі
Менш 0,35	Незадовільна	Здійснити всебічний аналіз отриманих результатів по темі

6.4 Висновки до розділу 6

У розділі на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 47245,64 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюється експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,685 від максимального числа 1, а рекомендації по результатам виконання НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

РОЗДІЛ 7

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1 Охорона праці

7.1.1 Соціальне партнерство (соціальний діалог) в охороні праці. Соціальне партнерство як принцип законодавчого та нормативно-правового забезпечення охорони праці

Соціальне партнерство — система відносин між найманими працівниками і власниками засобів виробництва, при якій визнаються розбіжності економічних інтересів різних соціальних груп і право кожної з них відстоювати свої інтереси через пошук компромісів, шляхів взаєморозуміння й співробітництва.

На практиці соціальне партнерство виступає в якості альтернативи всякій диктатурі класу або особи і є цивілізованим (мирним) методом розв'язання соціальних конфліктів. Метод розв'язання соціальних конфліктів у межах соціального партнерства — компроміс, узгодження інтересів працедавців і найманих працівників шляхом мирних переговорів і взаємних поступок. Словосполучення “соціальне” означає суспільне, тобто те, що відноситься до життя людей і їх відносин у суспільстві; “партнер” (від французького слова партія) — учасник спільної діяльності. Функціонування системи соціального партнерства здійснюється на тристоронній основі співпраці органів державної влади, підприємців і профспілок, яка спрямована на погодження інтересів і розв'язання проблем у соціально-трудовій діяльності людей.

Головною функцією системи соціального партнерства є недопущення руйнівних страйків та створення умов для динамічного розвитку виробництва і забезпечення належного рівня доходів найманих працівників.

Основою соціального партнерства є принцип співробітництва між роботодавцями і найманими працівниками, який реалізується у формі ведення переговорів, укладенні колективних договорів, узгодженні проектів нормативно-правових актів, консультацій при прийнятті рішень між суб'єктами

соціального партнерства на всіх рівнях (національному, регіональному, галузевому та місцевому рівнях).

Соціальне партнерство вирішує наступні питання:

- досягнення консенсусу з питань забезпечення зайнятості;
- створення додаткових робочих місць;
- застосування найманої праці з дотриманням вимог техніки безпеки та вимог охорони здоров'я, питання оплати праці, прав працівників на своєчасне отримання заробітної плати;
- забезпечення нормального режиму праці і відпочинку;
- забезпечення права працівників на участь в управлінні працею на підприємстві.

Основними завданнями системи соціального партнерства в Україні можна вважати:

- подолання монополії у розподілі створеного продукту шляхом залучення всіх суб'єктів суспільних відносин до управління виробництвом;
- підвищення мотивації до праці з метою забезпечення високих кінцевих результатів роботи, що сприятиме зростанню рівня життя в країні;
- усунення чинників соціальної напруги у суспільстві і зменшення на цій основі негативних економічних наслідків.

7.1.2 Елементи системи управління охороною праці, міжнародний стандарт OHSAS 18001:2007. Політика в галузі охорони праці. Планування. Впровадження і функціонування СУОП

Різні організації все більшою мірою зацікавлені в досягненні і демонстрації вагомої результативності у сфері гігієни і безпеки праці за рахунок управління професійними ризиками згідно з політикою і цілями у сфері гігієни і безпеки праці. Відбувається це при посиленні законодавства, в умовах розвитку економічної політики та інших заходів, спрямованих на належне виконання заходів гігієни і безпеки праці, а також в умовах загального зростання стурбованості зацікавлених сторін питаннями гігієни і безпеки праці.

Багато організацій здійснюють «аналіз» або «аудит» гігієни і безпеки праці, щоб оцінити їх результативність. Проте самі по собі ці «аналізи» й

«аудити» недостатні для того, щоб забезпечити організації впевненість в тому, що її результативність не тільки відповідає, але й надалі відповідатиме вимогам, передбаченим законом і політикою. Щоб бути результативними, ці «аналізи» та «аудити» повинні проводитися в рамках структурованої системи менеджменту, інтегрованої в менеджмент організації.

Система менеджменту здоров'я та безпеки на виробництві є однією із складових частин загальної системи менеджменту компанії. Сертифікація за стандартами серії OHSAS 18000 є загальнотехнічною і може бути застосована незалежно від діяльності організації, сектора економіки або галузі промисловості. Використання міжнародних стандартів робить більш успішним участь підприємства у світовій торгівлі, підвищує конкурентоспроможність та імідж компанії. Особливо актуальними міжнародні стандарти стають в даний час, так як наша країна знаходиться на порозі вступу до СОТ.

OHSAS 18001 (Occupational Health and Safety Management Systems) "Система менеджменту здоров'я та безпеки на виробництві" був розроблений за участю ряду фірм і дослідницьких органів а також національних органів із стандартизації таких країн, як Великобританія, Японія, ПАР, Ірландія.

OHSAS Стандарт, що поширюється на менеджмент професійної безпеки і здоров'я (OH & S), призначений для забезпечення організацій елементами ефективної системи менеджменту OH & S, яка може бути інтегрована з вимогами іншої системи менеджменту і надати допомогу організаціям у досягненні цілей у сфері OH & S і своєї економічної діяльності.

(PDCA) - Плануй-Роби-Контролюй-Дій. PDCA цикл може бути коротко описаний таким чином.

- Plan: встановлення цілей і процесів, необхідних для досягнення результатів у відповідності з політикою організації в області OH & S.
- Do: приведення у виконання (впровадження) процесів.
- Check: спостереження (моніторинг) та оцінювання процесів в ставленні до політики в області OH & S, цілям, законодавчим та іншим вимогам і складання звіту за результатами.

- Акт: здійснення діяльності по безперервному поліпшенню виконання вимог OH & S.

Багато організацій управляють своєю діяльністю за допомогою застосування системи процесів та їх взаємодії, яка відома як "процесний підхід". ISO 9001 просуває застосування такого процесного підходу. Так як модель PDCA може бути застосована до всіх процесів, то ці дві методології вважаються сумісними.

У цілому Стандарт OHSAS 18001:2007 " Система управління охороною праці та виробничої безпеки" об'єднав останні напрацювання у сфері професійної безпеки і охорони праці, став більш практичним. Нова версія зручніша для інтеграції системи управління професійною безпекою і здоров'ям з іншими системами менеджменту на підприємстві (ISO 14001:2004 – менеджмент охорони навколишнього середовища, ISO 9001:2000 – менеджмент якості), що істотно оптимізує часові та фінансові витрати на розробку, впровадження, сертифікацію і підтримку управлінської системи організації. Практика показує, що інтегровані системи все більш затребувані на ринку серед крупних промислових підприємств.

Стандарт OHSAS 18001:2007 дозволяє значно знизити виробничі ризики. Дієвість стандарту обумовлена тим, що він підходить до вирішення питань безпеки системно. Саме системи менеджменту є ефективним інструментом управління ризиками і зниження їх вірогідності, оскільки засновані не на реагуванні і «гасінні пожеж», а на системному, логічному підході, що дозволяє попереджати можливі аварійні ситуації.

Організаціям, яким потрібна більш загальна настанова широкого кола питань, що стосуються системи менеджменту гігієни і безпеки праці, слід використовувати OHSAS 18002 " Руководство по применению OHSAS 18001". Будь-яке посилення на інший міжнародний стандарт носить лише інформаційний характер.

У стандарті OHSAS 18001 подано такі терміни і визначення:

Нещасний випадок — небажана подія, яка призводить до смерті, хвороби, ураження працівника.

Аудит — систематичні дослідження, що мають ствердити діяльність та її наслідки згідно із запланованими значеннями, і з'ясувати, чи ці результати впровадження заходів дозволяють досягнути бажаної мети.

