

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії

(повне найменування факультету)

Обчислювальної техніки

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Методи та мікропроцесорні засоби контролю

витрат енергоресурсів

Виконав: студент 2 курсу, групи 1КІ-19 м
спеціальності:

123 — комп'ютерна інженерія

(шифр і назва напрямку підготовки)

Бурилко Владислав Вікторович

(прізвище та ініціали)

Керівник: Азарова Анжеліка Олексіївна

(прізвище та ініціали)

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет: Інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії

Кафедра: обчислювальної техніки

Освітньо-кваліфікаційний рівень: магістр

Спеціальність: 123 – комп'ютерна інженерія

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ОТ, д.т.н., проф.

Азаров О. Д.

« ____ » _____ 2020 року

З А В Д А Н Н Я

на магістерську кваліфікаційну роботу

Бурилко Владислав Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема магістерської кваліфікаційної роботи: Методи та мікропроцесорні засоби контролю витрат енергоресурсів

керівник магістерської кваліфікаційної роботи: Азарова Анжеліка Олексіївна д. т. н., професор кафедри МБІС

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «25»вересня 2020 року №214

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи технічні характеристики систем автоматизованих систем обліку енергоресурсів, технічний опис платформ Arduino, технічний опис платформ Raspberry Pi 3.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, техніко-економічне обґрунтування доцільності розробки, суть технічної проблеми та існуючі способи її вирішення, огляд та аналіз автоматизованих систем обліку енергоресурсів, функції автоматизованих систем комерційного обліку енергоресурсів, основні види автоматизованих систем обліку, основні елементи автоматизованих систем обліку, технічні засоби автоматизованих систем комерційного обліку енергоресурсів, структурна схема автоматизованих систем комерційного обліку енергоресурсів, проєктування мікропроцесорного блоку контролю витрат енергоресурсів, розробка структурної схеми автоматизованої інформаційно-вимірювальної система обліку енергоресурсів, класифікація засобів обліку, протоколи передачі даних, програмно-апаратного комплекс опрацювання даних, засіб зняття інформації

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

Структурно-функціональної схема

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-3	д. т. н., професор Азарова Анжеліка Олексіївна		
1-3	к. т. н., доцент Богомолів Сергій Віталійович		
4	к. е. н., доцент Руда Лілія Петрівна		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Пошук та огляд інформаційних джерел	25.09.20р.	виконано
2	Огляд та аналіз автоматизованих систем обліку енергоресурсів	10.10.20р.	виконано
3	Дослідження способів побудови автоматизованих систем обліку енергоресурсів	25.10.20р.	виконано
4	Проектування структурної схеми автоматизованої інформаційно-вимірювальної система обліку енергоресурсів	05.11.20р.	виконано
5	Проектування програмно-апаратного комплекс опрацювання даних та засобу зняття інформації	15.11.20р.	виконано
7	Економічна частина	17.11.20р.	виконано
8	Оформлення пояснювальної записки і презентації	22.11.20р.	виконано
9	Попередній захист	23.11.20р.	виконано

Студент _____ Бурилко В.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Азарова А. О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній магістерській роботі проведено аналіз методів та мікропроцесорних засобів контролю витрат енергоресурсів. Проведено аналіз сучасного розвитку мікроконтролерів та мікропроцесорної техніки, їх основні види та роботу з ними. Проведено огляд існуючих систем та датчиків контролю витрат енергоресурсів. Розроблено структурну схему мікропроцесорної системи контролю витрат енергоресурсів. Проведено економічний розрахунок доцільності розробки.

SUMMARY

In the qualification master's work the analysis of methods and microprocessor means of control of expenses of energy resources is carried out. The analysis of modern development of microcontrollers and microprocessor equipment, their main types and work with them is carried out. An overview of existing energy consumption control systems and sensors has been conducted. The structural scheme of the microprocessor system of control of expenses of energy resources is developed. The economic calculation of expediency of development is carried out

ЗМІСТ

СКРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	7
ВСТУП	8
1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РОЗРОБКИ	12
1.1 Суть технічної проблеми та існуючі способи її вирішення	12
1.2 Оцінювання комерційного потенціалу розробки	14
1.3 Потенційні ринки збуту та прогнозування попиту на інноваційне рішення.....	18
2 ОГЛЯД АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	20
2.1 Функції автоматизованих систем комерційного обліку енергоресурсів.....	20
2.2 Основні види автоматизованих систем обліку.....	24
2.3 Основні елементи автоматизованих систем обліку.....	25
2.4 Технічні засоби автоматизованих систем комерційного обліку енергоресурсів	26
2.5 Впровадження автоматизованих системи контролю та обліку енергоресурсів.....	27
2.6 Характеристика цифрових пристроїв , що входять до складу АСКОВЕ	29
2.7 Огляд існуючих систем обліку	37

08-23.МКР.002.00.000 ПЗ

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
					Методи та мікропроцесорні засоби контролю витрат енергоресурсів Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>		<i>Бурилко В.В.</i>					5	117
<i>Керівник</i>		<i>Азарова А. О.</i>				ВНТУ, гр. 1КІ-19м		
<i>Рецензент</i>		<i>Карпінець В.В.</i>						
<i>Н. Контроль</i>		<i>Швець С. І.</i>						
<i>Затверджую</i>		<i>Азаров О. Д.</i>						

2.8	Методи зняття інформації з систем обліку енергоресурсів.....	44
2.9	Структурна схема автоматизованих систем комерційного обліку енергоресурсів	51
3	ПРОЄКТУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО БЛОКУ КОНТРОЛЮ ВИТРАТ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ.....	54
3.1	Розробка структурної схеми автоматизованої інформаційно-вимірювальної система обліку енергоресурсів.....	54
3.2	Класифікація засобів обліку.....	55
3.3	Протоколи передачі даних.....	57
3.4	Вибір мікропроцесорної платформи.....	62
3.5	Програмно-апаратного комплекс опрацювання даних.....	67
3.6	Засіб зняття інформації.....	69
4	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	73
4.1	Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної роботи....	73
4.2	Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів дослідження.....	80
4.3	Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності.....	82
	ВИСНОВКИ.....	87
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	88
	ДОДАТОК А Технічне завдання.....	89
	ДОДАТОК Б Схема підключення Arduino Mega.....	92
	ДОДАТОК В Схема підключення Raspberry pi 3.....	93
	ДОДАТОК Г Лістинг бібліотеки ESP8266WiFiGeneric.cpp.....	94
	ДОДАТОК Д Лістинг бібліотеки LiquidCrystal_I2C.cpp.....	104
	ДОДАТОК Е Лістинг бібліотеки OLED.cpp.....	112

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

АСКОЕ	—	автоматизована система комерційного обліку електроенергії.
АЦП	—	аналого-цифровий перетворювач.
ЕОМ	—	Електронна обчислювальна машина.
НДДКР	—	Науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи.
ОЗУ	—	оперативна пам'ять.
ПЗПД	—	Пристрої збору і передачі даних.
ПЗП	—	Постійний запам'ятовуючий пристрій.

ВСТУП

Різке зростання населення планети впливає на зростання потреб у природних ресурсах. Щоб зберегти багатство природних ресурсів для майбутніх поколінь необхідно виробити відповідну політику в галузі використання природних ресурсів.

Ступінь соціально економічного розвитку рівня життя населення будь-якої країни пов'язані з кількістю енергії, що споживається. Якщо до недавнього минулого головним фактором було збільшення споживання матеріальних та енергетичних ресурсів, то сьогодні є підвищення їх використання.

