

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В. ДАЛЯ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

До захисту допускається
Завідувач кафедри
_____ Скарга-Бандурова І.С.
« ____ » _____ 2017 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ БАКАЛАВРА

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

НА ТЕМУ:

**«Комунікаційна підсистема контролю та діагностики на базі
уніфікованого комплексу технічних засобів»**

Освітньо-кваліфікаційний рівень “бакалавр”
Напрямок підготовки 6.050102 – “Комп’ютерна інженерія”

Керівник проекту:

(підпис)

Кардашук В. С.

(ініціали, прізвище)

Консультант з охорони праці:

(підпис)

Критська Я. О.

(ініціали, прізвище)

Студент:

(підпис)

Демченко Я. О.

(ініціали, прізвище)

Група:

КІ-13 з

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет інформаційних технологій та електроніки
Кафедра комп'ютерної інженерії
Напрямок підготовки 6.050102 «Комп'ютерна інженерія»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КІ
_____ І.С. Скарга-Бандурова
“ ____ ” _____ 2017 р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Демченко Яні Олександрівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи): «Комунікаційна підсистема контролю та діагностики на базі уніфікованого комплексу технічних засобів»

затверджена наказом по інституту від «15 » травня 2017 р. № 125/48

2. Термін подання студентом закінченого проекту (роботи): 15.06.2017 р.

3. Початкові дані до проекту (роботи): матеріали переддипломної практики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці):
Розробити комунікаційну підсистему контролю та діагностики на базі уніфікованого комплексу технічних засобів (УКТЗ) для застосування в системі безпеки та нормальної експлуатації енергоблоків ядерних реакторів типу ВВЕР-1000.

Основна частина повинна містити постановку задачі, короткі теоретичні відомості, опис елементної бази підсистеми, розробку програмного забезпечення, алгоритми роботи, додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точною вказівкою обов'язкових креслень): немає

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	Критська Я. О., асистент кафедри комп'ютерної інженерії		

7. Дата видачі завдання 15.05.2017 р.

Керівник

_____ (підпис)

Завдання прийняв до виконання

_____ (підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Отримання завдання, збір матеріалів	15.05.17 – 15.05.17	
2.	Огляд літератури й обґрунтування необхідності розроблення	16.05.17 – 21.05.17	
3.	Розроблення технічного завдання	26.05.17 – 28.05.17	
4.	Визначення конфігурації апаратних та програмних засобів	21.05.17 – 22.05.17	
5.	Розроблення функціональної схеми	22.05.17 – 23.05.17	
6.	Розроблення програмної частини	23.05.17 – 12.06.17	
7.	Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	12.06.17 – 13.06.17	
8.	Оформлення пояснювальної записки	14.06.17 – 15.06.17	

Студент

_____ (підпис)

Демченко Я. О.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник

_____ (підпис)

Кардашук В. С.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту: 66 стор., 15 рис., 6 табл., 5 додатків, 23 посилання.

Мета роботи – розроблення комунікаційної підсистеми контролю та діагностики на базі уніфікованого комплексу технічних засобів.

В дипломному проекті розроблена комунікаційна підсистема контролю та діагностики на базі уніфікованого комплексу технічних засобів (УКТЗ) для застосування в системі безпеки та нормальної експлуатації енергоблоків ядерних реакторів типу ВВЕР-1000.

З метою розроблення проведений аналіз інформаційних потоків в комунікаційній системі контролю та діагностики, розроблена структурна схема підсистеми та визначені апаратні модулі, місця їх розташування, програмні засоби реалізації проекту.

Визначені апаратні засоби функціонування програмно-логічного контролера на нижньому рівні підсистеми контролю та діагностики.

Для забезпечення отримання інформації оператором засобами візуалізації та її архівування визначенні апаратні засоби передачі інформації від аналогових та дискретних каналів комунікаційної підсистеми контролю та діагностики на верхній рівень УКТЗ.

З метою перевірки функціонування підсистеми контролю та діагностики комунікаційної системи проведено розроблення алгоритму та програмного забезпечення оброблення отриманих значень від дискретних і аналогових каналів з об'єкту контролю, та збору статистики. Засобами програмного забезпечення проведено експериментальне моделювання для визначення мінімальних параметрів комунікаційної підсистеми в режимі максимального навантаження.

Розроблені заходи щодо охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях

Ключові слова: *Комунікаційна підсистема, технічні засоби, програмно-логічний контролер, алгоритм, програмне забезпечення.*

Умови одержання роботи:

93406. м. Северодонецьк, пр-кт Центральний, 59а, СНУ ім. В. Даля

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І
ТЕРМІНІВ**

УКТЗ	–	уніфікований комплекс технічних засобів
АЕС	–	атомна електростанція
ПТК	–	програмно-технічний комплекс
ЛМВР	–	локальна мережа верхнього рівня
ЛМНР	–	локальна мережа нижнього рівня
ПЛК	–	програмно-логічний контролер
КП	–	Комунікаційна підсистема
СК	–	станція концентраторна (концентратор)
СМО	–	система масового обслуговування

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ РОЗРОБЛЕННЯ	8
1.1 Загальні відомості та призначення системи контролю і діагностики	8
1.2 Організаційна структура СКІД	10
1.3 Функції ПЛК	14
1.4 Функції координаційного рівня	14
1.5 Функції концентратора	15
1.6. Постановка задачі розроблення	16
1.7 Висновки до 1 розділу	17
2 РОЗРОБЛЕННЯ КОМУНІКАЦІЙНОЇ ПІДСИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТИКИ НА БАЗІ УНІФІКОВАНОГО КОМПЛЕКСУ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ	18
2.1 Вибір та обґрунтування мережевих засобів для комунікаційної підсистеми	18
2.2 Вибір організаційної структури комунікаційної підсистеми СКІД	19
2.3 Вибір протоколу передачі інформації на нижньому рівні	22
2.4 Організація комунікаційної підсистеми СКІД на нижньому рівні	22
2.5 Розроблення комунікаційного концентратора	23
2.6 Функціонування СКІД	26
2.7 Висновки до розділу 2	27
3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	28
3.1 Побудова імітаційної моделі	28
3.2 Вибір засобів моделювання	31
3.3 Розроблення програмного забезпечення для моделювання комунікаційної системи	32
3.4 Опис функціональних можливостей програми	34
3.5 Розроблення алгоритмів програми	36
3.6 Висновки до розділу 3	40
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	41
4.1 Загальні питання з охорони праці	41
4.2 Правові та організаційні основи охорони праці	41
4.3 Організаційно-технічні заходи з безпеки праці	42

4.4 Аналіз стану умов праці та вимоги до приміщення	42
4.5 Вимоги до організації робочого місця	43
4.6 Навантаження та напруженість процесу праці	45
4.7 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при роботі на персональному комп'ютері	45
4.8 Пожежна безпека	46
4.9 Електробезпека	48
4.10 Мікроклімат	49
4.11 Освітлення робочого місця	49
4.12 Шум, вібрація та електромагнітне випромінювання	52
4.13 Розрахунок захисного заземлення	53
Висновки до розділу 3	56
ВИСНОВКИ	57
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	58
ДОДАТОК А – Схема алгоритму функції ONSTART()	60
ДОДАТОК Б – Схема алгоритму функції ThreadFunk	61
ДОДАТОК В – Схема алгоритму функції BeginObslujArcnet	62
ДОДАТОК Д – Файл MyThread5.cpp	63
ДОДАТОК Е – Файл CStatistika.cpp	66

ВСТУП

Для виконання функцій обміну даними в автоматизованій системі управління технологічними процесами (АСУ ТП) повинна бути присутня комунікаційна підсистема передачі даних (КП СПД). До складу КП як правило, входять локальні мережі в промисловому виконанні.

Комунікаційна мережа – система фізичних каналів зв'язку і комутаційного устаткування, що реалізує протокол передачі даних на нижньому рівні. Для реалізації передачі інформації в таких мережах застосовуються дротові, бездротові та волоконно-оптичні канали зв'язку. За типом передачі сигналу виділяють цифрові і аналогові мережі. Призначенням комунікаційних мереж є передача даних з мінімальною кількістю помилок.

На основі комунікаційної мережі може будуватися інформаційна мережа, наприклад на основі мереж Ethernet, як правило, будуються мережі, що працюють по протоколу TCP/IP, які в свою чергу утворюють глобальну мережу Інтернет. Прикладами комунікаційних мереж є:

- комп'ютерні мережі;
- телефонні мережі та ін.

Метою дипломного проекту є розроблення КП системи контролю і діагностики на базі уніфікованого комплексу технічних засобів (УКТЗ) для застосування в системі безпеки та нормальної експлуатації енергоблоків ядерних реакторів типу ВВЕР-1000 енергоблоку №3 Запорізької АЕС.

В даній роботі запропоновані технічні засоби для модернізації СКІД, в тому числі і комунікаційної підсистеми. Попереднім етапом в проектуванні є вибір технічних засобів. Вибір технічних засобів обумовлений вимогами, що пред'являються до комунікаційної підсистемі АСУ ТП, наприклад, таких як:

- вимога гарантованої доставки повідомлення в зазначений часовий інтервал;
- обсяг переданих даних від одного абонента;
- кількість абонентів;
- сумарний обсяг переданих даних від всіх абонентів;
- територіальний розподіл абонентів;
- зовнішні умови.

1 АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ РОЗРОБЛЕННЯ

1.1 Загальні відомості та призначення системи контролю і діагностики

СКіД призначена для діагностики та збору повної діагностичної інформації з апаратури систем безпеки і нормальної експлуатації енергоблоків з реактором типу ВВЕР-1000, побудованих на базі уніфікованого комплексу технічних засобів УКТЗ-ВЛ, представлення її оператору за допомогою відеограм, архівування.

СКіД є єдиною системою оперативної діагностики апаратури УКТЗ енергоблоків №3, №4 Запорізької АЕС, що реалізує вимоги діючих нормативних документів до технічного діагностування систем важливих для безпеки атомних станцій, а саме:

- глибину діагностики, динаміку вимірювання стану сигналів, забезпечення можливості виявлення та локалізації несправності до рівня функціонального вузла блоку УКТЗ;
- прив'язку всіх вимірювань сигналів, зміну їх стану, моментів виявлення несправності до єдиного часу і ведення довготривалих архівів уможливорює виявлення причинно-наслідкових зв'язків при виникненні аварійних ситуацій;
- неперервні операції діагностики забезпечують високий коефіцієнт готовності функцій захистів і блокувань за рахунок завчасного виявлення відмов апаратури та ряд ін.

Збір інформації в системі керування проводиться з 2500 функціональних блоків різного типу. Блоки формують інформацію, яка складається з даних самодіагностики і даних з входів і виходів. Блоки встановлені в шафи двох типів – шафи базові, шафи струмові розподільні. Максимальне число блоків в шафі – 48. Шафи рознесені по периметру і встановлені на різних поверхах.

Кожна шафа укомплектована ПЛК. ПЛК є підсистемою збору даних, що мають радіальні цифрові канали зв'язку з кожним з блоків УКТЗ, 15 аналогових каналів для вимірювання значень напруг джерел живлення шафи та 16 дискретних каналів для контролю стану вузлів шафи УКТЗ.

Підсистема контролю та діагностики містить 3 канали системи безпеки, систему нормальної експлуатації реакторного відділення, систему нормальної експлуатації турбінного відділення. Кожна з систем структури автономна за призначенням і може модернізуватися незалежно від інших.

Сервер СКіД включає в себе підсистему прийому і обробки даних, яка повинна забезпечувати:

- підтримку взаємодії з абонентами локальної мережі;
- обробку повідомлень від усіх абонентів системи і формування оперативної локальної бази даних;
- ведення архівів;
- візуалізацію оперативних і архівних даних за допомогою комплексу відеограм (екранних форм) і графіків;
- друк твердих копій звітних документів;
- конфігурацію параметрів системи в діалоговому режимі.

Структурна схема комунікаційної підсистеми контролю і діагностики наведена на рис. 1 1.

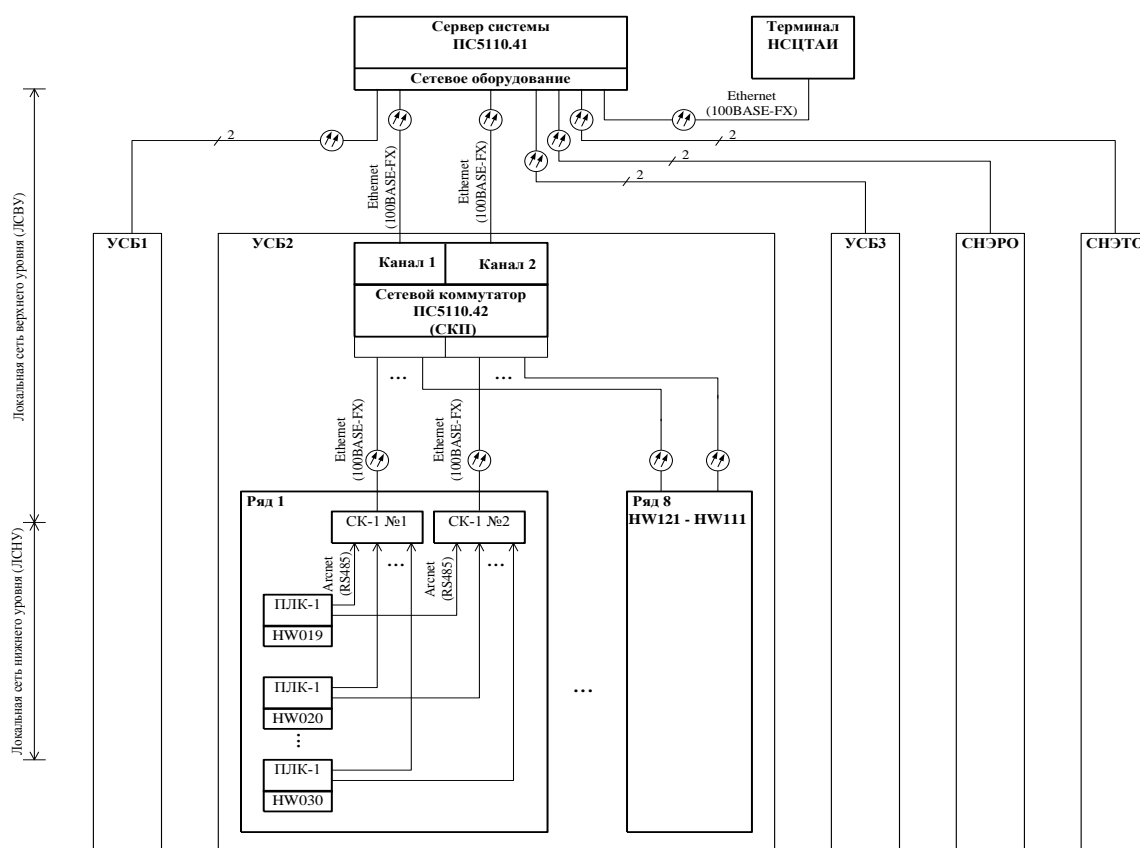


Рисунок 1 1 – Структурна схема комунікаційної підсистеми контролю і діагностики

СКІД реалізована на основі набору пристроїв, що дозволяють виконувати функції контролю і діагностики в умовах конкретної топології розміщення шаф УКТЗ і являє собою дубльовану структуру збору даних про стан обладнання УКТЗ енергоблоку.

1.2 Організаційна структура СКІД

СКІД має багаторівневу організацію, наведену на рис 1.2.

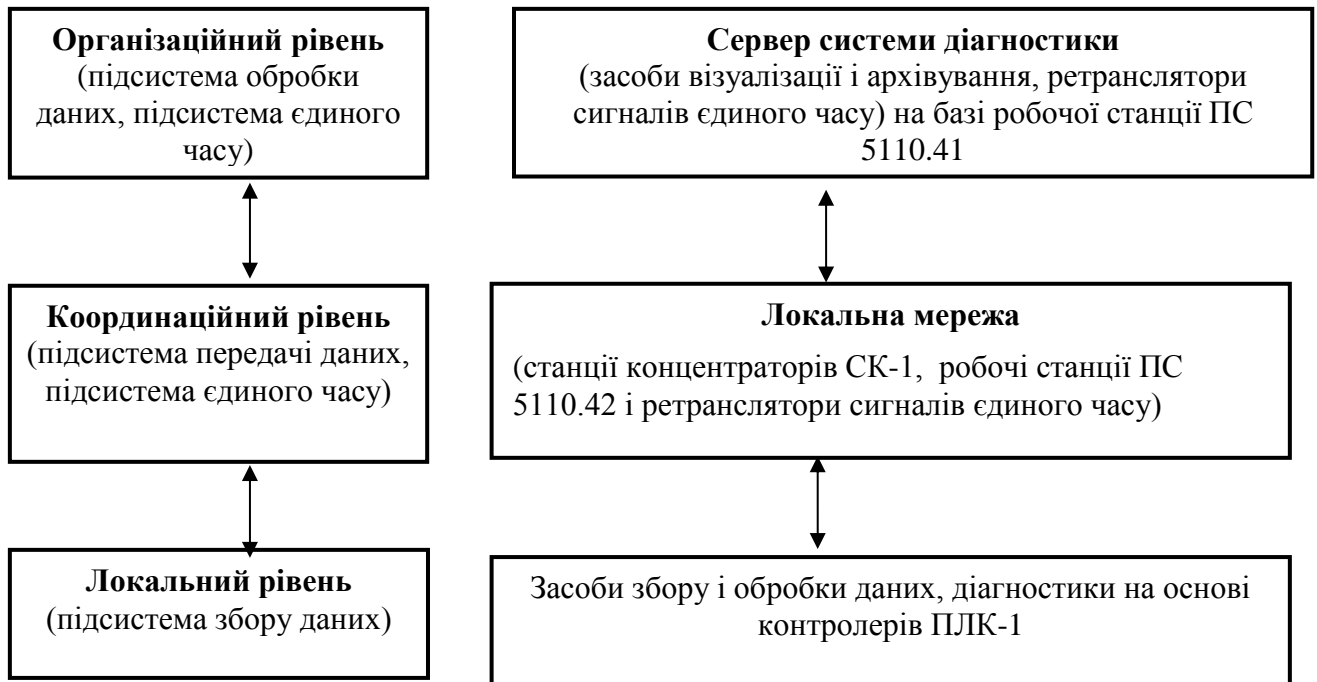


Рисунок 1.2 – Організація СКІД

Організаційний рівень (сервер системи діагностики) забезпечує створення робочого місця оператора на базі робочих станцій ПС 5110.41.

Координаційний рівень є підсистемою передачі даних, яка компонується робочими станціями ПС 5110.42 і станціями концентраторів СК-1 та забезпечує організацію локальної мережі для обміну даними між апаратурою локального і організаційного рівнів. Локальна мережа має резервну організацію і складається з двох незалежних ідентичних напрямків.

Резервування забезпечується складом пристроїв, якими укомплектовані робочі станції ПС5110.42 і структурою локальної мережі. Комунікації локальної мережі мають радіальну структуру і реалізуються з використанням оптоволоконних кабелів і екранованої крученої пари.

Обмін інформацією між апаратурою організаційного і координаційного рівнів здійснюється за протоколом Ethernet (IEEE 802.3) з використанням радіальних оптоволоконних ліній зв'язку (100 BASE-FX). Локальна мережа побудована на базі мережевого комутатора підсистем. Обмін інформацією між апаратурою координаційного і локального рівнів здійснюється за протоколом ANSI/ATA 878.1 (Arcnet) з використанням

радіальних ліній зв'язку RS-485 (EIA RS-485). Вибір протоколу з передачею маркера обумовлений гарантованим часом отримання повідомлення на відміну від протоколу CSMA/CD. Середовище передачі – «кручена пара» з хвильовим опором від 100 до 120 Ом. Пропускна здатність мережі – 312Кbit/s.

