

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(повна назва факультету)

кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв

(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: «Розробка автоматизованої системи контролю витрат електроенергії»

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи КАс-41  
спеціальності 151 «Автоматизація

та комп'ютерно-інтегровані технології»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Сухецький А.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Медвідь В.Р.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Козбур В.Р.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Савків В.Б.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Корольок Р.І.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2023

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра автоматизації технологічних процесів і виробництв  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Савків В.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Сухецькому Андрію Віталійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка автоматизованої системи контролю витрат електроенергії»

Керівник роботи к.т.н., доцент Трембач Р.Б.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «02» лютого 2023 року № 4/9-117

2. Термін подання студентом завершеної роботи 10 червня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи Технічні характеристики периметру

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1) аналітична частина; 2) проектна частина;

3) спеціальна частина; 4) Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Презентація кваліфікаційної роботи 12 аркушів формату А4

## АНОТАЦІЯ

В кваліфікаційній роботі предметом розробки є програмне забезпечення автоматизованої системи контролю витрати електроенергії підприємства.

При виконанні роботи було здійснено аналіз існуючих методів вимірювання витрат електроенергії вітчизняними та зарубіжними фірмами і вибрано для реалізації систему типу “лічильник – маршрутизатор - суматор - ЕОМ”. За вихідні дані було взято експериментальні дані.

Розроблене програмне забезпечення дозволяє вести щоденний облік витрат електроенергії окремо по кожному підрозділу, загальний облік електроенергії по підприємству в цілому, зберігати дані в вигляді бази даних досить довгий період часу.

Розроблена система дозволяє вести ефективний облік витрат електроенергії і є зручною в користуванні як на низькому так і на вищому рівні.

## ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1 Аналіз існуючих комп'ютеризованих систем вимірювання витрат електроенергії	7
1.2 Аналіз існуючої системи вимірювання витрат електроенергії підприємства	13
1.3 Постановка задачі	14
2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	16
2.1 Опис існуючого обладнання збору інформації	16
2.2 Огляд основних функцій програми обліку витрат електроенергії	21
2.3 Розробка програмного забезпечення	22
2.4 Рекомендації по використанню програмного продукту	36
3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	38
3.1 Розрахунок надійності програмного забезпечення розробки	38
3.2 Сіткове планування і керування	44
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	49
4.1 Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів	49
4.2 Заходи для забезпечення нормальних умов праці	50
4.3 Пожежна безпека	55
4.4 Розрахунок природної освітленості	61
ВИСНОВКИ	65
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	66
ДОДАТОК А. Структурна схема електропостачання підприємства	68
ДОДАТОК Б. Структура системи обліку витрат електроенергії	69
ДОДАТОК В. Лістинг підпрограми	70
ДОДАТОК Г. Алгоритм програми	80
ДОДАТОК Д. Сітковий графік	81

## ВСТУП

Розробка, масовий випуск і широкомасштабне впровадження автоматизованих систем дослідження інформаційно-енергетичних моделей складних фізичних об'єктів в даний час є однією з найактуальніших інженерно-технічних задач. Цю задачу виділяє з поміж інших гостра необхідність економії енергоресурсів, починаючи з енергоємних науково - дослідних установок та комплексів, і закінчуючи науково-виробничими, комунальними та промисловими підприємствами.

Територіальний розподіл багатьох сучасних об'єктів і джерел інформації, велика кількість точок відбору даних, велика різноманітність даних, необхідність обробки повідомлень в реальному масштабі часу потребують переосмислення позитивних якостей та недоліків сучасних інформаційних технологій і розробки досконаліших нових. Прогресивним в цьому напрямку є використання паралелізму відбору даних, застосування адаптивних обчислювальних мереж, побудови ефективних інформаційних моделей.

Одним з найважливіших елементів обліку витрат енергоресурсів промисловим підприємством в умовах ринкової економіки є система обліку і контролю витрат на виробництво. У зв'язку з випереджальним ростом цін на енергоресурси частка витрат на них на більшості підприємств зросла з декількох відсотків до декількох десятків відсотків. Тому значно підвищилася роль обліку і контролю споживання енергоресурсів. На більшості підприємств витрати на енергоресурси традиційно відносять до накладних витрат. При такому підході розподіл витрат на енергоресурси по видах продукції і технологічних процесів має умовний характер і не відбиває реальної картини, що не дає можливості правильно планувати їхнє споживання. Відсутність планових показників і системи розрахунку споживання енергоресурсів у

залежності від їхніх параметрів, а також наявність на більшості підприємств госпрозрахункових підрозділів і відсутність приладів обліку на них, що не дозволяє належним образом контролювати їхнє споживання. Усі ці фактори приведуть до невиправданих витрат і в кінцевому підсумку до більш високої вартості виробленої продукції.

Облік витрати енергоресурсів і енергоносіїв повинний в основному здійснюватися приладовим способом, що припускає вимір витрати енергоресурсів і енергоносіїв за допомогою стаціонарних контрольно-вимірювальних приладів. При цьому переважно застосування вимірювальних приладів з інтегруючими пристроями, з автоматичним обліком параметрів вимірюваного середовища (електролічильників). Найбільш зручним є облік витрати енергоресурсів і енергоносіїв за допомогою автоматизованих систем. Використовуючи можливості автоматизованих систем обліку енергоспоживання можна зменшити обсяг споживання електроенергії, а отже частки витрат на енергоносії у вартості продукції. Усебічні звіти і статистичними даними, формованими даними системами дають більш повну інформацію про використання споживачем електроенергії, що, у свою чергу, сприяє регулюванню її споживання і значному скороченню витрат.

## 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Аналіз існуючих комп'ютеризованих систем вимірювання витрат електроенергії

В даний момент в світі використовується багато систем контролю вимірювання та витрат енергоресурсів. Ці системи розробляються і використовуються переважно під конкретну задачу. Системи вимірювання країн заходу (Німеччина, Франція, Англія, США) є дуже дорогими і не пристосовані до вітчизняних умов експлуатації, системи вимірювання розроблені в Росії є дешевшими і більш пристосованими до вітчизняних умов експлуатації.

Система керування "Омега" виробництва фірми АББ ВЭИ "Метроника" (Росія) призначена для збору, обробки і збереження інформації про споживання електроенергії і потужності на підстанціях мережних районів і підприємства в цілому, стану технологічного устаткування, а також для передачі накопичених і зареєстрованих даних у персональні ЕОМ робочих місць районних диспетчерських служб, центральної диспетчерської служби і служби керування електропостачанням підприємства. Функції вимірювання енергоспоживання поділяються на дві частин: оперативний облік, що здійснюється за допомогою виміру аналогових величин струмів і напруг, і комерційний облік за допомогою опитування по цифровому каналі багатофункціональних комерційних лічильників електроенергії "Альфа" виробництва фірми АББ ВЭИ "Метроника".

В системі вимірювання "Омега" об'єктами керування системи є розподільні пристрої бкв і живильні їхні електропідстанції 220/110/35/6кв чи 110/35/6кв, через які здійснюється електропостачання технологічних об'єктів. Усі підстанції розділяються по декількох мережних районах, що знаходиться на значній відстані один від одного (від 10 до 80 км). Мережний район, у свою

чергу, поєднує базова ділянка (підстанції і розподільні пристрої знаходяться друг від друга не більш 3 км) з черговим електриком-диспетчером, що знаходиться на ньому, і один чи кілька вилучених ділянок подібних базовому, але не має постійного обслуговуючого персоналу і вилучених від базової ділянки на відстань більш 3 км. Керування мережними районами здійснюється з центральної диспетчерської служби, вилученої від мережних районів на відстані до декількох десятків кілометрів. На підстанціях і в розподільних пристроях установлені лічильники "Альфа". Там же встановлюються мультиплексори-розширювачі (МПР), що дозволяють підключення по токовій петлі до 16-ти лічильників. Виходом мультиплексора-розширювача є стик RS-422, по якому і відбувається опитування всіх підключених лічильників. Для оперативного контролю струмів, напруги і споживаної потужності встановлюються перетворювачі струму і напруги в стандартний сигнал 4-20ма чи 0-5ма. У розподільних пристроях встановлюються станції керування, що представляє із себе шафа, із встановленим у ньому контролером SLC 5/04 і визначеною кількістю клемників, автоматів, проміжних реле необхідних для контролю і керування споживанням електроенергії і потужності.

Система керування "Омега" являє собою чотирьох-рівневу систему керування. Перший рівень являє собою вилучені ділянки мережного району, на якому встановлюються технологічні контролери, об'єднані в мережу DH+ (до 3 км, 57600 бод). Другий рівень містить у собі базові ділянки мережних районів, де, як і у випадку вилучених ділянок, встановлюється мережа контролерів DH+ і, додатково, персональна ЕОМ робочого місця чергового електрика-диспетчера, що включається в цю же мережу. Третім рівнем керування є центральна диспетчерська служба, що включає в себе персональну ЕОМ робочого місця центрального диспетчера, контролер-концентратор і контролер вилученого доступу, об'єднані в мережу DH+. Четвертим рівнем системи керування є персональна ЕОМ робочого місця служби керування електропостачанням підприємства. Циклічне опитування контролерів мережних районів і контролерів вилучених ділянок здійснюється контролером-



концентратором центральної диспетчерської служби через зв'язні концентратори мережних районів і вилучених ділянок, функції яких виконує один з технологічних контролерів. Комерційна інформація з лічильників "Альфа" знімається автоматично кожну добу і заноситься в базу даних персональної ЕОМ центральної диспетчерської служби. Каналом зв'язку може бути телефонна лінія, що комутується, так і радіоканал.

#### 1.1.1 Функції системи

а) Параметри, що контролюються:

- аварійні сигнали відключення масляних вимикачів;
- струм;
- напруга;
- потужність миттєва;
- потужність усереднена.

б) Системні функції технологічного контролера:

- реєстрація подій у реальному масштабі часу, завдяки наявності внутрішніх системних годин;
- у випадку розриву зв'язку з верхнім рівнем збереження останніх 50 подій з наступною передачею їх на верхній рівень після відновлення зв'язку;
- можливість завантаження прикладної програми з верхнього рівня.

#### 1.1.2 Функції керування і регулювання:

Автоматичне відключення споживачів при перевищенні заявленого максимуму споживаної потужності.

а) Функції протиаварійного захисту і сигналізації:

- сигналізація високий і завищений токи двигунів;
- сигналізація низький і занижений токи двигунів;
- сигналізація аварійного вимикання масляного вимикача;
- сигналізація аварійних сигналів осередку масляного вимикача.

б) Функції операторського інтерфейсу:

- візуалізація параметрів технологічного процесу й устаткування через мнемосхеми і таблиці;
- оперативний облік енергоспоживання кожним мережним районом і підприємством у цілому;
- реєстрація технологічних даних у форматі DBF;
- щодобове зчитування комерційної інформації з лічильників «Альфа»;
- ведення бази даних комерційної інформації з енергоспоживання кожним лічильником, мережним районом і підприємством у цілому;
- робота системи в локальній мережі, передача інформації з каналу DDE і через файл-сервер (DBF формат);
- доступ до технологічної інформації з робочих місць вилученої локальної мережі;
- резервування каналу передачі даних локальної мережі магістраллю промислової мережі DH+;
- формування звітних форм по профілі навантаження на 30 хвилинних інтервалах, спожитої і виданої активної і реактивної енергії, побудова профілю навантаження добового й у годинник максимумів по кожному приєднанню, підстанції і підприємству в цілому.

Автоматизована система вимірювання витрат енергоресурсів промислових підприємств “Спрут” розроблена ООО “НП САБ-Система”.

АСУ "СПРУТ" забезпечує:

- постійний контроль за споживанням будь-яких видів енергії на всіх ділянках виробництва;
- доведення до керівників підприємства і служб енергогосподарства повної інформації про споживану енергію будь-яким об'єктом підприємства;
- зниження як енергоспоживання в цілому, так і питомої ваги енергетичної складової в собівартості продукції;

- автоматизація керування технологічними процесами енергогосподарства.

АСУ "СПРУТ" складається з:

- одного чи декількох автоматизованих робітників місць (АРМ) "СЕРВЕР" на базі ЕОМ типу ІВМ РС, призначених для збору інформації з датчиків (обчислювачів) різних видів енергії і збереження її протягом двох років;

- одного чи декількох АРМ "КЛІЄНТ" на базі ЕОМ типу ІВМ РС, призначених для зчитування з АРМ "сервер" необхідної інформації і видачі її оператору у виді всіляких довідок (графічних і табличних)

- чотирьох спеціалізованих локальних мереж (СЛС), кожна - один екранований кабель довжиною до 3 км;

- до 128 мультиплексорів (комутаторів), що підключаються до СЛС, кожний з яких розрахований на підключення до 31 датчика;

- до 3968 датчиків (аналогових чи цифрових) струму, напруги, і т.д.;

- пристроїв керування виконавчими механізмами, що підключаються до мультиплексорів (комутаторів);

- стандартних лічильників електричної енергії, обчислювачів витрати води, пари і т.д., що підключаються до АРМ "Сервер" через інтерфейс RS 485;

- програмного й інформаційного забезпечень (ПО і ІО) АСУ "Спрут", що функціонують у середовищах MS-DOS і Windows.

АСУ "СПРУТ" забезпечує:

- безупинний чи з заданою періодичністю опитування всіх датчиків, лічильників і обчислювачів, підключених до системи;

- формування з отриманої від датчиків інформації необхідних енергетичних показників для заданих Замовником об'єктів контролю (підприємства в цілому, цехів, виробничих корпусів, приміщень, технологічних ліній, окремих верстатів і т.п.), у які можуть входити один чи кілька датчиків (обчислювачів), об'єднаних по визначеним у налаштуванні системи правилам;

- збереження інформації для кожного об'єкта протягом двох років;

- збереження і виклик на екран АРМ "Клієнт" формалізованих генерального плану підприємства, схеми інженерних мереж, однолінійних електричних схем, схем структурних підрозділів і т.д. з можливістю відображення в їх різних "точках" миттєвих значень необхідних енергетичних показань;

- розрахунок за інформацією, що мається в архіві АРМ "Сервер", і видача на екран АРМ "Клієнт" і (за бажанням оператора) роздруківки в кольоровому чи чорно-білому виді за добу, тиждень, місяць, квартал і рік, починаючи з будь-якої години і дня графічних чи табличних довідок по показниках, заданим (обраним) Замовником. Це усереднені за введений у настроюванні інтервал (наприклад, 30 хвилин) миттєві значення активної, реактивної і повної потужностей, косинуса і тангенса кута між активною і повною потужностями, спожитої за будь-який період активної, реактивної і повної енергій, і т.д.;

- уведення лімітів на будь-який показник і відстеження системою їхнього виконання;

- за результатами знімання інформації (розрахунку) чи вказівкам оператора АРМ "Клієнт" видачу на виконавчі пристрої сигналів керування (включення/вимикання висвітлення, підключення/відключення конденсаторів компенсації реактивної потужності і т.д.);

- діагностику власного технічного стану і видачу операторам системи.

Монтаж, обслуговування

Час виготовлення, монтажу і введення в експлуатацію системи складає від 3 до 6 місяців.