Енергоефективність — це комплекс організаційних, економічних і технологічних заходів спрямованих на підвищення значення раціонального використання енергетичних ресурсів у виробничій, побутовій та науково-технічній сферах. Ефективність означає отримання необхідного результату з використанням меншої кількості енергії. Заощадження означає споживання меншої кількості енергії або зовсім відмова від її використання. В даний час енергозбереження є одним із пріоритетних завдань держави. Це пов'язано з дефіцитом основних енергоресурсів, зростання вартістю їх видобутку, а також з глобальними економічними проблемами.

В зв'язку з цим виникла проблема економії ресурсів на сучасному етапі розвитку економіки, яка привернула до неї увагу багатьох вчених і практиків.

В сучасному світі необхідною умовою збереження життя і розвитку цивілізації стало забезпечення людства достатньою кількістю енергії і палива. Тому виникла необхідність розробки програм по енергозбереженню.

А також у зв'язку с переходом до ринкової економіки виникла необхідність підвищити ефективність керування енергоспоживанням, оскільки це відповідає економічним інтересам доставщиків і споживачів електроенергії.

Одним із напрямків рішення даного завдання є точний контроль і облік енергоресурсів. Саме цей напрямок має забезпечити значну частину загального енергозбереження, потенціал якого становить більше одну третю усього нинішнього обсягу енергоспоживання. Тому ринок енергоресурсів повинен бути багатокomпонентним механізмом узгодження економічних інтересів поставщиків і споживачів електроенергії.

Облік охоплює всі ланки виробництва і споживання енергоресурсів, однак комерційний облік стосується виключно сфери покупки-продажу, тобто регулює взаємовідносини між продавцями і покупцями, так і фізичними особами.

Внутрішній (технічний) облік енергоресурсів, який охоплює власні технологічні процеси підприємств-суб'єктів ринку енергоресурсів, залишається прерогативою підприємств. Виходячи з цього повинно бути установка приладів обліку, що стануть необхідним засобом підвищення достовірності процесу обліку в цілому.

Установка приладів обліку є необхідним засобом підвищення достовірності процесу обліку в цілому. Однак прилади обліку не дозволяють вести поточних показників і в той же час контролювати роботу і проводити обробку отриманих даних. Тому є **актуальною системою** об'єднання вузлів обліку для створення єдиного вимірювально-інформаційного простору, для одноразового, перебіжного, автоматичного контролю. Ця система дозволяє звести до мінімуму участь людини на етапі вимірювання, збору та обробку даних.

Об'єктом дослідження є процеси, що відбуваються в системах контролю витрат енергоресурсів.

Предметом дослідження є методи і засоби контролю витрат енергоресурсів.

Мета і задачі дослідження магістерської кваліфікаційної роботи базується на аналізі принципів та методів збору показників у систем

автоматизованого обліку енергоресурсів, як цивільних, так і промислових об'єктів.

Мета роботи полягає у розгляді принципу роботи сучасних автоматизованих систем обліку енергоресурсів на базі багатофункціональних високоточних мікропроцесорних лічильників, аналіз роботи діючих систем обліку і перспективи створення нових АСКОЕ, як необхідної ланки для функціонування енергоресурсів України.

Методи дослідження, виконані під час роботи над кваліфікаційною магістерською роботою, ґрунтуються на:

- сучасних підходах і принципах формування, перетворення, опрацювання та передачі даних обліку енергоресурсів;
- структурно — функціональному проектуванні — для реалізації структурних і функціональних схем системи;
- методах роботи із електронними компонентами — для реалізації електричних принципових схем і макетів системи.

Для досягнення поставленої мети наукового дослідження необхідно вирішити такі задачі:

- здійснити огляд і аналіз засобів контролю витрат енергоресурсів;
- здійснити класифікацію методів контролю витрат енергоресурсів;
- дослідити способи передачі інформації від засобів контролю витрат енергоресурсів до системи обліку;
- запропонувати метод контролю витрат енергоресурсів;
- запропонувати засоби контролю витрат енергоресурсів.

У даній кваліфікаційній магістерській роботі пропонується:

- новий підхід щодо побудови систем контролю витрат енергоресурсів;
- забезпечено використання мікропроцесорних платформ з мінімізованими технічними ресурсами для реалізації системи контролю витрат енергоресурсів;

— гнучкий підхід щодо розширення функціональних можливостей та галузі застосування системи.

Практичне значення одержаних у результаті даного магістерського наукового дослідження полягає у проектуванні мікропроцесорної системи контролю витрат енергоресурсів.

1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РОЗРОБКИ

1.1 Суть технічної проблеми та існуючі способи її вирішення

Постійне підвищення вартості енергоресурсів зумовила останніми роками кардинальну зміну ставлення до організації енергетичного обліку в промисловості та інших енергетичного обліку галузях. Споживачі енергоресурсів стали усвідомлювати важливість підвищення точності розрахунку за спожиті енергоресурси. Основою удосконалення системи розрахунку є своєчасне зчитування показань з високоточних приладів обліку.

Сьогоднішня торгівля енергоресурсами побудована на використанні автоматизації приладового енергетичного обліку, що приводить до максимального зниження людського фактора на момент проведення фіксування, обробки, збору даних і забезпечення точного, швидкого та гнучкого розрахунку, що адаптується до різних тарифних систем обліку, як з боку постачальника енергоресурсів, так і з боку споживача[1].

Західноєвропейський ринок був лібералізований в досить короткі терміни всього за 2-3 роки. Особливе значення в процесі конкурентного енергопостачання придбала роль вимірювальних систем і збору даних.

Виробництво, передача, електропостачання, виміри, збір і обробка даних вже не здійснюються в межах однієї організаційної структури.

Виникла необхідність в стандартизації, з'явилася потреба в єдиних правилах переміщення та збору інформації, розуміння і задоволення прохань, що стосуються передачі даних необхідного формату.

Нові завдання (наприклад, необхідність балансувати навантаження) і зростання обсягів інформації привели до появи в енергетичних компаніях власних інформаційних структур: сховищ даних і систем автоматизованого збору даних з приладів обліку.

Балансування, навантаження, тарифна політика, аналіз і прогнозування профілів споживання — все це залежить від роботи системи збору даними,

визначає ефективність роботи енергетичних організацій і степінь задоволення споживачів. Загальна тенденція зростання ефективності інформаційного обміну призводить до утворення все більшої кількості енергозбутових компаній, виграють з яких ті, у кого є більший набір послуг, забезпечити які без допомоги автоматизації вкрай проблематично.

Споживачами енергозбутових компаній, як правило, є як юридичні (індивідуальні та приватні підприємці, промислові виробництва), так і фізичні особи (населення). В даний час існує проблема організації приладового обліку електроенергії, так як почастишали випадки надання недостовірних свідчень лічильників або не надання свідчень зовсім.

Цю проблему здатне вирішити впровадження автоматизованої системи комерційного обліку енергоресурсів для кожного споживача.

Суть магістерської кваліфікаційної роботи полягає в застосуванні знань та принципів побудови апаратного і програмного забезпечення мікропроцесорних систем, методологію їхнього застосування в різних пристроях[2].

Необхідно проаналізувати особливості архітектури і програмного забезпечення мікропроцесорних систем, та їх застосування у пристроях обробки і передачі інформації, керування та автоматизації.

Для досягнення мети та вирішення задач необхідно здійснити розробку програмно апаратного комплексу. Перша з них, полягає в виборі мікроконтролера та огляді його архітектури, розробці структурно — функціональної схеми та вибору електронних компонентів для її реалізації.