Структура комунікаційної підсистеми СКІД системи безпеки наведена на рис. 1.3.

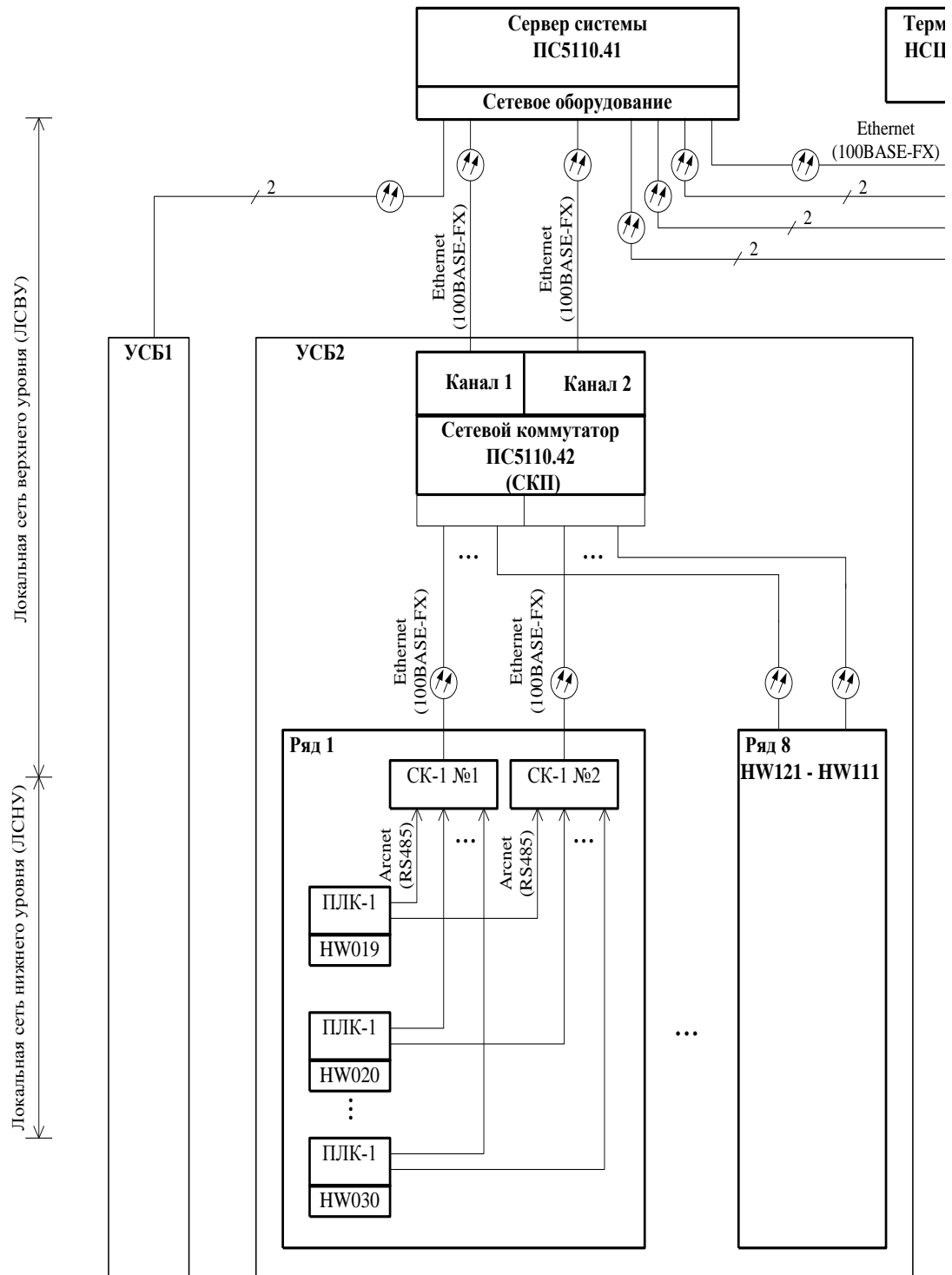


Рисунок 1.3 – Структура комунікаційної підсистеми СКІД системи безпеки

Загальний вигляд шафи робочої станції та склад обладнання, що міститься в ній, наведено на рис. 1.4.

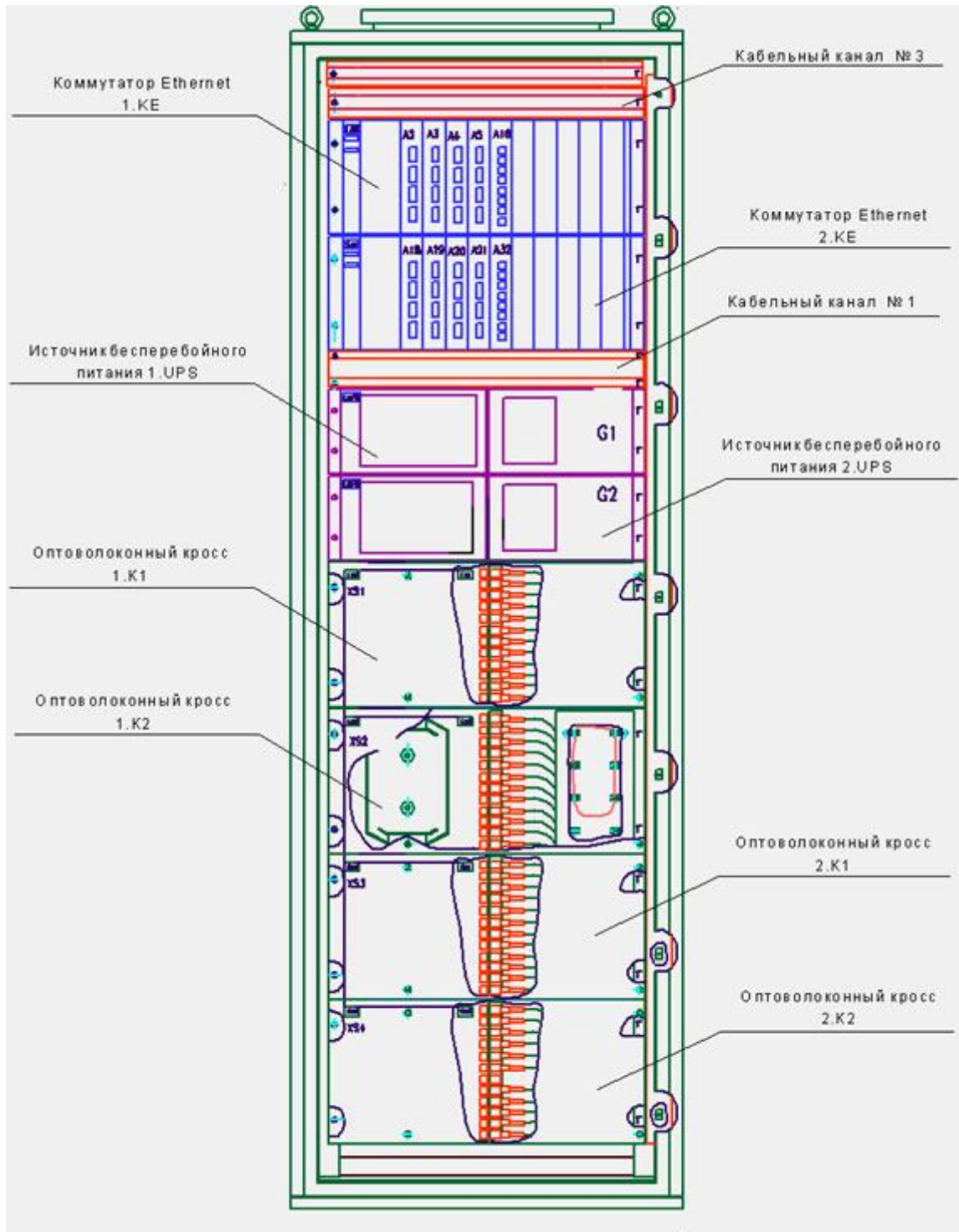


Рисунок 1.4 – Загальний вигляд шафи робочої станції ПС5110.42

У шафі розташовуються комутатори Ethernet HP ProCurve Switch 8000M J4110A, джерела живлення монітора, безперервного живлення, та оптоволоконні лінії зв'язку.

Локальний рівень реалізований на основі програмованих логічних контролерів (ПЛК) і забезпечує:

- безперервний збір діагностичної інформації і значень технологічних параметрів від усіх функціональних блоків шафи УКТЗ;

- безперервний контроль значень напруг джерел живлення шафи (індивідуальних і резервних);

- безперервний контроль стану обладнання шафи: вентиляторів, датчиків пожежогасіння та відкриття дверей, силові панелі, блоків вміру температури;

- відображення на локальному дисплеї ПЛК узагальненої інформації про стан обладнання і значень напруг джерел - безперервно, повної інформації по кожному контрольованому пристрою - за запитом через функціональну клавіатуру на лицьовій панелі ПЛК;

- обробку інформації з прив'язкою всіх змін до всесвітнього координованого часу, передачу повідомлень з хронологією змін (подій) і поточного стану, не рідше одного разу в секунду.

Організація локального рівня наведена на рис. 1.5.

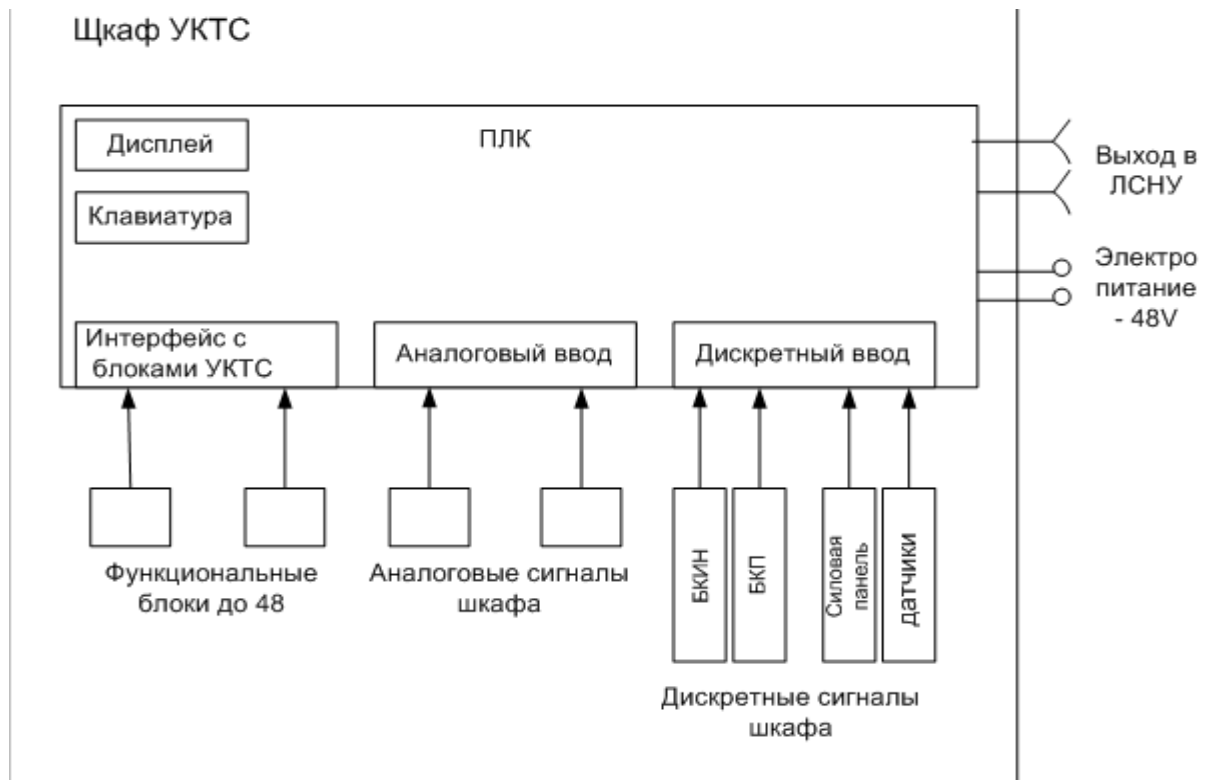


Рисунок 1.5 – Організація локального рівня на базі ПЛК

1.3 Функції ПЛК

Джерелами інформації в системі є функціональні блоки, якими укомплектовані шафи. Після переходу в режим нормальної експлуатації кожен блок починає регулярну передачу в ПЛК повідомлень, що містять інформацію про результати початкової діагностики і поточний стан блоків.

ПЛК-1 в режимі «реального часу» виконує наступні функції:

- безперервний прийом даних від функціональних блоків;
- опитування дискретних сигналів;
- опитування і перетворення даних (цифрова корекція) аналогових каналів;
- виведення інформації на локальний дисплей;
- оброблення оперативних даних і формування двох типів повідомлень для верхнього рівня – повідомлення про події і регулярні повідомлення. Повідомлення про події містять історію змін всіх параметрів за останню секунду, регулярні повідомлення містять поточні значення всіх параметрів. Всі зміни параметрів в повідомленнях про події і поточні дані в регулярних повідомленнях містять тимчасову мітку моменту фіксації;
- передачу з інтервалом 1 сек. в локальну мережу нижнього рівня всіх накопичених повідомлень про події і одного регулярного повідомлення;
- прийом і обробку всіх повідомлень з локальної мережі нижнього рівня;
- ведення часу та його синхронізацію з єдиним системним часом за допомогою обробки регулярних коригувальних повідомлень. Точність фіксації подій в ПЛК по відношенню до єдиного часу системи – 2,5 ms;
- обробку запитів від функціональної клавіатури ПЛК.

1.4 Функції координаційного рівня

За призначенням координаційний рівень представляє собою розгалужену локальну мережу системи діагностики. Функціонально локальна мережа розділена на два рівня - локальна мережа верхнього рівня (ЛМВР) і локальна мережа нижнього рівня (ЛМНР).

ЛМВР має фізичну топологію типу «зірка», центром якої є інтелектуальний концентратор Ethernet робочої станції PC5110.42. Середовище передачі - оптичне волокно, швидкість передачі – 100 МВps (100BASE-FX). Топологія ЛМВР – шина з множинним доступом. Зіркоподібна фізична топологія і концентратор дозволяють забезпечити практично безконфліктний доступ до шини всіх абонентів, так як при цій ЛМВР є набір підмереж 100BASE-FX, в кожній з яких тільки 2 абоненти.

ЛМНР представляє собою сукупність груп радіальних підмереж з маркерним доступом (Arcnet). Кожна група може включати в себе від 1 до 16 підмереж. Кількість груп визначається проектною кількістю концентраторів. Фізичний рівень кожної під мережі – RS-485, середовище передачі - екранована «кручена» пара.

1.5 Функції концентратора

Функцію розподіленого шлюзу між ЛМНР і ЛМВР виконують концентратори. Шлюзові елементи мережі забезпечують сумісність мереж різного типу, протоколи, функціонування яких в загальному випадку можуть відрізнятися. При цьому шлюзи здійснюють при необхідності перетворення і узгодження інтерфейсів, форматів, способів адресації і інформаційного обміну даними однієї мережі в інтерфейс, формат, спосіб адресації іншої мережі. Концентратори мають 16 радіальних каналів для підключення ПЛК і один канал для підключення до робочої станції. При включенні живлення концентратора керуюча система виконує стартову діагностику і ініціалізацію всіх вузлів і визначає поточну конфігурацію оточення, а саме:

- наявність зв'язку з абонентами ЛМНР;
- наявність зв'язку з абонентами ЛМВР;
- наявність кадрів корекції єдиного часу від синхронметра.

Якості багатофункціонального процесора використовується процесорний модуль MSM586SEN фірми Digital Logic, що має наступні характеристики.

- процесор AMD Elan520 (586) 133 MHz;
- ROM BIOS ємністю 256 kbyte;
- SODIMM - динамічну синхронну оперативну пам'ять ємністю 32 Mbyte;
- співпроцесор;
- три програмованих канали таймера с частотою управління 1,190 MHz;
- два послідовних RS-232C порта;
- вихід Ethernet 10 / 100BASE-T на базі контролера Intel 82559 (PCI -BUS);
- DiskOnChip 8 Mbyte;
- програмований сторожовий таймер с часом реакції в діапазоні від 0,5 ms до 32 s;
- годинник реального часу.

Структурна схема концентратора на базі комунікаційної мікросхеми COM20020 фірми Standard Microsystems Corporation (SMSC) наведена на рис. 1.6.

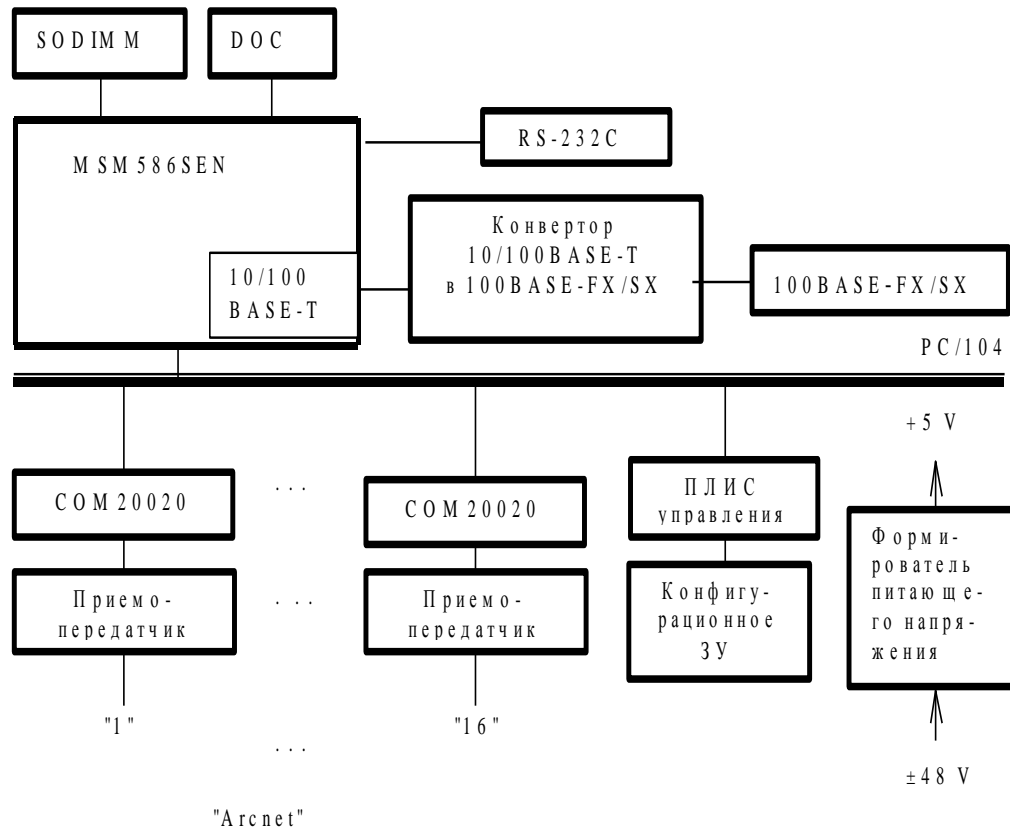


Рисунок 1.6 – Структурна схема концентратора

1.6. Постановка задачі розроблення

Метою дипломної роботи є модернізація комунікаційної підсистеми на базі сучасних технічних засобів та перевірка працездатності системи в частині таких параметрів як завантаження, відповідність режиму реального часу, кількість втрачених повідомлень та їх оцінка при різному складі компонентів і різних параметрах.