Подальше вдосконалення — процес поліпшення СУОП з метою підвищення ефективності охорони праці відповідно до встановленої політики.

Небезпека — потенціально-небезпечний чинник або ситуація, які можуть викликати ураження, хворобу, пошкодження власності, знищення майна, середовища праці або їх комбінації.

Ідентифікація небезпек — процес визначення наявності небезпеки та з'ясування її характеристик.

Система управління охорони праці (далі СУОП) — частина загальної системи управління (менеджменту) організації, яка забезпечує управління ризиками в галузях охорони здоров'я і безпеки праці, що пов'язані з діяльністю організації (підприємства). Система включає організаційну структуру, діяльність щодо планування, впровадження, досягнення цілей, аналіз результатів політики та заходів охорони праці.

Ризик для здоров'я і безпеки персоналу — імовірність і наслідки реалізації небезпечної для здоров'я і безпеки персоналу події.

Сертифікація робіт з охорони праці в організації (підприємстві) — діяльність органів сертифікації, що акредитовані у встановленому порядку, щодо підтвердження відповідності робіт з охорони праці в організації нормативним вимогам охорони праці.

Компанії, сертифіковані за міжнародною системою менеджменту виробничої безпеки та охорони здоров'я OHSAS 18000 (інформація з прес-релізів компаній): Новокузнецький металургійний комбінат (підприємство компанії «Євраз Груп»), Лисичанський НПЗ (ТОВ «ЛиНОС»), ВАТ «Інгулецький ГЗК».

З метою пояснення вимогам міжнародного стандарту OHSAS 18001 і прискорення його впровадження в 2002 був прийнятий стандарт OHSAS 18002, згідно з яким можна оцінити і сертифікувати СУОП, що розроблена і функціонує на підприємстві.

Перед розробкою СУОП на підприємстві проводиться попередній огляд стану охорони праці. При цьому також з'ясовуються наступні аспекти:

- Виконання вимог законодавства, приписів, нормативних актів;
- Ідентифікація ризиків;
- Дослідження всіх діючих процедур, процесів і методів роботи з точки розу безпеки;
- Взяття до уваги результатів розслідувань всіх раніше скоєних нещасних випадків та аварійних ситуацій.

Таким чином, на підприємстві повинні бути документально оформленні процедури, що охоплюють такі елементи СУОП:

- Способи і методологія ідентифікації небезпек;
- Способи і методологія визначення ризиків з цих небезпек;
- Способи оцінки ризику, визначення рівня ризику по кожній небезпеці із зазначенням допустимості ризику;
- Визначення засобів контролю для моніторингу або зменшення неприпустимого ризику;
- Встановлення завдань і цілей охорони праці з метою зниження певних ризиків;
- Ідентифікація компетенції працівників з охорони праці;
- Наявність документів, пов'язаних з кожним з вищезазначених елементів.

В OHSAS 18002: 2000 наводяться також інші вказівки по впровадженню вимог OHSAS 18001: 1999 по кожному розділу і всіма елементами системи управління охороною праці

7.1.3 Розслідування та облік аварій. Розслідування інцидентів та невідповідностей.

На підприємстві відповідно до вимог законодавчих та інших нормативно-правових актів з питань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій та охорони праці мають бути розроблені і затверджені роботодавцем:

- план попередження надзвичайних ситуацій, у якому визначаються можливі аварії, інші надзвичайні ситуації техногенного та природного

характеру, прогнозуються наслідки, визначаються заходи, сили і засоби щодо їх ліквідації;

- план ліквідації аварій (надзвичайних ситуацій), в якому зазначаються всі можливі аварії, визначаються дії посадових осіб і працівників підприємства під час їх виникнення, обов'язки працівників професійних аварійно-рятувальних служб.

До аварій техногенного характеру належать аварії на транспорті, вибухи, пожежі, аварії з викидом сильнодіючих отруйних, радіоактивних, біологічно небезпечних та інших забруднюючих речовин, раптове руйнування обладнання, споруд тощо.

Аварії за наслідками поділяють на дві категорії:

I - аварії, внаслідок яких:

- загинуло 5 чи травмовано 10 і більше осіб;
- стався викид отруйних, радіоактивних, біологічно небезпечних та інших забруднюючих речовин за межі санітарно-захисної зони підприємства;
- збільшилася концентрація забруднюючих речовин у навколишньому природному середовищі більш як у 10 разів;
- зруйновано будівлі, споруди чи основні конструкції об'єкта, що створило загрозу для життя і здоров'я значної кількості працівників підприємства чи населення;

II - аварії, внаслідок яких:

- загинуло до 5 чи травмовано від 4 до 10 осіб;
- зруйновано будівлі, споруди чи основні конструкції об'єкта, що створило загрозу для життя і здоров'я працівникам цеху, ділянки з кількістю працівників 100 осіб і більше.

Випадки порушення технологічних процесів, роботи устаткування, тимчасової ділянки виробництва внаслідок спрацювання автоматичних захисних блокувань та інші локальні порушення у роботі цехів, ділянок тощо, які не належать до категорійних аварій, розслідуються відповідно до вимог законодавства. На рис. 7.1 наведена схема повідомлення про аварію.

Розслідування аварій із нещасними випадками проводиться відповідними комісіями, а без нещасних випадків - комісіями з розслідування, що утворюються:

- у разі аварій I категорії - наказом центрального органу виконавчої влади чи розпорядженням місцевої держадміністрації (наприклад області) за узгодженням із МИС і відповідними органами Державного нагляду за охороною праці;

- у разі аварій II категорії - наказом керівника органу, до сфери управління якого належить підприємство (наприклад міністерство), чи розпорядженням районної держадміністрації або виконавчого органу місцевого самоврядування (узгодження аналогічні).

Комісія з розслідування (голова комісії — представник органу, до сфери управління якого належить підприємство, місцевого органу виконавчої влади або представник органу Державного нагляду за охороною праці чи МИС) протягом десяти робочих днів встановлює характер аварії, з'ясовує обставини, встановлює факти порушення вимог законодавства та нормативних актів, встановлює винних, складає акт за формою Н-5, намічає заходи щодо ліквідації наслідків та запобігання подібним аваріям.

Матеріали розслідування аварії включають такі ж документи, що і при спеціальному розслідуванні нещасних випадків, а також доповідну записку про роботу аварійно-рятувальних формувань або підрозділів державної пожежної охорони, якщо вони залучалися до ліквідації аварії.

В акті спеціального розслідування нещасного випадку, який стався внаслідок аварії, зазначається її категорія та розмір заподіяної матеріальної шкоди. Роботодавець видає наказ, який затверджує заходи щодо запобігання подібним аваріям і притягає до відповідальності працівників за порушення законодавства про охорону праці.

Матеріали розслідування аварії надсилаються в прокуратуру та органам, представники яких брали участь у розслідуванні.

Перший примірник акта розслідування аварії, внаслідок якої не сталося нещасного випадку, зберігається на підприємстві до завершення термінів

здійснення заходів, визначених комісією з розслідування, але не менше двох років.