Термін служби - 10 років, термін гарантійного обслуговування - 1 рік (далі при необхідності - за договором).

Значними недоліками даних систем є висока ціна програмного забезпечення (програмного забезпечення коштує близько 10000 \$, і 15000\$ відповідно).

## 1.2 Аналіз існуючої системи вимірювання витрат електроенергії підприємства

### 1.2.1 Призначення системи вимірювання витрат електроенергії

Система обліку витрат електроенергії призначена для збору, обробки і збереження інформації про споживання електроенергії підприємства в цілому, а також для передачі накопичених і зареєстрованих даних у персональні ЕОМ центральної диспетчерської служби і служби керування електропостачанням підприємства. Облік енергоспоживання підприємства здійснюється за допомогою лічильників електроенергії ЦЕ 6823, Ф 68700 В, маршрутизатора МЕ 323, суматора електроенергії СПЕ 542 і персональних ЕОМ які об'єднані в мережу і на яких встановлені операційні системи WINDOWS XP, 2007.

### 1.2.2 Існуюча схема електропостачання

Електропостачання підприємства здійснюється від підстанції 110/10 кВ підприємства чотирма кабельними лініями від різних секцій ЗРУ-10 кВ. Лінії живлення виконані кабелем марки АСБ-10 січ. 3х240 мм<sup>2</sup>.

На території підприємства розподіл електроенергії при напрузі 110кВ здійснюється з РП-10 кВ.

Розподільний пункт резервних місць для встановлення нових комірок немає.

В даний час на підприємстві функціонує 16 трансформаторних підстанцій 10/0,4 кВ.

Підведення електроенергії від РП-10 кВ до трансформаторних підстанцій здійснюється кабелем марки АСБ-10 з його прокладанням в існуючих прохідних і кабельних каналах.

Структурна схема електропостачання зображена в додатку А.

### 1.2.3 Структура системи обліку витрат електроенергії

Система складається з 12-ти лічильників типу ЦЕ 6823 і 5-ти лічильників типу Ф 68700В, 1-го маршрутизатора МЕ 323, 1-го

суматора даних показів цих лічильників СПЕ 542 і персональної ЕОМ з підтримкою операційної системи WINDOWS і програми “Статистичний аналіз 1.02”. Структура системи зображена на додатку Б.

### 1.3 Постановка задачі

Система, що проектується повинна мати вимірювальний комплекс, побудований як дворівнева система.

Вона повинна містити у собі на нижньому рівні первинні вимірювальні перетворювачі і спеціалізовані засоби автоматизованого енергообліку (суматор), а також засоби маршрутизації. Суматор повинен мати виходи для підключення лічильників (або маршрутизаторів) з число-імпульсними та оптичними виходами. Суматори повинні здійснювати нагромадження інформації про енергоспоживання об'єкта, збереження і передачу даної інформації на верхній рівень.

На верхньому рівні система повинна містити у собі універсальні обчислювальні засоби, що повинні реалізувати додаткові функції нагромадження, обробки, відображення, архівування і документування інформації, що надходить з нижнього рівня.

Дана система повинна дозволяти одержати інформацію про енергоспоживання контрольованих об'єктів.

Приєм і обробка інформації, що надходить з нижнього рівня системи покладається на програмне забезпечення "Статистичний аналіз 1.02", установлене на центральний комп'ютер яке працює під керуванням операційних систем WINDOWS. Основа даної програми – база даних для збереження інформації (покази лічильників за певний період), структурована таким чином, що можна легко переглянути і проаналізувати великі обсяги інформації. Програма веде постійний контроль коректності інформації, що надходить, а також робить регулярну архівацію даних, що дозволяє підвищити

надійність збереження інформації і її обробку, а також дає можливість графічного відображення інформації, що зберігається в базі даних.

Конструктивне виконання і розміщення програмно-апаратних засобів вимірювальної системи визначається типом об'єктів і проектних вимог.

Система легко може бути розширена шляхом підключення до неї додаткових лічильників електроенергії.

## 2. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

### 2.1 Опис існуючого обладнання збору інформації

#### 2.1.1 Опис лічильника електроенергії ЦЕ 6823

Лічильники електричної енергії електронний підвищеної надійності ЦЕ 6823 ТУ 4228-017-04697185-97, Призначені для виміру активної електроенергії в трифазних трьохпровідних і чотирьохпровідних ланцюгах перемінного струму, чи безпосередньо через понижуючі трансформатори, чи автономно в складі інформаційно-вимірювальних систем, як датчик збільшення енергії і телевимірювання потужності і концентратора інформації про енергоспоживання, з передачею аналізованих даних на маршрутизатор (суматор) по інтерфейсному каналі.

Облік потоків потужності в енергосистемах. Облік потужності в регіональних мережних і промислових підприємствах. Технічний і комерційний облік, вироблення і використання електроенергії. Використання в складі будь-яких автоматизованих систем технічного і комерційного обліку. Облік електроенергії на виробничих підприємствах з наростаючим підсумком і індикацією всієї кількості обмірюваної електроенергії з моменту включення.

Особливості:

- технологічний запас по класу точності;
- стійкість до кліматичних, механічних і електромагнітних впливів;

- світловий індикатор роботи;
- мале енергоспоживання.

Характеристики надійності:

- мінімальний наробіток на відмовлення 35000 годин;
- інтервал перевірки 8 років;
- середній термін служби 24 роки;
- гарантійний термін експлуатації 3 роки.

Функціональні можливості:



- відлік і висновок на індикацію значення поточного часу (календарні місяць, день, години та хвилини);
- ручна корекція поточного часу 1 раз у добу, у межах  $\pm 9$  сек;.
- автоматичний перехід на "зимовий" і "літній" час;.
- завдання початку восьми зон добового графіка робочих днів;
- облік і індикацію обмірюваної електроенергії наростаючим підсумком з моменту включення лічильника;
- облік і індикацію обмірюваної електроенергії за поточний і два минулих місяці;
- завдання коефіцієнтів трансформації трансформаторів струму і напруги; вихідних, святкових днів і їхнього тарифу;
- індикацію діючого тарифу;
- фіксацію 20 останніх коректувань пам'яті лічильника і поточного часу;
- автоматичну добову корекцію ходу годин ( $\pm 9$  сек. у добу), при наявності напруги в рівнобіжних ланцюгах лічильника;
- схоронність ходу годин протягом року при відсутності фазової напруги, а облікової інформації - необмежена кількість часу;
- обмін інформацією з зовнішніми пристроями обробки даних здійснюється через оптичний порт за допомогою пристрою СПЕ542, інтерфейси ИРПС (токова петля 20 ма), RS 232 чи RS 485;
- облік і реєстрацію півгодинних потужностей роздільно в зонах пікових навантажень енергосистем за поточний і два минулих місяці;
- облік і реєстрацію добових максимумів потужностей за поточний і два минулих місяці, згодом і датою фіксацією максимумів;
- індикацію добових максимумів потужностей за минулий місяць, згодом і датою фіксації максимумів;

- реєстрацію добового графіка півгодинних потужностей за поточні і двох минулих діб;
- вимір, облік і індикацію потужності й енергії в двох напрямках;
- автоматична самодіагностика з видачею результату;
- зміна пам'яті даних, пам'яті програм, метрологічних характеристик лічильників і корекція поточного часу більш ніж на 9 сек. у добу, недоступні без порушення пломби енергопостачальної організації.

### 2.1.2 Опис лічильника електроенергії Ф 68700В.

Лічильник електричної енергії електронний Ф 68700 В ТУ 4228-009-04697185-97 Призначені для виміру реактивної електроенергії по одному тарифі в трифазних трьохпровідних і чотирьохпровідних ланцюгах перемінного струму з можливістю обліку по двох напрямках, через вимірювальні трансформатори, чи автономно в складі інформаційно-вимірювальних систем, як датчик збільшення енергії і телевимірювання потужності

Область застосування:

- технічний і комерційний облік електроенергії;
- вимір потоків потужності в енергосистемах;
- вимір потужності на мережних і промислових підприємствах.

Особливості:

- технологічний запас по класі точності;
- мале енергоспоживання;
- світловий індикатор роботи;
- захист від розкрадання електроенергії;
- забезпечено безпеку в експлуатації.

Характеристики надійності:

- мінімальний наробіток на відмовлення 35000 годин;
- сервісний інтервал перевірки 6 років.

### 2.1.3 Опис маршрутизатора ME 323.

Маршрутизатор призначений для збору інформації з лічильників і подальшого транспортування (до 5км) цієї інформації до суматора. Маршрутизатор відповідає вимогам “Правил обліку електричної енергії”, “Правилам користування електричною енергією” і рекомендації Р75 Міжнародної організації законодавчої метрології. Призначений для використання в складі систем збору, представлення і передачі даних у системи диспетчеризації, технологічного керування і контролю споживання і відпускання електроенергії.

Розрахований на роботу з електронними й індукційними лічильниками електричної енергії, що мають число-імпульсний та оптичний вихідний сигнал.

Область застосування: маршрутизація потоків інформації в енергосистемах. Використання в складі будь-яких автоматизованих систем технічного і комерційного обліку.

Особливості:

- технологічний запас по класу точності;
- стійкість до кліматичних, механічних і електромагнітних впливів, світловий індикатор роботи;
- мале енергоспоживання.

Основні технічні характеристики:

- кількість дискретних входів ..... 24;

Параметри вхідних число-імпульсних сигналів:

- частота проходження імпульсів, не більш ..... 10 Гц;
- тривалість імпульсів, не менш .....15 мс;
- тривалість паузи між імпульсами, не менш .....50 мс;
- похибка не більш .....0,01%;
- Температура навколишнього повітря .....-30... +50°C.

#### 2.1.4 Опис суматора СПЕ 542.

Суматор СПЕ542 призначений для комерційного обліку споживання електричної енергії і потужності. Суматор відповідає вимогам “Правил обліку електричної енергії”, “Правилам користування електричною енергією” і рекомендації Р75 Міжнародної організації законодавчої метрології. Призначений для використання в складі систем збору, представлення і передачі даних у системи диспетчеризації, технологічного керування і контролю споживання і відпускання електроенергії.

Розрахований на роботу з електронними й індукційними лічильниками електричної енергії (або суматорами), що мають число-імпульсний та оптичний вихідний сигнал. Для розширення числа вхідних сигналів застосовується адаптер АДС84.

Облік потоків потужності в енергосистемах. Облік потужності в регіональних мережних і промислових підприємствах. Технічний і комерційний облік, вироблення і використання електроенергії. Використання в складі будь-яких автоматизованих систем технічного і комерційного обліку. Облік електроенергії на виробничих підприємствах з наростаючим підсумком і індикацією всієї кількості обмірюваної електроенергії з моменту включення.

Особливості:

- технологічний запас по класу точності;
- стійкість до кліматичних, механічних і електромагнітних впливів, світловий індикатор роботи;
- мале енергоспоживання.

Основні технічні характеристики:

- кількість дискретних входів ..... 24;
- кількість каналів обліку з використанням модулів розширення АДС84 ..... 128;
- кількість дискретних вихідних сигналів ..... 4;
- кількість груп обліку при 128 каналах обліку .... до 32.

Параметри вхідних число-імпульсних сигналів:

- частота проходження імпульсів, не більш ..... 10 Гц;
- тривалість імпульсів, не менш ..... 15 мс;
- тривалість паузи між імпульсами, не менш ..... 50 мс;
- похибка не більш ..... 0,01%;
- температура навколишнього повітря ..... -10... +50°C;
- енергоспоживання від однофазної мережі змінного струму ..... (150...270) У, (50± 2%) Гц;
- споживана потужність, не більш ..... 7 ВА;
- габаритні розміри суматора СПЕ542.. 242 x 185 x 116 мм.

Основні функціональні можливості:

- дублювання показань опорних лічильників;
- архівування параметрів енергоспоживання (півгодинні, добові, місячні);
- висвітлення даних і архівів на табло лицьової панелі;
- захист даних і результатів обчислень від несанкціонованої зміни;
- ведення архівів діагностичних повідомлень;
- облік часу роботи і перерв електроживлення, збереження даних 10 років;
- підключення принтера, комп'ютера і модему, об'єднання в інформаційній мережі.

## 2.2 Огляд основних функцій програми обліку витрат електроенергії

Програма обліку витрат електроенергії "Статистичний аналіз 1.02" може використовуватися в середовищі WINDOWS. Вона призначена для збору, обробки і збереження інформації про споживання електроенергії підрозділами підприємства, а також про споживання електроенергії підприємством в цілому (за добу, місяць, рік і т.д.). Облік здійснюється за допомогою опитування

багатофункціональних комерційних лічильників електроенергії, з подальшою маршрутизацією цієї інформації в суматор і передачею даних на ЕОМ, де вони автоматично заносяться в базу даних і зберігаються там тривалий період часу.

## 2.3 Розробка програмного забезпечення

### 2.3.1 Загальна структура програмного забезпечення

Для вирішення поставленого завдання обрано мову програмування C++ та інтегроване середовище розробника Borland C++ Builder з застосуванням RAD-технології програмування.

Новий Менеджер проекту спрощує управління проектом, дозволяючи перетягати файли з папок Windows або інших проектів в поточний проект. Можливо також копіювати проектні пункти з одного проекту в інший.

Браузер Класів(ClassExplorer) робить легкою навігацію файлів-модулів. Він містить деревоподібну діаграму, що показує всі типи, класи, властивості, методи, глобальні змінні та глобальні підпрограми, що визначені в модулі. Можливо розкривати або згортати вузли на дереві.

Нові особливості компілятора включають шаблони, шаблонні аргументи для шаблонів, розширення для C і C++.

Нові особливості та зміни бібліотеки часу виконання включають нові IEEE стандарти та модифікації бібліотек C++ плаваючої коми, потоків та строкових функцій, додаткові заголовочні MS файли.

Розширення Інспектора Коду в редакторі програми виділяють контекстно-залежні спливаючі вікна, які містять корисну інформацію під час написання коду.

Інтегроване Середовище Розробки (ICP) настроюється інструментальними вікнами, які можна закріпити в редакторі коду або в інших інструментальних вікнах. При перетягуванні і відпусканні вікна інструмента до бажаного місця. Редактор коду і Менеджер проекту можна також закріпити і розкріпити.

Інтегрований налагодчик має багато нових особливостей, включно віддалене та мульти-процесне налагодження, розширення контрольної точки, спеціальні меню налагодчика, інформаційні вікна настройки.

Розширена підтримка використання MTS інтегрована в підтримку багато-шарових баз даних. Крім цього, новий майстер робить легким створення об'єктів MTS сервера.

C++ Builder4 містить розширену підтримку ActiveX.

C++ Builder 4.0 містить новий компілятор та бібліотеку часу виконання , які полегшують можливість компілювати та зв'язувати Microsoft Visual C++ 5.0 проекти, робочі простори, вихідні файли.

Можливо використовувати майстра конвертування VC++, щоб конвертувати Microsoft Visual C++ 5.0 проекти в C++ Builder проекти, використовуючи інструмент VCTOBPR, який розташовано Tools|Visual C++ Project Conversion Utility (також доступний з командного рядка).