Задачі, які необхідно вирішити в дипломному проекті :

– визначити апаратні засоби функціонування програмно-логічного контролера на нижньому рівні підсистеми контролю та діагностики.

– для забезпечення отримання інформації оператором засобами візуалізації та її архівування визначенні апаратні засоби передачі інформації від аналогових та дискретних каналів комунікаційної підсистеми контролю та діагностики на верхній рівень УКТЗ.

– з метою перевірки функціонування підсистеми контролю та діагностики комунікаційної системи проведено розроблення алгоритму та програмного забезпечення оброблення отриманих значень від дискретних і аналогових каналів з об'єкту контролю, та збору статистики. Засобами програмного забезпечення проведено експериментальне

моделювання для визначення мінімальних параметрів комунікаційної підсистеми в режимі максимального навантаження.

Для реалізації задач розроблення необхідно також вирішити наступні завдання:

- проаналізувати існуючі рішення по КП СКіД.
- провести аналіз в області промислових локальних мереж передачі даних з метою надання рекомендацій щодо поліпшення роботи КП СКіД;
- провести перевірку поточних і запропонованих рішень для КП СКіД.

1.7 Висновки до 1 розділу

З метою розроблення у даному розділі дипломного проекту проведений аналіз інформаційних потоків в комунікаційній системі контролю та діагностики, розроблена структурна схема підсистеми та визначені апаратні модулі, місця їх розташування, програмні засоби реалізації проекту.

2 РОЗРОБЛЕННЯ КОМУНІКАЦІЙНОЇ ПІДСИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТИКИ НА БАЗІ УНІФІКОВАНОГО КОМПЛЕКСУ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ

2.1 Вибір та обґрунтування мережевих засобів для комунікаційної підсистеми

Рішення проблеми вибору оптимальної топології мережі, а також технічних засобів, що забезпечують «прозору» взаємодію протоколів на різних рівнях, вибору фізичного середовища для передачі інформації є дуже важливим і трудомістким завданням. Згідно завданню проведено огляд промислових мережевих засобів для використання в комунікаційній підсистемі передачі даних, за результатами якого будуть запропоновані рекомендації щодо модернізації роботи КП СКід.

На сьогоднішній день виробниками сучасної комп'ютерної техніки та засобів зв'язку представлений широкий вибір промислових мереж, що дозволяють виконати проектування КП будь-якої складності.

Комунікаційна технологія побудови єдиної інформаційної мережі, що об'єднує інтелектуальні контролери, датчики і виконавчі механізми, визначається одним терміном fieldbus (польова шина, або промислова мережа).

Fieldbus - це фізичний спосіб об'єднання пристроїв і програмно-логічний протокол їх взаємодії, цифрова мережа, що замінила централізовану аналогову технологію, яка широко використовувалася раніше. Така мережа є цифровою, двобічною, багатоточковою, послідовною комунікаційною мережею, що використовується для зв'язку ізольованих один від одного (за функцією) таких пристроїв, як контролери, датчики, силові приводу і т. п.

Кожен field-пристрій існує самостійним обчислювальним ресурсом, що дозволяє відносити його до розряду інтелектуальних (smart fieldbus device) та самостійно виконує ряд функцій по самодіагностиці, контролю і обслуговуванню функцій двобічної зв'язку. Доступ до нього можливий не тільки з боку робочої станції, але і сторони аналогічних йому пристроїв. Тому технологія fieldbus - це інтелектуальна заміна технології.

Перехід на fieldbus-технологію забезпечує поліпшення якості, зниження витрат і підвищення ефективності кінцевої системи. Інформація в таких пристроях передається в цифровому вигляді. Кожен пристрій виконує функції управління, обслуговування та діагностики, виявлення помилок і забезпечує функції самонастроювання. Це збільшує ефективність системи і знижує витрати по її супроводу.

Зниження ціни за рахунок провідників і монтажних робіт: аналогова технологія

зв'язку вимагає, щоб кожен пристрій мав власний набір проводів і власну точку з'єднання. Fieldbus усуває цю необхідність, так як використовує одну виту пару провідників для об'єднання всіх активних (контролери) і пасивних (датчики) пристроїв.

Загальна кількісне зниження устаткування робить всю систему простіше в експлуатації і надійніше за рахунок зменшення потенційних апаратних відмов.

Через відсутність єдиного міжнародного стандарту на протокол промислової мережі, який міг би гарантувати повну взаємозамінність і сумісність між виробами різних виробників, існує кілька лідируючих технологій: Profibus, CAN, DeviceNet, CANopen, Interbus, AS-Interface, ControlNet, Foundation Fieldbus.

2.2 Вибір організаційної структури комунікаційної підсистеми СКІД

Одним з варіантів реалізації комунікаційної підсистеми СКІД може бути відмова від використання мережевих концентраторів в діючій структурі. У складі координаційного рівня залишаються тільки станції ПС 5110.42. Обмін інформацією між апаратурою організаційного і координаційного рівнів буде проводитися по протоколу Ethernet (IEEE 802.3) з використанням радіальних оптоволоконних ліній зв'язку (100 BASE-FX). Обмін інформацією між апаратурою координуючого і локального ешелонів буде проводитися також по протоколу Ethernet (IEEE 802.3) з використанням радіальних оптоволоконних ліній зв'язку (100 BASE-FX).

Перевагами такого варіанту рішення є:

- скорочення кількості технічних засобів, що використані в КП;
- розмір даних, які передаються в кадрі Ethernet, становить 1500 байт, що відповідає максимальному розміру регулярного сполучення переданого від ПЛК. У цьому випадку буде збільшена швидкість видачі інформації з ПЛК;
- збільшення пропускної здатності каналу до 100 мБіт/с відповідно призведе до зменшення часу доставки повідомлень;
- використання оптоволоконних ліній зв'язку повністю виключає спотворення сигналу виникає при впливі електромагнітних завад.

Недоліками такого варіанту рішення є:

- збільшення загальної довжини кабельної мережі;
- так як протокол на нижньому і верхньому рівнях буде однаковим, то потреба у використанні шлюзу, роль якого виконує концентратор, відпаде і єдиними пристроями сполучення між організаційним та локальним рівнями будуть робочі станції першого і другого рівня. При цьому кількість комутаторів збільшиться в 4 рази.

Структура комунікаційної підсистеми СКІД при реалізації такого рішення буде виглядати наступним чином (рис. 2.1).

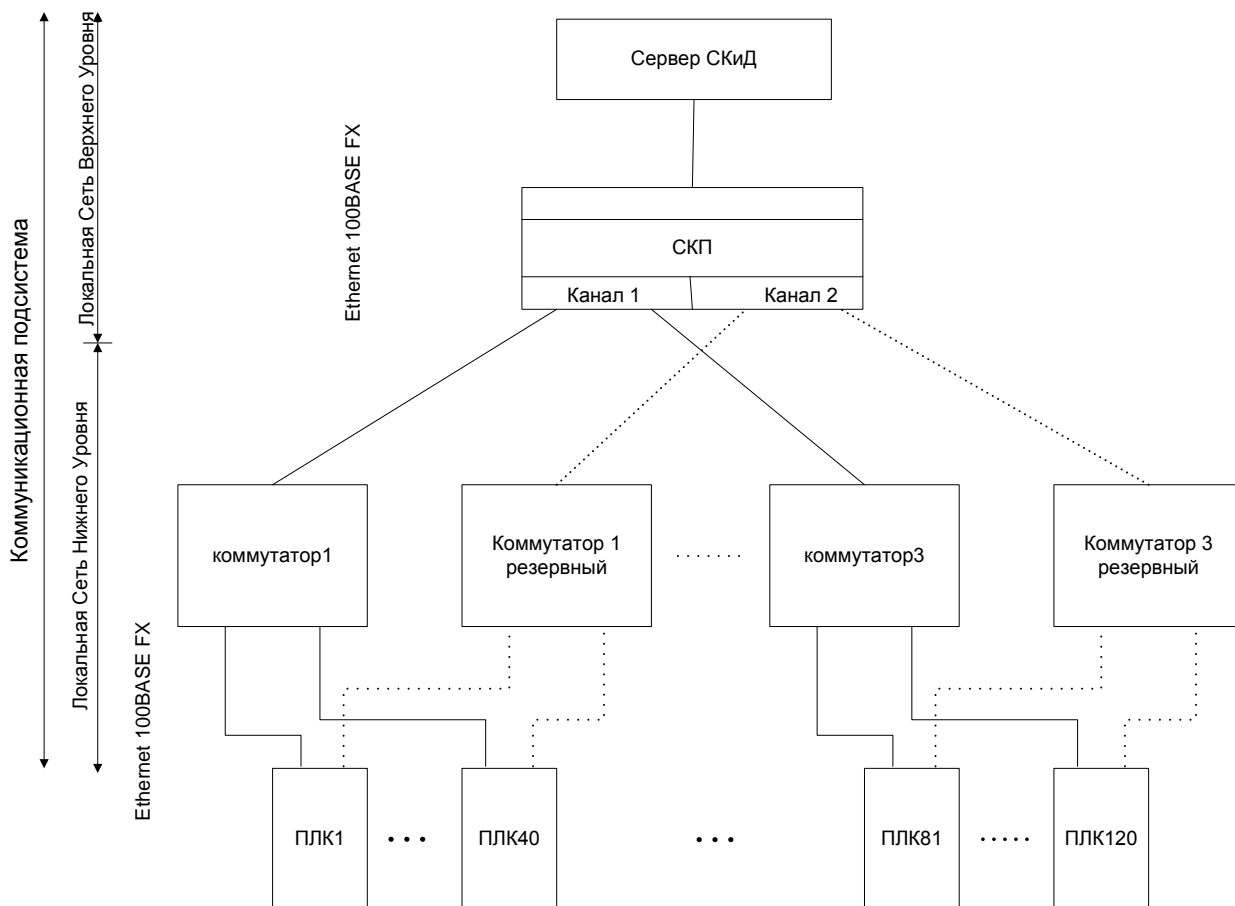


Рисунок 2.1 – Структура комунікаційної підсистеми з застосуванням Ethernet на верхньому та нижньому рівнях

Висновок щодо запропонованого рішення: виграш в продуктивності призведе до подорожчання загальної вартості СКІД, а оскільки час доставки повідомлень в сервер СКІД не є критичним, то вибір запропонованої топології буде не раціональним, оскільки значну частину часу комунікаційна підсистема СКІД буде простоювати.

За підсумками огляду характеристик і якостей можна зробити висновок, що Ethernet в промисловому виконанні при грамотній організації середовища передачі можна застосовувати у виробничих системах, де час доставки повідомлень не є занадто критичним.

Як правило, в системах з критичним часом доставки повідомлень використовуються спеціалізовані протоколи з можливістю точного визначення інтервалу, протягом якого повідомлення буде доставлено, наприклад протокол з передачею маркера (ARCnet). Ethernet в таких системах використовується на верхньому рівні по відношенню до рівня

контролерів і датчиків.

Ethernet знайшов застосування в ЛМВР координаційного рівня СКіД. Засобом комутації є комутатор Ethernet HP ProCurve Switch 8000M, який має 40 портів з пропускною здатністю 100 Mb/s. Довжина ліній зв'язку – до 2 км. Ефективна пропускна здатність 4.67 млн. пакетів в секунду (пакети по 64 байта). З використанням комутатора можна побудувати комутаційну мережеву інфраструктуру шляхом підключення до комутатора концентраторів, інших комутаторів, маршрутизаторів, а також робочих станцій, серверів і мережевих принтерів із забезпеченням необхідної для цих пристроїв смуги пропускання.

Основні технічні характеристики комутатора: архітектура Store-and-Forward (проміжна буферизація пакетів) з часом затримки менше 10 μ s; процесор Intel i960JD з тактовою частотою 66 МГц; оперативна пам'ять - 16 МВ; операційна система у флеш-пам'яті ємністю 2 МВ з можливістю поновлення; 10 слотів для установки комутуючих модулів, що підтримують наступні мережеві стандарти:

- IEEE 802.3 - 10Base T (10 Mb / s, кручена пара);
- IEEE 802.3j - 10Base FL (10 Mb / s, оптоволокно);
- IEEE 802.3u - 100Base TX і 100Base FX (100 Mb / s, кручена пара і оптоволокно);
- IEEE 802.3ab - 1000Base T (1000 Mb / s, кручена пара);
- IEEE 802.3z - Gigabit SX і Gigabit LX (1000 Mb / s, оптоволокно).

Загальна пропускна здатність генмонтажної плати з результатами дослідження – 3,8 Gb/s. Кількість і типи портів визначаються кількістю і типами встановлених комутуючих модулів. Є можливість установки і видалення комутуючих модулів без відключення живлення комутатора. Він має широкі можливості по управлінню і конфігурації комутатора з використанням [5]:

- Web-інтерфейсу - вбудований графічний інтерфейс комутатора, доступний за допомогою Web-браузера (наприклад, Internet Explorer або Netscape Navigator);
- консольного інтерфейсу - повнофункціональний інтерфейс терміналу VT-100, доступний через послідовний порт комутатора або безпосередньо через мережу Ethernet по протоколу Telnet;
- пакета програм HP TopTools for Hubs & Switches - графічний інтерфейс на основі протоколу SNMP, що забезпечує управління мережею Ethernet.

Забезпечена підтримка до восьми віртуальних локальних мереж для об'єднання абонентів мережі Ethernet в логічні групи.

2.3 Вибір протоколу передачі інформації на нижньому рівні

Протокол передачі маркера ARCnet має наступні характеристики:

- стандарт ANSI / ATA 878.1;
- детермінований час передачі даних;
- метод доступу – маркерний;
- фізичне середовище – коаксіальний кабель RG-62, кручена пара, оптоволокно;
- функціонує на фізичному і канальному рівні, які реалізовані апаратно;
- швидкість передачі 156 кБіт/с – 10 мБіт/с;
- розмір пакета 1 508 байт;
- підтримує топології «зірка», «дерево», «загальна шина».

ARCnet стоїть в одному ряду з такими мережами, як ASI, INTERBUS-S / DP, SERCOS, і IEEE-Bus. Має високу ефективність передачі даних, розмір службових даних в кадрі становить 3-4 байта, при передачі даних використовуються ширококомвні і спрямовані повідомлення, володіє автоматичною реконфігурацією. ARCnet був успішно впроваджений у багатьох різноманітних галузях промисловості, де потрібен швидкий, та безпечний зв'язок.

З представленого вище огляду видно, що кількість мереж величезне і вибір між ними стає тривіальним завданням. При проектуванні конкретної комунікаційної підсистеми необхідно провести розрахунок і оцінку характеристик майбутньої структури, і за результатами розрахунку підібрати необхідні технічні засоби, які існують або розробити нові.

2.4 Організація комунікаційної підсистеми СКІД на нижньому рівні

ЛМНР може бути побудована на базі будь-якої промислової мережі володіє детермінованою доставкою повідомлень, що підтримує фізичну топологію типу зірка, і пропускну здатністю не нижче 156 кБіт/сек.

Організація топології ЛМНР у вигляді логічного «кільця» вимагатиме більшої пропускну здатності, і буде залежати від кількості абонентів в «кільці». Спроба реалізувати топологію фізичного «кільця» приведуть до складних і невиправданих технічних рішень, а також зменшать показники надійності, так як в разі відмови одного приймача, в будь-якому з абонентів (ПЛК) вийде з ладу вся мережа. Бажано вибрати протокол, дозволяє передавати більше 256 байт даних в одному кадрі повідомлення з мінімальною кількістю службових байт. Інакше будуть підвищені накладні витрати, що збільшують час доставки повідомлень від ПЛК до сервера і зростання завантаження на ЛМНР.

У якості фізичного середовища може використовуватись кручена пара, коаксіальний кабель RG-62, оптоволоконні лінії зв'язку.

На роль протоколу для ЛМНР дуже вдало підходить протокол з передачею маркера ARCNET – мінімальні накладні витрати, підтримує три типи топології, і три види фізичних з'єднань. Велика кількість варіантів вибору швидкості передачі даних дозволяють оптимально налаштувати завантаження ЛМНР, здійснити запас продуктивності, і в той же час уникнути простоїв в роботі.

У розподілених мережах, що мають кілька рівнів, якою є комунікаційна підсистема СКІД, потік інформації, що утворюється на верхньому рівні, збільшується по відношенню до потоку інформації на нижньому рівні. Тому в ЛМНР необхідно використовувати мережевий протокол з більш високою пропускну здатністю. Для цієї мети підходить Ethernet (IEEE 802.3) з використанням оптоволоконних ліній зв'язку (100 BASE-FX) з пропускну спроможністю 100mbit / s.

У ролі транспортного протоколу краще використовувати протокол UDP. Протокол UDP простіше в порівнянні з протоколом TCP.

Ефективність UDP:

- не вимагає встановлення з'єднання, в зв'язку з цим зменшується навантаження сервер, зменшується кількість пересилань між сервером СКІД і СК; зменшується кількість зіткнень;

- мережеві адаптери Ethernet не мають мікропроцесора, тому обробка мережевого трафіку виконується мікропроцесором. Навантаження на мікропроцесор при використанні протоколу UDP менше, ніж при використанні TCP;

- протокол UDP не гарантує відповідності між доставленої і відправленої інформацією. Відсутній контроль точності, тому повторних пересилань даних немає.

2.5 Розроблення комунікаційного концентратора

Вузол забезпечує вихід відповідно до протоколу мережі Arcnet на 16 радіальних зв'язків локальної мережі нижнього рівня. Кожен напрямок реалізовано на основі мікросхеми COM20020 фірми SMS (Standard Micro Systems), для якого програмно заданий режим диференційованого управління середовищем передачі з виходом в неї через мікросхеми прийому-передачі MAX1480 фірми Maxim.

Контролер COM20020 містить 4 буфера розміром по 512 байт, два з яких встановлені на виведення даних і два на введення. Вони працюють в «push/pull mode» та відповідно до типу операції задіяні відповідні типи буферів.

Про завершення операцій обміну і виникнення виняткових ситуацій контролери повідомляють в процесор формуванням запиту на переривання. Запити на переривання від кожного з контролерів об'єднуються в груповий запит, який і надходить у процесор по шині ISA IRQ11.

Для ідентифікації контролерів COM20020, від яких прийшли запити на переривання, обробник переривань зчитує інформацію за адресою введення/виведення 510H. У зчитаному слові значення розряду відповідає наявності запиту на переривання від COM20020 у напрямку відповідно до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Відповідність значення напрямку передачі

Розряд	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Напрямок	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

На рис. 2.2 приведена схема функціонування СК.