Систему необхідно виконати з урахуванням новітніх досягнень в галузях цифрової техніки, на основі сучасної елементної бази та забезпечити мінімально можливу споживану потужність, високу надійність, малі габаритні розміри та масу, високі технічні характеристики і доступну повторюваність при серійному виробництві та мінімальні економічні витрати.

1.2 Оцінювання комерційного потенціалу розробки

Метою проведення технологічного аудиту є оцінювання комерційного потенціалу розробки. Для проведення технологічного аудиту було залучено 2-х незалежних експертів.

Здійснюємо оцінювання комерційного потенціалу розробки за 12-ма критеріями за 5-ти бальною шкалою.

Таблиця 1.1 — Критерії оцінювання комерційного потенціалу розробки

Критерії оцінювання та бали (за 5-ти бальною шкалою)					
Кри-терій	0	1	2	3	4
Технічна здійсненність концепції					
1	Достовірність концепції не підтверджується	Концепція підтверджується на розрахунках	Концепція підтверджується на розрахунках	Концепція перевірена на практиці	Перевірено роботоздатність продукту в реальних умовах
Ринкові переваги (недоліки)					
2	Багато аналогів на малому ринку	Мало аналогів на малому ринку	Кілька аналогів на великому ринку	Один аналог на великому ринку	Продукт не має аналогів на великому ринку
3	Ціна продукту значно вища за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижча за ціни аналогів
4	Технічні та споживчі властивості продукту значно гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту значно кращі, ніж в аналогів

Продовження таблиці 1.1

Ринкові переваги (недоліки)					
5	Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати на рівні експлуатаційних витрат аналогів	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в аналогів
Ринкові перспективи					
6	Ринок малий і не має позитивної динаміки	Ринок малий але має позитивну динаміку	Середній ринок з позитивною динамікою	Великий стабільний ринок	Великий ринок з позитивною динамікою
7	Активна конкуренція великих компаній на ринку	Активна конкуренція	Активна конкуренція	Незначна конкуренція	Конкурентів немає
Практична здійсненність					
8	Відсутні фахівці як з технічної так і з комерційної реалізації	Необхідно наймати фахівців або витратити значні кошти та час на навчання наявних фахівців	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх штату	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї
9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінансування ідеї відсутні	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування ідеї відсутні	Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Не потребує додаткового фінансування

Кінець таблиці 1.1

Практична здійсненність					
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військово-промисловому комплексі	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні дешеві та досяжні матеріали	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у виробництві
11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше 10 років	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності інвестицій більше 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше 3-х років
12	Необхідна розробка регламентних документів та отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту	Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних коштів та часу	Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу	Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту

Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки наведено в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 — Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки

Критерії	Експерти	
	1	2.
1	2	4
2	3	3
3	2	3
4	3	4
5	4	3
6	4	4
7	3	3
8	4	3
9	4	4
10	4	4
11	4	4
12	4	3
Сума балів	41	42
Середньо-арифметична сума балів <i>СБ</i>	<i>СБ = 41,5</i>	

За результатами оцінювання комерційного потенціалу розробки, середньоарифметична сума балів складає 41,5 що вказує, що рівень розробки є високим.

Бажаним шляхом реалізації проекту є спільне підприємство — підприємство, що базується на спільному капіталі суб'єктів господарської діяльності України або іноземних суб'єктів господарської діяльності, на спільному управлінні та на спільному розподілі результатів та ризиків.

Успіх запровадження комерційної ідеї може бути досягнутий за рахунок гнучкості і мобільності діяльності з урахуванням економічної ситуації, що змінюється на ринку, виявлення комерційних пріоритетів та їх реалізації, активного використання у прийнятті комерційних рішень принципів менеджменту і маркетингу, вміння передбачити комерційні ризики; адаптації комерційних працівників до нових умов роботи.

1.3 Потенційні ринки збуту та прогнозування попиту на інноваційне рішення

Аналіз попиту на нову продукцію — один з найважливіших напрямів діяльності інноваційних компаній. Комерційним компаніям немає сенсу вкладати свої кошти в НДДКР, якщо кінцевий результат себе не окупить.

Тому необхідним є розрахунок ємності ринку. Для цього необхідно спрогнозувати наступні дані:

- середня кількість споживачів, які використовують товари аналогічні розроблюваному (Π);
- середній відсоток споживачів, які зацікавлені придбанням інноваційного продукту (Π_n);
- середній термін заміни інноваційного продукту (T);
- середній відсоток споживачів, що захочуть придбати розроблюваний товар повторно (C_n).

Визначившись із вихідними даними можна визначити:

потребу в інноваційному продукті:

$$\Pi_i = \frac{\Pi \cdot \Pi_n \%}{100\%};$$

$$\Pi_i = \frac{12000 \cdot 50\%}{100\%} = 6000;$$

оптимістичний прогноз попиту на інноваційне рішення:

$$ОП = \frac{\Pi_i}{T};$$

$$ОП = \frac{6000}{2} = 3000;$$

песимістичний прогноз попиту на інноваційне рішення:

$$ПП = \frac{ОП \cdot C_n}{100\%};$$

$$ПП = \frac{3000 \cdot 20}{100\%} = 600;$$

реалістичний прогноз попиту на інноваційне рішення:

$$РП = \frac{ОП+ПП}{2}.$$

$$РП = \frac{3000 + 600}{2} = 1800 \text{ шт.}$$

Визначено суть технічної проблеми та існуючі способи її вирішення, що дозволить забезпечити побудову мікропроцесорної системи контролю витрат енергоресурсів. Здійснено оцінювання комерційного потенціалу розробки та прогнозування попиту на інноваційне рішення, що дозволить максимально ефективно поширювати розробку на потенційні ринки збуту.

2 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ОБЛІКУ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ

2.1 Функції автоматизованих систем комерційного обліку енергоресурсів

АСКОЕ (автоматизована система комерційного обліку енергоресурсів) — це система, що дає змогу вимірювати, збирати, накопичувати, обробляти й показувати інформацію про обсяги та параметри споживання енергоресурсів за окремий період часу в певному місці.

Система АСКОЕ в режимі реального часу передає дані про:

- витрату енергоресурсів для кожного споживача;
- наявність проблем на лініях — аварій, перевантажень мережі, втрат, поломки приладів тощо[3].

Запровадження АСКОЕ — це фундамент для трансформації наявної системи в сучасну «розумну» систему енергопостачання з використанням прогресивної технології збору інформації про виробництво та споживання електричної енергії. Це дасть змогу підвищити результативність, надійність і економічний ефект виробництва, а також посприє стабільності у виробництві та процесі розподілу енергоресурсів.

Сучасні АСКОЕ є масштабними системами, які виконують одночасно вимірювання і облік кількості енергії та енергоресурсів різного роду по територіально розподіленим точкам обліку і працюють у реальному часі з подальшим передаванням інформації по ієрархічному рівню. Особливу значимість АСКОЕ набула в електроенергетиці.

Вони являють собою комплекс з приладів обліку, засобів передачі інформації і спеціалізованого програмного забезпечення.

Функціонал автоматизованих систем комерційного обліку включає безліч аспектів:

- своєчасний контроль споживання енергоресурсів кожним абонентом;

- відсутність необхідності в прямому доступі до приладу обліку для перевірки показань;
- постійне відстежування працездатності та стану лічильників;
- можливість здійснення розрахунку за кількома тарифами (наприклад, диференційованим з урахуванням часу доби);
- виявлення втрат енергоресурсів, локалізація проблемних точок;
- оперативне виявлення фактів розкрадання енергоресурсів;
- можливість значно зменшити число лінійного персоналу (контролерів-обхідників);
- істотне зниження витрат на організацію виписки рахунків і обслуговування точок обліку;
- підвищення відповідальності абонентів в питаннях оплати рахунків;
- виключення людського фактора і пов'язаних з цим неточностей з процедури зняття показань з лічильника;
- максимально оперативне отримання даних про фактичне споживання абонентами енергоресурсів.