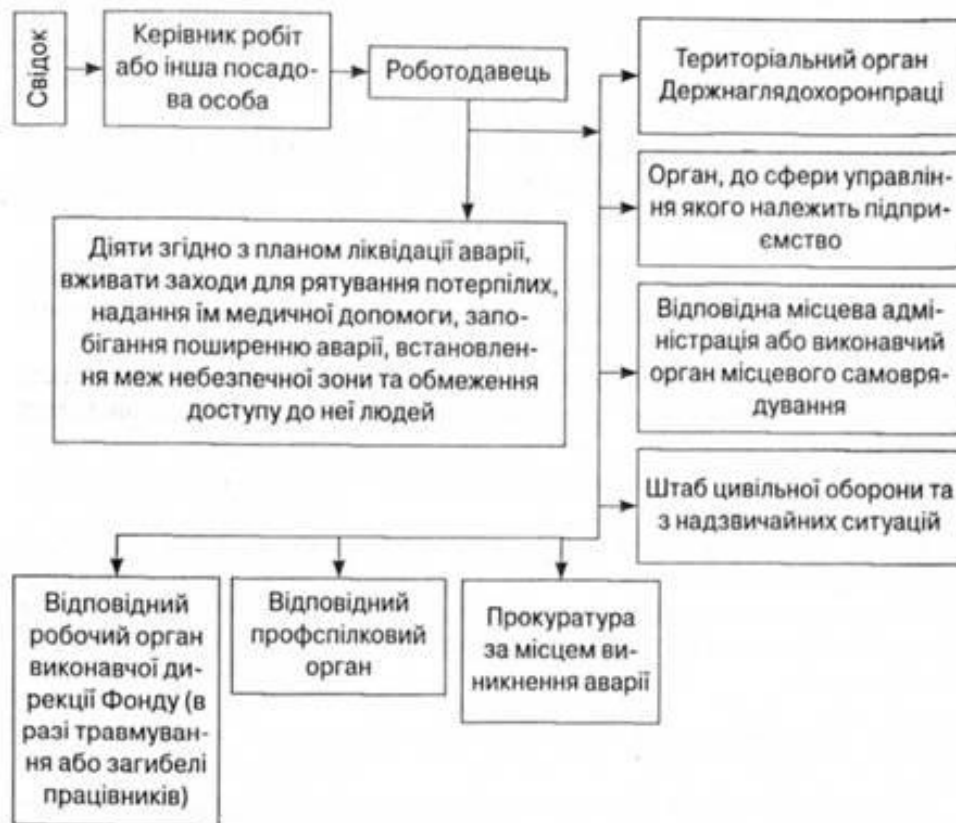


Рис.7.1 Схема повідомлення про аварію

Облік аварій I та II категорій ведуть підприємства і відповідні органи державного управління та нагляду за охороною праці.

Контроль і нагляд за своєчасним об'єктивним розслідуванням, документальним оформленням та обліком аварій, здійсненням заходів щодо усунення їх причин покладається на органи державного управління та нагляду за охороною праці.

Роботодавець і посадові особи, які проводили розслідування нещасних випадків, профзахворювань та аварій несуть відповідальність згідно із законодавством за своєчасне та об'єктивне їх розслідування та обґрунтованість ухвалених угод.

7.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

7.1.2 Законодавчі та нормативні акти з безпеки життєдіяльності в надзвичайних ситуаціях

Правове забезпечення безпеки життєдіяльності в Україні орієнтовано на державну політику щодо забезпечення життєдіяльності населення у техногеннобезпечному й екологічному чистому світі. Екологічно чистий світ можливий лише при відсутності загрози з боку природних об'єктів чи при умові недопущення виникнення джерел техногенної безпеки. Із зазначених позицій основне місце посідає законодавство у галузі регулювання відносин з охорони здоров'я людини та навколишнього середовища, безпеки в надзвичайних та повсякденних ситуаціях, тобто безпеки життєдіяльності. Ці відносини регулюються нормативними актами різної юридичної сили: конституцією, законами, урядовими підзаконними актами, галузевими інструкціями вимог і правил безпеки життєдіяльності та відповідними актами місцевих органів влади. Суспільство і держава відповідальні перед сучасним і майбутніми поколіннями за рівень здоров'я і збереження генофонду народу України, забезпечують пріоритетність охорони здоров'я в діяльності держави, поліпшення умов праці, навчання, побуту і відпочинку населення, розв'язання екологічних проблем, вдосконалення медичної допомоги і запровадження здорового способу життя.

Головним законодавчим актом України є Конституція, цілий ряд статей якої стосується питань безпеки життєдіяльності, зокрема:

Стаття 3: "Людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканність і безпека визнаються в Україні найвищою соціальною цінністю";

Стаття 16: "Забезпечення екологічної безпеки і підтримання екологічної рівноваги на території України, подолання наслідків Чорнобильської катастрофи - катастрофи планетарного масштабу, збереження генофонду Українського народу є обов'язком держави";

Стаття 27: "Кожна людина має невід'ємне право на життя... Обов'язок держави - захищати життя людини. Кожен має право захищати своє життя і здоров'я, життя і здоров'я інших людей від протиправних посягань";

Стаття 43: "Кожен має право на належні, безпечні і здорові умови праці, Використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах забороняється";

Стаття 46: "Громадяни мають право на соціальний захист... "

Стаття 49: "Кожен має право на охорону здоров'я, медичну допомогу та медичне страхування";

Стаття 50: "Кожен має право на безпечне для життя і здоров'я довкілля та на відшкодування завданої порушенням цього права шкоди.

Кожному гарантується право вільного доступу до інформації про стан довкілля, про якість харчових продуктів і предметів побуту, а також право на її поширення. Така інформація ніким не може бути засекречена";

Стаття 66: "Кожен зобов'язаний не заподіювати шкоду природі, культурній спадщині, відшкодувати завдані ним збитки";

Стаття 68: "Кожен зобов'язаний неухильно додержуватись Конституції України та законів України, не посягати на права і свободи, честь і гідність інших людей".

Конституційні права громадян з питань безпеки життєдіяльності конкретизуються у цілому ряді законодавчих і нормативних актів, які є підвалинами та базою побудови державної системи безпечної життєдіяльності населення України.

Основні положення Конституції розкриваються у законах, кодексах, указах, декретах та інших нормативних документах.

Законодавчі та нормативні акти з безпеки життєдіяльності

1. Закон України "Основи законодавства України "Про охорону здоров'я" від 19 листопада 1992 р. № 2801-ХІІ.

2. Про працю: Закон України. - К., 1994.

3. Закон України "Про охорону праці" від 14 жовтня 1992 р. № 2695-ХІІ.

4. Про освіту: Закон України. - К., 1992.

5. Про колективні договори і угоди: Закон України. - К., 1993.
6. Закон України "Про дорожній рух" від 30 червня 1993 р. № 3353-ХІІ.
7. Закон України "Про пожежну безпеку" № 3747-ХІІ від 17 грудня 1993р.
8. Закон України "Про цивільну оборону України" № 2974-ХІІ від 3 лютого 1993 р.
9. Закон України "Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку" від 8 лютого 1995 р. № 39/95-ВР.
10. Закон України "Про захист людини від впливу іонізуючих випромінювань" від 14 січня 1998 р. № 15/98-ВР.
11. Закон України "Про поводження з радіоактивними відходами" від 30 червня 1995 р. № 255/95-ВР.
12. Закон України "Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення" від 24 лютого 1994 р.
№ 4004-ХІІ.
13. Про адміністративні порушення: Закон України. - К., 1993.
14. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища" від 25 червня 1991 р. № 1264-ХІІ.
15. Закон України "Про охорону атмосферного повітря" від 16 жовтня 1992 р № 2707-ХІІ.
16. Закон України "Про екологічну експертизу" від 9 лютого 1995 р. № 45/95-ВР, прийнятий на розвиток базового Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища".
17. Закон України "Про пестициди і агрохімікатами" від 2 березня 1995 р. № 86/95-ВР.
18. Закон України "Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини" від 23 грудня 1997 р. № 771/97-ВР.
19. Закон України "Про відходи" від 5 березня 1998 р. № 187/98-ВР.
20. "Про загальнодержавну програму поводження з токсичними відходами" від 14 вересня 2000 р. № 1947-ІІІ;

21. "Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції" від 14 січня 2000 р. № 1393-ХІУ;

22. "Про захист населення від інфекційних хвороб" від 6 квітня 2000 р. № 1644-П.