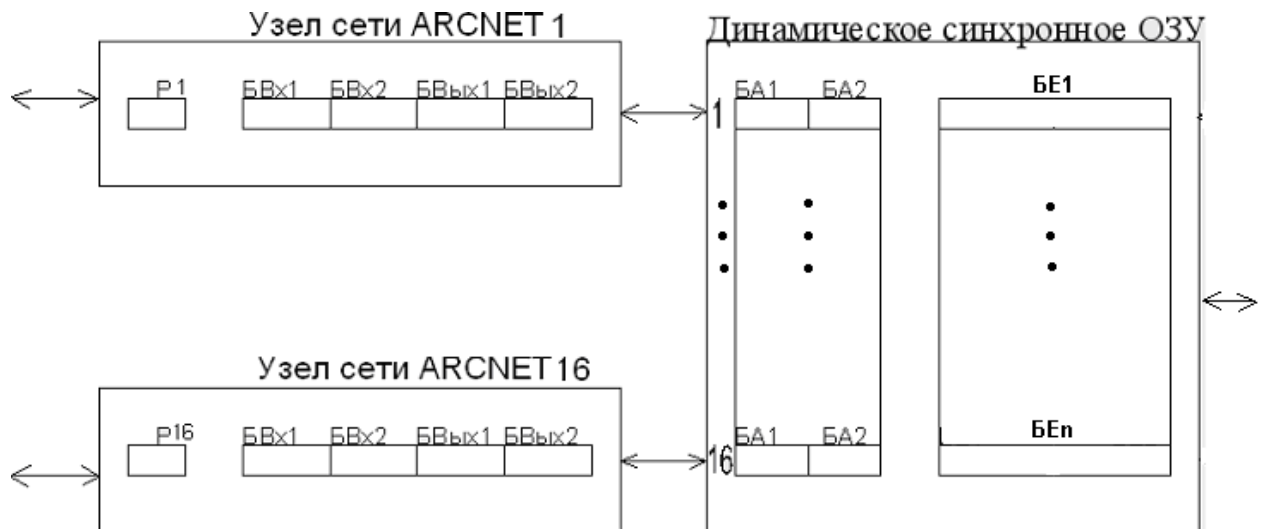


Рисунок 2.2 – Схема функціонування СК

– P1-P16 - 16-ти бітний регістр масок, значення розряду вказує про необхідність переривання від COM20020;

– BVx1, BVx2 - буфери для інформації на введення розміром 512 байт;

– BVyx1, BVyx2 - буфери для інформації на виведення розміром 512 байт;

У динамічному ОЗУ перебувають 16 пар буферів для проміжного зберігання інформації, що надходить по протоколу ARCNET (на рисунку БА1, БА2), ємністю 16 кВ кожен. Інша частина пам'яті порівну поділена між зв'язаними списками буферів для

проміжного зберігання інформації, що надходить по протоколу Ethernet (на рисунку БЕ1, БЕп).

Структура з'єднань ПЛК та СК у шафі приведена на рисунку 2.3.

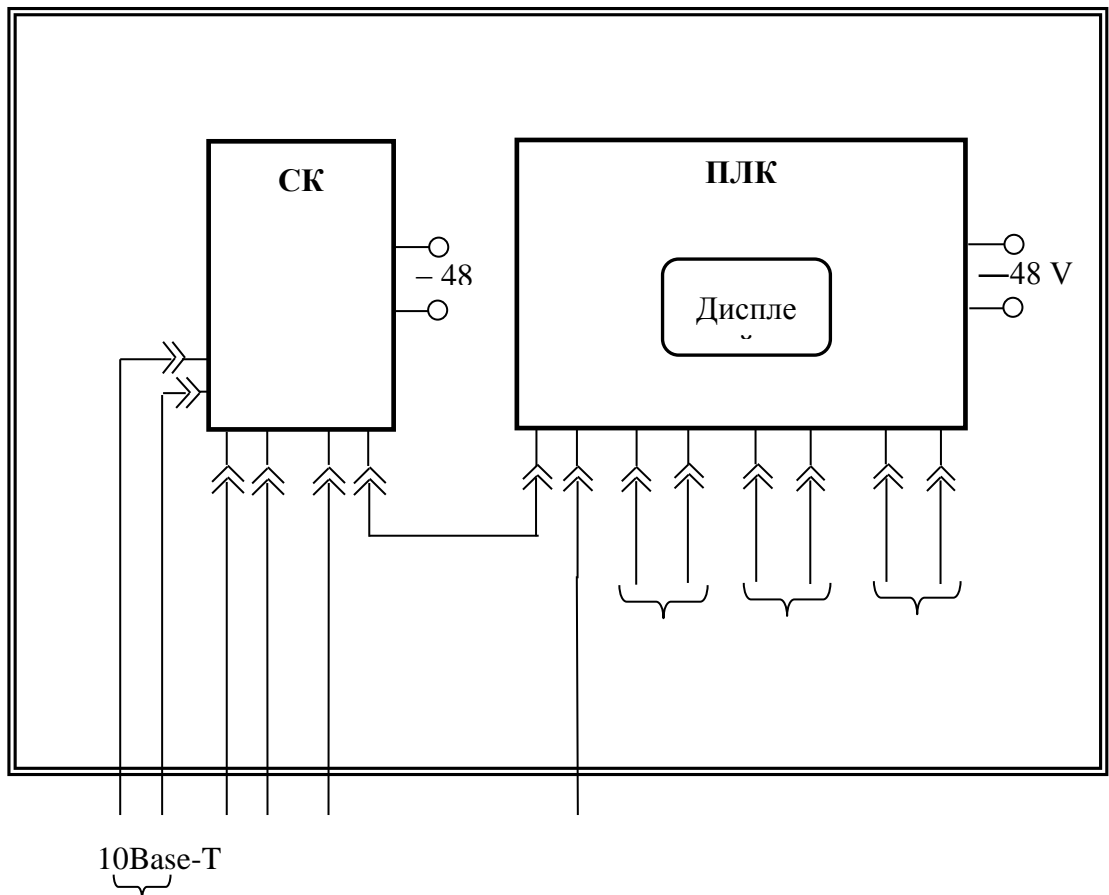


Рисунок 2.3 – Структура з'єднань ПЛК та СК у шафі

ПЛК розміщені у кожній шафі комплексу. У двох обраних шафах ряду шаф розміщені СК, пов'язані радіальними лініями зв'язку (кабель типу «кручена пара») з контролером «свого» шафи і сусідніх в ряду.

Всі повідомлення, що передаються по локальній мережі, діляться на два типи: службові та інформаційні. Дані в інформаційному повідомленні можуть бути двох видів:

- дані поточної (повної) діагностичної інформації, обсяг не більше 1500 байт;
- дані подієвої (накопиченої) діагностичної інформації, не більше 15486 байт в секунду (обмежується в ПЛК).

2.6 Функционирование СКІД

Часова діаграма функціонування СКІД наведена на рис. 2.4.

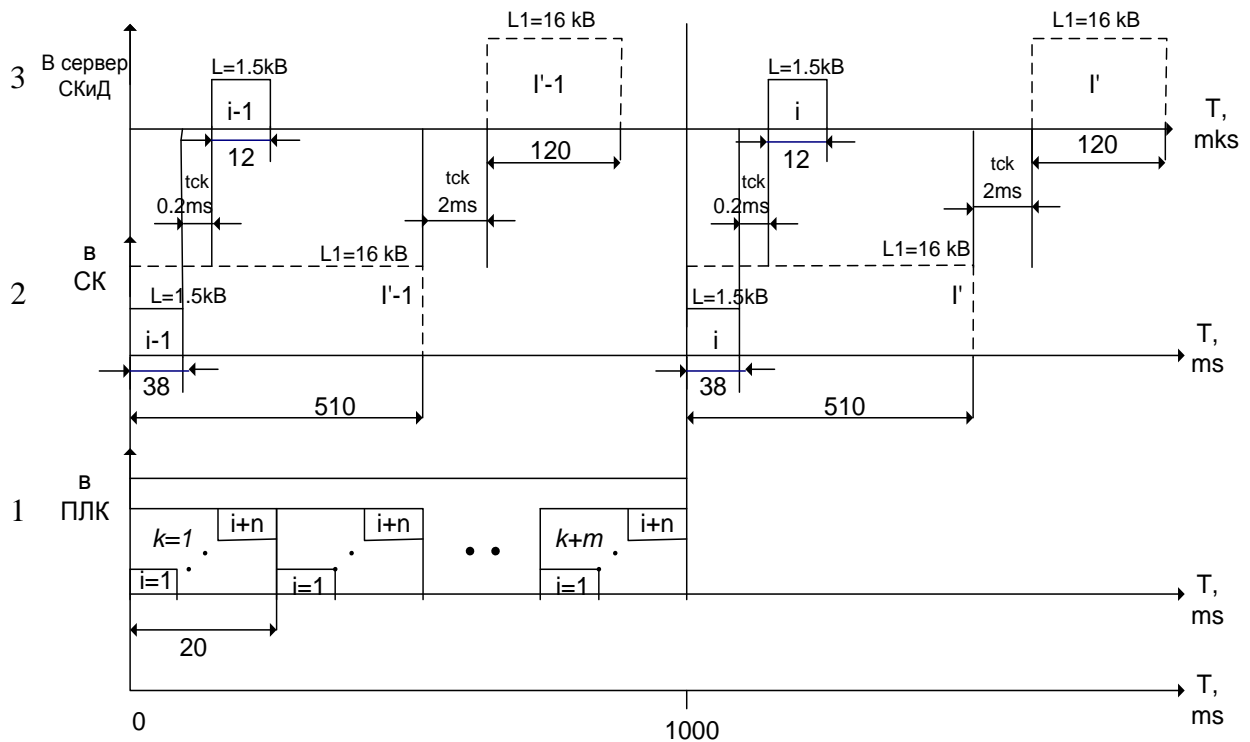


Рисунок 2.4 – Часова діаграма функціонування СКіД

Надходження повідомлень в ПЛК здійснюється наступним чином:

- кожен блок УКТС циклічно з інтервалом 20 ms посилає повідомлення в ПЛК;
- i , номер блоку, який послав повідомлення;
- k , номер циклу;
- n , кількість блоків у шафі (максимум 48);
- m , кількість циклів пройшли за секунду.

Надходження повідомлень в СК:

– після обробки повідомлень отриманих від блоків УКТЗ, ПЛК починає видачу повідомлень на верхній рівень в станцію СК;

– розмір повідомлення, яке передається з ПЛК залежить від кількості і типів блоків УКТЗ, якими укомплектована шафа. Максимальний розмір повідомлення становить 17,5 кБ (16 кБ + 1,5 кБ)..

– час передачі повідомлення довжиною $L = 1.5\text{ kB}$ по мережі нижнього рівня становить 38ms; час передачі повідомлення довжиною $L1 = 16\text{ kB}$ по мережі нижнього рівня становить 510ms;

Надходження повідомлень в сервер СКіД:

– СК, перетворюючи формат даних повідомлення, що надійшло від ПЛК з протоколу ЛМНР в протокол ЛМВР, передає його в сервер СКіД.

– час передачі повідомлення L і $L1$ по мережі верхнього рівня становить відповідно 12 мкс і 120 мкс. $t_{СК}$ - час затримки в СК. Час затримки в СК залежить від розміру повідомлення яке необхідно видати в мережу Ethernet. При передачі $L = 1.5\text{KB}$, $t_{СК} = 200$ мкс; при $L1 = 16\text{ KB}$, $t_{СК} = 2.1$ мс. Ці значення розраховуються за формулою, де R - розмір повідомлення в байтах, 0.54 (мс) – час для запису в буфер мережевої карти по шині ISA 4байт.

Період повного оновлення даних на сервері становить 1 с.

2.7 Висновки до розділу 2

У другому розділі дипломного проекту здійснено вибір:

- мережевих засобів для комунікаційної підсистеми;
- організаційної структури комунікаційної підсистеми СКІД;
- протоколу передачі інформації на нижньому рівні;
- комунікаційної підсистеми СКІД на нижньому рівні;

Розроблено комунікаційний концентратор на основі мікросхеми COM20020 фірми SMS (Standard Micro Systems).

У якості вихідних елементів концентратора застосовані мікросхеми прийому-передачі MAX1480 фірми Maxim з гальванічною розв'язкою, що зменшує ризик виходу з ладу концентраторі від непередбачених змін зовнішніх електричних сигналів – статичних розрядів, перешкод, тощо.

Наведена часова діаграма функціонування СКІД.

3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

3.1 Побудова імітаційної моделі

Для розроблення програмного забезпечення здійснено дослідження впливу параметрів комунікаційної підсистеми на її ефективність та побудована імітаційна модель, відповідно до структури комунікаційної підсистеми СКІД (рис. 3.1).

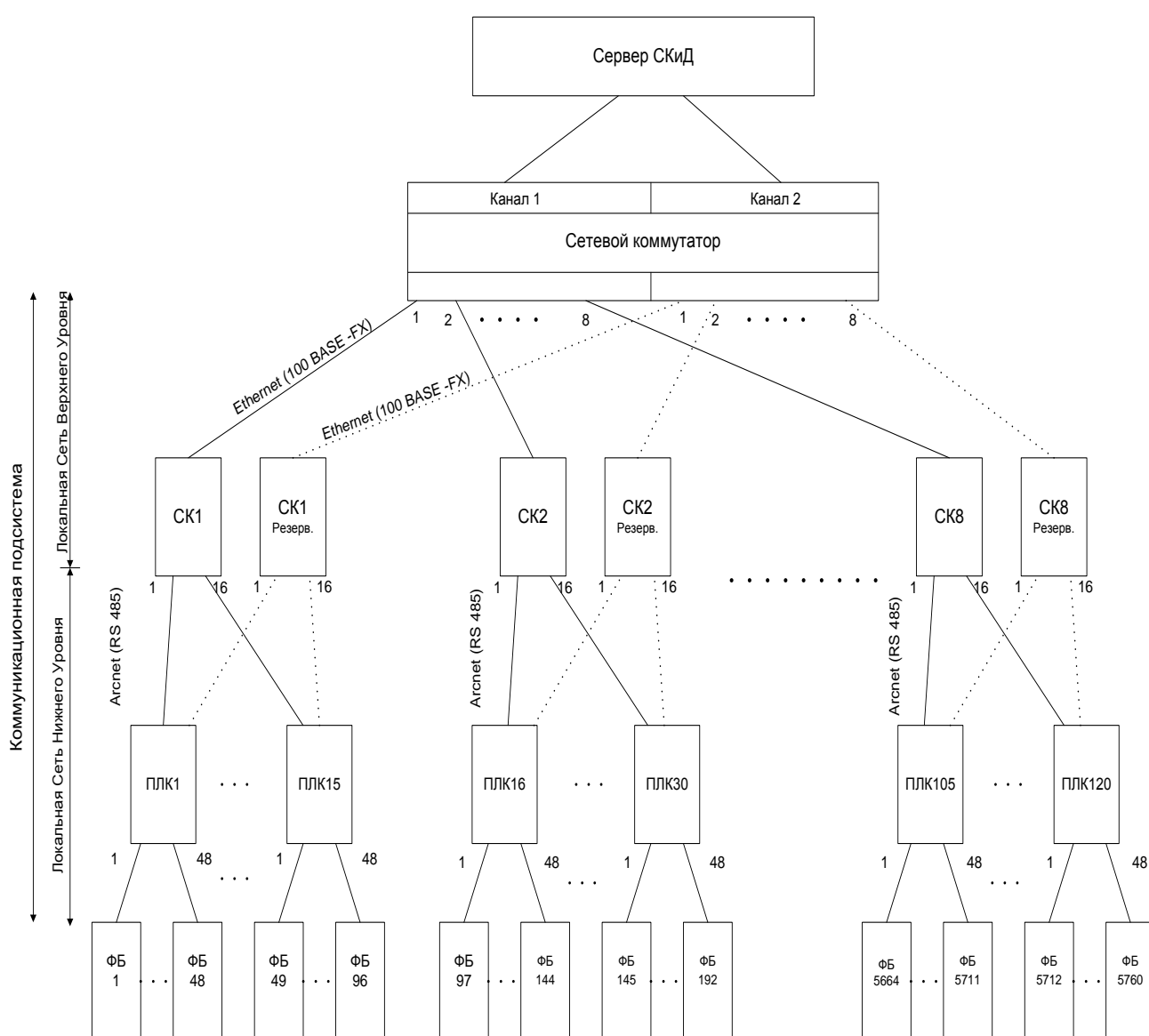


Рисунок 3.1 – Структура комунікаційної підсистеми СКІД

В даному випадку, ефективність роботи полягає у відсутності втрат повідомлень і в виконанні вимоги детермінованої доставки повідомлень від блоків УКТЗ в сервер СКІД.

Дослідження полягає в складанні і проведенні над моделлю достатньої кількості

експериментів для визначення оптимальних залежностей між вхідними та вихідними параметрами.

Перед побудовою моделі зробимо деякі припущення:

- заявки в системі рівнозначні (не мають пріоритетів);
- оскільки продуктивність вузлів комутації ЛМВР набагато вище продуктивності середовища передачі ЛМВР, то часом обробки заявок у вузлах комутації нехтуємо.

- СМО є розімкнутої;
- буфери побудовані за принципом FIFO;
- потік генерації заявок в системі детермінований;
- заявка характеризується розміром повідомлення;

Введемо означення, використовує в формулах для расчетов $\rho_{\text{ЛМНР}}$.

- $\rho_{\text{ЛМНР}}$ – завантаження ЛМНР;
- $\lambda_{\text{ЛМНР}}$ – інтенсивність надходження заявок в ЛМНР;
- $\lambda_{\text{ПЛК}i}$ – інтенсивність генерації заявок i -тим ПЛК;
- $\mu_{\text{ЛМНР}i}$ – інтенсивність обслуговування заявок на i -тому каналі ЛМНР;
- $\mu_{\text{ср.ЛМНР}}$ – середнє значення інтенсивності обслуговування заявок в ЛМНР;
- $V_{\text{ЛМНР}}$ – пропускна здатність ЛМНР;
- $R_{\text{ЛМНР}}$ – розмір повідомлення.

$$\mu_{\text{ЛМНР}i} = \frac{V_{\text{ЛМНР}}}{R_{\text{ЛМНР}i}}, \mu_{\text{ср.ЛМНР}} = \frac{\sum_{i=0}^n \mu_{\text{ЛМНР}i}}{n}, \rho_{\text{ЛМНР}} = \frac{\lambda_{\text{ЛМНР}}}{\mu_{\text{ср.ЛМНР}}}. \quad (3.1)$$

Введемо позначення, які використовуються у формулах для розрахунків $\rho_{\text{СК}}$:

- $\rho_{\text{СК}}$ – завантаження мережевого концентратора;
- n – кількість ПЛК, що підключаються до мережевого концентратора;
- $\lambda_{\text{СК}} = \sum_{i=1}^n \lambda_{\text{ПЛК}i}$ – інтенсивність надходження заявок в мережевий концентратор;
- $\mu_{\text{СК}}$ – інтенсивність обробки в мережевому концентраторі.

$$\rho_{\text{СК}} = \frac{\lambda_{\text{СК}}}{\mu_{\text{СК}}}. \quad (3.2)$$

λ – це інтенсивність надходження заявок [заявок/од. часу], може змінюватися в

межах $[0, \infty]$.

μ – це інтенсивність обслуговування заявок [заявок/од. часу], може змінюватися в межах $[0, \infty]$.

ρ – параметр відображає частку загального часу, протягом якого пристрій було зайнято. На практиці параметр може змінюватися в межах $[0,1]$. При $\rho = 0$ черги до пристрою немає, при $0 < \rho < 1$ з'являється черга до пристрою; $\rho > 1$ виникає нескінченна черга, що викликає блокування пристроїв, що генерують заявки; при $\rho = 1$ пристрій завантажено повністю, працюючи 100% свого часу. На практиці, зазвичай, обмежують швидкість надходження даних в пристрій в межах 70...90% від теоретичного максимуму.

Структура моделі комунікаційної підсистеми приведена на рис. 3.2.