Ключове завдання систем обліку — максимально точно вимірювання енергії (переданої і спожитої) для коректної оплати в гривнях за заданими тарифами, зберігання результатів вимірювань протягом тривалого терміну і забезпечення доступу до цих даних для здійснення розрахунків.

Другий ключовий аспект — аналітичний. Автоматизований облік енергоресурсів — ефективний інструмент для оптимізації роботи приватного сектора, багатоквартирних будинків і підприємств, які керують і енергозбутових компаній і так далі. За порівняно невеликий проміжок часу (1-2 місяці) можна виявити основні проблеми енергетичної сфери: неграмотна компоновка мереж, несправності обладнання, розкрадання і т. д. Сьогодні енергозбереження — це не просто тренд, а одне з найважливіших умов виробничої оптимізації, і без комплексного обліку тут не обійтися.



Рисунок 2.1 — Трифазний багатофункціональний лічильник НЕВА СТ414



Рисунок 2.2 — Однофазний багатотарифний лічильник НЕВА МТ 115 AR2S GSMNBPC 5 (80) А

АСКОЕ забезпечує високу точність вимірювань. Укупі з можливістю тривалого зберігання даних, така система максимально спрощує вирішення будь-яких спірних ситуацій між споживачами і постачальниками енергоресурсів.

Окремо варто поговорити про економічні переваги даної системи. Контроль сам по собі засіб зниження витрат, що виключає переплату. Однак автоматизований облік дає можливість не тільки менше платити споживачам, а й значимо знизити фінансове навантаження для всіх, хто пов'язаний з поставками енергоресурсів. Можливість автоматизувати розрахунки,

дозволяє оперативніше виставляти квитанції, а значить, спрощує і прискорює надходження платежів. Всі розрахунки стають прозорішими, що знижує ризик помилок і шахрайства. Спрощується інтеграція з фінансово-розрахунковими організаціями та структурами.

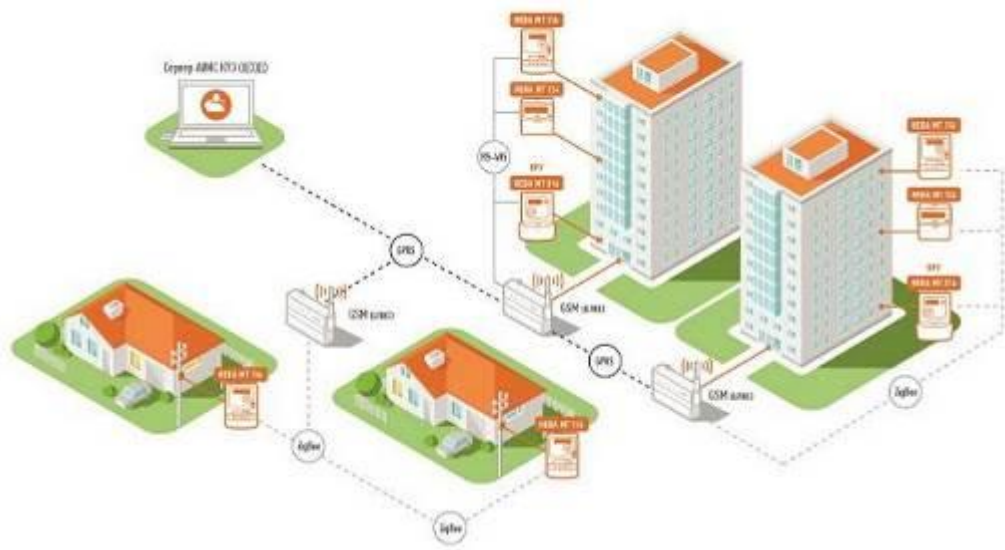


Рисунок 2.3 — АСКОЕ віддалений збір свідчень з лічильників

Ще один важливий напрямок — вдосконалення інженерно-технічної сфери. Інтеграція автоматизованого обліку енергетичних ресурсів в структуру приватного сектора, багатоквартирних будинків і підприємств, які керують і енергозбутових компаній дозволяє:

- провести модернізацію диспетчерського управління;
- поліпшити оперативність і загальну ефективність аварійних служб;
- спростити підготовку планово-попереджувальних ремонтів;
- більш продуктивно планувати та реалізовувати технічне переоснащення;
- отримувати повну картину енергоспоживання і енергорозподілу, що важливо і для оптимізації, і для підвищення інвестиційної привабливості компанії.

З технічної точки зору є актуальним також фактор оперативності — можливості сьогоденішніх систем комунікації та ІТ дозволяють дуже швидко організувати навіть сильно розгалужені, складні облікові комплекси.

2.2 Основні види автоматизованих систем обліку

Існують 2 основні категорії комплексів для автоматизованого обліку енергоресурсів:

- системи комерційного обліку;
- системи технічного обліку.

Різниця полягає в задачах і сфері застосування. Облік комерційної спрямованості призначений для здійснення розрахунків з постачальником енергії. Такі системи застосовуються:

- в житловому секторі (включаючи приватне житлове будівництво);
- заміських будинках і дачах;
- мережах споживчої сфери.

Є комплекси колективного обліку, що дають можливість обслуговувати від кількох десятків до кількох сотень абонентів.

Комерційний облік працює зі стабільною, незмінною схемою електропостачання, параметри якої закладаються в АСКОЕ ще на етапі проектування. Надалі зміни в подібній системі можуть проводитися тільки за погодженням з постачальником енергії[5].

Технічний облік орієнтований на забезпечення контролю споживання і розподілу енергії всередині приватного сектора, багатоквартирних будинків і підприємств. Фактично, це облік в першу чергу «для себе», а не для постачальників. Його особливості:

- гнучкість — вимоги і умови роботи виробництва постійно змінюються;
- робота зі значною кількістю точок обліку.

Крім того, такий контроль є важливою ланкою комплексного інформаційного простору, який передбачає спостереження операторів за всіма управлінськими і виробничими процесами.

2.3 Основні елементи автоматизованих систем обліку

Система АСКОЕ складається з декількох основних компонентів:

- засоби вимірювання — лічильники;
- інформаційні елементи — пристрої збору та передачі даних;
- програмне забезпечення верхнього рівня.

Лічильники енергії — основа будь-якого облікового комплексу. Сьогодні використовуються мікропроцесорні моделі з цифровим інтерфейсом.

Лічильники підрозділяються по класу точності — 1,0; 0,5S і т.п. Для комерційного обліку рекомендується вибирати більш високий клас приладу.

Засоби вимірювання розрізняють і за розділами функцій. Для сучасних цифрових лічильників доступні в залежності від конфігурації:

- облік енергії;
- фіксація показників максимальної потужності для заданого тимчасового інтервалу;
- зберігання отриманих даних у власній пам'яті;
- вимір не тільки кількості, але і якості електроенергії (струм, напруга, частота, провали напруги, зрушення фаз)[4].

Дані передаються відразу в готовому форматі в кіловат-годинах (кВт/год), при цьому для передачі досить проміжку в декілька секунд. При поганому зв'язку або її відсутності дані не пропадають власна пам'ять лічильника дозволяє зберігати вимірювання протягом декількох місяців. Передача інформації супроводжується її перевіркою на справжність, що забезпечує повну достовірність показників.

Варіант цифрового інтерфейсу зазвичай вибирається з урахуванням зміни конкретної облікової системи та поставлених перед нею завдань.