23. Крім законів питання безпеки визначається в інших нормативних документах: нормах, стандартах, правилах, інструкціях, тощо

7.2.2 Надзвичайні екологічні ситуації та екологічний ризик

Особливу роль у житті людини відіграють надзвичайні ситуації, що виникають під час стихійних лих або техногенних катастроф. Разом із соціальними та економічними збитками надзвичайні ситуації завдають також екологічної шкоди, що відображається в руйнуванні й деградації природних систем, забрудненні повітря, водойм і ґрунтів. У результаті виникають надзвичайні екологічні ситуації. Надзвичайні екологічні ситуації — ті ситуації, що виникають унаслідок раптових природних лих або техногенних аварій і супроводжуються великими збитками. Характерними особливостями цих ситуацій є велика гострота прояву, значні відхилення показників навколишнього середовища від норми (перевищення граничнодопустимих концентрацій (ГДК) забруднювальних речовин у сотні, тисячі й навіть десятки тисяч разів); ураганні швидкості вітру; затоплення селітебних територій (населених пунктів); виникнення катастрофічних селєвих потоків та ін.

Звичайно, такі відхилення тривають недовго — години, дні, десятки днів, іноді більше. Потім ступінь гостроти екологічного стану зменшується, хоча може залишатися досить високим. Отже, поняття надзвичайна екологічна ситуація та катастрофічна екологічна ситуація розрізняються тим, що перша триває порівняно недовго, але настає раптово та характеризується виключно високими відхиленнями стану навколишнього середовища від норми, а друга — досить тривала (як правило, роки), але має меншу гостроту прояву.

Надзвичайна ситуація за певних обставин може перетворитися на катастрофічну. Наприклад, ситуація у Чорнобильській зоні. Протягом майже місяця радіаційна обстановка в Чорнобилі була надзвичайною. Після

спорудження саркофага викиди радіоактивних елементів різко зменшилися, але забруднення до того часу охопило великі території. Таке високе радіаційне забруднення продовжується вже понад два десятиріччя. За оцінкою спеціалістів, екологічна ситуація в Чорнобильській зоні є катастрофічною.

Таким чином, надзвичайні екологічні ситуації відображаються у порушенні нормального функціонування природних і природно-антропогенних систем, пов'язаних із раптовими природними або техногенними впливами (стихійні лиха, катастрофи, аварії), що супроводжуються соціальними, економічними та екологічними збитками і потребують для ліквідації особливих управлінських рішень. Збитки виявляються у загибелі та пораненні людей, погіршенні їх здоров'я, руйнуванні матеріальних об'єктів, структури природних і природно-антропогенних систем, втраті їх природно-ресурсного і екологічного потенціалу. Довготривала надзвичайна ситуація зумовлює формування зони екологічної катастрофи або екологічного лиха.

Надзвичайні екологічні ситуації виникають унаслідок дії трьох основних груп факторів:

- свідомого руйнування природного середовища, походження техніки, погіршення становища економічних об'єктів під час війн і диверсійних актів;
- руйнівних катастроф, які виникають у зв'язку з некомпетентними та помилковими технічними рішеннями (наприклад, Чорнобильська аварія);
- природних стихійних явищ. Той факт, що різко збільшилися їх частота та інтенсивність в останні десятиріччя, спеціалісти пов'язують з антропогенною стимуляцією, що спричинює посилення відхилень природних процесів від нормального рівня коливань.

Економічні збитки, завдані у зв'язку з несприятливими і небезпечними природними процесами та явищами, значно збільшилися. За деякими оцінками, вони зростають швидше, ніж показники світового валового продукту, тобто може бути досягнута межа просторового і технологічного розвитку виробництва за його здатністю компенсувати збитки, які збільшуються, від несприятливих і небезпечних явищ. Первинні процеси, що виникають у природному середовищі внаслідок цих факторів, посилюватимуться або

послаблюватимуться залежно від природної обстановки (стійкість ландшафтів, погодні умови, фаза коливань екосистеми тощо) і соціально-економічних умов (психологічна готовність і неготовність населення до ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, технічна оснащеність спеціальних служб, економічні можливості та ін.). Таким чином, надзвичайні екологічні ситуації в більшості випадків мають комплексну природу.

Заходи щодо запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям або подолання їх наслідків можна згрупувати у три класи:

- організаційні, серед яких розрізняють планувальні та оперативні;
- інженерно-технічні;
- технологічні.

Отже, заходи, спрямовані на запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям та подолання їх, можна поділити на два типи: заходи, спрямовані на зниження піддатливості об'єктів небезпечним впливам, і заходи, спрямовані на зниження чутливості об'єктів до небезпечних впливів. У першому випадку здійснюють заходи з метою зовнішнього захисту об'єктів, виключення тих чи інших територій з використання у виробничих цілях тощо. Зниження чутливості об'єктів до небезпечних впливів досягається, насамперед, за рахунок досконаліших технологій, шляхом регулювання технологічних режимів у зв'язку з природними циклами, створення системи дублювання об'єктів, інформаційних систем і систем швидкого реагування.

Основні функції щодо запобігання надзвичайним екологічним ситуаціям та подолання їх на державному рівні виконують міністерства з надзвичайних ситуацій.

Ризик — це об'єктивне поняття, він пов'язаний практично з будь-якою діяльністю людини. Уміння усвідомлювати ступінь ризику дає змогу людині оцінити власні можливості й вибрати напрями поведінки при цьому. Під сутністю терміна ризик розуміють імовірність, по-перше, будь-якої небезпечної події; по-друге, негативних наслідків від неї та обсягу очікуваних збитків. Одні ризики конкретні, інші — не мають такого визначення. Існують професійні

ризика (наприклад, небезпека професійних захворювань) і такі, яких зазнає все населення (екологічний, економічний, геологічний, політичний ризики).

Предметом нашого дослідження є екологічний ризик, чіткого визначення якого досі немає. М.Ф. Реймерс вважає, що це ймовірність наслідків будь-яких (специфічних або випадкових, поступових або катастрофічних) антропогенних змін природних об'єктів і факторів^{*22}. З екологічним ризиком пов'язані поняття екологічної безпеки і небезпеки. Ці альтернативні категорії стосуються населення як реципієнта дії навколишнього середовища за його відповідно несприятливого чи сприятливого статусу.

Екологічний ризик пов'язаний із такими групами факторів: 1) техногенними; 2) природними; 3) військовими; 4) соціально-економічними; 5) політичними; 6) тероризмом.

Техногенний екологічний ризик виникає у зв'язку з аваріями на ЛЕС, аваріями танкерів, на небезпечних хімічних виробництвах, під час руйнування гребель водосховищ тощо. Причинами аварій є інтенсивність технологічних процесів та зв'язків, висока концентрація виробництва, ресурсомісткість і багатовідходність технологій, погана оснащеність очисними й утилізаційними пристроями.

Природний екологічний ризик пов'язаний із ймовірністю вияву багатьох несприятливих природних явищ, таких як землетруси, вулканізм, селі, повені, цунамі та ін. Потрібно враховувати особливості геологічної будови (властивості гірських порід, наявність або відсутність розламів тощо), рельєфу (наприклад, посилення ризику забруднення в улоговинах), ландшафтів (ступінь їх стійкості до техногенних навантажень). Варто також зважати на сусідство цінних та унікальних природних об'єктів, територій особливого режиму охорони. Екологічний ризик збільшується за високої густоти населення, а також залежить від характеру сприйняття населенням подій, що відбуваються. Відомо, що катастрофічні наслідки аварій і стихійних природних явищ різко зростають у результаті психологічної неготовності населення до таких подій.