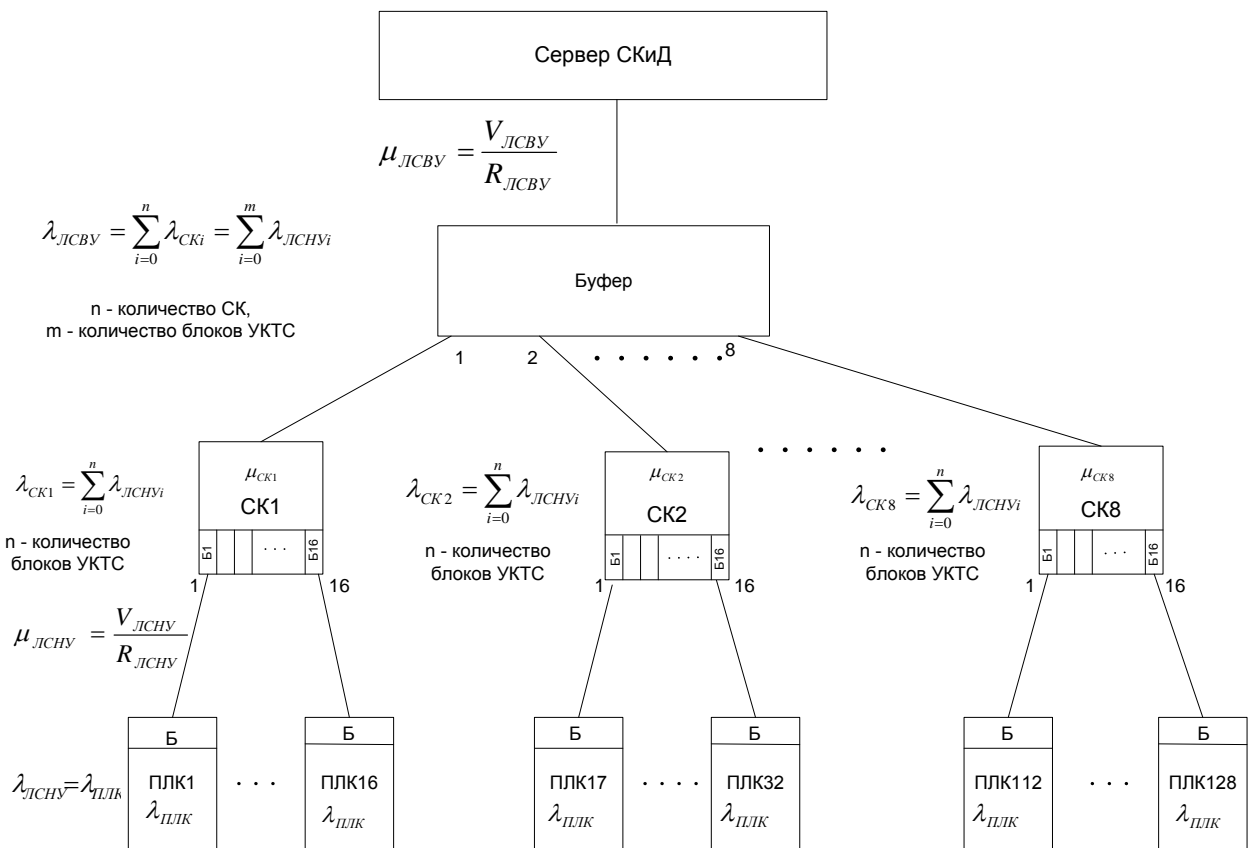


Рисунок 3.2 - Структура моделі комунікаційної підсистеми

На рис 3.3 зображений зв'язок між фазами процесу передачі інформації на верхній рівень системи.

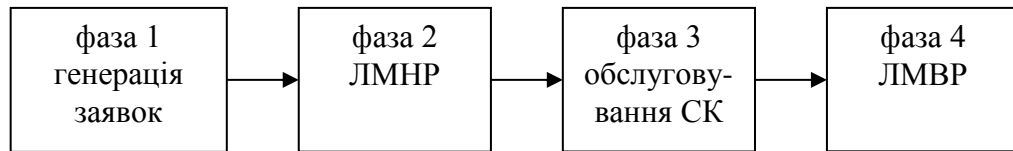


Рисунок 3.2 – Зв'язок між фазами обслуговування заявок

У першій фазі здійснюється генерація заявок. Заявка формується в блоках ПЛК в буфері збору інформації та з інтервалом в 980 мс видається в буфер для видачі, тобто інтервали між генерацією заявок детерміновані і чітко визначені. Всі ПЛК незалежні один від одного. Розмір буфера розрахований на одну заявку. Змодельована обчислювальна система є системою без блокувань. Заявка характеризується розміром в байтах.

У другій фазі здійснюється передача заявки по ЛМНР. Обробка заявки в другій фазі починається тоді, коли заявка потрапляє в буфер на видачу. У кожному каналі між окремо взятою парою концентратор-ПЛК заявки передаються незалежно від передачі заявок в інших каналах. Час передачі по ЛМНР залежить від розміру заявки. Метод доступу в ЛМНР – маркерний. Перед видачею заявки в ЛМНР перевіряється доступність лінії зв'язку.

У третій фазі проводиться обробка заявки в СК, після чого заявка поміщається в буфер на видачу в ЛМВР. СК обробляє заявку з інтенсивністю μ СК. Потім перевіряється доступність видачі в лінію ЛМВР. Якщо лінія вільна – відбувається виконання четвертої фази – передача заявки по ЛМВР. Інакше заявка залишається в буфері. СК одночасно може приймати заявки від n ПЛК.

3.2 Вибір засобів моделювання

Для моделювання розробленої імітаційної моделі, функціонування якої описано вище використовуються різні мови програмування високого рівня, такі як СІ, С ++, Паскаль, Бейсік; мови моделювання - GPSS, SLAM, GASP, SIMSCRIPT; спеціалізовані засоби моделювання - eM-Plant, Arena.

Основними позитивними якостями мов моделювання є простота і компактність розроблюваних моделей і відсутність необхідності у вивченні досить складних мов програмування, які послужили базовою основою для розробок цих мов. Щоб адекватно описати систему, яка моделюється, необхідно знати всі тонкощі не тільки мови моделювання, на якій розробляється імітаційна модель, але і середовище моделювання, і базову мову програмування. Недоліком мов моделювання є відсутність гнучкості.

Використання в якості засобу моделювання мови GPSS дозволяє виконати моделювання досить складних систем. Але при цьому збільшується кількість коду. До недоліків цієї мови відноситься складність розуміння статистики результатів моделювання, неможливість зміни даних в процесі моделювання (для цього доводиться коригувати текст моделі). Відсутність налагоджувальних засобів ускладнює написання моделі. Застосування мови GPSS недоцільно для вирішення поставленого завдання.

Пакети спеціалізованих засобів досить дорогі і вимагають знань експертів в області їх застосування. Їх застосування також не доцільно.

Використання в якості засобу для розробки моделі мов програмування високого рівня, дають розробнику широкий вибір різних підходів моделювання. Перевагою мов програмування високого рівня є висока гнучкість.

У програмі передбачається реалізувати діалог з користувачем, тому з мов програмування високого рівня був обраний Microsoft Visual C ++ 6.0. У його склад входить бібліотека класів MFC, що дозволяє реалізувати графічний інтерфейс з користувачем. Використання Microsoft Visual C ++ 6.0 дозволяє досить швидко реалізувати програми під Windows. Перевагою є швидке компонування, менша кількість коду в порівнянні з іншими мовами. За допомогою цього продукту можна досить детально реалізовувати (моделювати) на комп'ютері реальні системи і процеси.

З огляду на вищесказане, засобом для моделювання була вибрана мова Microsoft Visual C ++ 6.0. і середовище програмування Microsoft Visual Studio.

3.3 Розроблення програмного забезпечення для моделювання комунікаційної системи

Розроблене програмне забезпечення дозволяє проводити експериментальні дослідження над комунікаційної підсистемою, що моделюється, змінюючи різним чином значення вхідних параметрів для отримання необхідних значень вихідних параметрів.

Програма написана з використанням об'єктно-орієнтованого програмування (ООП) та складається з модулів (класів). У програмі виконується два потоки.

Перший потік створюється за допомогою діалогового вікна є головним потоком програми. У головному потоці відбувається відображення вмісту вікна програми, виведення результатів роботи, обробка всіх подій пов'язаних з вікном програми, таких як натискання кнопок, установка або скидання прапорів, введення інформації в поля. Кнопки, прапорці, поля введення-виведення є елементами управління. Кожен елемент управління може мати свої обробники і змінні, через які дані передаються в програму. У

додатковому потоці відбувається безпосередньо моделювання та збір статистики.

Зовнішній вигляд програми представлений на рис. 3.3.

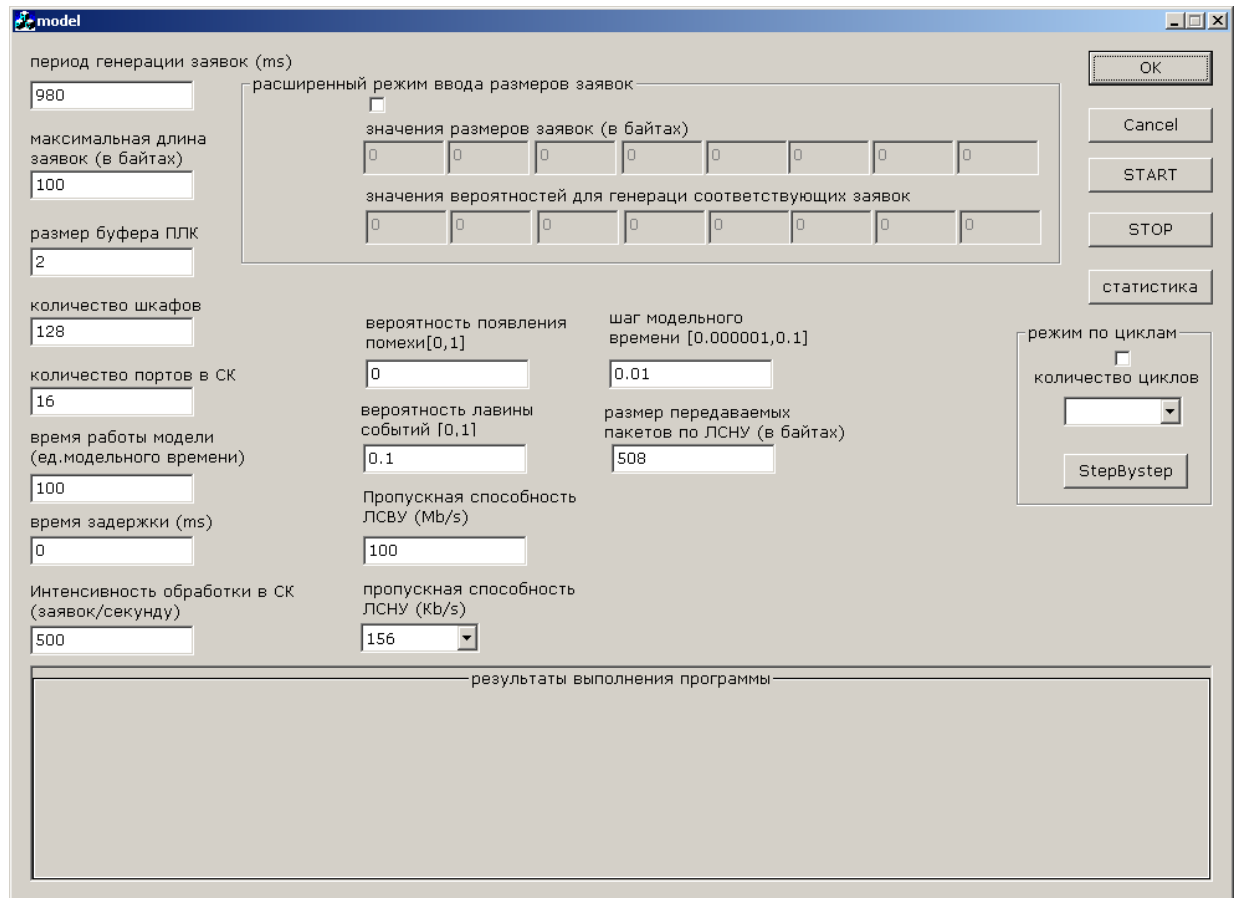


Рисунок 3.3 – Загальний вигляд програми «Model»

Для перегляду статистики необхідно дочекатися закінчення роботи програми, після чого натиснути на кнопку «Статистика». Буде виведено діалогове вікно з інформацією про значеннях вихідних параметрів. Статистику можна подивитися не чекаючи закінчення роботи програми. Для цього під час виконання програми натисніть кнопку «Стоп» і потім натисніть кнопку «Статистика». Буде виведена статистика зібрана на момент закінчення роботи програми. Лістинг статистики наведено в Додатку Д.

Зовнішній вигляд вікна статистики після закінчення роботи програми показаний на рис. 3.4

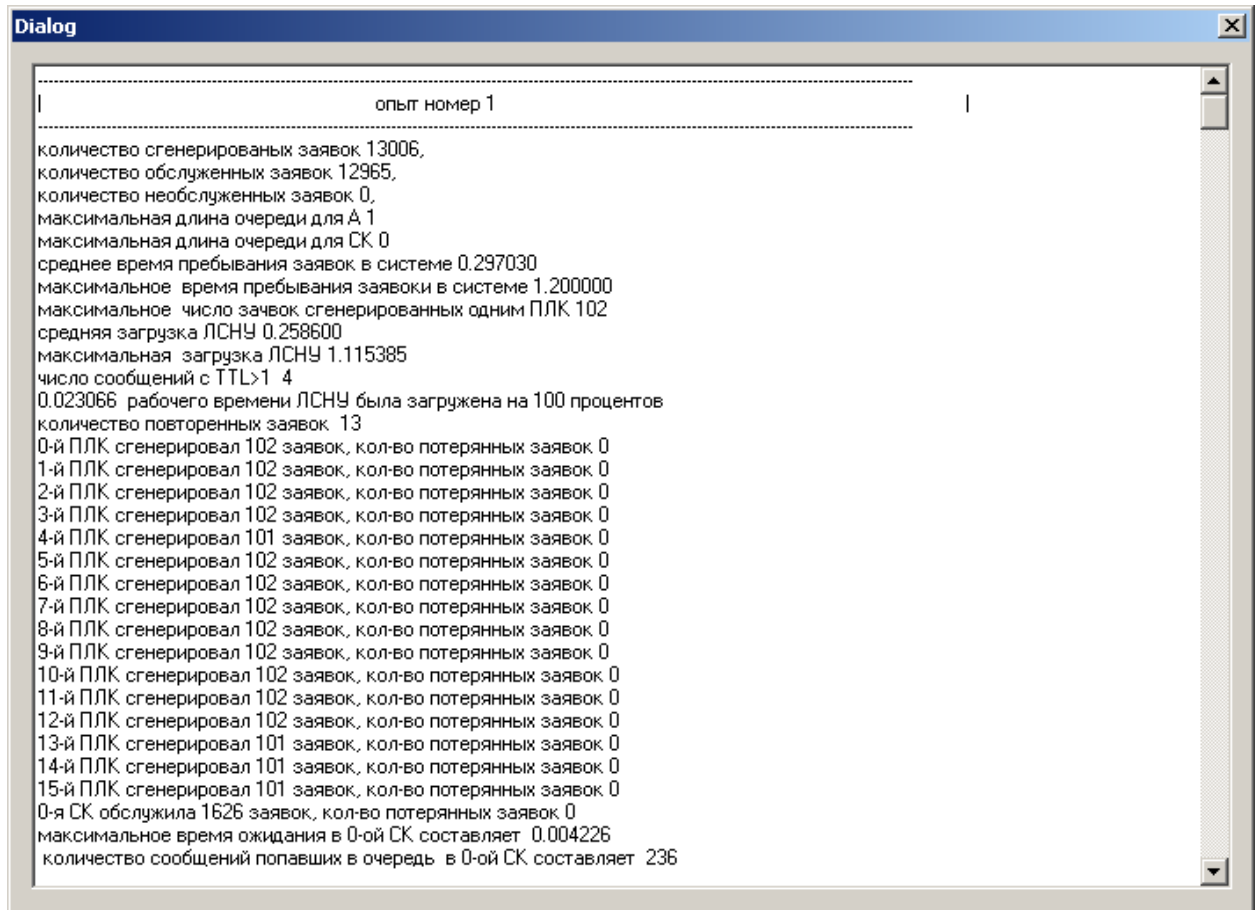


Рисунок 3.4 – Загальний вигляд вікна статистики після закінчення роботи програми

3.4 Опис функціональних можливостей програми

Якщо необхідно перервати роботу програми необхідно натиснути кнопку «Стоп» – програма буде перервана.

Призначення полів введення наступне:

– «Період генерації заявок (ms)» - це поле призначене для введення значення періоду, з яким будуть генеруватися заявки; змінна, зіставляється цьому елементу управління - `m_pGen`;

– «Максимальна довжина заявок (в байтах)» – в цьому полі вказується максимальна кількість байтів в заявці; змінна, зіставляється цьому елементу управління - `m_MaxLenMess`;

– «розмір переданих пакетів по ЛМНР (в байтах)» – в моделі прийнято, що заявка має розмір в байтах. Перед передачею заявки по ЛМНР заявка розбивається на пакети довжиною, зазначеної в полі «розмір переданих пакетів по ЛМНР (в байтах)»; змінна, зіставляється цьому елементу управління - `m_SizePak`;

– «кількість шаф» – в це поле вводиться кількість шаф; змінна, зіставляється цьому елементу управління - `m_kolShkaf`;

– «кількість портів в СК» – в це поле вводиться кількість портів в СК. У програмі кількості шаф відповідає кількість ПЛК, а кількість СК розраховується зі співвідношення: (кількість шаф) / (кількість портів СК); змінна, зіставляється цьому елементу управління - `m_KolPort`;

– «Час роботи моделі (од. модельного часу)» – в це поле вводиться значення часу, який необхідний промоделювати згідно реальному часу. Припустимо, необхідно промоделювати час роботи моделі в інтервалі 10 год, тоді в поле для введення необхідно ввести 36000. Одна одиниця роботи модельного часу відповідає 1 сек. роботи реального часу; змінна, зіставляється цьому елементу управління - `m_Time`;

– «Час затримки (ms)» - якщо значення не дорівнює 0, то програма кожен цикл буде припинятися на вказане число мілісекунд. Дозволяє сповільнювати виконання програми; змінна, зіставляється цьому елементу управління - `m_Delay`;

– «Інтенсивність обробки в СК (заявок / секунду)» – в цьому полі вводиться число заявок, яке СК здатне обслужити за 1 секунду; змінна, зіставляється цьому елементу управління - `m_MuSk`;

– «Імовірність появи перешкоди [0,1]» – вводиться значення ймовірності, при якому відбудеться перешкода. У програмі передбачено виявлення залежностей пов'язаних з впливом електромагнітної перешкоди, яка може виникнути в разі електромагнітної наведення в ЛМНР; змінна, зіставляється цьому елементу управління - `m_Psob`;

– «Пропускна здатність ЛМВР (Mb / s)» - вводиться значення, що відповідає кількості мегабіт, переданих за секунду в ЛМВР; змінна, зіставляється цьому елементу управління - `m_SpeedEth`;

– «Пропускна здатність ЛМНР (Kb/s)» – в це поле вводиться значення, що відповідає кількості кілобіт, що передаються за секунду в ЛМНР; змінна, зіставляється цьому елементу управління - `m_Sp`;

– «крок модельного часу [0.000001,0.1]» – значення на яке збільшується програмний таймер за один цикл; можна вводити різні значення із зазначеного інтервалу, але необхідно враховувати, що це значення впливає на точність вихідний статистики і на тривалість роботи програми; змінна, зіставляється цьому елементу управління - `m_tochTime`;

– «розмір буфера ПЛК» – вводиться значення, яке вказує кількість заявок, які будуть потрапляти в буфер ПЛК, якщо ЛМВР недоступна; змінна, зіставляється цьому елементу управління - `m_SizeBuf`;

– «кількість циклів» - записується значення, що відповідає кількості тактів відтворюваних за один цикл; змінна, зіставляється цьому елементу управління - m_Combo;

– «Y / N» - вказує, який обраний режим роботи; змінна, зіставляється цьому елементу управління - m_Check;

– «сталу суму повідомлення» - якщо обрана галочка поруч з цим полем, то розмір всіх заявок буде дорівнює значенню, зазначеному в цьому полі; змінна, зіставляється цьому елементу управління - m_ConstLM.