ПЗПД (пристрої збору і передачі даних) — це проміжні ланки, які збирають інформацію з лічильників, які проводять її обробку та передачу на більш високий рівень.

Для остаточного зберігання, аналізу даних, обміну інформацією з постачальником або іншими підприємствами використовуються персональні комп'ютери зі спеціальним програмним забезпеченням.

2.4 Технічні засоби автоматизованих систем комерційного обліку енергоресурсів

До складу технічних засобів АСКОЕ повинні входити:

- лічильники енергії, оснащені датчиками-перетворювачами, що перетворюють вимірювану енергію в пропорційну кількість вихідних імпульсів або цифровий код (при використанні електронних реверсивних лічильників окремо на кожний напрям);

- пристрої збору і передачі даних, що забезпечують збір інформації від лічильників і передачу її на верхні рівні управління;

- канали зв'язку з відповідною каналом утворюючою апаратурою для передачі вимірювальної інформації;

- засоби обробки інформації (як правило, персональні ЕОМ).

Розрізняють вимірювальні системи трьох типів:

- вимірювальні системи широкого застосування, що розробляються для серійного виробництва у вигляді закінчених виробів, для установки яких на місці експлуатації досить вказівок, викладених в їх експлуатаційній документації;

- вимірювальні системи цільового застосування, що розробляються для одиничного (разового або періодичного дрібними партіями) виготовлення, для установки яких на місці експлуатації досить вказівок, викладених в їх експлуатаційній документації;

- вимірювальні системи цільового застосування, проєктовані для певних об'єктів (груп однорідних об'єктів) і виникають як закінчений виріб

безпосередньо на об'єкті експлуатації шляхом комплектації з компонентів серійного або одиничного виготовлення і відповідного монтажу та наладки, що здійснюються відповідно до проектної документації.

Вступні лічильники повинні мати функції обліку показників якості електроенергії. Точки обліку, де повинні бути встановлені лічильники з урахуванням кнопкових постів управління, уточнюються на етапі проектування.

Технічні і метрологічні характеристики лічильників повинні задовольняти вимогам Закону України Про технічний регламент щодо суттєвих вимог до засобів виміральної техніки.

2.5 Впровадження автоматизованих системи контролю та обліку енергоресурсів

Автоматизовані системи контролю та обліку енергоресурсів, скорочено АСКОЕ, встановлюють сьогодні багато. Перші з них, енергосистеми і великі промислові підприємства.

Основне призначення системи — в розумних інтервалах часу зібрати в центрах управління всі дані про потоках електроенергії на всіх рівнях напруги і обробити отримані дані таким чином, щоб забезпечити складання звітів за спожиту або відпущену електроенергію (потужність), проаналізувати і побудувати прогнози по споживанню (генерації), виконати аналіз вартісних показників і, нарешті, найважливіше провести розрахунки за електричну енергію.

Зазвичай систему АСКОЕ набувають з таких міркувань:

- економічний ефект для підприємства — це завдання будь-якого енергетичного підприємства знижувати витрати і вартість покупки електроенергії, впровадження системи АСКОЕ дозволяє провести цілий комплекс заходів, результатом яких стане отримання істотного прибутку;
- автоматизація збору даних;

— впровадження системи обліку дозволить реально почати займатися енергозбереженням.

Впровадження сучасної системи обліку дозволить:

— скоротити сумарні річні витрати за спожиту електроенергію і потужність великого підприємства в обсязі орієнтовно на 19,5%, термін окупності АСКОВЕ 8-12 міс, нормативний термін впровадження системи АСКОВЕ на енергоємних об'єктах підприємства з урахуванням всіх погоджень, згідно календарного плану виконання робіт складає два календарні роки;

— підвищити точність обліку енергоресурсів;

— знизити споживану потужність на підприємстві в години пікових навантажень енергосистеми, система покаже, де і коли можна відключити в холосту працюють двигуни або просто влаштувати перерву;

— захиститися від штрафів;

— перейти на розрахунок за електроенергію з енергосистемою за диференційованими тарифами;

— купувати електроенергію на оптовому ринку за оптовими цінами;

— контролювати якість електроенергії;

— автоматизувати збір та обробку даних, формувати звіти про погодинні обсяги споживання електроенергії, а також про фактичне споживання електроенергії (потужності) за добу, звітний період і накопичувальна з початку року, видача звітної інформації в макетувати та інших заданих формах, відділ головного енергетика, зможе на своєму робочому місці, отримувати всю інформацію з лічильників на персональні електронні обчислювальні машини;

— оптимізація заявленої потужності, маючи дані по навантаженню споживаної потужності за попередній період (добу, тиждень, місяць, рік) можна оптимізувати заявлену потужність на наступний період, що дозволить підприємству платити за фактом величини споживання;

- управляти електроспоживання балансується на основі прогресивних питомих норм, отриманих за допомогою системи;
- забезпечення оперативного контролю та управління споживанням енергоносіїв протягом доби, посилення дисципліни використання енергоносіїв підрозділами;
- ефективно займатися енергозбереженням, точно підрахувати і довести, яку економію будуть приносити ті або інші заходи;
- виправдати покупку нового енергозберігаючого обладнання;
- визначити енерговитрати на конкретні технологічні процеси, спільно з техвідділом змінити технологію, ще більш знизити споживання електроенергії і отже, оплату за неї;
- в кінцевому підсумку використання системи дозволить істотно скоротити поточні витрати на закупівлю енергоресурсів (потужності), знизити собівартість продукції, що випускається і послуг, що надаються[9].

2.6 Характеристика цифрових пристроїв , що входять до складу АСКОВЕ

Лічильник електричної енергії — це інтегруючий за часом прилад, що вимірює активну і реактивну енергію. Історично першими виникли електромагнітні індукційні лічильники. Основними їх вузлами були електромагніти, алюмінієвий диск на осі між ними, постійний магніт і рахунковий механізм. Обмотка одного електромагніту була включена на напругу мережі, тобто паралельно електроприймачів (обмотка напруги). Обмотка іншого електромагніту підключалася послідовно з електроприймачем, через неї протікає повний струм навантаження (струмова обмотка).

Електромагнітні лічильники мали суттєві недоліки:

- низька початкова точність показань (клас приладу);
- наявність труться;
- швидке зниження точності;

- необхідність заміни труться;
- вразливість до спроб розкрадання електроенергії;
- низька точність в вузлах обліку з трансформаторами струму і напруги.

З розвитком електронних технологій з'явилися лічильники обліку витрати електроенергії електронного типу (цифрові). Структурна схема цифрового лічильника електричної енергії наведена на рисунку 2.4. Його основними елементами є датчики струму і напруги, тракт аналого-цифрового перетворення, мікро-ЕОМ, кнопки управління і введення інформації, дисплей для відображення інформації, елемент пам'яті.

Розглянемо принцип дії цифрового лічильника електроенергії. Сигнали (струм і напруга), отримані від датчиків, надходять в тракт аналого-цифрового перетворення. Він містить в собі мультиплексор і власне аналого-цифровий перетворювач. У АЦП відбувається перетворення миттєвого значення безперервного вхідного сигналу в пропорційне йому цифрове значення. На процесі цього перетворення зупинимось докладніше.

Все реально існуючі фізичні процеси описуються сигналами, які безперервно змінюються в часі і можуть приймати будь-які значення (аналогові сигнали). Дискретний (цифровий) сигнал може приймати лише кінцеве безліч значень і визначено лише для конкретних моментів часу.