Особливу групу факторів виникнення екологічного ризику становлять воєнні дії, які зумовлюють різноманітні зміни навколишнього середовища та

безпосередньо впливають на людину й інші суб'єкти. Екологічний ризик пов'язаний також із соціально-економічними факторами. Йдеться про ймовірність виникнення несприятливих екологічних ситуацій у разі прийняття рішень про будівництво тих чи інших небезпечних об'єктів у зв'язку з соціальною й економічною потребами такого будівництва. До цієї категорії належить будівництво багатьох АЕС, створення небезпечних хімічних виробництв, транспортних систем. У деяких випадках аналогічні рішення пов'язані з політичними факторами.

Нині є та розробляється велика кількість науково обґрунтованих постанов, нормативів, правил, державних стандартів, за якими регламентується господарська діяльність, встановлюються граничнодопустимі концентрації шкідливих і токсичних компонентів у ґрунтах, підземних і поверхневих водах тощо. На основі цих документів та екологічного законодавства в Україні розроблено систему заходів на державному, відомчих та об'єктних рівнях, що регламентують ведення екологічно безпечної господарської діяльності, будівництво різних споруд, межі забруднення природного середовища в рамках не лише окремих локальних систем, а й великих регіонів, держави в цілому. Такі заходи можна об'єднати у три основні групи — соціально-організаційні, оцінювально-прогнозні та технічні. Усі види заходів взаємопов'язані і є основою для організації безпечної життєдіяльності. Якщо їх правильно дотримуватися, можна не тільки зберегти стан навколишнього середовища, а й поліпшити його, уникнути екологічно небезпечних явищ і катастроф, зумовлених антропогенно-техногенною діяльністю.

7.2.3 Засоби індивідуального захисту

Індивідуальний спосіб захисту передбачає застосування індивідуальних засобів захисту органів дихання, шкіри, а також медичних засобів захисту. Цей спосіб широко застосовують у мирний час в умовах радіоактивного забруднення, в зонах, заражених сильнодіючими ядучими речовинами, осередках біологічного зараження, районах стихійних лих. У режимі надзвичайної ситуації і надзвичайного стану всі заходи, які передбачається

застосовувати для захисту населення, включають застосування засобів індивідуального захисту.

Індивідуальні засоби захисту призначені для захисту людей від радіоактивних, отруйних і сильнодіючих ядучих речовин, а також бактеріальних засобів. За призначенням засоби індивідуального захисту поділяються на засоби захисту органів дихання і шкіри.

За принципом захисту вони бувають фільтруючі та ізолюючі.

Фільтрація полягає в тому, що повітря, яке проходить у засобах захисту органів дихання через фільтруючі елементи, шар активованого вугілля, звільняється від шкідливих домішок і надходить в організм людини чистим.

Індивідуальні засоби захисту ізолюючого типу за допомогою матеріалів, непроникних для зараженого повітря, повністю ізолюють організм людини від навколишнього повітря.

За способом виготовлення індивідуальні засоби захисту поділяються на виготовлені промисловістю і найпростіші, або підручні, які виготовлені з підручних матеріалів.

Засоби індивідуального захисту є табельні, забезпечення якими передбачається табелями (нормами) оснащення залежно від організаційної структури формувань цивільного захисту, і не табельні, як доповнення до табельних засобів або для зміни їх.

Для захисту органів дихання людей у системі цивільного захисту є протигази. Вони захищають органи дихання, обличчя й очі людини від радіоактивних речовин, небезпечних хімічних сполук і бактеріальних речовин, що знаходяться в повітрі.

Щоб індивідуальні засоби захисту органів дихання забезпечували надійний захист, вони мають відповідати таким вимогам: забезпечувати низьку опірність диханню для зменшення втоми; забезпечувати подачу чистого повітря без його забруднення через підсос; забезпечувати потік сухого повітря до окулярів щоб не запотівали; мати малий мертвий об'єм для запобігання вдихання вдруге повітря, що видихається; легко і швидко збиратись; не заважати працювати в місцях з обмеженим доступом повітря; бути легкими і

міцними; підтримувати задовільний рівень комфортності, щоб стимулювати використання, знижувати втому і сприяти зосередженню уваги того, хто ними користується; мати низький рівень шуму дихального клапана, щоб не відволікати користувача; мати переговорну мембрану, яка швидко може замінитись на радіопереговорний пристрій.

За принципом дії протигази поділяються на фільтруючі та ізолюючі.

Фільтруючі протигази є основними і найбільш поширеними для захисту органів дихання.

До комплекту протигаза ЦП-7В входить лицева частина МЦВ-В, аналогічна лицевій частині МЦП, але додатково під переговорним пристроєм є пристосування для прийому води — це гумова трубка з мундштуком і ніпелем, за допомогою спеціальної кришки можна приєднувати до фляги.

Фільтруючі протигази не захищають від окису вуглецю (чадного газу), тому для захисту від нього застосовують гоп-калітовий патрон, який приєднується до протигазової коробки.

Проведені в останні роки дослідження дали можливість розширити застосування цивільних протигазів для дорослих і дітей з метою захисту від СДЯР.

Від хлору і сірководню у концентрації 5 мг/л цивільні протигази захищають і без додаткових патронів протягом 40 хв, а дитячі — 80 хв.

Для захисту від парів і аерозолів таких СДЯР, як хлор, фосген, синильна кислота, хлорпікрин, етилмеркаптан можна застосувати цивільні протигази з часом захисної дії в 2,5—3 рази меншим, ніж вказано для промислових протигазів. Такі протигази комплектуються лицевими частинами від цивільних протигазів і протигазовими коробками, які спеціалізовані за призначенням. У протигазових коробках розміщені один або кілька поглиначів і аерозольний фільтр. Коробки різного призначення відрізняються кольором і літерними позначеннями (табл. 109).

Респіратори застосовують для захисту органів дихання від радіоактивних речовин, ґрунтового пилу, бактеріальних засобів та різних шкідливих аерозолів.

Такі респіратори, як Р-2, ШБ-1, "Пелюстка", широко застосовували після Чорнобильської аварії. Добре себе зарекомендували:

— пилозахисні: "Кама", "Пульс-К", "Пульс-М", Ф-62Ш, "Росток-2", "Росток-3", У-2к, Р-2, Р-2д (для дітей), Ф-62П, "Айстра-2", "Айстра-9";

— протиаерозольні: РРР1, РТР2, гТІБ, БТ25;

— газопилозахисні: РУ-60М, РПГ-67, "Тополь" (марки А, В, КД) та ін. Респіратор промисловий У-2К ідентичний респіратору Р-2, прийнятому на оснащення формувань цивільного захисту.

Протигазові й газопилозахисні респіратори надійно захищають органи дихання, якщо вони правильно підібрані та зручно надіті.

Найпростіші засоби захисту органів дихання — протипилова тканинна маска (ІГГМ-1) і ватно-марлеві пов'язки (ВМП) можуть захищати органи дихання від радіоактивних речовин і бактеріальних засобів. Кожна людина може їх виготовити.

Засоби захисту шкіри за призначенням поділяються на спеціальні (табельні) і підручні. Спеціальні засоби є ізолюючими і фільтруючими.

Ізолюючі засоби захисту шкіри виготовляють із прогумованої тканини і застосовують при тривалому перебуванні людей на зараженій або забрудненій місцевості, для захисту від радіоактивних речовин, опромінення альфа-променями, отруйних і сильнодіючих ядучих речовин та бактеріальних засобів. Вони призначені тільки для формувань цивільного захисту.

До ізолюючих засобів шкіри належать: легкий захисний костюм Л-1, захисний комбінезон і загальновійськовий захисний комплект.

Фільтруючі засоби захисту шкіри — комплект захисного фільтруючого одягу ЗФО, який захищає шкіру людини від отруйних і сильнодіючих ядучих речовин, що перебувають у пароподібному стані, а також від радіоактивних речовин і бактеріальних засобів у вигляді аерозолів.