У загальному випадку розмір повідомлення носить імовірнісний характер. Тому в програмі передбачено два варіанти генерації розміру заявки. У першому варіанті розмір заявки генерується за наступним алгоритмом: генерується випадкове число, рівномірно розподілене на інтервалі $[0,1]$, і порівнюється зі значенням в змінної m_Psob, яка порівняна полю «ймовірність лавини подій $[0,1]$ ». Якщо випадкове число менше значення ймовірності в змінної m_Psob, тоді розмір заявки утворюється шляхом складання трьох чисел, перше з яких дорівнює 1000 (вважається мінімальним значенням розміру заявки), друге - випадкове число, розподілене на інтервалі $[0,500]$, і третє - випадкове число, розподілене на інтервалі $[0, m_MaxLenMess]$. Якщо випадкове більше значення ймовірності в змінної m_Psob, тоді розмір заявки утворюється шляхом складання двох чисел, перше з яких дорівнює 1000 (вважається мінімальним значенням розміру заявки), друге - випадкове число, розподілене на інтервалі $[0,500]$.

Для того, щоб в програмі генерація розміру заявки відбувалася за другим варіантом, на головному вікні програми необхідно встановити галочку в елементі управління, що входить до групи елементів під загальною назвою «розширений режим введення розмірів заявок». Після цього активізуються поля введення з цієї групи. Верхній ряд – це поля для введення розмірів заявок, за замовчуванням там вже введені деякі значення. Ці значення розраховуються в залежності від значення, що вводиться в поле «максимальна довжина заявок (в байтах)». Потім необхідно ввести значення ймовірностей для кожного з розмірів заявок (сума ймовірностей повинна дорівнювати 1). Розмір заявки буде генеруватися відповідно до наведеними можливостями.

3.5 Розроблення алгоритмів програми

Опис основних функцій:

– LRESULT Draw (WPARAM wP, LPARAM lP) - віконна процедура виводить на головне вікно програми деякі значення вихідних параметрів під час виконання програми.

Параметрами функції є 32-ох розрядні змінні, через які передаються значення для виконних процедур і функцій зворотного виклику. Повертає 32разрядное значення;

–void Initialization () - функція, яка нічого не повертає. У ній відбувається ініціалізація всіх змінних, які використовуються в програмі, виділення пам'яті для динамічних масивів. Ця функція виконується кожен раз при запуску програми;

–int OnStart () - функція - обробник для кнопки «Старт». У цій функції виконується перевірка правильності вводятьсязначень в поля для введення. З цієї функції запускається додатковий потік;

–void OnStopProgram () - функція - обробник для кнопки «Стоп»;

–void OnStepBystep () - функція - обробник для кнопки «StepByStep»;

–void OnChangeMaxlenMess () - функція - обробник для елемента управління відповідного поля для введення «Максимальна довжина заявок (в байтах)»;

–void OnCheck1 () - функція - обробник для елемента управління "Y / N" для вибору режиму роботи по циклам (лістинг функції наведено в п.п. Д.1.3 - рядки 657 - 654).

–void OnEditmode () - функція - обробник для елемента управління "Y / N" для розширеного режиму;

–UINT ThreadFunk (LPVOID pParam) - функція додаткового потоку. У цій функції здійснюється вся основна робота з моделювання.

Для зручності доступу до змінних, функціонально зв'язані змінні були об'єднані в структури.

_СК – структура, яка містить змінні для визначення різних характеристик СК. У програмі створюється динамічний масив структур _СК, розмір якого відповідає кількості СК, заданих в програмі. Таким чином здійснюється можливість збору статистики по кожній СК.

```
struct _СК //структура СК
{
    bool zanatLinE; //флаг линия свободна для выдачи на Ethernet
    int kolwent; //количество сообщ. прошедших через Скі
    int kollost; // количество сообщ. потерянных в Скі
    double timewait; //время, через которое освободиться линия
    double MaxTimeWait; //максимальное время ожидания в СК
    int Ochered; //количество заявок которые прошли через очередь
    int MaxOchered; //максимальная длина очереди
    int tOch; //вспомогательная переменная для расчета максим. длины очереди
    double MuSum; //считается сумма значений МЮ на каждом шаге;
```

```
double MuSr; // рассчитывается среднее значение МЮ: MuSum/kolwent
}*СК;
```

_PLK – структура объединяет переменные, связанные с характеристиками ПЛК.

```
struct _PLK
{
bool zanatlin; //флаг занятости линии
int kolgen; //количество сгенерированных сообщений ПЛК
int kollost; //количество потерянных сообщений в ПЛК
double MuSum; //сумма значений интервалов обслуживания j-того канала ЛСНУ
double MuSr; //среднее значение времени обслуживания j-того канала ЛСНУ
}**PLK;
```

_GenerateMess – структура объединяет переменные, связанные с параметрами заявок и модели в целом

```
struct _GenerateMess //поступление нового сообщения
{
bool flagGen; //флаг генерации заявки
bool flagObsl; //флаг, что заявка обслуживается в ЛСНУ
bool flagObslСК; //флаг обслуживания в СК
bool flagObslEth; //флаг обслуживания в ЛСВУ
double timeGen; //время генерации следующей заявки
double timeObsl; //время окончания обслуживания текущей заявки в ЛСНУ
double timeObslСК; ///время окончания обслуживания текущей заявки в СК
double timeObslEth; //время окончания обслуживания текущей заявки в ЛСВУ
```

struct _Mes //структура, хранит когда сообщение попало в систему и длину сообщения

```
double TTL; //время попадания заявки в систему
double LenMes; //длина заявки
}Mes;
}**GenerateMess;
```

```
struct _СКF // структура для проверки доступности буферов СК
```

```
{
bool СКFree[20][3];
}*СКF;
```

Розроблена програма дає можливість аналізу різних залежностей між вхідними та вихідними параметрами моделі. Параметри моделі постійні для всіх дослідів:

- кількість шаф –128;
- кількість СК – 8;
- розмір буфера ПЛК – 2;
- кількість портів СК – 16;
- СКі –500 заявок/с.

Кількість заявок яка генерується системою – 194048, що відповідає роботі протягом 1500 сек.

Проведено експериментальне моделювання залежності між періодом генерації заявок і $\rho_{\text{ЛМНР}}$, $\rho_{\text{ЛМВР}}$, $\rho_{\text{СК}}$ з наступними параметрами:

- пропускна по ЛСНУ - 156кбіт/сек;
- пропускна по ЛСВУ -100мбіт/сек;
- ймовірність появи перешкоди 0%;
- ймовірність лавини подій 0%;
- середній розмір заявок 1300 байт.

Результати експериментального дослідження приведені в табл. 3.1

Таблиця 3.2 – Результати моделювання

Тген,мс	$\rho_{\text{ЛМНР}}$	$\rho_{\text{СК}}$	$\rho_{\text{ЛМВР}}$	TTL _{ср} , с	TTL макс, с
980	0.068970	0.035	0.012970	0.092933	0.190000
980	0.068995	0.035	0.012975	0.092964	0.190000
980	0.068979	0.035	0.012972	0.092946	0.200000

В табл. 3.1 – TTL_{ср} – середній час перебування заявки в системі, TTL макс – максимальний час перебування заявки в системі, Тген – період генерації.

За отриманими результатами з різними значення параметрів $\rho_{\text{ЛМНР}}$, $\rho_{\text{ЛМВР}}$ і $\rho_{\text{СК}}$ побудований графік, представлений на рис. 4.1.

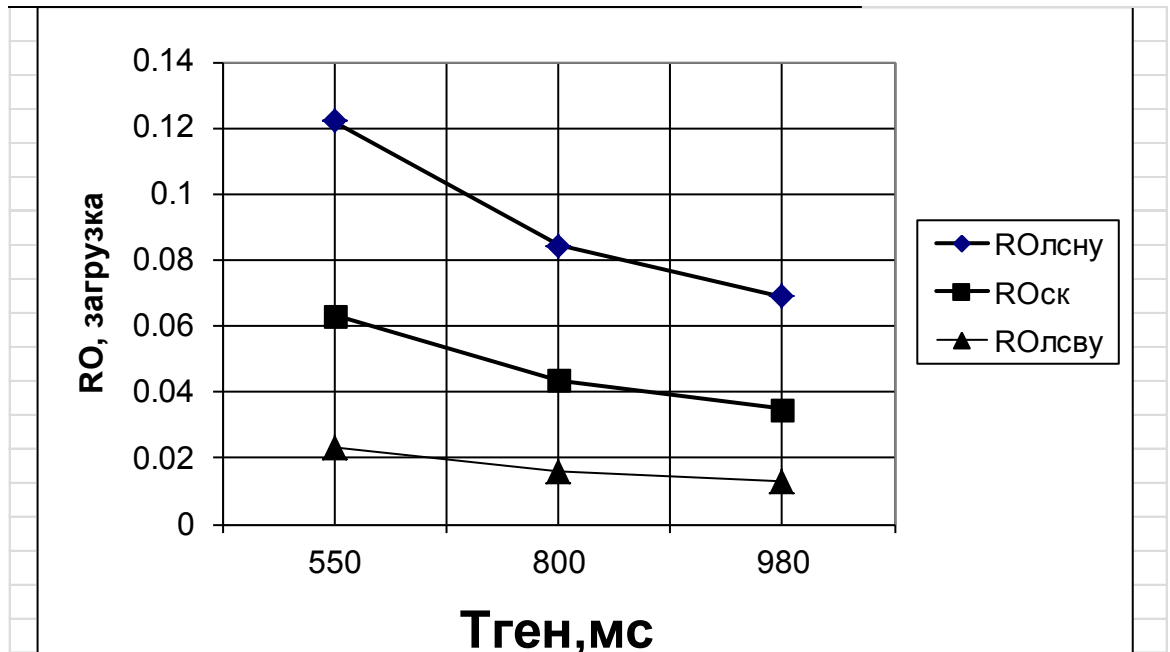


Рисунок 3.5 – Залежність параметрів $\rho_{\text{ЛМНР}}$, $\rho_{\text{ЛМВР}}$ і $\rho_{\text{СК}}$ від періоду генерації заявок

На графіку показана зворотна залежність $\rho_{\text{ЛМНР}}$, $\rho_{\text{ЛМВР}}$ і $\rho_{\text{СК}}$ від $T_{\text{ген}}$. При зменшенні $T_{\text{ген}}$ відбувається збільшення $\rho_{\text{ЛМНР}}$, $\rho_{\text{ЛМВР}}$ і $\rho_{\text{СК}}$. Це пов'язано з тим, що при зменшенні $T_{\text{ген}}$ відбувається збільшення інтенсивності λ надходження заявок. $T_{\text{ген}}$ є математичним очікуванням, а інтенсивність надходження заявок і математичне очікування пов'язані зворотною залежністю.

3.6 Висновки до розділу 3

У третьому розділі дипломного проекту розроблена імітаційна модель комунікаційної системи з метою дослідження часу обслуговування заявок, проведено вибір засобів моделювання та розроблені алгоритми і програмне забезпечення для моделювання комунікаційної системи, що наведені у додатках до дипломного проекту. Наведені результати роботи програми та моделювання, графік залежності параметрів $\rho_{\text{ЛМНР}}$, $\rho_{\text{ЛМВР}}$ і $\rho_{\text{СК}}$ від періоду генерації заявок

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Загальні питання з охорони праці

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці. В законі України «Про охорону праці» визначається, що охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

При роботі з обчислювальною технікою змінюються фізичні і хімічні фактори навколишнього середовища: виникає статична електрика, електромагнітне випромінювання, змінюється температура і вологість, рівень вміст кисню і озону в повітрі. Забезпечення цих умов покладається на власника або уповноважений ним орган (далі роботодавець). Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці.

4.2 Правові та організаційні основи охорони праці

Державна політика в галузі охорони праці визначається відповідно до Конституції України Верховною Радою України і спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням. Відповідно до статті 3 Закону України «Про охорону праці» (далі – Закону) законодавство про охорону праці складається з Закону, Кодексу законів про працю України, Закону України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності" та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів, норм міжнародного договору (ратифіковані Конвенції і Рекомендації МОТ, директиви Європейської Ради).

Обов'язки працівників щодо додержання вимог нормативно-правових актів з охорони праці (ст. 14), відповідальність робітників всіх категорій за порушення вимог

щодо охорони праці (ст. 44) та структура організації/виробництв системи управління охорони праці визначені безпосередньо «Інструкцією на робоче місце № 1», та іншими затвердженими власними нормативними актами з питань охорони праці (правилами, нормами, регламентами, положеннями, стандартами, інструкціями та іншими документами, обов'язковими до виконання), тобто тих, що діють на підприємстві/організації, і визначені НПАОП 0.00-6.03-93 «Порядок опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві».

4.3 Організаційно-технічні заходи з безпеки праці

В організації/підприємстві проводиться навчання і перевірка знань з питань охорони праці відповідно до вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці України від 26.01.2005 N 15, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 15.02.2005 за N 231/10511 (НПАОП 0.00-4.12-05).

Також впроваджені організаційні заходи з пожежної безпеки - навчання і перевірку знань відповідно до вимог Типового положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України, затвердженого наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 29.09.2003 N 368, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 11.12.2003 за N 1148/8469 (НАПБ Б.02.005-2003).

4.4 Аналіз стану умов праці та вимоги до приміщення

Робота над створенням дипломного проекту проходитиме в приміщенні відповідної установи (компанії, підприємстві тощо). Для даної роботи достатньо однієї людини, для якої надано робоче місце зі стаціонарним комп'ютером. Геометричні розміри приміщення зазначені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Розміри приміщення

Найменування	Значення
Довжина, м	5
Ширина, м	5
Висота, м	3
Площа, м ²	25
Об'єм, м ³	75

Згідно з [ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»] розмір площі для одного робочого місця оператора персонального комп'ютера має бути не менше 6 кв. м, а об'єм — не менше 20 куб. м. Отже, дане приміщення цілком відповідає зазначеним нормам. Для зручності спільної роботи з іншими працівниками (обговорення ідей, з'ясування проблем і т.д.) в кімнаті є дивани і журнальний стіл, обставлені живими квітами. Також робочий процес пов'язаний з багатьма документами, теками, журналами для чого приміщення облаштоване принтером і шафою для зручності. Задля дотримання визначеного рівня мікроклімату в будівлі встановлено систему опалення та кондиціонування. Для забезпечення потрібного рівня освітленості кімната має вікно та систему загального рівномірного освітлення, що встановлена на стелі. Для дотримання вимог пожежної безпеки встановлено порошковий вогнегасник та систему автоматичної пожежної сигналізації.

4.5 Вимоги до організації робочого місця

При порівнянні відповідності характеристик робочого місця нормативним основні вимоги до організації робочого місця за [ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»] і відповідними фактичними значеннями для робочого місця, констатуємо повну відповідність в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Характеристики робочого місця

Найменування параметра	Фактичне значення	Нормативне значення
Висота робочої поверхні, мм	750	680 ÷ 800
Висота простору для ніг, мм	730	не менше 600

Ширина простору для ніг, мм	660	не менше 500
Глибина простору для ніг, мм	700	не менше 650
Висота поверхні сидіння, мм	470	400 ÷ 500
Ширина сидіння, мм	400	не менше 400
Глибина сидіння, мм	400	не менше 400
Висота поверхні спинки, мм	600	не менше 300
Ширина опорної поверхні спинки, мм	500	не менше 380
Радіус кривини спинки в горизонтальній площині, мм	400	400
Відстань від очей до екрану дисплея, мм	800	700 ÷ □ 800

Робочий стіл на досліджуваному місці також містить достатньо простору для ніг. Крісло, що використовується в якості робочого сидіння, є підйомно-поворотним, має підлокітники і можливість регулювання за висотою і кутом нахилу спинки, також воно м'яке і виконане з екологічної шкіри, що дає можливість працювати у комфорті. Екран монітору знаходиться на відстані 0.8 м, клавіатура має можливість регулювання кута нахилу 5-15°. Отже, за всіма параметрами робоче місце відповідає нормативним вимогам.

Приміщення кабінету знаходиться на другому поверсі трьох поверхової будівлі і має об'єм 78 м³, площу — 18 м². У цьому кабінеті обладнано три місця праці, з яких два укомплектовані ПК.

Температура в приміщенні протягом року коливається у межах 18–24°C, відносна вологість — близько 50%. Швидкість руху повітря не перевищує 0,2 м/с. Шум на робочому місці знаходиться на рівні 50 дБА. Система вентиляції приміщення — природна неорганізована, а опалення — централізоване.

Розміщення вікон забезпечує природне освітлення з коефіцієнтом природного освітлення не менше 1,5%, а загальне штучне освітлення, яке здійснюється за допомогою восьми люмінесцентних ламп, забезпечує рівень освітленості не менше 200 Лк.

У кабінеті є електрична мережа з напругою 220 В, яка створює небезпеку ураження електричним струмом. ПК та периферійні пристрої можуть бути джерелами електромагнітних випромінювань, аерозолів та шкідливих речовин (часток тонеру, оксидів нітрогену та озону).

За ступенем пожежної безпеки приміщення належить до категорії В. Кабінет має бути оснащений переносним вуглекислотним вогнегасником ВВК-5.

Наявна аптечка для надання долікарської допомоги, а також у кабінеті роблять вологе прибирання та щоденно провітрюють приміщення.

4.6 Навантаження та напруженість процесу праці

Під час виконання робіт використовують ПК та периферійні пристрої, що призводить до навантаження на окремі системи організму. Такі перекося у напруженні різних систем організму, що трапляються під час роботи з ПК, зокрема, значна напруженість зорового аналізатора і довготривале малорухоме положення перед екраном, не тільки не зменшують загального напруження, а навпаки, призводять до його посилення і появи стресових реакцій.

Найбільшому ризику виникнення різноманітних порушень піддаються: органи зору, м'язово скелетна система, нервово-психічна діяльність, репродуктивна функція у жінок.

Тобто наявне психофізіологічні небезпечні та шкідливі фактори:

а) фізичного перевантаження:

- статичного;
- динамічного;

б) нервово-психічного перевантаження:

- розумового перенапруження;
- монотонності праці;
- перенапруження аналізаторів;
- емоційних перевантажень.

Роботу за дипломним проектом визнано, таку, що займає 50% часу робочого дня та за восьмигодинної робочої зміни рекомендовано встановити додаткові регламентовані перерви:

- для розробників програм тривалістю 15 хв через кожен годину роботи.