Ієрархія об'єктів C++ Builder була розширена, щоб включити багато нових компонентів, включно новий компонент для NT Service додатків, компонент активного списку. Компонент активного списку (на стандартній палітрі компонентів) централізує управління меню і кнопками панелі. Багато засобів управління VCL (особливо TControl і TWINCONTROL та їх нащадки) були розширені, щоб підтримувати режим перетягування, і надають додатковий контроль за положенням вікна (включно якір, зв'язок та інші).

Глобальна змінна `TwoDigitYearCenturyWindow` використовується функціями `StrToDate` и `StrToDateTime`, щоб управляти інтерпретацією двохрозрядних років при перетворенні дат.

Новий шаблонний клас `DynamicArray` надає додатку об'єкт колекцію змінного розміру, який є бінарно сумісним з типом динамічного масиву `Object Pascal`.

Версія `Enterprise(Підприємство)` містить підтримку для розробки `CORBA` клієнт та серверних додатків.

Клієнтські набори даних тепер підтримують більш широкий різновид виразів фільтра, мають підтримку для містких сукупностей, дозволяють об'єктно-відносні типи полів.

Вдосконалення полегшують можливість створювати набори даних для додатків баз даних плаского файлу.

`C++ Builder 4` надає більший контроль над багато-шаровими додатками, включно підтримку регенерації / синхронізації і більший контроль над тим, що включено в пакети даних і як прикладаються модифікації. Тепер простіше викликати інтерфейси сервера. Новий клас, `TDataSetProvider` дозволяє вкладати від і по іменовані дії в набори даних. Розширення до клієнтських наборів даних полегшують можливість відправляти параметри на сервер додатків або зберігати інформацію в пакетах даних.

Менеджер пакетів дозволяє редагувати, компілювати, і встановлювати проекти пакетів.

Компоненти доступу до даних `C++ Builder` були розширені для регулювання моделі даних, під час побудови форми або модуля даних.



Додані компоненти доступу до даних та бази даних Borland (BDE), які дають доступ к даним нових типів сервера баз даних, включно Access і нові Oracle розширення до SQL, з ADTs (абстрактні типи даних), масиви, ссилки, вкладені таблиці. Візуальній засіб форматування запиту було замінено SQL Builder - інтелектуальним засобом нової конструкції для форматування запитів.

Розширення інструмента Командного рядка містить нові властивості TDUMP, нові перемикачі для IMPDEF, IMPLIB, і COFF2OMF.

### 2.3.2 Синтез і аналіз програмного забезпечення

#### 2.3.2.1 Проектування інтерфейсу користувача

Як вже згадувалося, при створенні програмного забезпечення нами було використане інтегроване середовище розробника Borland C++ Builder з застосуванням ОО RAD-технології програмування. Було використано стандартні елементи управління та меню Microsoft Windows. Створений інтерфейс є інтуїтивним і дружнім до користувача.

#### 2.3.2.2 Синтез головного та додаткових класів програмного продукту

Використовуючи ОО RAD технологію, що підтримується Borland C++ Builder, досягається значний рівень автоматизації проектування та написання програмного коду.

Головний клас додатку синтезується автоматично при створенні головної форми програми. Він містить об'єкти, що представляють собою елементи форми, пункти меню, процедури обробки та вбудовані змінні.

При проектуванні головного класу додатку нами були закладені додаткові змінні, процедури і функції-члени для реалізації алгоритму функціонування додатку. Детальний опис головного та додаткових класів міститься в файлах з розширенням “h” (header – заголовок), що наведені в додатку В, де містяться вихідні коди програмного продукту.

При проектуванні додаткових класів програмного продукту нами було використано технологію взаємо-включення заголовкових файлів і надання доступу до внутрішніх даних класів через механізм декларації їх як public-змінних (змінних до яких відкрито доступ від інших класів, що не належать до нащадків головного класу).

Для економії пам'яті і спрощення коду з додаткових класів здійснювався прямий доступ до внутрішніх об'єктів головного класу.

### 2.3.3 Синтез коду програмного продукту

Програмне забезпечення буде реалізоване у вигляді кількох форм, що будуть представляти відповідні об'єкти програного проекту. Основна форма містить панель роботи з даними, панель збору даних з лічильників та панель статистичного аналізу.

Початкові дані зберігаються на жорсткому диску комп'ютера у вигляді двох двійкових файлів – відповідно першого і другого датчиків. Дані зчитуються в пам'ять ЕОМ. Одночасно з занесенням даних в пам'ять ЕОМ відбувається їх перетворення до дійсних значень навантаження та переміщення.

В зчитаних даних відповідно до встановлених параметрів здійснюється пошук цілого робочого циклу і дані, які відповідають цьому циклу завантажуються в графічний об'єкт, що відповідає за відображення на дисплеї.

Дані, що відповідають робочому циклу зберігаються на диску у вигляді простої текстової таблиці(такий формат є найбільш зручним) для подальшої цифрової обробки.

Згенерований код програмного продукту наведений в додатку В. Алгоритм програми зображений на додатку Г.

### 2.3.4 Опис роботи програми

Після запуску програми вона запитує пароль користувача (рисунок 2.1) (його можна змінювати), при правильно введеному паролі можна розпочинати роботу з програмою, при неправильно введеному паролі програма автоматично завершує свою роботу.

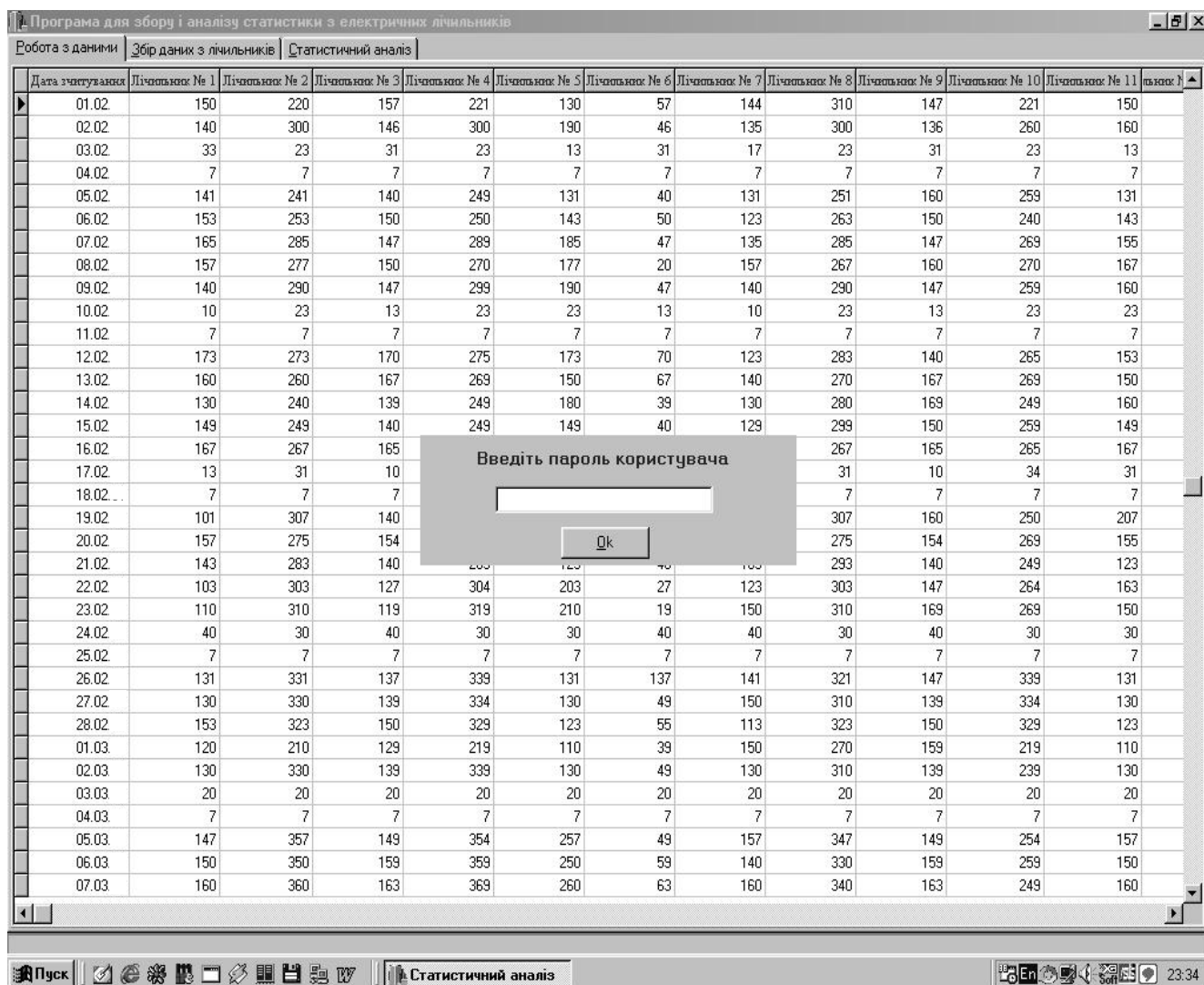


Рисунок 2.1 – Вікно “Введіть пароль користувача”

Коли програму запустили і правильно ввели пароль ми дістаємо доступ до бази даних показів електролічильників за певний період часу. В таблиці показів є дані про всі лічильники які знаходяться в цехах і адміністративному корпусі.

Для поновлення інформації про витрати електроенергії ми можемо зробити примусове опитування лічильників. Після поновлення даних вони автоматично додаються до бази. Так як недоречно робити опит лічильників частіше ніж раз на добу, то всі дані про витрату електроенергії окремих цехів представлені в витраті електроенергії за добу.

Програма складається з трьох основних вікон:

– вікно “Робота з даними”:

Дата зчитування	Лічильник № 1	Лічильник № 2	Лічильник № 3	Лічильник № 4	Лічильник № 5	Лічильник № 6	Лічильник № 7	Лічильник № 8	Лічильник № 9
01.02.	150	220	157	221	130	57	144	310	
02.02.	140	300	146	300	190	46	135	300	
03.02.	33	23	31	23	13	31	17	23	
04.02.	7	7	7	7	7	7	7	7	
05.02.	141	241	140	249	131	40	131	251	
06.02.	153	253	150	250	143	50	123	263	
07.02.	165	285	147	289	185	47	135	285	
08.02.	157	277	150	270	177	20	157	267	
09.02.	140	290	147	299	190	47	140	290	
10.02.	10	23	13	23	23	13	10	23	
11.02.	7	7	7	7	7	7	7	7	
12.02.	173	273	170	275	173	70	123	283	
13.02.	160	260	167	269	150	67	140	270	
14.02.	130	240	139	249	180	39	130	280	
15.02.	149	249	140	249	149	40	129	299	
16.02.	167	267	165	265	167	65	137	267	
17.02.	13	31	10	34	31	10	13	31	
18.02.	7	7	7	7	7	7	7	7	
19.02.	101	307	140	300	207	40	131	307	
20.02.	157	275	154	279	175	54	157	275	
21.02.	143	283	140	289	123	40	163	293	
22.02.	103	303	127	304	203	27	123	303	
23.02.	110	310	119	319	210	19	150	310	
24.02.	40	30	40	30	30	40	40	30	
25.02.	7	7	7	7	7	7	7	7	
26.02.	131	331	137	339	131	137	141	321	

Рисунок 2.2 – Вікно “Робота з даними”

- збір даних з лічильників (рисунок 2.3);

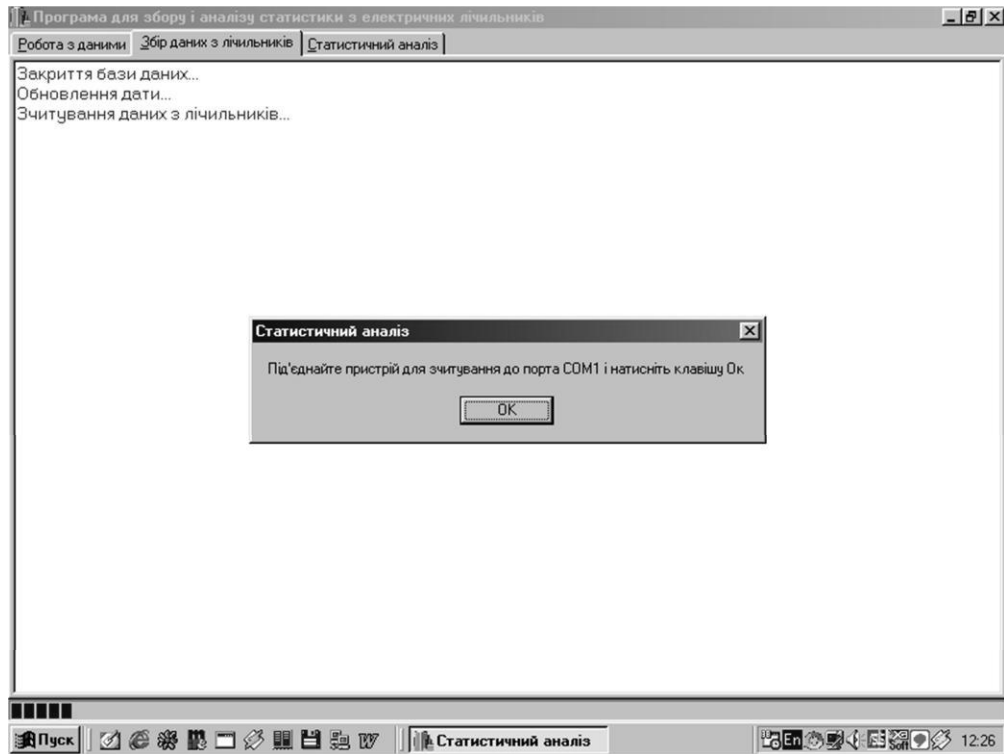


Рисунок 2.3 – Вікно “Збір даних з лічильників”

- статистичний аналіз (рисунок 2.4).