Рисунок 2.4 — Структурна схема цифрового лічильника електричної енергії

Процес переходу від аналогового сигналу до дискретного називається дискретизацією або квантуванням сигналу. Дискретизація вхідного сигналу відбувається з деяким інтервалом за рівнем (вертикальної координатної осі) і за часом (горизонтальної координатної осі), тобто безперервний сигнал розбивається на проміжки і передається конкретна величина, а саме значення в кожній точці через ΔA і Δt (рисунок 2.5). Таким чином, процес переходу від безперервного сигналу до дискретного відбувається з втратою певної кількості інформації.

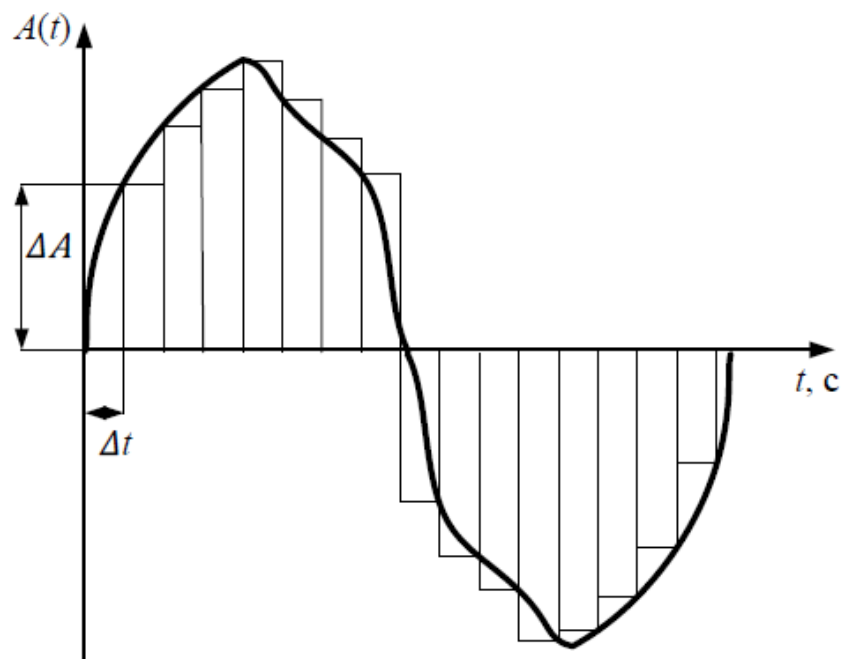


Рисунок 2.5 — Перетворення вхідного аналогового сигналу

Характеристиками АЦП є його розрядність і інтервал дискретизації сигналу за часом Δt або частота вибірок $f_b = 1 / \Delta t$, або, якщо мова йде про періодичні сигнали, кількість вибірок за період $N = f_b T$.

Щоб первинний сигнал був відновлений зі свого дискретного уявлення з досить великою точністю, частота вибірок повинна вдвічі перевищувати саму високочастотну гармонійну складову вхідного сигналу, тобто $f_b \geq 2 f_{\max}$ або $N \geq 2 f_{\max} T$, f_b — частота вибірок; f_{\max} — частота найвищої гармонійної складової. Так само, при аналого-цифровому перетворенні з вхідного сигналу

повинні бути виключені всі гармоніки з частотою, вищою, ніж частота квантування.

Розрядність АЦП — це кількість цифрових виходів, на яких з'являється двійкове число, еквівалентну величині аналогового сигналу в даний момент часу. Це число має вигляд двійкових сигналів з двома можливими рівнями, які умовно позначаються як 0 і 1. В випадку p -розрядного АЦП можливо ототожнення знаходження сигналу в одному з $m = 2^p$ піддіапазонів (рисунок 2.6). Таким чином, з ростом розрядності АЦП зростає і точність вимірювань.

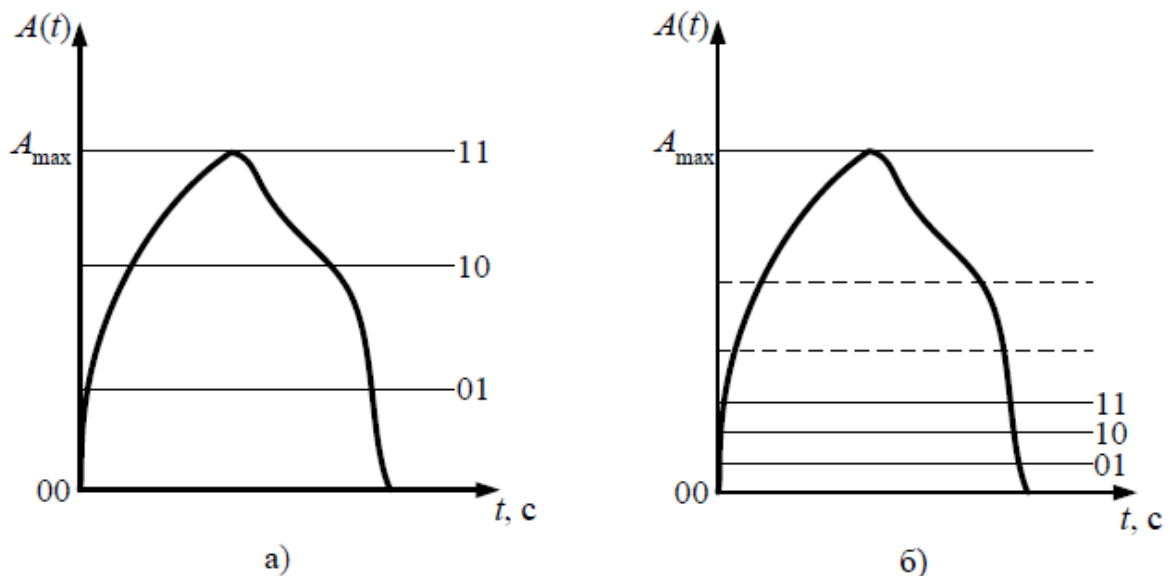


Рисунок 2.6 — Піддіпазони двохрозрядного (а) і p -розрядної (б) АЦП

По завершенню перетворення вже цифрові сигнали, а саме — струм і напруга, відправляється на мікрокомп'ютер. Цей пристрій перемножує їх і отримує миттєву споживану потужність. Інтегрування потужності в часі дає нам інформацію про величину енергії. Значення спожитої енергії виводиться на дисплей і записується на елемент пам'яті.

Основними перевагами електронних лічильників є:

- висока точність показань;
- багатofункціональність (тарифні зони, передоплата, архівування, календар і ін.);

- довговічність;
- адаптивність до автоматизованих систем обліку енергоресурсів.

Мережевий концентратор — пристрій для об'єднання декількох інтелектуальних пристроїв в загальний сегмент, тобто утворюють поділюване середовище, незалежно від типу реалізованого протоколу.

Принцип його роботи полягає в трансляції пакетів, що надходять на один з його портів, всім іншим портам (рисунок 2.7). Таким чином, пакет, що надійшов в мережу, буде відправлений всім іншим пристроям мережі.



Рисунок 2.7 — Приклад роботи мережі з концентратором

Концентратор не аналізує вміст пакетів інформації або їх заголовки, а просто копіює їх. Основне його завдання — це підключення нових пристроїв до мережі і організація її топології.

Головними перевагами концентратора є простота реалізації. Однак через те, що він просто копіює пакети в усі свої порти, в мережі збільшується ймовірність виникнення колізій, тобто накладень двох і більше кадрів інформації від передавачів, які намагаються передати кадр в один і той же момент часу в комунікаційній мережі колективного доступу. Це може привести до зниження швидкості передачі і часу доставки пакетів.

Мережевий комутатор (switch) — пристрій, призначений для з'єднання декількох вузлів комп'ютерної мережі в межах одного або декількох сегментів мережі. Комутатори були розроблені з використанням мостових технологій і часто розглядаються як багато портіві мости.