Для тимчасового захисту шкіри від радіоактивного пилу, хімічно небезпечних речовин і бактеріальних засобів, якщо немає табельних ЗІЗ, можна використовувати, особливо населенню, звичайний одяг і взуття. Плащі, накидки, куртки, пальта з прогумованої тканини, шкіри, із хлорвінілу,

поліетилену або цупкої вовняної тканини, гумове і шкіряне взуття, рукавиці служать захисним засобом протягом 5—10 хв; а вологий одяг протягом 40—50 хв. Цього часу достатньо, щоб вийти із зараженої території.

З метою посилення захисних властивостей звичайного одягу проти небезпечних хімічних речовин можна просочити його миючими засобами ОП-7, ОП-10 або мильно-мастильною емульсією.

Медичні засоби захисту призначені для профілактики і надання допомоги, запобігання ураженню або значного зниження його ступеня, підвищення стійкості організму до уражаючого впливу радіоактивних, отруйних речовин, СДЯР і бактеріальних засобів.

До медичних засобів захисту належать радіозахисні препарати, засоби захисту від впливу отруйних речовин (антидоти), протибактеріальні засоби — сульфаніламід, антибіотики, вакцини, сироватки та ін.

Для надання першої медичної допомоги існують санітарні сумки і медичні аптечки санітарного поста, індивідуальні перев'язочні пакети та індивідуальні протихімічні пакети.

Індивідуальним медичним засобом є й індивідуальний перев'язочний пакет.

Організація забезпечення населення індивідуальними засобами захисту є важливим завданням органів цивільного захисту. Безпосередньо відповідають за це керівники об'єктів і населених пунктів. Облік наявних індивідуальних засобів ведуть органи управління цивільного захисту.

Заявки на необхідну кількість табельних 313 об'єкт подає до відділу з питань НС та цивільного захисту населення району. Розподіл 313 централізований за підлеглистю зверху вниз за номенклатурою, з відповідною оплатою вартості виділених засобів. Порядок забезпечення 313 визначає відділ ЦО району й об'єкта.

Індивідуальними засобами захисту органів дихання і шкіри промислового виготовлення в першу чергу забезпечується особовий склад формувань згідно з табелем (нормативом) оснащення. На об'єктах після оснащення формувань необхідно забезпечити працюючих зміни на особливо важливих ділянках

роботи. Решту населення забезпечують 313 за можливості їх придбання. Значно більшими є можливості забезпечити населення респіраторами.

Незалежно від забезпеченості протигазами і респіраторами все населення, у тому числі й особовий склад формувань, повинне знати, як самостійно завчасно виготовити тканеві маски і ватно-марлеві пов'язки, а також як пристосувати одяг для захисту в разі потреби.

Засоби захисту мають бути розкладені за призначенням: для особового складу формувань, робітників виробництва, населення тощо.

РОЗДІЛ 8

ЕКОЛОГІЯ

8.1 Актуальність охорони навколишнього середовища

Ріст масштабів господарської діяльності людини, бурхливий розвиток науково-технічної революції підсилили негативний вплив на природу, привели до порушення екологічної рівноваги на планеті. В останні десятиріччя порушення природної рівноваги в навколишньому середовищі набуло особливо драматичного характеру. Така ситуація зумовлена багатьма чинниками. Безгосподарне використання природних ресурсів та засмічення навколишнього середовища призвели до так званого парникового ефекту, який, у свою чергу сприяє потеплінню клімату Землі. Поява та ріст дір в озоновому шарі Землі позбавляють людину життєво необхідного для неї захисту від радіоактивного ультрафіолетового випромінювання (що викликає між іншим і захворювання на рак). Погіршення якості повітря, забруднення земної атмосфери – все це одразу ж напругу (астма, алергія) або з часом (рак, спадкоємні хвороби) впливає на здоров'я людини. Ріст населення спричинив зміну системи життєзабезпечення: зросла потреба в продуктах харчування, воді, чистому повітрі, енергоносіях, в транспортних засобах, тощо. А використання в будівництві в останні десятиріччя великої кількості штучних будівельних і оздоблювальних матеріалів, призвело до різкого погіршення стану здоров'я людей, що викликано великим відсотком шкідливих речовин в цих матеріалах.

Екологічний стан в Україні на сьогодні незадовільний. Це стосується не тільки емісій, які поступово знищують озоновий шар і спричиняють тепличний ефект, і не тільки забруднення повітря чадним газом.

В 1997 р. в Кіото представники 141 держави прийшли до спільної думки що до викидів в атмосферу, які спричиняють загальне потепління. Вони зобов'язали 39 основних промислових держав скоротити викиди вуглекислого та інших 5-ти газів на 5,2% відносно до рівня 1990р. А держави з перехідною

економікою мають скоротити викиди хоча б до рівня 1990 р. кіотський протокол став міжнародним законом.

8.2 Основні джерела забруднення довкілля, що виникають у результаті виготовлення TDM-систем

В процесі виробництва апаратури використовується цілий комплекс технологічних прийомів, пов'язаних з переробкою різних по своїй фізичній природі вихідних матеріалів, подальшою обробкою і збіркою деталей для здобуття функціонально завершеного виробу.

Розглянемо основні речовини, що діють негативно на навколишнє середовище:

а) Оксид вуглецю. Виникає при неповному згоранні вуглецевих речовин. У повітря він потрапляє в результаті спалювання твердих відходів, з вихлопними газами;

б) Сірчистий ангідрид. Виділяється в процесі згорання, переробки сірчистих руд;

в) Сірчаний ангідрид. Утворюється при окисленні сірчистого ангідриду. Кінцевим продуктом реакції є аерозоль або розчин сірчаної кислоти в дощовій воді, який підкисляє ґрунт, загострює захворювання дихальних шляхів людини;

д) Оксиди азоту. Основними джерелом викиду є роботи пов'язані із травленням друкованих плат;

е) З'єднання фтору. Джерелом забруднення є виробництво деталей із алюмінію.

Підприємство, на якому передбачається виготовлення дозиметра, також віднесене до забруднювачів атмосфери, найчастіше виступає також і в ролі основних забруднювачів поверхневих вод і ґрунтів. Всяке водоймище або водне джерело пов'язане із його оточуючим зовнішнім середовищем. На нього здійснюють вплив шкідливі умови виробництва даного пристрою. Забруднення, що поступають у водне середовище, класифікують по різному, залежно від підходів, критеріїв і завдань. Так, у даному випадку виділяють хімічне, фізичне

і теплове забруднення. До забруднення хімічними речовинами відносять зміну природних хімічних властивостей води за рахунок збільшення вмісту в ній шкідливих домішок як неорганічної (мінеральні солі, кислоти, луги, глинисті частинки), так і органічної природи (органічні залишки, пестициди). Основними неорганічними (мінеральними) забруднювачами прісної води є різноманітні хімічні сполуки, що виникають внаслідок виготовлення окремих деталей пристрою. Це з'єднання свинцю, кадмію, хрому, міді.

В процесі збирання дозиметра в електроніці для покриття друкованої плати і покриття компонентів, у вигляді сплаву припою, використовується свинець. Свинець дуже фітотоксичний. Іони свинцю швидко втрачають рухливість. Вони міцніші, ніж інші катіони, тому стримуються гумусом ґрунту. Дуже високі концентрації свинцю в ґрунтах пригнічують зростання рослин і викликають хворобу, при якій порушується утворення хлорофілу в листі і знижується активність фотосинтезу, — хлороз. Основна частина свинцю затримується в корінні рослин.

На багатьох складальних операціях широко використовується пайка, складова більше 25% загальної трудоемності складальних операцій. У паяльному димі містяться небезпечні частки і гази: пари каніфолі (абіетинова кислота), формальдегід, ізоціанати (метилдісоціанат і ін.). Вдихання паяльного диму викликає запаморочення і головний біль, роздратування слизистої оболонки очей і носової порожнини, підвищену чутливість до хімікатів, хронічний бронхіт і одне з важких захворювань в цьому ряду — професійну астму.