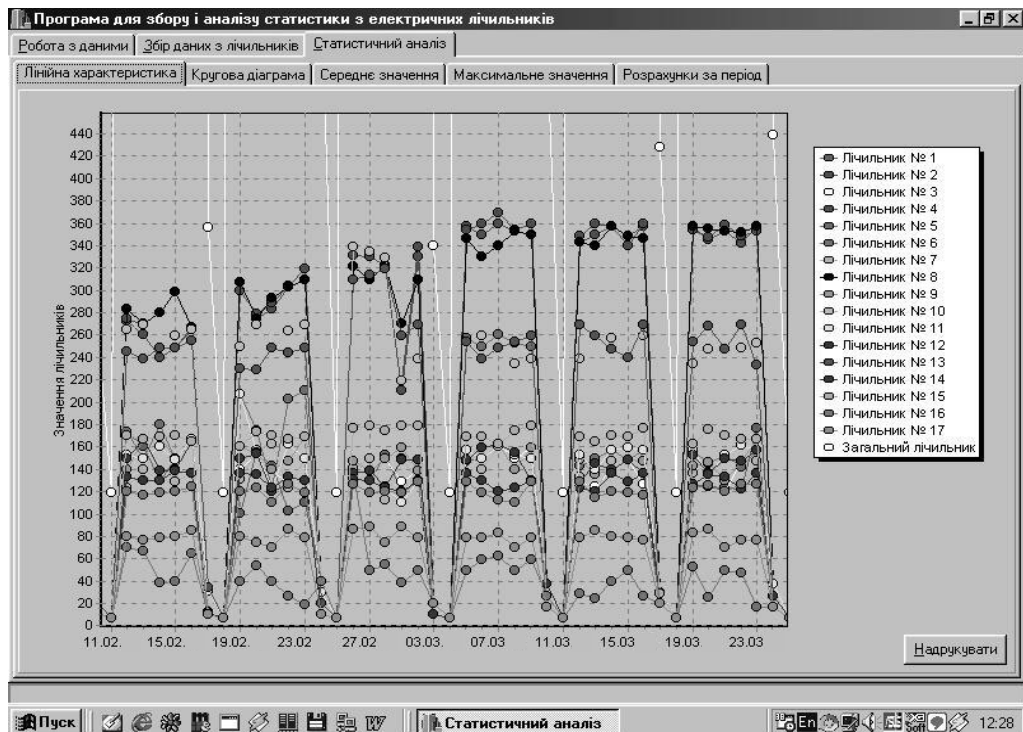


Рисунок 2.4 – Вікно “Статистичний аналіз”

В вікні “робота з даними” для зручності відображення (і подальшої роботи з даними) всі дані (за добу, період) представлені у вигляді таблиці в верхній половині якої є дата зчитування показів лічильників, номери лічильників (з 1-17), а також загальний лічильник (тобто сума показів 17 лічильників). При кожному новому зчитуванні даних з лічильника відбувається автоматичне поновлення бази даних, з занесенням інформації в таблицю.

При зверненні до вікна “Збір даних з лічильників” відбувається поновлення бази даних з оновленням дати і зчитуванням даних з лічильників, а також з’являється вікно “Під’єднайте пристрій для зчитування до порта “СОМ 1” і натисніть клавішу “ОК”” після натискання на клавішу “ОК” проводиться послідовне опитування всіх 17 лічильників. На екран виводиться інформація про послідовну перевірку наявності зв’язку з лічильниками, при правильному підключенні пристрою після перевірки зв’язку виводиться інформація про стан опитування “Дані зчитано”, при неправильному підключенні (розривом лінії передачі даних від лічильника до суматора або від суматора до ЕОМ) на екран виводиться повідомлення “Помилка зчитування даних”, після чого якщо були отримані якісь дані вони записуються в базу, якщо нових даних отримано не було запис в базу не відбувається, а на екран виводиться повідомлення “Запис в базу відмінено”, “Роботу зупинено”.

Вікно “Статистичний аналіз” поділяється ще на 5 вікон:

- лінійна характеристика (рисунок 2.5);
- кругова діаграма (рисунок 2.6);
- середнє значення (рисунок 2.7);
- максимальне значення (рисунок 2.8);
- мозрахунки за період (рисунок 2.9).

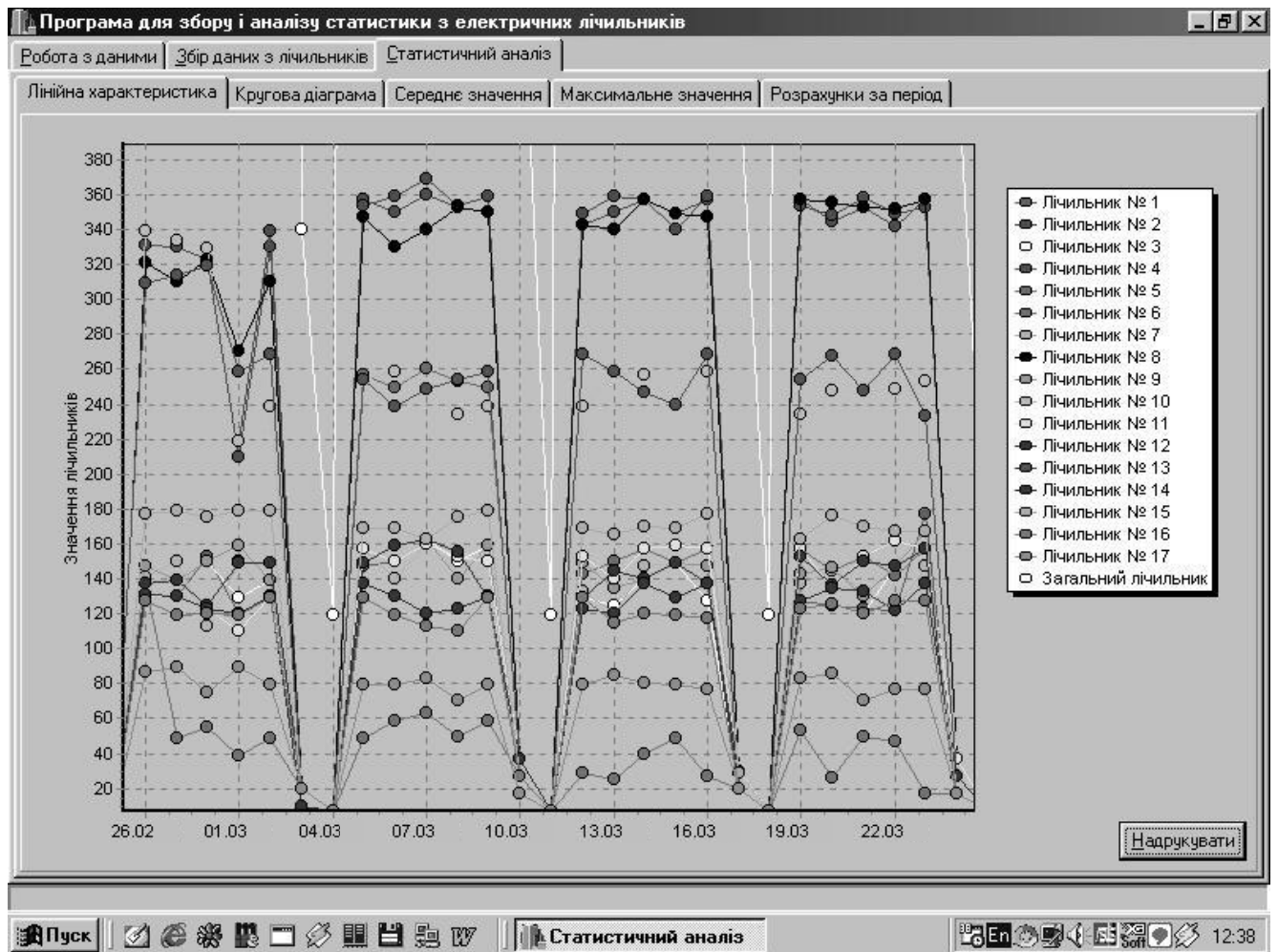


Рисунок 2.5 – Вікно “Лінійна характеристика”

В вікні “Лінійна характеристика” за допомогою графіка (по осі X взято витрату електроенергії в кВт, а по осі Y взято дати показів лічильників) відображено лінійну характеристику кожного лічильника станом на певну дату і певний період, а також зображено загальну лінійну характеристику витрати електроенергії в цілому за певний період часу. Всі лічильники мають на графіку свій колір зображення і в правій частині вікна наведена інформація якому лічильнику який колір відповідає. Масштабування можна змінювати лівою кнопкою маніпулятора “миша”, а також можливе переміщення графіка за допомогою правої кнопки маніпулятора “миша”.

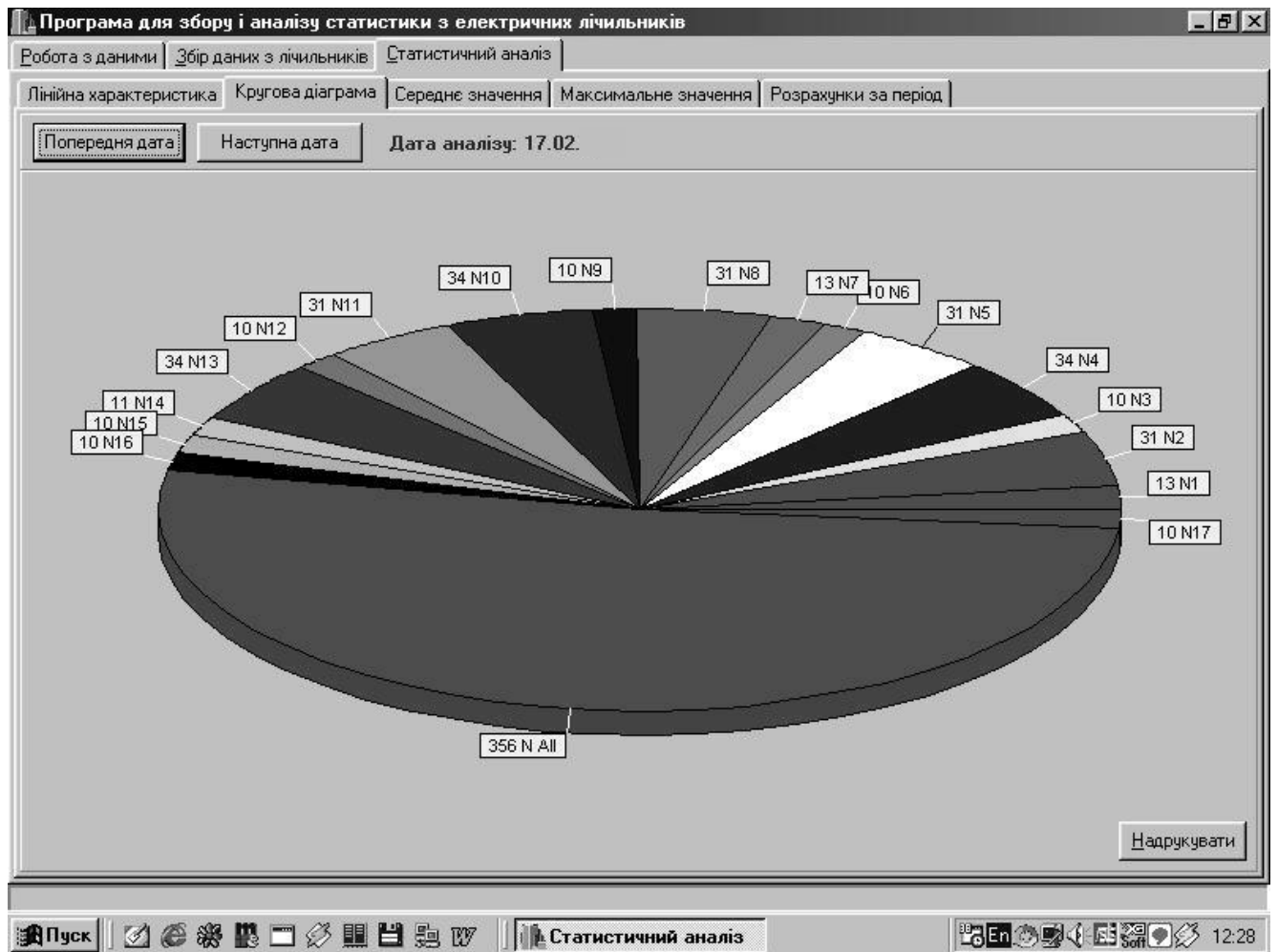


Рисунок 2.6 – Вікно “Кругова діаграма”

В вікні “Кругова діаграма” за допомогою кругової діаграми відображена дата аналізу станів всіх лічильників станом на певне число (по замовчуванню на дату першого зчитування показів з лічильників), для зручності перевірки даних всі лічильники зображені різними кольорами . За допомогою кнопок на екрані монітора “Попередня дата” “Наступна дата” можливий запит показів лічильників за будь-яке число будь якого періоду.



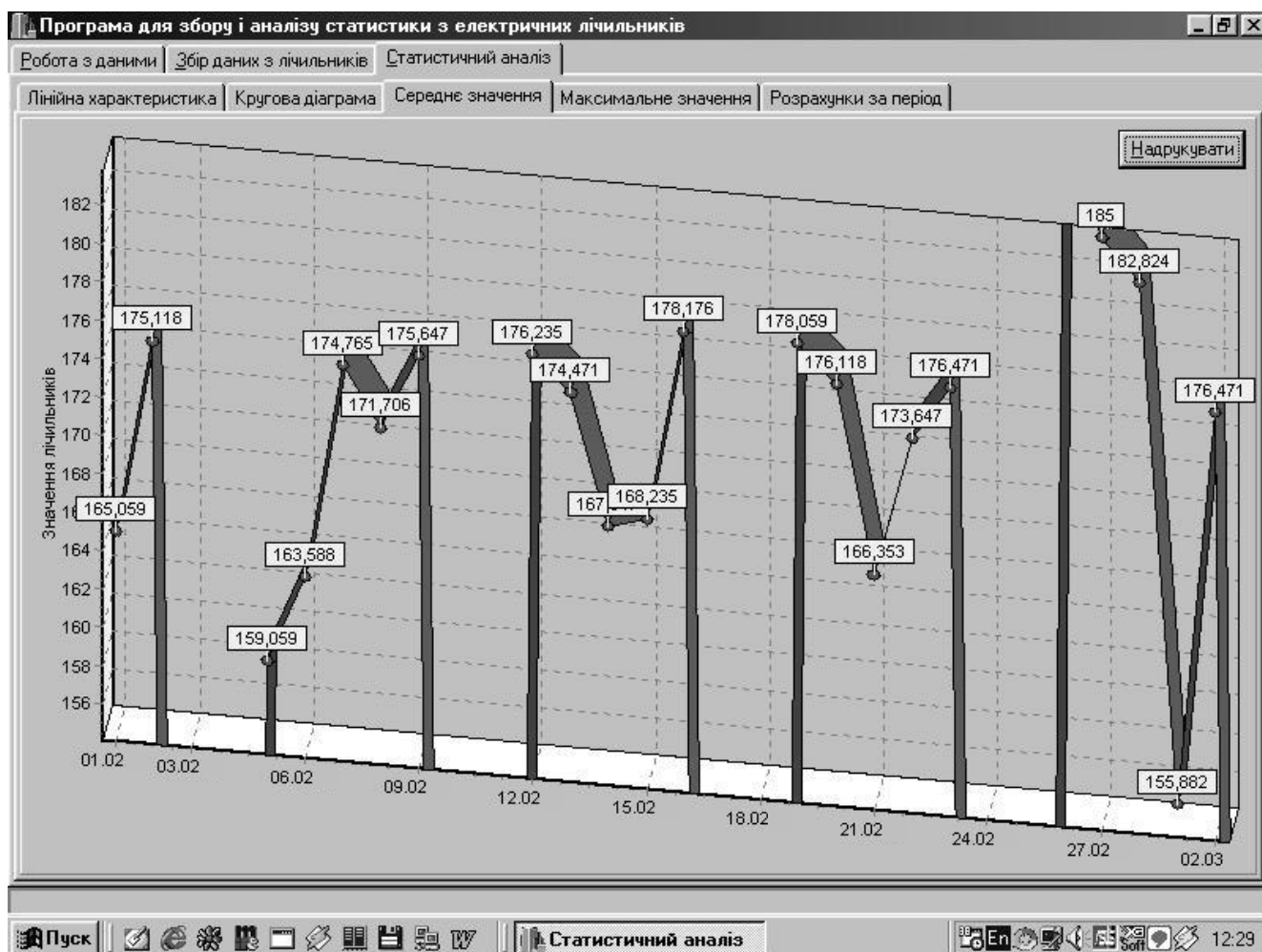


Рисунок 2.7 – Вікно “Середнє значення”

В вікні “Середнє значення” за допомогою графіка (по осі X взято витрату електроенергії в кВт, а по осі Y взято дати показів лічильників) відображено загальне середнє значення всіх лічильників станом на певну дату і певний період (графік по замовчуванню розбивається на потижневі відрізки які виділяються іншим кольором), для зручності перевірки даних лічильники зображені різними кольорами . Масштабування можна змінювати лівою кнопкою маніпулятора “миша”, а також можливе переміщення графіка за допомогою правої кнопки маніпулятора “миша”.