4.7 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при роботі на персональному комп'ютері

Роботу, пов'язану з електронно-обчислювальними машинами (далі - ПК) з відео дисплейними терміналами (далі - ВДТ), у тому числі на тих, які мають робочі місця, обладнані ЕОМ з ВДТ і периферійними пристроями (далі - ПП), виконують із забезпеченням виконання НПАОП 0.00.-1.28-10 «Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин», які встановлюють вимоги безпеки до

обладнання робочих місць, до роботи із застосуванням ПК з ВДТ і ПП. Переважно роботи за проектами виконують у кабінетах чи інших приміщеннях, де використовують різноманітне електрообладнання, зокрема ПК та периферійні пристрої.

Робочі місця мають відповідати вимогам цих Правил та Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.98 N 7 (ДСанПіН 3.3.2-007-98).

Це передбачає, що визначена виробнича діяльність пов'язана з наявністю певної кількості небезпечних та/або шкідливих виробничих факторів. Тому у першій частині цього підрозділу за результатами аналізу повинні бути визначені такі фактори.

Робота ПК та периферійних пристроїв супроводжує виділення багатьох хімічних речовин, зокрема озону, оксидів нітрогену та аерозолів (високодисперсних частинок тонера). Для прикладу, за умов роботи з ПК виникають наступні небезпечні та шкідливі чинники: несприятливі мікрокліматичні умови, освітлення, електромагнітні випромінювання, забруднення повітря шкідливими речовинами (джерелом яких може бути принтер, сканер та ін.), шум, вібрація, електричний струм, електростатичне поле, напруженість трудового процесу та інше.

4.8 Пожежна безпека

Пожежна безпека при застосуванні ЕОМ забезпечується:

- системою запобігання пожежі,
- системою протипожежного захисту,
- організаційно-технічними заходами.

Згідно НАПБ Б.03.002-2007 таке приміщення, площею 25 м², відноситься до категорії "В" (пожежонебезпечної) та для протипожежного захисту в ньому проектом передбачено устаткування автоматичною пожежною сигналізацією із застосуванням датчиків-сповіщувачів РІД-1 (сповіщувач димовий ізоляційний) в кількості 1 шт., і застосуванням первинних засобів пожежогасіння. Відповідно до норм первинних засобів пожежогасінні пропонується використовувати:

- ручний вуглекислий вогнегасник ОУ-5 в кількості 1 шт. або хімічний пінний ОХП-10 – 1 шт;
- повсть 1 1 м², кошму 2×1,5 м² або азбестове полотно 2×2 м² в кількості 1 шт.

Виникнення пожежі можливе, якщо на об'єкті є горючі речовини, окислювач і джерела запалювання. Вірогідність пожежної небезпеки приймається значною, якщо

ймовірна взаємодія цих трьох чинників. Горючими компонентами є: будівельні матеріали для акустичної і естетичної обробки приміщень, перегородки, підлоги, двері, ізоляція силових, сигнальних кабелів і т.д.

Горючими матеріалами в приміщенні, де розташовані ЕОМ, є:

- поліамід – матеріал корпусу мікросхем, горюча речовина, температура самозаймання 420 °С,
- полівінілхлорид – ізоляційний матеріал, горюча речовина, температура запалювання 335 °С, температура самозаймання 530 °С,
- склотекстоліт ДЦ – матеріал друкарських плат, важкогорючий матеріал, показник горючості 1.74, не схильний до температурного самозаймання,
- пластикат кабельний №.489 – матеріал ізоляції кабелів, горючий матеріал, показник горючості більше 2.1,
- деревина – будівельний і обробний матеріал, з якого виготовлені меблі, горючий матеріал, показник горючості більше 2.1, температура запалювання 255 °С, температура самозаймання 399 °С.

Для відводу теплоти від ЕОМ діє система кондиціонування. Тому кисень, як окиснювач процесів горіння, є в будь-якій точці приміщень ВЦ.

Простори усередині приміщень в межах, яких можуть утворюватися або знаходитися пожежонебезпечні речовини і матеріали відповідно до [НАПБ Б.03.002-2007] відносяться до пожежонебезпечної зони класу П-Па. Це обумовлено тим, що в приміщенні знаходяться тверді горючі та важкозаймісті речовини та матеріали. Приміщенню, у якому розташоване робоче місце, присвоюється II ступень вогнестійкості.

Потенційними джерелами запалювання можуть бути:

- іскри і дуги короткого замикання;
- електрична іскра при замиканні і розмиканні ланцюгів;
- перегіви від тривалого перевантаження,
- відкритий вогонь і продукти горіння,
- наявність речовин, нагрітих вище за температуру самозаймання,
- розрядна статична електрика.

Причинами можливого загоряння і пожежі можуть бути:

- несправність електроустановки;
- конструктивні недоліки устаткування;
- коротке замикання в електричних мережах;
- запалювання горючих матеріалів, що знаходяться в безпосередній близькості від електроустановки.

Продуктами згорання, що виділяються на пожежі, є: окис вуглецю; сірчистий газ; окис азоту; синильна кислота; акромін; фосген; хлор і ін. При горінні пластмас, окрім звичних продуктів згорання, виділяються різні продукти термічного розкладання: хлорангідридні кислоти, формальдегіди, хлористий водень, фосген, синильна кислота, аміак, фенол, ацетон, стирол. (ГОСТ 12.1.044-89).

Для захисту персоналу від дії небезпечних і шкідливих чинників пожежі проектом передбачається застосування промислового протигаза, що фільтрує, з коробкою марки «В» із сірою відміткою забарвлення – захист від неорганічних газів (хлор, фтор, бром, сірководень, сірковуглець, хлорціан, галогени), а цей фільтр не захистить від СО (тобто від чадного газу).

Можливе також відповідне застосування фільтрувальної коробки з маркуванням «СО» із фіолетовим забарвленням на фільтрі означає, що він захищає від Чадного газу. Або фільтру для протигазу з літерним маркуванням «SX» із фіолетовим забарвленням захистить від спец речовин таких як (зарин, зоман та фосген).

4.9 Електробезпека

На робочому місці виконуються наступні вимоги електробезпеки: ПК, периферійні пристрої та устаткування для обслуговування, електропроводи і кабелі за виконанням та ступенем захисту відповідають класу зони за ПУЕ (правила улаштування електроустановок), мають апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів. Лінія електромережі для живлення ПК, периферійних пристроїв і устаткування для обслуговування, виконана як окрема групова три-провідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового робочого провідників мають спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Електромережа штепсельних розеток для живлення персональних ПК, укладено по підлозі поруч зі стінами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання. Металеві труби та гнучкі металеві рукави заземлені. Захисне заземлення включає в себе заземлюючих пристроїв і провідник, який з'єднує заземлюючий пристрій з обладнанням, яке заземлюється - заземлюючий провідник.

4.10 Мікроклімат

Мікроклімат робочих приміщень – це клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається діючої на організм людини з'єднанням температури, вологості, швидкості переміщення повітря. В даному приміщенні проводяться роботи, що виконуються сидячи і не потребують динамічного фізичного напруження, то для нього відповідає категорія робіт Ia. Отже оптимальні значення для температури, відносної вологості й рухливості повітря для зазначеного робочого місця відповідають [ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»] і наведені в таблиці 4.3:

Таблиця 4.3 – Норми мікроклімату робочої зони об'єкту

Період року	Категорія робіт	Температура С ⁰	Відносна вологість %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна	легка-1 а	22 - 24	40 – 60	0,1
Тепла	легка-1 а	23 - 25	40 – 60	0,1

Дане приміщення обладнане системами опалення, кондиціонування повітря або припливно-витяжною вентиляцією. У приміщенні на робочому місці забезпечуються оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря у відповідності до [ДСН 3.3.6.042-99]. Рівні позитивних і негативних іонів у повітрі мають відповідати [ДСН 3.3.6.042-99]. Для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщенні проводяться перерви в роботі користувача, з метою його провітрювання. Існують спеціальні системи кондиціонування, які забезпечують підтримання в приміщенні балансу оптимальних параметрів мікроклімату. Контроль параметрів мікроклімату в холодний і теплий період року здійснюється не менше 3-х разів на зміну (на початку, середині, в кінці).

4.11 Освітлення робочого місця

Світло є природною умовою існування людини. Воно впливає на стан вищих психічних функцій і фізіологічні процеси в організмі. Хороше освітлення діє тонізуюче, створює гарний настрій, покращує протікання основних процесів вищої нервової діяльності.

Збільшення освітленості сприяє поліпшенню працездатності навіть в тих випадках, коли процес праці практично не залежить від зорового сприйняття. При поганому

освітленні людина швидко втомлюється, працює менш продуктивно, виникає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків.

Освітленість приміщення має велике значення при роботі на ПЕОМ. Вона багато в чому визначається колірною і мережевий обстановкою. Для зменшеного поглинання світла стеля і стіни вище панелей (1,5-1,7м.). Якщо вони не облицьовані звукопоглинальним матеріалом, фарбуються білою водоемульсійною фарбою (коефіцієнт відбиття повинен бути не менше 0,7). Для забарвлення стіни панелей рекомендується віддавати перевагу світлим фарбам.

Основний потік природного світла при цій повинен бути зліва. Не допускається спрямування основного світлового потоку природного світла праворуч, ззаду і спереду працівника на ПЕОМ.

Природне освітлення, коли робочі місця з ПЕОМ розташовуються в один ряд по довжині приміщення на відстані 0,8 - 1,0 м від стіни з віконними прорізами, і екрани знаходяться перпендикулярно цієї стіни. Основний потік природного світла при цій повинен бути зліва. Не допускається спрямування основного світлового потоку природного світла праворуч, ззаду і спереду працює на ПЕОМ. Оптимальна відстань очей до екрана відео монітора повинна становити 60-70 см, допустиме не менше 50 см. Розглядати інформацію ближче 50 см не рекомендується.

У проєкті, що розробляється, передбачається використовувати суміщене освітлення. У світлий час доби використовуватиметься природне освітлення приміщення через віконні отвори, в решту часу використовуватиметься штучне освітлення. Штучне освітлення створюється газорозрядними лампами.

Штучне освітлення в робочому приміщенні передбачається здійснювати з використанням люмінесцентних джерел світла в світильниках загального освітлення, оскільки люмінесцентні лампи мають високу потужність (80 Вт), тривалий термін служби (до 10000 годин), спектральний складом випромінюваного світла, близький до сонячного. При експлуатації ЕОМ виконується зорова робота IV в розряді точності (середня точність). При цьому нормована освітленість на робочому місці (E_n) рівна 200 лк. Джерелом природного освітлення є сонячне світло.

У приміщенні, де розташовані ЕОМ передбачається природне бічне освітлення, рівень якого відповідає СНіП 11-4-79 [13]. Джерелом природного освітлення є сонячне світло. Регулярно повинен проводитися контроль освітленості, який підтверджує, що рівень освітленості задовольняє СНіП і для даного приміщення в світлий час доби достатньо природного освітлення.

Розрахунок освітлення.

Для будівель виробництв світловий коефіцієнт приймається в межах 1/6 - 1/10:

$$\sqrt{a^2 + b^2} \cdot S_b = (1/8 \div 1/10) \cdot S_n \quad (4.1)$$

де S_b – площа віконних прорізів, м²;

S_n – площа підлоги, м².

$$S_n = a \cdot b = 5 \cdot 5 = 25 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{вік}} = 1/8 \cdot 25 = 3,125 \text{ м}^2$$

Приймаємо 2 вікна площею $S = 1,6 \text{ м}^2$ кожне.

Світильники загального освітлення розташовуються над робочими поверхнями в рівномірно-прямокутному порядку. Для організації освітлення в темний час доби передбачається обладнати приміщення, довжина якого складає 5 м, ширина 5 м, світильниками ЛПО2П, оснащеними лампами типа ЛБ (дві по 80 Вт) з світловим потоком 5400 лм кожна.

Розрахунок штучного освітлення виробляється по коефіцієнтах використання світлового потоку, яким визначається потік, необхідний для створення заданої освітленості при загальному рівномірному освітленні. Розрахунок кількості світильників N виробляється по формулі (4.2):

$$n = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot K}{F \cdot U \cdot M} \quad (4.2)$$

де E – нормована освітленість робочої поверхні, визначається нормами – 300 лк;

S – освітлювана площа, м²; $S = 25 \text{ м}^2$;

Z – поправочний коефіцієнт світильника (для стандартних світильників $Z = 1.1$ - 1.3) приймаємо рівним 1,1;

K – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в процесі експлуатації – 1,5;

U – коефіцієнт використання, залежний від типу світильника, показника індексу приміщення і т.п. – 0,575

M – число люмінесцентних ламп в світильнику – 2;

F – світловий потік лампи – 5400лм.

Підставивши числові значення у формулу (3.1), отримуємо:

$$n = \frac{300 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 1,5}{5400 \cdot 0,575 \cdot 2} \approx 2,64$$

Приймаємо освітлювальну установку, яка складається з 3-х світильників, які складаються з двох люмінесцентних ламп загальною потужністю 160 Вт, напругою – 220 В.

Потужність електроосвітлювальної установки з урахуванням місцевого освітлення визначається за формулою:

$$N = \frac{n \cdot W + (0,1 \div 0,2) \cdot n \cdot W}{1000}, \text{кВт} \quad (4.3)$$

де n – розрахункова кількість ламп для освітлення даного приміщення;

W – потужність однієї лампи, Вт;

$(0,1 \div 0,2)$ – додаткова потужність для ламп місцевого освітлення, Вт

$$N = \frac{3 \cdot 160 + 0,2 \cdot 3 \cdot 160}{1000} = 0,576 \text{ кВт}$$

4.12 Шум, вібрація та електромагнітне випромінювання

Рівень шуму, що супроводжує роботу користувачів персональних комп'ютерів, а також зовнішніми чинниками, коливається у межах 50–65 дБА (ДСН 3.3.6.037-99). Шум такої інтенсивності на тлі високого ступеня напруженості праці негативно впливає на функціональний стан користувачів. Тому на практиці рекомендують знижувати фактичний рівень шуму у приміщеннях, де створюють комп'ютерні програми, виконують теоретичні та творчі роботи, проводять навчання до 40 дБА, а в приміщеннях, де виконують роботу, що потребує зосередженості, — до 55 дБА. У залах опрацювання інформації та комп'ютерного набору рівні шуму не повинні перевищувати 65 дБА.

Для зниження шуму на шляху його поширення передбачається розміщення в приміщенні штучних поглиначів. Для зниження рівня шуму стелю або стіни вище 1.5 - 1.7 метра від підлоги повинні облицьовуватися звукопоглинальним матеріалом з максимальним коефіцієнтом звукопоглинання в області частот 63-8000 Гц. Додатковим звукопоглинанням в КВТ можуть бути фіранки, підвішені в складку на відстані 15-20 см. Від огорожі, виконані з щільної, важкої тканини. У приміщенні з ЕОМ коректований

рівень звукової потужності не перевищує 45 дБА. Оскільки рівень шуму не перевищує гранично допустимих величин, які встановлені санітарними нормами, заходи для зниження шуму не проводяться.

Віброізоляція можливо здійснювати за допомогою спеціальної прокладки під системний блок, який послаблює передачу вібрацій робочого столу. Вібрація на робочому місці в приміщенні, що розглядається, відповідає нормам [ДСН 3.3.6.037-99]. Допустимий рівень вібрацій на робочому місці: - для 1 ступеня шкідливості до 3 дБ; - для 2-3 - 1-6 дБ; - для 3 - більше 6 дБ.

Для захисту від електромагнітного випромінювання передбачаються наступні заходи:

- застосування нових плазмових моніторів,
- віддалення робочого місця не менше, ніж на 0,4 – 0,5 м, оскільки напруженість електричного поля зменшується при віддаленні від джерела поля,
- встановлення раціональних режимів роботи персоналу (обмеження часу перебування),
- раціональне розміщення в робочому приміщенні устаткування, що випромінює електромагнітну енергію.

4.13 Розрахунок захисного заземлення

Згідно з класифікацією приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом НПАОП 40.1-1.01-97, приміщення в якому проводяться всі роботи відноситься до першого класу (без підвищеної небезпеки). Під час роботи використовуються електроустановки з напругою живлення 36 В, 220 В, та 360 В. Опір контура заземлення повинен мати не більше 4 Ом.

Розрахунок проводять за допомогою методу коефіцієнта використання (екранування) електродів. Коефіцієнт використання групового заземлювача η – це відношення діючої провідності цього заземлювача до найбільш можливої його провідності за нескінченно великих відстаней між його електродами. Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів η_v в залежності від розміщення заземлювачів та їх кількості знаходиться в межах 0,4...0,99. Взаємну екрануючу дію горизонтального заземлювача (з'єднувальної смуги) враховують за допомогою коефіцієнта використання горизонтального заземлювача η_c .

Визначимо необхідний опір штучних заземлювачів $R_{шт.з.}$:

$$R_{\text{шт.з.}} = \frac{R_{\text{д}} \cdot R_{\text{пр.з.}}}{R_{\text{пр.з.}} - R_{\text{д}}}, \quad (4.4)$$

–де $R_{\text{пр.з.}}$ – опір природних заземлювачів; $R_{\text{д}}$ – допустимий опір заземлення. Якщо природні заземлювачі відсутні, то $R_{\text{шт.з.}}=R_{\text{д}}$.

Підставивши числові значення у формулу (А.3), отримуємо:

$$- R_{\text{шт.з.}} = \frac{4 \cdot 40}{40 - 4} \approx 4 \text{ Ом}$$

–

Опір заземлення в значній мірі залежить від питомого опору ґрунту ρ , Ом•м. Приблизне значення питомого опору глини приймаємо $\rho=40$ Ом•м (табличне значення).

Розрахунковий питомий опір ґрунту, $\rho_{\text{розр.}}$, Ом•м, визначається відповідно для вертикальних заземлювачів $\rho_{\text{розр.в}}$, і горизонтальних $\rho_{\text{розр.г}}$, Ом•м за формулою:

$$\rho_{\text{розр.}} = \psi \cdot \rho, \quad (4.5)$$

–де ψ – коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів І кліматичної зони з нормальною вологістю землі, приймається для вертикальних заземлювачів $\rho_{\text{розр.в}}=1,7$ і горизонтальних $\rho_{\text{розр.г}}=5,5$ Ом•м.

$$\rho_{\text{розр.в}} = 1,7 \cdot 40 = 68 \text{ Ом•м}$$

$$\rho_{\text{розр.г}} = 5,5 \cdot 40 = 220 \text{ Ом•м}$$

Розрахуємо опір розтікання струму вертикального заземлювача $R_{\text{в}}$, Ом, за (А.5).

$$R_{\text{в}} = \frac{\rho_{\text{розр.в}}}{2 \cdot \pi \cdot l_{\text{в}}} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_{\text{в}}}{d_{\text{ст}}} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l_{\text{в}}}{4 \cdot t - l_{\text{в}}} \right), \quad (4.6)$$

–де $l_{\text{в}}$ – довжина вертикального заземлювача (для труб - 2–3 м; $l_{\text{в}}=3$ м);

– $d_{\text{ст}}$ – діаметр стержня (для труб - 0,03–0,05 м; $d_{\text{ст}}=0,05$ м);

– t – відстань від поверхні землі до середини заземлювача, яка визначається за ф.