8.3 Заходи щодо зменшення забруднення довкілля

Розглянемо методи очистки стічних вод на підприємстві, при виробництві кардіодіагностичних систем. Очищення стічних вод від твердих частинок залежно від їх властивостей, концентрації та фракційного складу на даному підприємстві здійснюється методами проціджування, відстоювання, відділення в полі дії відцентрових сил і фільтруванням.

Проціджування - первинна стадія очищення стічних вод - призначено для виділення із стічних вод крупних нерозчинних домішок розміром до 25мм, а також дрібніших волокнистих забруднень, які в процесі подальшої обробки стоків перешкоджають нормальній роботі очисного устаткування. Проціджування стічних вод здійснюється пропусканням води через ґрати і волокно уловлювачі.

Етапи очищення води:

1) Ґрати, виготовлені з металевих стержнів із зазором між ними 5 - 25мм, встановлюються під кутом 60-70° до горизонту. Розміри поперечного перетину ґрат вибирають з умови мінімальних втрат тиску потоку на ґратах. Швидкість стічної води в зазорі між стрижнями не повинна перевищувати значень 0,8 - 1,0м/с при максимальній витраті стічних вод.

При експлуатації ґрати повинні безперервно очищатися, що здійснюється, як правило, механічно, і лише при затриманні домішок менше 0,0042 м³/Год., допускається ручне очищення. Механічне очищення ґрат від затримуваних домішок здійснюється за допомогою вертикальних або поворотних грабель. Залежно від складу домішок, знятих з ґрат, їх подрібнюють на спеціальних дробарках та скидають в потік стічних вод за ґратами або направляють на переробку. Ця процедура погіршує якість повітряного середовища в приміщеннях очисних станцій. Для усунення цих недоліків застосовують ґрати-дробарки, що подрібнюють затримані домішки, не витягуючи їх з води. Середній розмір подрібнених ними домішок не перевищує 5мм.

2) При виготовленні складових частин корпусу приладу в повітрі накопичується значна кількість промислового пилу. До сухих пиловловлювачів відносяться всі апарати, в яких відділення часток домішок від повітряного потоку відбувається механічним шляхом за рахунок сил гравітації, інерції. Конструктивно сухі пиловловлювачі розділяють на циклони, ротаційні, вихрові, радіальні, жалюзійні пиловловлювачі та інші.

Для зменшення забруднення атмосфери в даному випадку використовується сухий пиловловлювач – циклон (рис. 8.1). Газовий потік вводиться в циклон через патрубков 2 по дотичній до внутрішньої поверхні

корпусу 1 і здійснює обертово-поступальний рух уздовж корпусу до бункера 4. Під дією відцентрової сили частки пилю утворюють на стінці циклону пиловий шар, який разом з частиною газу потрапляє в бункер. Відділення часток пилю від газу, що попав в бункер, відбувається за рахунок повороту газового потоку в бункері на 180° . Звільнившись від пилю, газовий потік утворює вихор і виходить з бункера, даючи початок вихору газу, що покидає циклон через вихідну трубу 3.

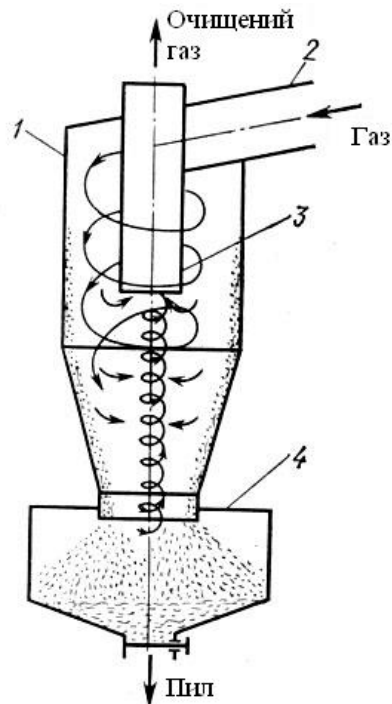


Рисунок 8.1 – Установка типу «Циклон»

Для нормальної роботи циклону необхідна герметичність бункера. Якщо бункер негерметичний, то за рахунок підсосу зовнішнього повітря відбувається винесення пилю з потоком через вихідну трубу.

При проведенні виробничих процесів монтажу і складання приладу необхідно використовувати технологічні методи і засоби, які створюють мінімальний вплив на навколишнє середовище.

Процес проціджування води використовується для виділення із стічних вод крупних нерозчинних домішок розміром до 25мм, а також дрібніших волокнистих забруднень, які в процесі подальшої обробки стоків перешкод-

жають нормальній роботі очисного устаткування. Проціджування стічних вод здійснюється пропусканням їх через решітки і волокновловлювачі.

Решітки виготовляються з металевих стрижнів із зазором між ними, рівним 5 - 25мм, і встановлюються в колекторах стічних вод вертикально або під кутом 60 - 70° до горизонту. Розміри поперечного перетину решіток вибирають з умови мінімальних втрат тиску потоку на решітках. Швидкість стічної води в зазорі між стрижнями решіток не повинна перевищувати значень 0,8 - 1,0м/с при максимальній витраті стічних вод. При експлуатації грати повинні безперервно очищатися. Очищення решіток здійснюється, як правило, механічним дорогою, і лише при кількостях затримуваних домішок менше 0,0042м³/год допускається використовувати решітки з ручним очищенням.

З метою боротьби із шумом використовується ряд заходів:

1) застосовують малошумне обладнання, замінюють металеві частини на пластмасу, встановлюють глушники і т. д;

2) встановлюють обладнання на демпфіруючих прокладках;

3) розміщують джерел шуму в приміщеннях і т. д. зі звукоізоляцією або звукопоглинанням;

4) встановлюють “антизвук”, тобто джерела, рівного за величиною і протилежного за фазою звуку – архітектурно-планувальні методи (розміщення будівель, обладнання, захисні зелені смуги, екрани і т. д.);

5) звукоізолюючі кабінки, акустичні екрани місць роботи;

6) оснащують шумні машин і технологій засобами дистанційного телеавтоматичного управління

Методи боротьби з вібрацією зводяться в основному до демпферування установок, машин, механізмів, використання різноманітного роду амортизаторів та вібропоглиначів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

За результатами виконання дипломної роботи магістра можна зробити наступні висновки:

Проаналізовано процес обміну даними. При цьому сам процес обміну даними може бути симплексним, напівдуплексним та дуплексним. Встановлено, що оптимальним для забезпечення високих швидкостей обміну даними є застосування дуплексних систем організації приймачів та передавачів. Однак, з точки зору спрощення структури фізичних каналів обміну даними оптимальним є варіант напівдуплексного режиму. При цьому можливим є використання як середовища обміну даними вже існуючих кабельних мереж, наприклад силових мереж електропостачання.

Однак можливості таких кабелів використовуються неповністю, оскільки з усієї широкої смуги частот, яка може бути використана для обміну даними, використовується лише смуга в околі 50 Гц для передачі електроенергії мережевої частоти. В цих випадках простіше пристосувати існуючу мережу до задачі обміну даними, ніж прокласти спеціальні мережі, зокрема для мережі Internet, окремих модулів чи вузлів охоронної системи (відеонагляд, давачі руху, диму, горіння, температури, вологості тощо).

Проведено аналіз можливостей технології обміну даними по електромережі, практичний аналіз такої технології та розглянуто технічні вимоги до побудови такої мережі, зокрема актуальність задачі вибору смуги частот, особливості процесу зникання сигналу в мережі та рівні випромінюваних при цьому електромагнітних завад. Важливим також є унеможливлення впливу передачі даних на роботу інших пристроїв.