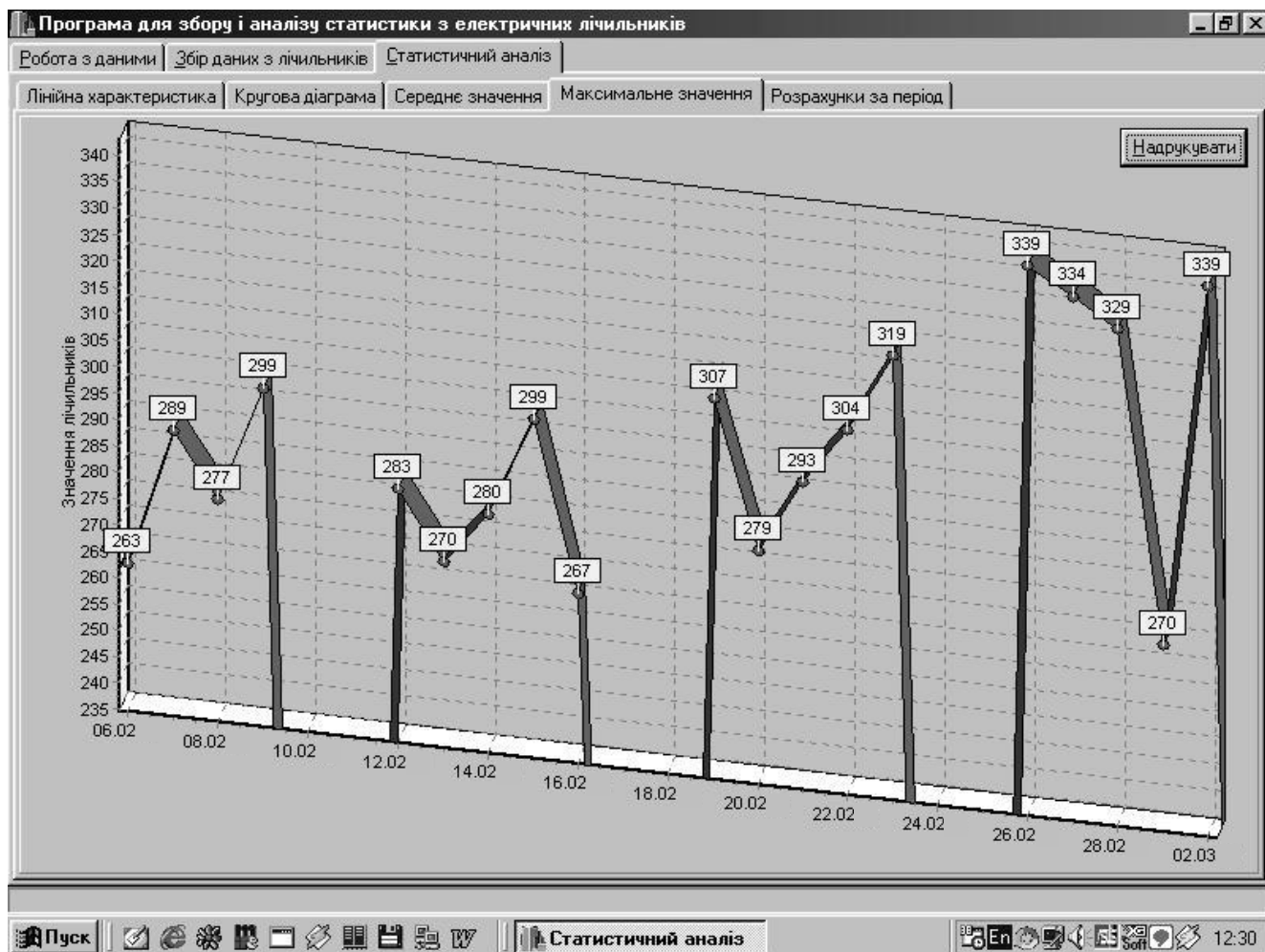


Рисунок 2.8 – Вікно “Максимальне значення”

В вікні “Максимальне значення” за допомогою графіка (по осі X взято витрату електроенергії в кВт, а по осі Y взято дати показів лічильників) відображено максимальне значення всіх лічильників станом на певну дату і певний період (графік по замовчуванню розбивається на потижневі відрізки які виділяються іншим кольором), для зручності перевірки даних лічильники зображені різними кольорами . Масштабування можна змінювати лівою

кнопкою маніпулятора “миша”, а також можливе переміщення графіка за допомогою правої кнопки маніпулятора “миша”.

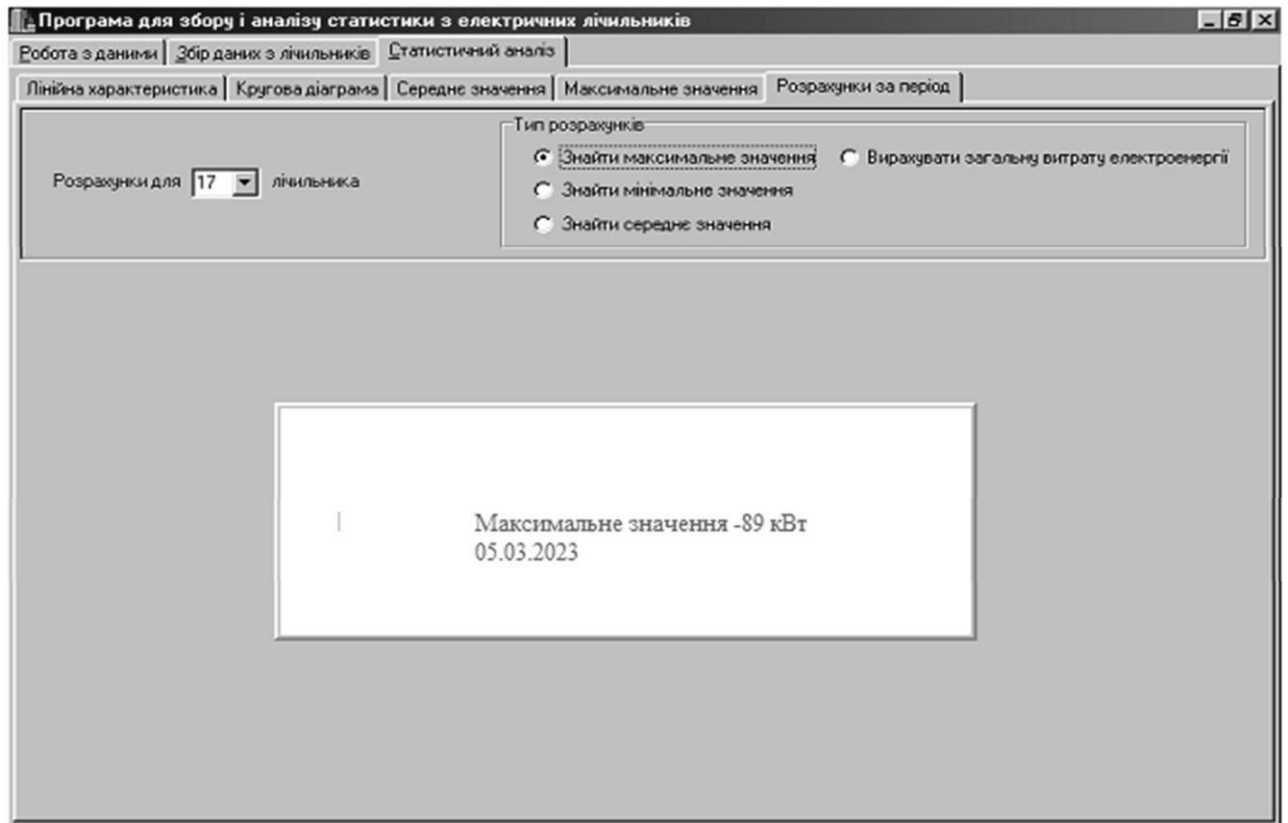


Рисунок 2.9 – Вікно “Розрахунки за період”

В вікні “Розрахунки за період” є можливість в автоматичному режимі зробити такі типи розрахунків за весь період роботи:

- максимальне значення;
- мінімальне значення;
- середнє значення;
- загальну витрату електроенергії.

Для цього необхідно в лівій половині вікна в “Розрахунках для лічильника” вибрати за допомогою маніпулятора “миша” номер лічильника, після чого в “Тип розрахунків” вибираємо ті розрахунки які нас цікавлять, після чого на екрані висвітлюється інформація

згідно нашого запиту, а також є можливість виводу на екран монітора загальної інформації про спожиту електроенергію за весь період роботи (мається на увазі з моменту першого зчитування даних з лічильників і до останнього зчитування даних з лічильників).

## 2.4 Рекомендації по використанню програмного продукту

### 2.4.1 Системні вимоги

Для виконання створеного програмного продукту існують наступні мінімальні системні вимоги:

- комп'ютер – не нижче класу Pentium 4;
- операційна система - WINDOWS (рекомендовано не нижче 2000);
- оперативна пам'ять - рекомендовано 128 Mb і більше;
- 2 Gb вільного місця на HDD для програми (можливо буде необхідно більше дискової пам'яті ).

Вимоги програмного продукту до апаратного і програмного забезпечення є середніми при достатній швидкості виконання.

### 2.4.2 Опис інсталяції програми

Інсталяція програми здійснюється за допомогою інсталяційного пакету.

Після інсталяції, програми необхідно запустити файл static.exe для початку роботи з програмою.

Робота з програмним продуктом розпочинається після введення паролю доступу.

Для закінчення роботи з програмою необхідно закрити її. Всі зміни зроблені в програмі автоматично зберігаються при виході з неї.

### 3. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Розрахунок надійності програмного забезпечення розробки

Надійність операційної системи визначається з однієї сторони, відсутністю відмов, збоїв, помилок в її роботі, з іншої сторони - можливістю швидкого відновлення апаратури і обчислювального процесу. Поняття надійності виникло через необхідність оцінки степені довіри до системи, її здатності працювати необхідний час з встановленою якістю.

Надійність - властивість об'єкту зберігати в часі в встановлених межах значення своїх параметрів, що характеризують здатність виконувати необхідні функції в заданих режимах і умовах застосування, технічного обслуговування, ремонтів, збереження і транспортування.

Надійність - складна властивість, яка в залежності від призначення операційної системи і умов її застосування складається із поєднання: безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності і збереженості. Одними з причин ненадійності систем є недоліки схемних рішень та неправильний підбір елементів. Ці причини закладаються ще на стадії проектування, тому важливо робити оцінку надійності систем під час їх проектування.

До кількісних характеристик надійності належать:

- ймовірність безвідказної роботи  $P(t)$  - ймовірність того, що в заданому інтервалі часу в технічному об'єкті чи елементі не виникне відказ (подія, яка заключається в порушенні роботи здатності);

- частота відказів  $a(t)$  представляє собою щільність розподілу часу безвідказної роботи, або похідну від ймовірності безвідказної роботи;

- інтенсивність відказів  $\lambda(t)$  представляє собою умовну щільність розподілу часу безвідказної роботи для моменту часу  $t$ , при умові, що до нього відказу технічного об'єкту не було;

- середнє напрацювання на відказ  $T$  (середній час безвідказної роботи) представляє собою математичне очікування напрацювання до першого відказу;

- параметр потоку відказів  $\omega(t)$  - математичне очікування числа відказів за одиницю часу, починаючи з моменту часу  $t$ .

Програмне забезпечення характеризується випадковим характером помилок та випадковим характером комбінацій вхідних даних, що викликає їх появу і дає можливість говорити про системні відкази, що викликані помилками програмного забезпечення, як про випадкові події. Це дозволяє використати для їх аналізу тіж методи, що і для аналізу апаратних відказів. Тим не менше, відкази, викликані помилками програмного забезпечення, мають достатньо суттєві відмінні риси, що обумовило створення спеціальних методів аналізу надійності програмного забезпечення.

Джерелом помилок програмного забезпечення є логічні помилки в проекті чи його недосконалість, неправильне кодування, помилки при компонуванні.

Повна перевірка програми на наявність в ній помилок можлива лише після об'єднання її частин, коли зміни і виправлення в програмі пов'язані із значними затратами часу і засобів. Крім того, якщо в програмі використовуються блоки, які були складені раніше, то це значно ускладнює вдосконалення даної програми. Не всі блоки програми програмуються з однаковою ретельністю і однорідністю, і

нажаль, часом, це виявляється занадто пізно. Можливі також ситуації, коли безпомилково працююча програма, що застосовується до нової задачі і на інших вихідних даних, дає неприйнятні по точності і часу обчислення результати. Крім вище перерахованих є ще ряд факторів, що призводять до появи помилок у програмі.

По складності програми можна поділити на декілька типів. Довжина стандартних програм для обчислення елементарних функцій не перевищує сотні команд. Ці програми перевіряються дуже ретельно, але іноді в них виявляються помилки, звичайно при специфічних значеннях аргументу.

Найбільш складними є програми керування в реальному масштабі часу, що реалізуються на мультипроцесорних обчислювальних машинах і містять сотні тисяч команд. Повна перевірка таких програм в процесі відлагодження неможлива. Функціонування програм може бути повністю оцінено лише в процесі застосування. Помилки програм звичайно виявляються тільки при дії визначених вхідних сигналів, які в даному випадку відіграють роль роботи програми.

При розгляді множини значень вхідних сигналів помилки програм можуть рахуватися випадковими.

Випадковий характер помилок програмного забезпечення та випадковий характер комбінацій вхідних даних, що викликає їх появу, дає можливість говорити про системні відкази, що викликані помилками програмного забезпечення, як про випадкові події. Це дозволяє використати для їх аналізу тіж методи, що і для аналізу апаратних відказів. Тим не менше, відкази, викликані помилками програмного забезпечення, мають достатньо суттєві відмінні риси, що обумовило створення спеціальних методів аналізу надійності програмного забезпечення.



Щоб застосувати до оцінки надійності програм математичний апарат теорії надійності, розглядають відмови програми – події, що містяться в переході до невірної роботи або зупинці програми. Після появи відказу програмісти досліджують програму з ціллю пошуку (локалізації) помилки і вдосконалення програми.