На відміну від концентратора, комутатор передає дані тільки безпосередньо одержувачу (виняток становить ширококомовний трафік всіх вузлів мережі і трафік для пристроїв, для яких невідомий вихідний порт комутатора). Це підвищує продуктивність і безпеку мережі, позбавляючи інші її сегменти від необхідності (і можливості) обробляти дані, їм не призначені.

Комутатор зберігає в пам'яті (асоціативної пам'яті) таблицю комутації, в якій вказується відповідність мережевого адреси (MAC-адреса) вузла порту комутатора. Якщо на один з портів комутатора надійде кадр, призначений для вузла, MAC-адресу якого вже є в таблиці, то цей кадр буде переданий тільки через порт, зазначений у таблиці. Якщо MAC-адресу вузла-одержувача не асоційований з яким-небудь портом комутатора, то кадр буде відправлений на всі порти, за винятком того, з якого він був отриманий. Згодом комутатор будує таблицю для всіх активних MAC-адрес, в результаті трафік локалізується. Слід зазначити малу затримку і високу швидкість пересилки на кожному порту інтерфейсу.

Для тимчасового зберігання фреймів і подальшої їх відправки за потрібною адресою комутатор може використовувати буферизацію. Вона може бути використана в разі, коли порт пункту призначення зайнятий. Буфером називається область пам'яті, в якій комутатор зберігає дані, що передаються[10].

Пристрої збору і передачі даних (ПЗПД) — спеціалізоване засіб групового обліку електроенергії, що використовується в АСКОЕ на середньому рівні.

Застосовують ПЗПД:

— для автоматичного з програмованої періодичністю запиту;

- і прийому даних приладового обліку від групи підключених до нього по цифровими інтерфейсами лічильників;
- зберігання, накопичення та обробки цих даних обліку, передачі їх по каналу зв'язку на верхній рівень, в центр збору і обробки даних;
- центр збору і обробки даних відповідно до конкретними проектами АСКОЕ;
- передачі в зворотному напрямку службових чи інших даних, наприклад, синхронізація годин електронних лічильників.

Пристрої збору і передачі даних є спеціалізованим мікропроцесорний контролер, що складається з основного блоку, пульта управління і кросового блоку. Структурна схема ПЗПД зображена на рисунку 2.8.

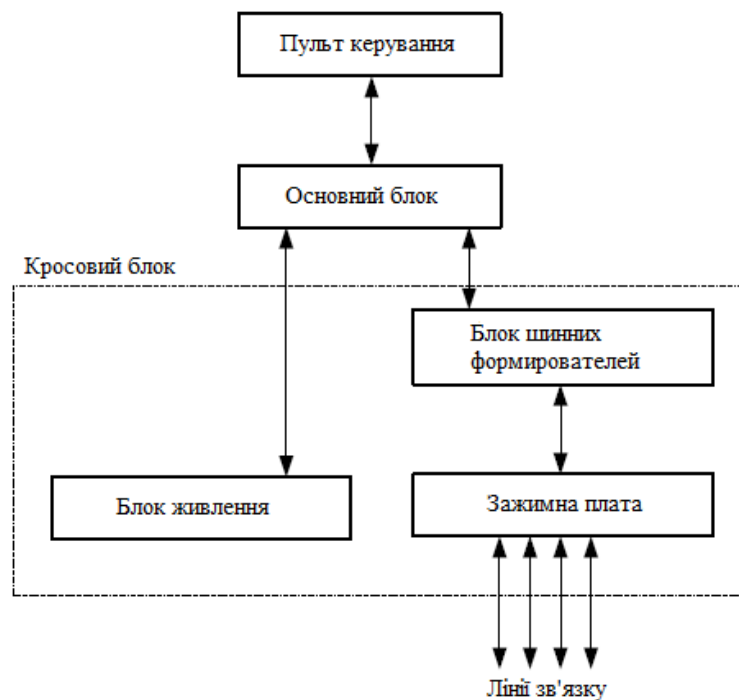


Рисунок 2.8 — Структурна схема пристрої збору і передачі даних

Пристрої збору і передачі даних є цифровим пристроєм, що працює під управлінням вбудованого мікропроцесора.

Принцип роботи ПЗПД заснований на перетворенні сигналів вимірювальної інформації (про значення фізичних величин) в значення

фізичних параметрів, розрахунку миттєвих та інтегральних значень параметрів і зберіганні вимірюваної і розрахункової інформації в архівах.

Пульт управління має в своєму складі ЖК-індикатор і клавіатуру, призначений для введення і відображення інформації ПЗПД.

До складу основного блоку входять:

- мікроконтролер (мікропроцесор);
- буфер адреси і буфер даних;
- статичне ОЗУ;
- годинник реального часу;
- ПЗУ.

Робочий цикл функціонування ПЗПД є послідовність операцій:

- вимір значень електричних сигналів вимірювальної інформації, що надходить на входи вимірювальних каналів;
- обробка та перетворення вимірювальної інформації в розрахункові і проміжні величини;
- визначення інтегральних (середніх) значень параметрів;
- періодичне архівування інформації;
- тестування працездатності ПЗПД;
- видача керуючих сигналів за результатами обробки інформації або видача повідомлень про події, що відбуваються;
- взаємодія по лініях зв'язку з центром збору даних;
- опитування цифрових лічильників електроенергії.

Обробка вимірювальної інформації здійснюється за заданим алгоритмам. Пристрої збору і передачі даних забезпечує періодичну синхронізацію часу від сервера центру збору інформації як в самому ПЗПД (при кожному запиті даних), так і в лічильниках, що обслуговуються. Коригування часу лічильників проводиться обов'язково один раз на добу на величину не більше 2 хв. Синхронізація часу в лічильниках відбувається в

разі, коли розбіжність поточного часу лічильника і часу ПЗПД перевищить 1 с.

2.7 Огляд існуючих систем обліку

Сучасні лічильники бувають в 3 варіантах конструкції:

- індукційні;
- електронні;
- гібридні.

Індукційний (механічний) лічильник (рисунок 2.9) електроенергії має всередині нерухомі струмопровідні котушки, що створює магнітне поле. Отримується від них поле впливає на рухливий елемент, який представляє собою диск, який працює за принципом провідника для електричних струмів. При проходженні електроенергії через диск, той під впливом магнітного поля котушок починає обертатися, тим самим запускаючи механізм з таблом для підрахунку. Чим інтенсивніше проходить струм, тим диск обертається швидше. Механізм підрахунку пристрою спроектований таким чином, щоб певна кількість оборотів відповідало зміни одного показника на циферблаті.



Рисунок 2.9 — Індукційний (механічний) лічильник

Механічні лічильники втрачають свою актуальність, оскільки їх конструкція є далеко не досконалою проти більш сучасних електронних лічильників.

До переваг механічних лічильників можна віднести їх дійсно тривалий термін експлуатації і повну незалежність від стрибків електроенергії. Вони дешеві і досить надійні.

До недоліків індукційних датчиків можна віднести:

- неможливості дистанційного зняття показань;
- одно тарифні вимір;
- низька чутливість;
- недостатній захист від крадіжки електроенергії;
- найчастіше індукційні лічильники нездатні правильно розраховувати рівень споживаної енергії;
- досить часто при наявності слабкого споживання, наприклад, при горінні індикатора в блоці зарядного пристрою телефону або побутового приладу, що знаходиться в режимі очікування, лічильник взагалі не реагує, хоча і відбувається мінімальне споживання енергії;
- крім цього, окремі модифікації вимірників мають абсолютно протилежні проблеми;
- при включенні потужного споживача їх диск обертається значно швидше реального рівня споживання енергії;
- їх клас точності відповідає рівню 2-2,5%, що є досить низьким в порівнянні з електронними приладами.