(3.6):

$$t = h_{\text{в}} + \frac{l_{\text{в}}}{2}, \quad (4.7)$$

–де $h_{\text{в}}$ – глибина закладання вертикальних заземлювачів (0,8 м);

тоді $t = 0,8 + \frac{3}{2} = 2,3$ м

$$R_B = \frac{68}{2 \cdot \pi \cdot 3} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 2,3 + 3}{4 \cdot 2,3 - 3} \right) = 18,5 \text{ Ом}$$

Визначаємо теоретичну кількість вертикальних заземлювачів n штук, без урахування коефіцієнта використання η_B :

$$n = \frac{2 \cdot R_B}{R_d} = \frac{2 \cdot 18,5}{4} = 9,25 \quad (4.8)$$

Визначаємо коефіцієнт використання вертикальних електродів групового заземлювача без врахування впливу з'єднувальної стрічки $\eta_B = 0,57$ (табличне значення).

Визначаємо необхідну кількість вертикальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта використання n_B , шт:

$$n_B = \frac{2 \cdot R_B}{R_d \cdot \eta_B} = \frac{2 \cdot 18,5}{4 \cdot 0,57} = 16,2 \approx 16 \quad (4.9)$$

Визначаємо довжину з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача l_c , м:

$$l_c = 1,05 \cdot L_B \cdot (n_B - 1), \quad (4.10)$$

—де L_B — відстань між вертикальними заземлювачами, (прийняти за $L_B = 3$ м);

— n_B — необхідна кількість вертикальних заземлювачів.

$$l_c = 1,05 \cdot 3 \cdot (16 - 1) \approx 48 \text{ м}$$

Визначаємо опір розтіканню струму горизонтального заземлювача (з'єднувальної стрічки) R_r , Ом:

$$R_r = \frac{\rho_{\text{розр.г}}}{2 \cdot \pi \cdot l_c} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_c^2}{d_{\text{см}} \cdot h_r}, \quad (4.11)$$

—де $d_{\text{см}}$ — еквівалентний діаметр смуги шириною b , $d_{\text{см}} = 0,95b$, $b = 0,15$ м;

— h_r — глибина закладання горизонтальних заземлювачів (0,5 м);

— l_c — довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача l_c , м

$$R_r = \frac{220}{2 \cdot \pi \cdot 48} \cdot \ln \frac{2 \cdot 48^2}{0,95 \cdot 0,15 \cdot 0,5} = 8,1 \text{ Ом}$$

Визначаємо коефіцієнт використання горизонтального заземлювача η_c , відповідно до

необхідної кількості вертикальних заземлювачів n_B .

Коефіцієнт використання з'єднувальної смуги $\eta_c=0,3$ (табличне значення).

Розраховуємо результуючий опір заземлювального електроду з урахуванням з'єднувальної смуги:

$$R_{\text{заг}} = \frac{R_B \cdot R_r}{R_B \cdot \eta_c + R_r \cdot n_B \cdot \eta_B} \leq R_d. \quad (4.12)$$

Висновок: дане захисне заземлення буде забезпечувати електробезпеку будівлі, так як виконується умова: $R_{\text{заг}} < 4$ Ом, а саме:

$$R_{\text{заг}} = \frac{18,5 \cdot 8,1}{18,5 \cdot 0,3 + 8,1 \cdot 16 \cdot 0,57} = 1,9 \leq R_d$$

Висновки до розділу 4

В даному розділі дипломного проекту зроблено аналіз умов праці, шкідливих та небезпечних чинників. Визначено параметри і характеристики приміщення для роботи над дипломним проектом, заходи, які потрібно зробити для того, щоб дане приміщення відповідало необхідним нормам і було комфортним і безпечним для роботи. Приведені рекомендації щодо організації робочого місця, електробезпеки та пожежної безпеки. Наведена схема, розміри приміщення та наведено значення температури, вологості й рухливості повітря, необхідна кількість і потужність ламп та інші параметри, значення яких впливає на умови праці, рекомендації з охорони праці, техніки безпеки при роботі на комп'ютері.

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті розроблена комунікаційна підсистема контролю та діагностики на базі уніфікованого комплексу технічних засобів (УКТЗ) для застосування в системі безпеки та нормальної експлуатації енергоблоків ядерних реакторів типу ВВЕР-1000.

З метою розроблення проведений аналіз інформаційних потоків в комунікаційній системі контролю та діагностики, розроблена структурна схема підсистеми та визначені апаратні модулі, місця їх розташування, програмні засоби реалізації проекту.

Визначені апаратні засоби функціонування програмно-логічного контролера на нижньому рівні підсистеми контролю та діагностики.

Для забезпечення отримання інформації оператором засобами візуалізації та її архівування визначенні апаратні засоби передачі інформації від аналогових та дискретних каналів комунікаційної підсистеми контролю та діагностики на верхній рівень УКТЗ.

З метою перевірки функціонування підсистеми контролю та діагностики комунікаційної системи проведено розроблення алгоритму та програмного забезпечення оброблення отриманих значень від дискретних і аналогових каналів з об'єкту контролю, та збору статистики. Засобами програмного забезпечення проведено експериментальне моделювання для визначення мінімальних параметрів комунікаційної підсистеми в режимі максимального навантаження.

Розроблені заходи щодо охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

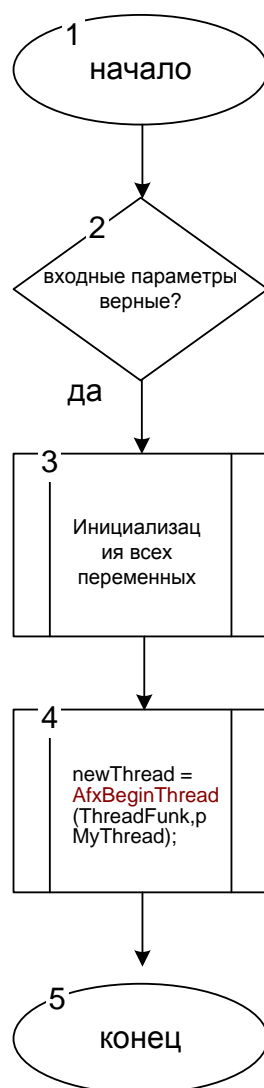
1. 468213.008 РЭ Средства контроля и диагностики СКид УКТС. Руководство по эксплуатации;
2. 466535.034 РЭ Станция концентраторная СК-1. Руководство по эксплуатации;
3. «Протоколы информационно вычислительных сетей: Справочник» С.А. Аничкин, С.А. Белов и др., - М.: Радио и связь 1990. с.7;
4. «Fast Ethernet. » Куин Л. Киев, 1998;
5. Елисеев В.В., Ларгин В.А., Пивоваров Г.Ю. Программно-технические комплексы АСУ ТП: Учебн. Пособие – К.: Издательско-полиграфический центр «Київський університет», 2003;
6. «Сети коммутации пакетов» И.А. Мизин, В.А. Богатырёв Издательство «Радио и связь» 1986 г. – 134с.;
7. Башарин Г.П., Бочаров П.П., Коган Я.А. Анализ очередей в вычислительных сетях. Теория и методы расчета. – М.: Наука. Гл. ред. Физ.-мат. Лит., 1989. – 336 с.;
8. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 254 с.;
9. Калашников В.В. Организация моделирования сложных систем.- М.:Знание, 1982.- 64 с.;
10. «Компьютерное моделирование процессов и систем», конспект лекций.: Королёв А.Г. -106с;
11. А.Н. Любашин (ЗАО "РТСофт") Промышленные сети. – URL: www.rtsoft.ru;
12. ИНТСОЛ . - <http://www.controlnet.org/>
13. Закон України «Про охорону праці».
14. ДБН В.2.5-28:2015 Природне і штучне освітлення.
15. Закон України Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення.
16. НПАОП 0.00-1.28-10 Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин.
17. НПАОП 0.00-8.24-05 Перелік робіт з підвищеною небезпекою.
18. НАПБ А. 01.001-2004 Правила пожежної безпеки України.
19. НАПБ.Б.06.004-2005 Правила пожарной безопасности в Украине.
20. НПАОП 40.1-1.01-97 Правила безопасной эксплуатации электроустановок.
21. НПАОП 40.1-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.

22. ГОСТ 12.1.018-93 ССБТ.Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования.

23. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

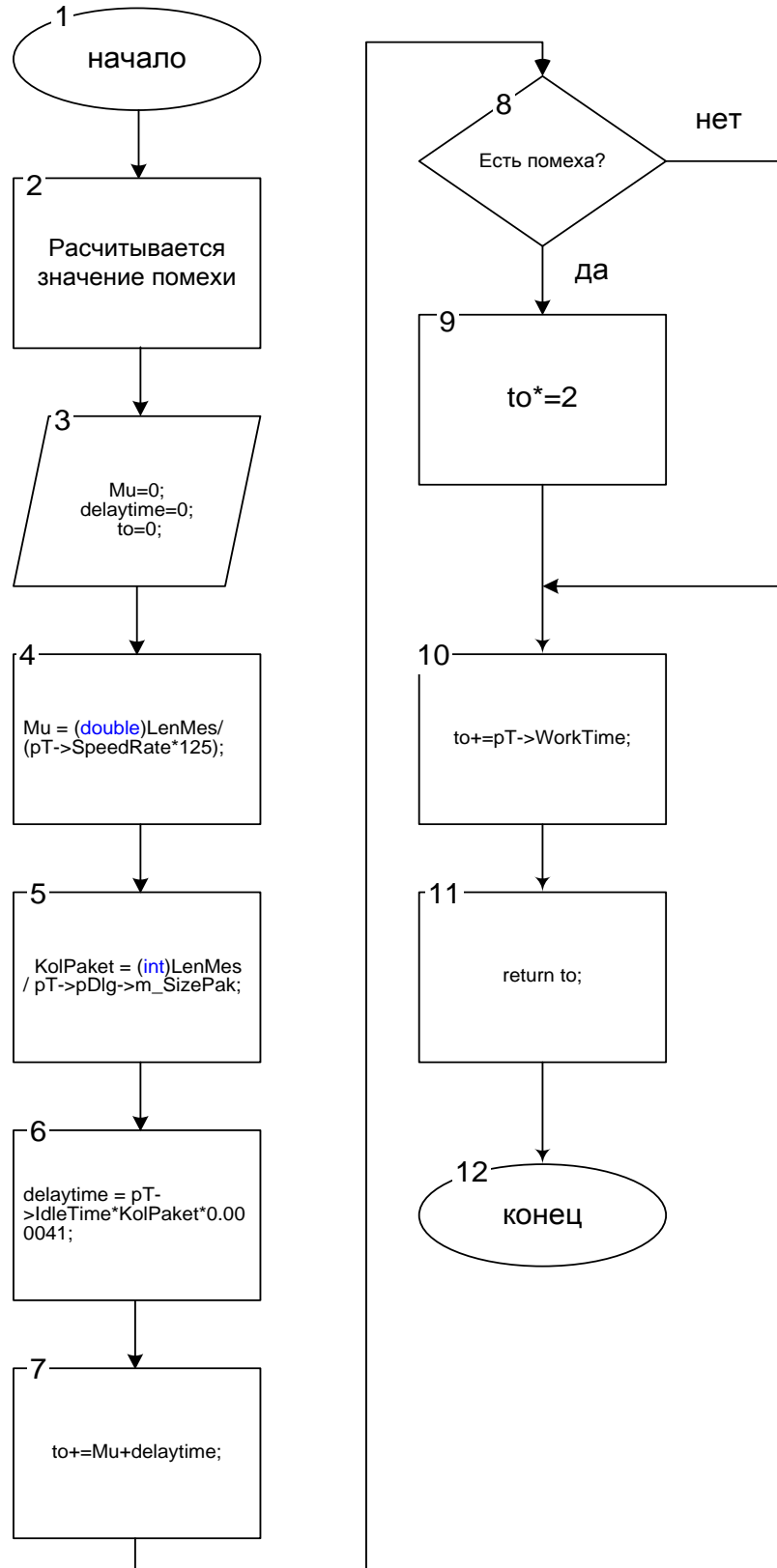
ДОДАТОК А

Схема алгоритму функції OnStart()



ДОДАТОК В

Схема алгоритма функции
BeginObslujArcnet(double LenMes,
CMyThread* pT)



ДОДАТОК Д

Файл MyThread5.cpp

```

1. #include "stdafx.h"
2. #include "UserThreadInt.h"
3. #include "UserThreadIntDlg.h"
4. #include "MyThread.h"
5. #include "Statistika.h"
6. #include <STDLIB.H>
7. #include <time.h>
8. #ifdef _DEBUG
9. #define new DEBUG_NEW
10. #undef THIS_FILE
11. static char THIS_FILE[] = __FILE__;
12. #endif
13. IMPLEMENT_DYNCREATE(CMyThread, CWinThread)
14. CMyThread::CMyThread()
15. {
16. pDlg = new CUserThreadIntDlg;
17. }
18. CMyThread::~CMyThread()
19. {
20. }
21. BOOL CMyThread::InitInstance()
22. {
23. return TRUE;
24. }
25. int CMyThread::ExitInstance()
26. {
27. return CWinThread::ExitInstance();
28. }
29. BEGIN_MESSAGE_MAP(CMyThread, CWinThread)
30. //{{AFX_MSG_MAP(CMyThread)
31.     i. // NOTE - the ClassWizard will add and remove mapping macros here.
32. //}}AFX_MSG_MAP
33. END_MESSAGE_MAP()
34. double CMyThread::GenerMessFunk(double pGen, double WorkTime)
35. {
36. double dpG = (double)pGen/1000;
37. return dpG+=WorkTime;
38. }
39. double CMyThread::BeginObslujArcnet(double LenMes, CMyThread* pT)
40. {
41. double pomaha =rand()%1000;
42. pomaha/=1000;
43. double tempROlsnu=0;
44. double Mu=0;
45. double delaytime=0;
46. double to=0;//вспомогательная переменная для определения timeObsl
47. double rnd=rand()%100;
48. rnd/=100;

```



```

48. if(rnd==0)
49. rnd=0.01;
50. Mu = (double)LenMes/(pT->SpeedRate*125);
51. to = (double)Mu;
52. int KolPaket = (int)LenMes / pT->pDlG->m_SizePak; //расчитывается задержка в
    зависимости от скорости
53. KolPaket+=1;
54. delaytime = pT->IdleTime*KolPaket*0.000041; //из спецификации по аркнет
55. to+=delaytime;
56. if(pomeha<=pT->VerPomeha)
57. {
58. to*=2;
59. pT->KolPovtor++;
60. }
61. to+=pT->WorkTime;
62. return to;
63. }
64. void CMyThread::BeginObslujCK(CMyThread* pT, int nomCK, int nomPort)
65. {
66. double rnd=rand()%100;
67. rnd/=100;
68. if(rnd==0)
69. rnd=0.01;
70. double waitCard=0; //задержка связанная с выдачей на Ethernet через карточку ISA
71. waitCard = (pT->GenerateMess[nomCK][nomPort].Mes.LenMes/4)*0.000000540;
72. double toCK=-((double)1/pT->pDlG->m_MuCk; // вспомогательная переменная для
    определения timeObslCK
73. toCK *= log(rnd);
74. toCK+=waitCard;
75. pT->CK[nomCK].MuSum+=toCK;
76. toCK +=pT->WorkTime;
77. pT->GenerateMess[nomCK][nomPort].timeObslCK=toCK;
78. pT->GenerateMess[nomCK][nomPort].flagObslCK = true;
79. pT->GenerateMess[nomCK][nomPort].flagObsl=false;
80. pT->GenerateMess[nomCK][nomPort].timeObsl = 0;
81. }
82. double CMyThread::BeginObslujEthrnet(CMyThread* pT, int nomCK, int nomPLK)
83. {
84. double erand = rand()%100;
85. erand/=100;
86. if(erand==0)
87. erand=0.01;
88. double toE=0; //вспомогательная переменная для определения timeObslEth
89. double Mu_Eth = (double)pT->GenerateMess[nomCK][nomPLK].Mes.LenMes/(pT-
    >pDlG->m_SpeedEth*125000);
90. pT->MuLvsuSum+=Mu_Eth;
91. toE=Mu_Eth;
92. toE += pT->WorkTime;
93. pT->GenerateMess[nomCK][nomPLK].timeObslEth =toE;
94. pT->GenerateMess[nomCK][nomPLK].flagObslCK = false;
95. pT->GenerateMess[nomCK][nomPLK].timeObslCK = 0;
96. pT->GenerateMess[nomCK][nomPLK].flagObslEth = true;

```

```

97. return Mu_Eth;
98. }
99. int CMyThread::GenerLenMes(CMyThread* pT)
100. {
101.     int LengthMes=0;
102.     double prand = rand()%1000;
103.     prand/=1000;
104.     if (pT->pDlg->m_ConstMode)
105.         return pT->pDlg->m_ConstLM;
106.     if(pT->ModeEdit)
107.     {
108.         if(prand>=pT->RV[0].Ver)
109.             LengthMes = pT->RV[0].RazmMess;
110.         else if(prand>=pT->RV[1].Ver && prand<pT->RV[0].Ver)
111.             LengthMes = pT->RV[1].RazmMess;
112.         else if(prand>=pT->RV[2].Ver && prand<pT->RV[1].Ver)
113.             LengthMes = pT->RV[2].RazmMess;
114.         else if(prand>=pT->RV[3].Ver && prand<pT->RV[2].Ver)
115.             LengthMes = pT->RV[3].RazmMess;
116.         else if(prand>=pT->RV[4].Ver && prand<pT->RV[3].Ver)
117.             LengthMes = pT->RV[4].RazmMess;
118.         else if(prand>=pT->RV[5].Ver && prand<pT->RV[4].Ver)
119.             LengthMes = pT->RV[5].RazmMess;
120.         else if(prand>=pT->RV[6].Ver && prand<pT->RV[5].Ver)
121.             LengthMes = pT->RV[6].RazmMess;
122.         else if(prand>=pT->RV[7].Ver && prand<pT->RV[6].Ver)
123.             LengthMes = pT->RV[7].RazmMess;
124.     }
125.     else
126.     {
127.         if(prand<=pT->pDlg->m_Psob)
128.         {
129.             LengthMes = 1000;
130.             LengthMes+=rand()%500; //планирование размера сообщения
131.             LengthMes+=rand()%pT->pDlg->m_MaxLenMess;
132.         }
133.         else
134.         {
135.             LengthMes = 1000;
136.             LengthMes+=rand()%500;
137.         }
138.     }
139.     return LengthMes;
140. }

```

ДОДАТОК Е

Файл CStatistika.cpp

```
1. #include "stdafx.h"
2. #include "UserThreadInt.h"
3. #include "Statistika.h"
4. #ifdef _DEBUG
5. #define new DEBUG_NEW
6. #undef THIS_FILE
7. static char THIS_FILE[] = __FILE__;
8. #endif
9. CStatistika::CStatistika(CWnd* pParent /*=NULL*/)
10. CDialog(CStatistika::IDD, pParent)
11. {
12. m_TextOut = _T("");
13. }
14. void CStatistika::DoDataExchange(CDataExchange* pDX)
15. {
16. CDialog::DoDataExchange(pDX);
17. //{{AFX_DATA_MAP(CStatistika)
18. DDX_Text(pDX, IDC_EDIT1, m_TextOut);
19. //}}AFX_DATA_MAP
20. }
21. BEGIN_MESSAGE_MAP(CStatistika, CDialog)
22. //{{AFX_MSG_MAP(CStatistika)
23. ON_EN_UPDATE(IDC_EDIT1, OnUpdateEdit1)
24. //}}AFX_MSG_MAP
25. END_MESSAGE_MAP()
26. void CStatistika::OnUpdateEdit1()
27. {
28. UpdateData(false);
29. }
```