В даний час відсутні стандартні методи розрахунку надійності програмного забезпечення, тому для аналізу надійності програмного забезпечення використовують експериментально-аналітичні методи прогнозування надійності програмного забезпечення за результатами випробовувань, що базуються на тих чи інших припущеннях.

Якісні характеристики програм визначаються відношенням числа помилок до загального числа команд. Звичайно це відношення знаходиться в межах від  $10^{-4}$  до  $10^{-2}$ . При одному і тому ж числі помилок в ПП інтенсивність викликаних ними відмов може змінюватись в широких межах. Не менш важливим показником надійності ПП є характеристика його здатності до локалізації програмних відмов і виправлення помилок.

Існує декілька експериментально-аналітичних методів прогнозування надійності ПЗ за результатами випробувань, що виходять з тих чи інших припущеннях. До числа найбільш простих відноситься модель Шумана.

Для прогнозування надійності програмного забезпечення в цій моделі використовуються дані про число помилок, що були виправлені в процесі компонування програм в систему програмного забезпечення і відлагодження програм. За цими даними обчислюються параметри моделі надійності, яка може бути використана для прогнозування показника надійності в процесі використання програмного забезпечення.

Вважається, що при послідовних прогонах програми набори вхідних даних є випадковими і вибираються у відповідності із

законом розподілу, який відповідає реальним умовам функціонування. Ця модель впливає з наступних припущень:

- число команд  $N$  в програмі - постійне;
- при початковому числі помилок  $R_0$  в ході тестувань протягом часу  $T$  їх число знижується,  $R(t) < R_0$ , нові помилки в ході тестувань не вносяться;
- відносне число помилок, що виправляються в ході тестувань

$$r_u(T) = R_u(T)/N \quad (3.1)$$

та їх зміна в часі характеризує число залишених помилок

$$r(T) = [R_0 - R_u(t)]/N \quad (3.2)$$

і інтенсивність їх виникнення

$$\lambda[T] = k_s \cdot r(T), \quad (3.3)$$

де  $k_s$  - коефіцієнт пропорційності.

В ході експлуатації програм

$$P(t) = e^{-\int_0^t k_s \cdot r(t) dt} \quad (3.4)$$

і буде не нижче

$$P(t) = e^{-k_s \cdot r(T)t}, \quad (3.5)$$

так як  $r(t) < r(0) = r(T)$ .

Коефіцієнти  $k_s$  і  $r(T)$  розраховують за результатами двох інтервалів випробувань. Зокрема, початкове напрацювання на відмову ПЗ при випробуваннях

$$T_0 = 1/\lambda(T_0) = N/(k_s \cdot R_0), \quad (3.6)$$

звідки  $R_0 \cdot k_s = N / T_0$ . Знаючи число відмову, що передували наступному напрацюванню, знаходимо

$$T_1 = \frac{1}{\lambda(T_1)} = \frac{1}{k_s [R_0 / N - r_u(T_1)]} \quad (3.7)$$

отримуємо

$$k_s = \frac{T_1 - T_0}{T_0 T_1 r_u(T_1)}. \quad (3.8)$$

Тоді при числі команд в програмі  $N=497536$ , початковому числі помилок  $R_0 = 10$ , початковому напрацюванню на відказ  $T_0 = 1$  год, другому напрацюванню на відказ  $T_1 = 4$  год, інтенсивності виправлення помилок  $R_u(T) = 10 / (1 + T)$  за (1) отримаємо

$$k_s = \frac{T_1 - T_0}{T_0 T_1 r_u(T_1)} = \frac{4 - 1}{1 \cdot 4 \cdot 0.000001} = 746304, \quad (3.9)$$

звідси інтенсивність виникнення помилок

$$\lambda[T] = k_s r(T) = k_s [R_0 - R_u(T)] / N = 1.5 \cdot [10 - \frac{10}{1+T}]. \quad (3.10)$$

На рис 3.1 зображено графік залежності  $\lambda[T]$ .

З наведених вище розрахунків видно, що з підвищенням тривалості випробувань росте наступне напрацювання на відмову ПП. Відомо, що, як і при апаратних випробуваннях, програма випробувань, вхідні дані повинні забезпечувати високий процент виявлення помилок.

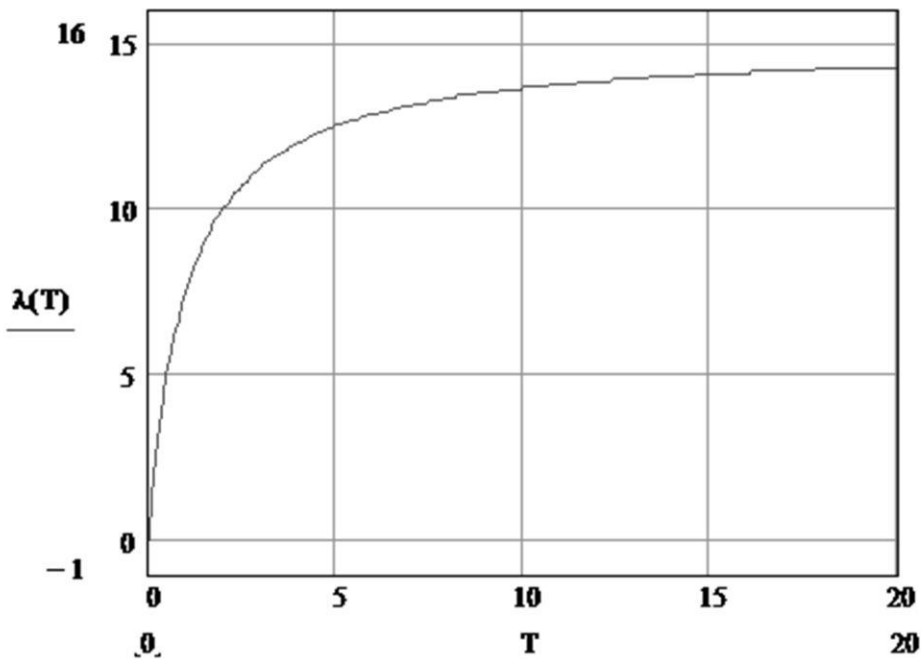


Рисунок 3.1 – Графік залежності  $\lambda(T)$ .

З розрахунку показників надійності ПП видно, що з даним розрахунком виникають значні труднощі, тому більш змістовні дані можуть бути отримані лише при експлуатації спроектованої інформаційної системи.

### 3.2 Сіткове планування і керування

Автоматизовані системи управління користуються математично-економічними методами моделювання. В плануванні і управлінні складними розробками високоефективними виявились сіткові методи [17].

Сіткове планування і керування - це системи планування комплексу робіт, орієнтовані на виконання кінцевої мети. Сітковий графік є основним документом в системі сіткового планування, що являє собою інформаційно-динамічну модель, в якій зображаються взаємозв'язки і результати всіх робіт, тобто сітковий графік - це відображення плану робіт. В сітковому графіку детально показано, що, в якій послідовності, коли, за який час, для чого

необхідно виконати, щоб забезпечити закінчення всіх робіт не пізніше заданого терміну.

Головними елементами сіткового графіку [17] є події і роботи.

Подія - це стан, момент досягнення проміжної або кінцевої мети розробки. Подія має тривалість в часі.

Робота — це розтягнений в часі процес, необхідний для здійснення події. Кожна робота має попередню подію і закінчується визначеною подією. На сіткових графіках подія відображається колом, а робота - стрілкою.

Основними параметрами сіткового графіка є: критичний шлях, резерви часу подій і резерви часу робіт.

Критичний шлях - це найбільш тривала по часу послідовність робіт, які ведуть від вихідної до завершальної події. Величина критичного шляху визначає термін виконання всього комплексу по плануванню робіт. Зміна тривалості будь-якої роботи, що лежить на критичному шляху, відповідним чином змінює термін настання завершальної події, тобто дату досягнення кінцевої мети. При плануванні комплексу операцій критичний шлях дозволяє знайти термін настання завершальної події. В процесі керування ходом розробки увага керівництва зосереджується на роботах критичного шляху. Це дозволяє найбільш доцільно і оперативно контролювати обмежене число робіт, що впливають на термін розробки, а також краще використати існуючі ресурси.

Резерви часу існують в сітковому графіку в усіх випадках, коли існує більш ніж один шлях різної тривалості. Величини резервів часу уважно аналізуються керівниками комплексу робіт [17].

Резерв часу події - це такий проміжок часу, на який відкладається здійснення цієї події без порушення термінів завершення розробки в цілому.

Резерв часу події  $R$  визначається як різниця між пізнім  $T_n$  і раннім  $T_p$  термінами завершення події за формулою:

$$R = T_n - T_p.$$

Найбільш пізній з допустимих термінів  $T_n$  - це такий термін здійснення події, перевищення якого викличе аналогічну затримку завершальної події.

Іншими словами, якщо подія настигла в момент  $T_n$ , вона потрапила в критичну зону і наступні за нею роботи повинні знаходитись під таким же контролем, як і роботи критичного шляху.

$$T_{pi} = t\{L_{\max}\{I - i\}\},$$

де  $I$  - вихідна подія.

Найбільш ранній з можливих термінів здійснення події  $T_p$  - це термін, необхідний для виконання всіх робіт, що передують цій події. Цей час знаходиться шляхом вибору максимального значення із тривалості всіх шляхів, що приводять до даної події.

$$T_{ni} = t\{L_{\max}\{I - C\}\},$$

де  $C$  - заключна подія.

Порядок побудови сіткових графіків визначається прийнятою технологією і організацією робіт. Сіткові графіки тільки відображають існуючу або проєктовану черговість і взаємозв'язок виконання робіт.

По кожній роботі необхідно враховувати:

- які роботи повинні бути завершені раніше, ніж почнеться дана робота;
- які роботи можуть початись після завершення даної роботи;

які інші роботи повинні виконуватись одночасно з виконанням даної роботи.

Сітковий графік представлений в додатку Д.

Для отриманого сіткового графіка знаходимо критичний шлях і розраховуємо ранній час, пізній час і резерв часу подій.

Оскільки в нашому випадку сітковий графік має розгалужені ділянки, тому для знаходження критичного шляху знайдемо максимальні тривалості процесів на розгалужених ділянках:

а)  $L_{0-1-2-4-5} = 23$  (дн),  $L_{0-1-3-4-5} = 24$  (дн).

б)  $L_{5-6-13} = 4$ ,  $L_{5-7-13} = 4$ ,  $L_{5-8-13} = 5$ ,  $L_{5-9-13} = 6$ ,  $L_{5-10-13} = 4$ ,  $L_{5-11-13} = 8$ ,  $L_{5-12-13} = 4$ .

в)  $L_{13-14-15-16-17-19-20} = 23$ ,  $L_{13-14-15-16-18-19-20} = 25$ .

Отже, критичний шлях буде рівний:

$$L_{кр} = L_{0-1-3-4-5} + L_{5-11-13} + L_{13-14-15-18-19-20} = 57 \text{ днів.}$$

Дані розрахунків часу подій приведені в таблиці 3.1. З таблиці 3.1 видно, що деякі події мають нульовий резерв часу, тобто для цих подій найбільший допустимий строк дорівнює найменшому очікуваному. Вихідна і заключна події також мають нульовий резерв часу. Таким чином, найбільш простий та надійний спосіб виявлення критичного шляху - це визначення всіх послідовно розміщених подій, які мають нульовий резерв часу.

Таблиця 3.1 - Таблиця часу подій

№	Ранній час	Пізній час	Резерв часу
0	0	0	0
1	2	2	0
2	5	6	1
3	6	6	0
4	14	14	0
5	24	24	0
6	27	31	4
7	27	31	4
8	28	31	3
9	28	30	2
10	27	31	4
11	29	29	0
12	27	31	4
13	32	32	0
14	37	37	0
15	46	46	0
16	49	49	0
17	51	53	2

№	Ранній час	Пізній час	Резерв часу
18	51	51	0
19	55	55	0
20	57	57	0

Можна переконатися, що знайдений попереднім методом критичний шлях співпадає з критичним шляхом, знайденим з допомогою резерву часу подій.



## 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Аналіз потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів

В процесі роботи людина взаємодіє із предметами праці, знаряддями праці та іншими людьми. На неї діють різні фактори виробничого середовища, в якому протікає процес праці (температура, вологість повітря, шум, вібрація, шкідливі речовини, різні випромінювання та інші). Від умов праці в великій мірі залежить здоров'я, працездатність людини, відношення до праці і її результати.

У зайнятих переважно розумовою працею, робота яких супроводжується нервово-психічним напруженням (оператори, диспетчери і т.д.), частіше реєструється патологія, у якій є істотною роль порушень нервово-ендокринної регуляції: це захворювання нервової системи, органів травлення, органів чуття.

Недоліки при проектуванні і створенні обчислювальних центрів неминуче відбивається на якісних і кількісних показниках діяльності робітників, у тому числі призводить до уповільнення або помилок у процесі роботи.

Особливості характеру і режиму праці, значна розумова напруга й інші навантаження призводять до зміни в робітників обчислювальних центрів функціонального стану центральної нервової системи, нервово-м'язового апарату рук (при роботі з клавіатурою введення інформації). Нераціональні конструкція і розташування елементів робочого місця викликають необхідність підтримки змушеної робочої пози.

При тривалій роботі за екраном дисплея в операторів відзначається виражена напруга зорового апарату з появою скарг на незадоволеність роботою, головну біль, дратівливість, порушення сну, втома і хворобливі відчуття в очах, в області шиї, руках і ін.

Вони також піддаються впливу шкідливих і небезпечних чинників виробничого середовища: електромагнітних полів (радіочастот), статичній

електриці, шуму, недостатньо задовільних метеорологічних умов, недостатньої освітленості і психо-емоційної напруги.

Праця робітників з електронно-обчислювальною технікою повинна відносити до I-II класу по гігієнічних умовах праці; його тяжкість не повинна перевищувати оптимальних.

Потенційно небезпечні виробничі фактори, їхні фактичні і нормативні значення зведені в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 - Аналіз потенційно небезпечних виробничих факторів

Виробничий об'єкт	Небезпечний фактор (технологічна операція)	Фактичне значення	Нормативне значення (безпечна величина)	Характер дії на людину
ЕОМ	Шум	$L_p=80$ дБА	$L_p=50$ дБА	Роздратування, втома, втрата слуху
	Рентгенівське проміння	9-10-12 мкР/год	75,0 мкР/год	Загальна втома, головний біль
	Ультрафіолетове випромінювання	$0,03$ Вт/м <sup>2</sup>	$0,01$ Вт/м <sup>2</sup>	
	ІК-випромінювання	$3,5$ Вт/м <sup>2</sup>	$100,0$ Вт/м <sup>2</sup>	
	Електростатичне поле	17 кВ/м	20-60 кВ/м	
	Яскравість	83 кД/м <sup>2</sup>	не менше 35 кД/м <sup>2</sup> не більше 60 кД/м <sup>2</sup>	Різь в очах
ОАР	Лазерне випромінювання	75Вт/м <sup>2</sup>	100 Вт/м <sup>2</sup>	Погіршення зору, різь в очах
Принтер	Шум	$L_p=10...100$ дБ	$L_p=50$ дБ	Роздратування, втома

#### 4.2 Заходи для забезпечення нормальних умов праці

Виробничі приміщення обчислювальних центрів проектується відповідно до вимог СНП 2.09.04-87 "Адміністративні і побутові будинки

приміщення виробничих підприємств” та СН-512-78 “Інструкція з проектування будинків і помешкань для електронно-обчислювальних машин”.