Проаналізовано способи організації передачі даних по електромережам та розглянуто основні методи модуляції сигналу-повідомлення та його кодування. Проаналізовано широкосмугові методи кодування з частотним мультиплексуванням, зокрема ультимплексування з поділом за ортогональними

частотами, та метод часового ущільнення. Другий метод є більш простим та перспективним.

Проведено аналіз схемо-технічних рішень побудови пристроїв прийому/передачі даних по лініям електроживлення та обладнання, що використовується при цьому. Розглянуто спосіб реалізації передачі 8 сигналів по одній лінії, в якості якої може бути використана електромережа. Використано метод мультиплексування з ущільненням по часу. Як мультиплексор та демультиплексор використано спеціалізовані мікросхеми ADG408BR. Розроблено схему електричну принципову власне пристрою прийому/передачі даних по електромережі та окремо систему кодування, передачі по одній лінії зв'язку, прийому та декодування 8 аналогових сигналів. Проведено моделювання самої схеми та вихідних і проміжних сигналів в середовищі Multisim.

Бібліографія

1. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Связь по ЛЭП](https://ru.wikipedia.org/wiki/Связь_по_ЛЭП);
2. PLC-уже не экзотика / А.Ф.Савин // Вестник связи. – 2004. – №9. – С. 14-16;
3. Добрин П.С. Технологические предпосылки внедрения PLC решений / П.С. Добрин, В.И. Демчишин // Электронное научное специализированное издание – журнал – “Вестник связи”, 2006. – № 7;
4. Информация предоставлена компанией Antares Group Ltd / www.asiastroy.kz/antares;
5. Охрименко В. PLC-технологии. Часть 1//Электронное научное специализированное издание – журнал – “Электронные компоненты”, 2009 г. – №10;
6. <https://www.homeplug.org>;
7. Охрименко В. PLC-технологии. Часть 2//Электронное научное специализированное издание – журнал – “Электронные компоненты”, 2010 г. – №4;
8. Мост в Интернет по линиям электропередачи / Л. М. Невдяев // ИнформКурьерСвязь. - 2003. - № 8. - С. 25-28;
9. Коноплянский Д.К. PLC - передача данных по электрическим сетям. Последняя миля, 2006 г., № 5, С.5-7;
10. Даффи Д. VPL набирает силу. Сети, 2005 г., № 14, С. 24;
11. Морриси Питер. Реализация технологии VPL / Питер Морриси // Сети и системы связи. – 2007. – № 11;
12. Отчет «Технология PLC и ее перспективы на российском рынке широкополосного абонентского доступа», компания «Современные телекоммуникации»;
13. Электромонтажные работы. В 11 кн. Кн. 8. Ч. 1. Воздушные линии электропередачи: Учеб. пособие для ПТУ / Магидин Ф. А.; Под ред. А. Н. Трифонова. — М.: Высшая школа, 1991. — 208 с ISBN 5-06-001074-0;

14. «Программируемые контроллеры PLC-5 ControlNet» - Allen-Bradley G. Goldberg. “EMC PROBLEMS OF POWER LINE COMMUNICATION (PLC) SYSTEMS”. 2001;

15. G.F. Bartak. “POWERLINE COMMUNICATION SYSTEMS. NORMATIVE AND REGULATORY ASPECTS FOR THEIR APPLICATION”. 2001;

16. Леонид Бараш. «Быстрый эфир стандарта IEEE 802.11a» (Компьютерное Обозрение #44, 14 - 20 ноября 2001);

17. [http://www.hostinfo.ru.](http://www.hostinfo.ru;);

18. Информация с сайта proua.com; «Анализ решений по использованию перспективных технологий передачи данных по электрическим сетям для организации «последней мили» на базе инфраструктуры энергетических объектов АО Энерго». М. 2001;

19. <http://www.dchizhikov.boom.ru/works/PlanPLC.htm> (Интернет через розетку - анализ товарного предложения на рынке PLC-модемов);

20. <http://www.mrcb.ru/kpk.html?25614>;

21. http://network.xsp.ru/5_5.php;

22. <http://ru.wikipedia.org> – электронная энциклопедия;

23. <http://www.datatelecom.ru/technology/plc.html>;

24. <http://www.tellink.ru>;

25. <https://www.corinex.com>;

26. <http://www.bosfa.energoportal.ru/srubric16008-1.htm>;

27. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Мультиплексирование>;

28. Мультиплексирование и демультиплексирование / 29. <http://paveldev.blogspot.com/2010/06/multiplexing-i-demultiplexing.html>;

30. <http://www.digikey.com/product-detail/en/ADG408BR-REEL/ADG408BR-REELCT-ND/4907758v>.

ДОДАТКИ

Матеріали IV Всеукраїнської науково-методичної конференції ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ РАДІОТЕХНІКИ, ПРИЛАДОВУДУВАННЯ І КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ 2019

Секція: СУПУТНИКОВІ ТА НАЗЕМНІ СИСТЕМИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
Керівник: доц. Василь Дуневь

УДК 004.71

Ірина Дедів, к.т.н. Т.Качор

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОБГРУНТУВАННЯ СТРУКТУРОВАНОЇ КАБЕЛЬНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ

У даній роботі розглянуто принципи проектування структурованої кабельної системи, її відмінність від звичайної системи, а також основні переваги.

Ключові слова: телекомунікаційна мережа, кабельна система, структурована кабельна система, магістраль, кручена пара.

Iryna Dediv, T. Kachor

THE REASONING OF ACCURACY OF STRUCTURED CABLE SYSTEM FOR THE DESIGN OF TELECOMMUNICATION NETWORKS

In this paper, the principles of designing a structured cabling system, its distinction from the ordinary system, as well as the main advantages.

Keywords: telecommunication network, cable system, structured cable system, trunk, twisted pair.

На сучасному етапі розвитку суспільства практично неможливо уявити діяльність підприємства без використання інформаційних технологій. Підприємства активно використовують інформаційні технології для автоматизації своєї роботи, очевидно, що для вирішення цих завдань необхідна високонадійна інформаційна мережа. Основу будь-якої інформаційної мережі становить середовище передавання тому, у більшості випадків не стабільна робота або аварійні ситуації виникають через проблеми у середовищі передавання – кабельній системі. Сьогодні сучасна кабельна система розглядається як невід'ємний атрибут будинку, який повинен експлуатуватися протягом десятих років. При цьому кабельна система повинна забезпечувати роботу будь-яких типів телекомунікаційних й інформаційних мереж, через це існує концепція структурованої кабельної системи – СКС. Інсталяція (монтаж) кабельної системи в будинку можлива у тому випадку, коли будинок для цього пристосований – тобто має відповідним чином підготовлені кабельні канали для прокладання кабельних трас, виділені місця для організації технічних приміщень тощо. Найбільш оптимальним способом створення кабельної системи будинку є закладання її елементів на етапі проектування одночасно з водопроводом і каналізацією, опаленням і вентиляцією, електропостачанням. Ці три системи є капітальними системами будинку й служать протягом усього терміну експлуатації будинку. Телекомунікаційна кабельна система, якщо вона спроектована й інстальована відповідним чином, теж може використовуватися протягом 15–20 років і, таким чином, також є капітальною системою. Сьогодні кабельна система частіше монтується в уже існуючому будинку, який для цього не пристосований. У цьому випадку необхідно здійснити підготовку будинку до монтажу системи, а потім провести інсталяцію самої системи. У сучасному будинку присутні різноманітні інженерні системи – телебачення (эфірне та кабельне), локальні мережі та телефонія, системи охоронної та пожежної сигналізації, різні системи автоматизації та інші системи. Це приводить до того, що будинок стає складним технічним об'єктом (такі будинки називають «інтелектуальними» (smart