Розміщення приміщень в обчислювальних центрах здійснюються за принципом однорідності видів виконуваних робіт. З метою оптимізації умов праці робітників, необхідно встановлювати відеотермінали в приміщення, суміжні й ізольовані від приміщень із друкуючими пристроями та засобами тривалого зберігання.

Обчислювальні машини встановлюються і розміщуються відповідно до вимог технічних умов заводів-виготовлювачів. Мінімальна ширина проходів із передньої сторони пультів і панелей керування устаткуванням ЕОМ і однорядному їх розташуванні повинна бути не менше 1 м. При дворядному - не менше 1,2 м. Робочі місця з дисплеями повинні розташовуватися один від одного на відстані не менше 1,5 м.

Для екрану монітора використовується спеціальний фільтр який захищає очі оператора від ультрафіолетових і рентгенівських променів, а також підвищує контрастність зображення.

В обчислювальних центрах України застосовуються переважно захисні екрани трьох типів - сіткові, плівкові і скляні. Результат досліджень властивостей фільтрів наведено в таблиці 4.2.

Сіткові екрани, зменшують блищання, але значно знижують контрастність і видимість об'єктів розрізнення, що неприпустимо. Плівкові – поліпшуючи видимість і контрастність зображення, швидко вигоряють і утруднюють видимість.

У Європі найбільшою популярністю на комп'ютерному ринку користуються скляні екрани, виготовлені шведськими фірмами та італійською Хеніум. Найкращим визнано екран, що випускається фірмою Ergostar (Австрія), який забезпечує видимість 95% і має всі захисні властивості. Проте ці екрани дорогі і недоступні для широкого застосування.

Таблиця 4.2 – Характеристики захисних екранів

Тип фільтру	Конструкція	Позитивні якості	Негативні якості
Сітковий без провідного шару	Чорна капронова сітка з ниток різної товщини та різного плетіння	Зменшує блищання скляної поверхні	Захисних функцій не виконує; знижує видимість на 50%; зменшує чіткість і контрастність зображення
Сітка з провідними нитками, або провідним покриттям і заземленням	Чорна металева або капронова сітка з металевим покриттям	Захищає від ЕСП при високій провідності від ЕМП (СЧ і НЧ спектрів)	Зменшує чіткість, контрастність і видимість зображення
Плівковий тонований	Тонка плівка фірми "Polaroid" CP-50; "Polaroid" CP-60	Знижує блищання і мерехтіння екрану, дещо підвищує контрастність і чіткість	Не призначений для захисту від випромінювання, мала прозорість (25%); швидко вигоряє при користуванні
Скляний тонкий: тонований з поглинаючим шаром	Тонке неполіроване скло	Знижує блищання від екрана ЕПТ	Як правило, не має сертифіката якості
Скляний товстий	Товсте скло, леговане іонами важких металів	Забезпечує захист від випромінювань ЕМП (ВЧ, НЧ, СЧ), УФ.	Дуже яскравий блиск від фільтра
Комбінований: скляний з плівковим покриттям	Тонке скло і плівка	Прозорість, послаблює всі види випромінювання	Високе блищання

Використавши параметри випромінювань від екрана відеотерміналу СС1А виробництва фірми Tompson (Франція). Випробовуваний матеріал розташовували на відстані 15 мм від джерела випромінювання до потоку  $\beta$  і  $\gamma$ -часток. Початкові напруги електростатичного поля становили 600 В/см. Значення видимості об'єктів розпізнавання приведені до показника плоско-паралельної пластини.

На сучасному рівні розвитку електронно-обчислювальної техніки використання захисних екранів витісняють монітори з броньованими екранами, що послаблює вплив електромагнітного випромінювання в декілька разів і звільняє від використання захисних екранів.

По можливості екран дисплею необхідно розмістити трохи вище рівня очей. Це створить розвантаження тих груп м'язів, які напружені при нормальному погляді - вниз або вперед.

У машинних залах ЕОМ, а також інших приміщеннях, де особливості експлуатації устаткування обумовлюють підвищену рухливість повітря, значні рівні звуку й інші несприятливі чинники виробничого середовища, постійні робочі місця операторів ЕОМ необхідно розміщувати в ізольованих кабінах, площа яких із розрахунку на одну людину повинна бути не менше  $6 \text{ м}^2$ , а об'єм не менше  $20 \text{ м}^3$ .

Кабіна оператора повинна розміщатися з протилежної сторони від гучних агрегатів обчислювальних машин, вона повинна мати природне освітлення при коефіцієнті природної освітленості не менше 1,0% з організованим повітрообміном.

На постійних робочих місцях і в кабінах операторів повинні бути забезпечені мікрокліматичні параметри, рівні освітленості, шуму і стан повітряного середовища, визначені чинними санітарними правилами і нормами.

У виробничих приміщеннях обчислювальних центрів повинні дотримуватися такі об'єми зовнішнього повітря:

- при об'ємі приміщення до  $20 \text{ м}^3$  на одного працюючого, не менше  $30 \text{ м}^3/\text{год}$ ;

- при об'ємі приміщення 20-40 м<sup>3</sup> на одного працюючого, не менше 20 м<sup>3</sup>/год;

- при об'ємі приміщення більше - 10 м<sup>3</sup> на одного працюючого, присутності вікон і відсутності виділення шкідливих речовин припускається природна вентиляція приміщення, якщо не потрібно дотримання технологічних параметрів чистоти повітря;

- у виробничих приміщеннях без вікон і ліхтарів подача повітря на одного працюючого повинна бути не менше 60 м<sup>3</sup> /год, при дотриманні норм мікроклімату, шкідливих речовин і пилуки.

В усіх виробничих приміщеннях обчислювальних центрів на постійних робочих місцях параметри мікроклімату повинні відповідати вимогам СН 4088-86 "Мікроклімат виробничих приміщень".

Таблиця 4.3 – Нормативні характеристики метеорологічних умов у виробничих приміщеннях

Виробниче приміщення	Категорія важкості фізичних робіт	Період року	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Машинний зал ЕОМ	I – категорія	Теплий Холодний	22-25 20-23	60 60	0,2 0,1
Приміщення оперативно го виводу інформації	I – категорія	Теплий Холодний	23-25 20-22	60-65 60-65	0,2-0,3 0,1-0,2

Кондиціонування повітря повинно забезпечувати автоматичну підтримку параметрів мікроклімату у необхідних межах в перебіг усіх сезонів року, очищення повітря від пилуки шкідливих речовин, створення невеличкого надлишкового тиску у чистих приміщеннях для виключення надходження неочищеного повітря. Необхідно також передбачити можливість індивідуального регулювання роздачі повітря у окремих приміщеннях.

Температура повітря, яке подається, повинна бути не нижче 19°C. Характеристика системи вентиляції наводиться в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Характеристика системи вентиляції

Виробниче приміщення	Вид вентиляції	Вентиляційне обладнання	Кратність повітряного обміну, 1/год
Операторна	природна	–	1
Відділ управління	штучна	кондиціонер PHILIPS 4x12	1.2

Допустимі рівні звукового тиску, рівня звуку й еквівалентні рівні звуку на робочих місцях повинні відповідати вимогам “Санітарних норм допустимих рівнів шуму на робочих місцях” 3223-85. Вібрація устаткування на робочих місцях не повинна перевищувати гранично допустимих величин, встановлених “Санітарними нормами вібрації робочих місць” 3044-84.

Для зниження шуму і вібрації у приміщеннях обчислювальних центрів, устаткування необхідно встановлювати на спеціальні фундаменти і прокладки, що амортизують, передбачені нормативними документами.

Освітлення в приміщеннях центрів повинно бути змішаним, природним і штучним.

Природне освітлення повинно здійснюватися у виді бічного освітлення. Значення коефіцієнту природного освітлення повинно відповідати нормативним рівням по СНІП 11-4-79 “Природне і штучне освітлення. Норми проектування”. При виконанні роботи категорії високої зорової точності цей показник повинен бути не нижче 1,5%, при роботі середньої точності - не нижче 1,0%. Орієнтація світлоотворів для приміщень з ЕОМ повинна бути північною.

Штучне освітлення і приміщеннях ОЦ варто здійснювати у виді комбінованої системи освітлення з використанням люмінесцентних джерел світла у світильниках загального освітлення. Для запобігання підсвічування екранів дисплеїв прямими світловими потоками застосовуються світильники

загального освітлення, розташовані між рядами робочих місць або зон із достатнім бічним освітленням. При цьому лінії світильників розташовуються паралельно світлоотворам.

Освітлювальні установки повинні забезпечувати рівномірну освітленість за допомогою переважно відбитого або розсіяного світлорозподілу. Вони не повинні створювати світних відблисків на клавіатурі й інших частинах пульта, а також на екрані. Для уникнення відблисків на екранах від світильників загального освітлення необхідно застосовувати антибілкові сітки, спеціальні фільтри для екранів, захисні козирки або розташовувати джерела світла паралельно напрямку погляду на екран.

Таблиці 4.5 - Рівні освітленості у приміщеннях з відеотерміналами

Характеристика дисплеїв і зорової роботи		Нормативна освітленість (лк) у площині столу, клавіатури ( $E_{\text{п}}$ ), та екрану ( $E_{\text{в}}$ ) при системах:				
Вид дисплея	Група	загальне		комбіноване		
	напружено сті зорової роботи	$E_{\text{г}}$ , не менше, ЛК	$E_{\text{п}}$ , ЛК	$E_{\text{г}}$ , не менше, ЛК	У тому числі $E_{\text{п}}$ , від загального ЛК	$E_{\text{в}}$ , ЛК
Одно-колірний	II	300	150-100	400	300	150-100
	I	400	200-150	500	400	300-150
Графічний багато-колірний та одно-колірний	будь-яка	—	—	400	200	100-75

Місцеве освітлення забезпечується світильниками, встановленими безпосередньо на столі або на його вертикальній панелі, а також вмонтованими в козирок пульта. Якщо виникає необхідність використання індивідуального світлового джерела, то він повинен мати можливість орієнтації в різних напрямках і бути оснащений пристроєм для регулювання яскравості і захисної сітки, що охороняє від осліплення і відбитого блиску.



Джерела світла стосовно робочого місця розташовують таким чином, виключити влучення в очі прямого світла. Захисний кут арматури в цих джерел повинний бути не менше 30°.

Пульсація освітленості використовуваних люмінесцентних ламп не повинна перевищувати 10%. При природному освітленні варто застосовувати засоби сонцезахисту, що знижують перепади яскравостей між природним світлом і світінням екрану. У якості таких засобів можна використовувати плівки з металевим покриттям або регульовані жалюзі з вертикальними ламелями. Крім того, рекомендується розміщення вікон з однієї сторони робочих приміщень.

У полі зору оператора повинен бути забезпечений відповідний розподіл яскравості. Відношення яскравості екрана до яскравості навколишніх його поверхонь не повинно перевищувати в робочій зоні 3:1.

Для запобігання утворення і захисту від статичної електрики в приміщеннях обчислювальних центрів необхідно використовувати нейтралізатори зволожувачі, а підлоги повинні мати антистатичне покриття. Захист від статичної електрики повинен проводитися у відповідності із санітарно-гігієнічними нормами, що визначають напруженість електричного поля. Рівні напруженості електростатичних полів, не повинні перевищувати 20 кВ протягом 1 години (ГОСТ 1045-84).

М'яке рентгенівське випромінювання, що виникає при напрузі на аноді 20-22 кВ, а також висока напруга на струмоведучих ділянках схеми викликають іонізацію повітря, з утворенням позитивних іонів, що вважаються несприятливими. Оптимальним рівнем аероіонізації в зоні подиху працюючого рахується вміст легких аероіонів обох знаків від 1,5-10<sup>2</sup> до 5-10<sup>3</sup> у 1 см<sup>3</sup> повітря.

Організацію робочих місць обчислювальних центрів необхідно здійснювати на основі сучасних ергономічних вимог. Конструкція робочих меблів (столи, крісла або стільці) повинна забезпечувати можливість індивідуального регулювання відповідно росту працюючого і створювати

зручну позу. Часто використовувані предмети праці й органи керування повинні знаходитися в оптимальній робочій зоні.

Таблиця 4.6 - Перелік засобів захисту

Назва виробництва, обладнання, шкідливий виробничий фактор	Вид та призначення засобу захисту	Назва засобу захисту	Професія працівника
Машинний зал ЕОМ	Колективний метод захисту	1) Побутові зволожувачі “ІОН” – захист від статичної електрики 2) Одяг – з натуральних матеріалів – від статичної електрики 3) Покриття підлоги – антистатичним лінолеумом – від статичної електрики 4) Біополярні коронні аероіонізатори – для оптимізації іонів повітря 5) Сонцезахисні штори, жалюзі і т. д. 6) Світильники типу ЛПО-12-Кососвет, або ЛСП-12-Кососвет	Оператор прецизійних робіт Інженери-програмісти
ОАР	Індивідуальний метод захисту	Окуляри для захисту від лазерного випромінювання ЗПД згідно ГОСТ 12.4.003-74	Оператор прецизійних робіт

Робочий стіл повинний регулюватися по висоті в межах 680-760 мм. При відсутності такої можливості його висота повинна складати 720 мм. Оптимальні розміри робочої поверхні стільниці 1600x900 мм. Під стільницею робочого столу повинно бути вільний простір для ніг із розмірами по висоті не менше 600 мм, по ширині 500 мм, по глибині 650мм. На поверхні робочого столу для документів необхідно передбачати розміщення спеціальної підставки, відстань якої від очей повинно бути аналогічним відстані від очей до клавіатури що дозволяє знизити зорове стомлення.

У клавіатурі необхідно передбачити можливість звукового зворотного зв'язку від умикання клавіш із можливістю регулювання. Діаметр клавіш - у межах 10 - 19 мм, опір 0,25-1,5 Н. Поверхня клавіш повинна бути увігнутою, відстань між ними - не менше 3 мм. Нахил клавіатури повинний знаходитися в межах 10 - 15°.

Раціональний режим праці і відпочинку робітників центрів, встановлюється з врахуванням психофізичної напруженості, динаміки функціонального стану систем організму і працездатності. Це передбачає суворе дотримання регламентованих перерв. При цьому перерви повинні бути оптимальної тривалості: занадто тривалі перерви ведуть до порушення робочої установки.

З метою зниження або усунення нервово-психічної, зорової і м'язової напруги, попередження перевтоми необхідно проводити сеанси психофізіологічного розвантаження і зняття втоми під час регламентованих перерв і після закінчення робочого дня.

Ці сеанси повинні проводитися в спеціально обладнаному приміщенні - кімнаті психологічного розвантаження.

Для зниження напруженості праці операторів необхідно рівномірно розподіляти їхнє навантаження і раціонально чергувати характер діяльності. У нічні години не повинні виконуватися роботи або завдання, що потребують складних рішень або відповідальних дій.

#### 4.3 Пожежна безпека

Безпека людей при пожежах, а також скорочення можливої шкоди від них досягається забезпеченням пожежної безпеки виробничих об'єктів. Пожежна безпека це такий стан об'єкту при якому з найбільшою імовірністю виключається можливість виникнення пожежі або в випадку виникнення забезпечується найбільш ефективний захист людей від небезпечних і шкідливих факторів пожежі, збереження майна і матеріальних цінностей.

Система попередження пожеж розробляється для кожного конкретного об'єкту із розрахунку, що нормативна імовірність виникнення пожеж приймається рівною  $10^{-6}$  в рік з розрахунку на один окремий пожежонебезпечний вузол (ГОСТ 12.1.004-76).

Пожежна безпека забезпечується правильним вибором ступеня вогнестійкості об'єкту, границею вогнестійкості окремих елементів і конструкцій; обмеженням поширення вогню в випадку виникнення осередку пожежі; забезпеченням швидкої безпечної евакуації людей; застосуванням засобів пожежної сигналізації, повідомлення і гасіння пожеж; організація пожежної варти об'єктів.

Відповідно СНіП будівельні матеріали поділяються на матеріали які горять, та матеріали які не горять. Як правило будівельні конструкції будівель промислових підприємств виконуються з матеріалів, що не горять (цегла, бетон, скло, сталь і ін.).

До причин виникнення пожеж в обчислювальних центрах відносяться:

- атмосферні розряди;
- недопустиме перегрівання приладів;
- короткі замикання;
- незадовільний стан контактів в місцях з'єднання провідників;
- використання неналагодженого електроустаткування і опалювальних пристроїв, залишення їх без догляду.

Щоб запобігти цим причинам виникнення пожеж, слід вживати комплекс захисних мір. Будівля повинна бути обладнана громовідводами відповідно до “Інструкції про проектування і обладнання захистом від блискавок будівель і споруд” (СН 305-77). Всі електропристрої повинні бути заземлені. Слід використовувати плавкі вставки і автоматичні запобіжники. Необхідно регулярно проводити технічне обслуговування, профілактичні огляди і ремонти.

При пожежі електроустаткування в приміщеннях використовуються вуглекислотні вогнегасники типу ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8 ємністю 2,5 - 8 літрів, які

призначені для гасіння пожеж всіх видів. Також невелику ділянку пожежі можна локалізувати методом пониження доступу кисню в осередок вогню накинувши на нього азбестове полотно або грубу шерстяну тканину (кошму). Перелік засобів гасіння або локалізації вогню наводяться в таблиці 5.

Всі працівники обчислювального центру проходять спеціальну протипожежну підготовку, що складається із пожежного інструктажу (первинного і повторного) і навчань по пожежо-технічному мінімуму, які проводяться по спеціальній програмі.

Таблиця 4.7 – Характеристика засобів пожежегасіння

Назва приміщення	Площа, яка захищається м <sup>2</sup>	Типи первинних засобів пожежегасіння	Кількість, шт
Машинний зал ЕОМ	100	Вуглекислотні вогнегасники типу ОУ-8	2
		азбестове полотно 1x1, 2x1 або 2x2 м	1
		войлок, кошма 2x2 м	4

#### 4.4 Розрахунок природної освітленості

1) Розглянемо схему приміщення, де встановлено персональний комп'ютер (рисунок 4.1).

На рисунку 4.1 показано:

- Lд- довжина приміщення: -5м;
- Lш - ширина приміщення: -3м;
- l - глибина приміщення: - 3 м;
- h - висота від рівня робочої поверхні до верхньої грані вікна: 1,8 м;
- lз – відстань від розрахункової точки до зовнішньої поверхні стіни: 3,4 м;
- Lбуд - відстань між розрахунковим будинком і будинком навпроти: 15м;
- Нк - висота розміщення карнизу будинку навпроти над підвіконником розрахункового вікна: 8,4 м.

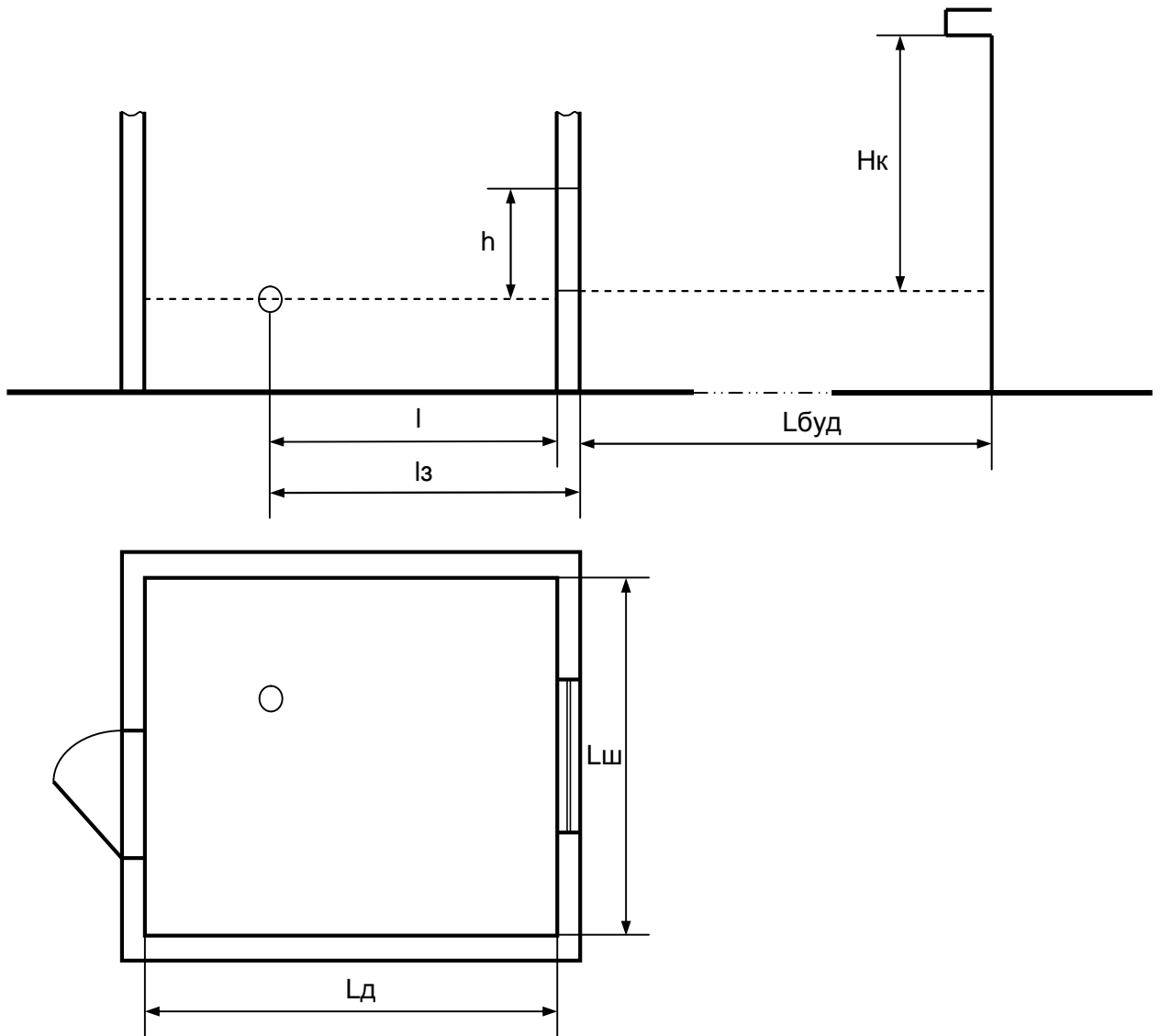


Рисунок 4.1 - Схема приміщення

2) По ширині приміщення яка не перевищує 12 м вибираємо бокове одностороннє освітлення.

3) Визначаємо розряд роботи по зоровій напруженості і характеру зорової роботи і по них визначаємо коефіцієнт освітлення:  $e = 1.0\%$ .

4) По поясу світлового клімату визначаємо коефіцієнт світлового клімату:  $m = 0.9$ .

5) По поясу світлового клімату і орієнтації вікон по сторонах горизонту (на захід) визначаємо коефіцієнт сонячності:  $C = 0.85$ .

6) По коефіцієнтах  $e$ ,  $m$ ,  $C$  визначаємо нормоване значення коефіцієнта природного освітлення  $e_n$ :

$$e_n = e \cdot m \cdot C = 1 \cdot 0,9 \cdot 0,85 = 0,765 \quad (\%) \quad (4.1)$$

7) Визначаємо відношення довжини приміщення до глибини приміщення:

$$L\delta/l = 5/3 = 1,7 \quad (4.2)$$

8) Визначаємо відношення глибини приміщення до висоти від рівня робочої поверхні до верху вікна:

$$l/h = 3/1.8 = 1,7 \quad (4.3)$$

9) Визначаємо світлову характеристику  $\eta_0$  бокових світлових прорізів (вікна) по відношеннях (4.1), (4.2) та (4.3):

$$\eta_0 = 18.$$

10) Визначаємо відношення відстані  $L\delta_{\text{буд}}$  між нашим приміщенням до висоти  $H_k$  розміщення карнизу будинку навпроти над підвіконником вікна:

$$L\delta / H_k = 15/8,4 = 1.79 \quad (4.4)$$

11) Визначаємо значення коефіцієнта  $K_{\text{буд}}$  який враховує затіненість вікон будинком навпроти:

$$K_{\text{б}} = 1.$$

12) Визначаємо загальний коефіцієнт світлопропуску матеріалу:

$$\tau = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4$$

$$\tau = 0,8 \cdot 0,65 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,416 \quad (4.5)$$

13) Площа підлоги:

$$S_{\text{підлоги}} = 15 \text{ м}^2$$

14) Площа стелі:

$$S_{\text{стелі}} = 15 \text{ м}^2$$

15) Площа стін:

$$S_{\text{стін}} = 48 \text{ м}^2$$

16) Коефіцієнт відбиття від стін, підлоги і стелі:

$$p_{\text{стелі}} = 70\%, \quad p_{\text{стін}} = 70\%, \quad p_{\text{підлоги}} = 56\%.$$

17) Середньоваговий коефіцієнт відбиття:

$$p_c = (70 \cdot 48 + 70 \cdot 15 + 56 \cdot 15) / (48 + 15 + 15) = 67,3\% \quad (4.6)$$

18) Площа підлоги освітлена вікнами:

$$S_{\text{підл.}} = L \cdot \delta \cdot (l - \delta \text{ см}) = 5 \cdot (3 - 0.3) = 13.5 \quad (\text{м}^2) \quad (4.7)$$

19) Площа світлопрорізів вікон:

$$S = \frac{e_n \cdot \eta_0 \cdot \kappa_{\delta} \cdot S_{\text{підлоги}}}{\tau_0 \cdot r_1 \cdot 100} \quad (4.8)$$

$$S = \frac{0.765 \cdot 18 \cdot 1 \cdot 15}{0.416 \cdot 3.1 \cdot 100} = 1.6$$

20) Необхідне число вікон:

$$n = \frac{S}{S_g} = \frac{1.6}{3.6} = 0.44 \quad (4.9)$$

На основі проведеного розрахунку можна зробити висновок, що в приміщенні, що має вказані розміри, достатньо одного вікна площею 3.6 м<sup>2</sup>. Отже воно відповідає нормам природного освітлення.



## ВИСНОВКИ

В даній роботі було розроблено систему та програмне забезпечення автоматизованої системи контролю витрати електроенергії підприємства.

Для цього було виконано детальне дослідження системи з точки зору особливостей її функціонування і принципу дії. Розглянуто методи, алгоритми та існуючі системи вимірювання витрат електроенергії. В результаті чого було обрано систему типу “лічильник - маршрутизатор - суматор - ЕОМ”.

Наступним етапом стала розробка програмного забезпечення, що включала теоретичний аналіз існуючих методів розробки програм. В результаті проведених досліджень було розроблено програму “Статистичний аналіз 1.02” на основі системи вимірювання витрат електроенергії типу “лічильник – маршрутизатор – суматор - ЕОМ” . Програмне забезпечення створено мовою програмування C++ в інтегрованому середовищі розробника Borland C++ Builder.

Для спроектованої системи було розраховано показники надійності та проаналізовано питання охорони праці. Результати проведених розрахунків свідчать, що система має високу надійність. Отже, впровадження даної системи є доцільним з усіх точок зору контролю витрат електроенергії.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Шилдт, Герберт. Справочник програміста по C/C++.:Пер. с англ.: Уч. пос. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2000. – 448с.: ил. – Парал. тит. англ.
2. Уильям Топп, Уильям Форд. Структуры данных в C++: Пер. с англ. – ЗАО «Издательство БИНОМ», 1999. – 816 с.: ил.
3. Уильям Топп, Уильям Форд. Структуры данных в C++: Пер. с англ. – ЗАО «Издательство БИНОМ», 1999. – 816 с.: ил.
4. Мейер Б., Бодуэн К. Методы программирования.- М: Мир, 1982.-452с.
5. Borland C++ Builder Енциклопедія програміста. [https://balka-book.com/ua/c\\_builder-378/borland\\_c\\_builder\\_entsiklopediya\\_programmista-1271](https://balka-book.com/ua/c_builder-378/borland_c_builder_entsiklopediya_programmista-1271).
6. Бородина А. И., Кожемяко Т. К. Основы алгоритмизации и программирования на ЭВМ.- Минск: Вышэйш. шк., 1993- 214с.
7. Шамша Б., Гуржій А., Дудар З.. Математичне забезпечення інформаційно-управляючих систем.- К.: Компанія СМІТ, 2005- 448с.
8. Практика программирования Visual Basic, C++ Builder, Delphi.- СПб.: ВHV-СПб, 2002.- 464с.
9. Mailto: [stataliz102@ukr.net](mailto:stataliz102@ukr.net)
10. Дружинин Г.В. Надёжность автоматизированных производственных систем: Учеб. Пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
11. Ястребенецкий М.А., Иванова Г.М. Надёжность автоматизированных систем управления технологическими процессами: Учебное пособие для вузов. –М.: Энергоатомиздат, 1989.
12. Юдин Е.А. Охрана труда в машиностроении. – М.: Недра, 1983.
13. Князевский Б.А. и др. Охрана труда в электроустановках. – М.: Энергия, 1983.
14. Денисенко Г.Ф. Охрана труда. – М.: Высшая школа, 1985.

15. Мартиросова В. Особенности работы пользователей ЭОМ // Охрана труда. 1995. №1. С.10-13.
16. Кнорринг Г.М. Справочная книга для проектирования электрического освещения. – Л.: Энергия, 1976.
17. Плоткин Я.Д., Львов Д.С. Экономическая эффективность новой техники. – Львов: «Вища школа», 1986.
18. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерноінтегровані технології»./ В.Б. Савків., Ю.Б. Капаціла, Р.І. Михайлишин//:- Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021, – 46с.