Електронний лічильник працює за іншим принципом. У ньому струми впливають на спеціальні електронні елементи, які перетворюють їх в імпульси. Кількість імпульсів пропорційно фактичному обсягу пропущеної енергії. Як зчитувального механізму може застосовуватися електронне або електромеханічний пристрій, яке виводить дані на РК-дисплей. Електронні рахункові елементи підходять для приладів, які встановлюються всередині квартир і будинків. Головна перевага таких приладів в їх високій точності.

Вони коректно відображають ту кількість енергії, яке пропустили для споживачів. Крім цього, їх електронні складові дозволяють вести облік енергії за кількома тарифами. Тобто, вони здатні запам'ятовувати інформацію про те, скільки енергії було спожито в денний час, а скільки в нічний. Це дозволяє проводити оплату за спожите електрику за кількома тарифами, якщо це передбачено договором з компанією постачальником.



Рисунок 2.10 — Електронний лічильник електроенергії

Дані прилади мають тривалий міжповірочний період. Залежно від виробника лічильник потребує здачі на перевірку раз в 4-16 років. Електронний лічильник має у своїй конструкції незалежний годинник і рахункові елементи, які зберігають дані в разі зникнення напруги в мережі. Завдяки цьому при включенні після аварійного знеструмлення вся інформація про рівень використаної електроенергії не обнулятиметься. При цьому такі прилади мають власне програмне забезпечення, яке проводить автоматичне коректування часу, що важливо в разі підрахунку в кількох тарифах. Також такі пристрої мають захист від несанкціонованого доступу,

яка фіксує такі спроби в журналі подій. Електронні лічильники мають високий клас точності, який становить не менше 1%. Такі прилади дозволяють провести дистанційну перевірку показників без необхідності доступу в будинок. Завдяки цьому контролеру не обов'язково заходити в квартиру, що особливо зручно, якщо мешканці в робочі дні не присутні будинку. Все ж електронний лічильник електроенергії має і недолік, який виражається у високій вартості. Провести ремонт таких пристроїв значно дорожче, ніж механічних. Дані прилади дуже чутливі до перепадів напруги. У разі аварійної ситуації цілком ймовірно перегорання приладу, що потребують його заміни.

Гібридний лічильник електроенергії, який являє собою прилад, що поєднує в собі елементи індукційного і електронного пристрою. Прохідність споживаної енергії зчитується шляхом обертання диска, а показання виводяться на електронний циферблат. Такі лічильники, на відміну від чисто індукційних, здатні проводити підрахунок по тарифам[6].

Сучасний ринок лічильників води пропонує широке розмаїття побутових і промислових лічильників води.

По пристрою механізму обліку витрати води водяні лічильники поділяються на тахометричні лічильники води призначені для вимірювання кількості води, що протікає в які подають або зворотних трубопроводах системах гарячого.



Рисунок 2.11 — Тахометричні лічильники води

Принцип роботи крильчастих лічильників води полягає у вимірюванні числа оборотів крильчатки, що обертається під дією потоку води. Потік потрапляє в вимірювальну камеру корпусу лічильника через вхідний отвір, всередині якої обертається крильчатка з встановленими на ній в герметичному корпусі магнітами. Вода, пройшовши зону обертання крильчатки (вимірювальну камеру), надходить у вихідний отвір. Кількість оборотів крильчатки пропорційно обсягу води, що протікає. Обертання крильчатки передається магнітною муфтою, встановленої в рахунковому механізмі. Рахунковий механізм, який має редуктор, здатний переводити дані про число обертів крильчатки в інформацію про обсяг води, що протікає. Рахунковий механізм герметичний і відділений від вимірюваного води немагнітним кільцем ущільнювача. Використовуються в основному в побутових умовах.

Принцип роботи турбінних лічильників води полягає у вимірюванні числа оборотів турбіни, виконаної у вигляді багатохідного гвинта і обертається під дією вимірюваної води. Так само турбінні лічильники пропускають більший об'єм води. Використовуються в основному на виробництві.



Рисунок 2.12 — Турбінний лічильники води

Електромагнітний лічильник призначений для вимірювання об'ємної або масової витрати рідин, в основі роботи якого лежить закон електромагнітної індукції Фарадея.

Набув поширення для вимірювання витрати води, водних розчинів і суспензій. Переваги електромагнітних витратомірів — відсутність гідродинамічного опору, відсутність рухомих механічних елементів.

Ультразвукові (акустичні) засновані на фіксуванні ефекту, що з'являються при проході акустичних коливань через потік вимірюваної рідини і залежить безпосередньо від самої швидкості потоку. Існують ультразвукові лічильники води (витратоміри) засновані на русі акустичних коливань потоком контрольованого середовища, а також, лічильники засновані на ефекті Християна Доплера.



Рисунок 2.13 — Ультразвуковий лічильники води

Вихровими витратомірами називаються такі витратоміри, принцип дії яких заснований на залежності від витрати частоти коливань тиску, що виникають в потоці в процесі коливання струменя.

Вихрові витратоміри мають такі переваги:

- відсутність рухомих частин, простота перетворювача витрати, незалежність показань від температури і тиску, відносно невисока вартість;
- до недоліків відносяться — значна втрата тиску, застосування можливо тільки на трубах малих діаметрів, вимогливість до чистоти вимірюваної рідини.

Для обліку природного газу використовуються два основних види лічильників.

В основному населення встановлює саме мембранні лічильники. Вартість таких лічильників невелика, і це є їх хорошим перевагою перед іншими категоріями. Такі лічильники характеризуються хорошою точністю показань. Лічильник ділить газовий потік на частини і витрата газу підсумовується за допомогою різних елементів. Мінус в тому, що такі лічильники не переносять мембранних перевантажень. Унаслідок зміни технічних параметрів і розмірів спростився монтаж лічильників.



Рисунок 2.14 — Мембранний газовий лічильник

Ротаційні лічильники характеризуються стійкістю до перевантажень. І, що важливо, володіючи невеликою вагою і розмірами, такі лічильники забезпечують прекрасну пропускну здатність. Головним елементом в них виступають ротори. Ротаційні лічильники виконуються з недешевих матеріалів, тому їх ціна вище за інших видів.



Рисунок 2.15 — Мембранний газовий лічильник

У турбінних лічильниках газу потоком газу запускається колесо турбіни, при цьому кількість оборотів прямо пропорційна кількості споживаного газу. Саме турбінні лічильники укомплектовуються модемами, що забезпечують трансляцію інформації на сервери підприємств, відповідальних за облік газу. Промпідприємства активно застосовують тип вихрових лічильників газу. У них широкий діапазон, особливо при високому тиску. Використовуються тільки при наявності зовнішнього електроживлення.



Рисунок 2.16 — Турбінний газовий лічильник

2.8 Методи зняття інформації з систем обліку енергоресурсів

Облік енергоресурсів має колосальне значення в їх виробництві та споживанні. В останні час в зв'язку з подорожчанням енергоресурсів і становленням оптового ринку електроенергії, тепла, води, газу — виникла необхідність виділити в окрему галузь вимір і облік всіх видів енергоресурсів. І це стає актуальним не тільки для промислових підприємств але і для об'єктів житлово-комунального господарства, все частіше виникає потреба в створенні систем будинкового і по квартирному обліку енергоресурсів.

Сьогодні ні для кого не секрет, що ефективне використання енергоресурсів можливо тільки за умови їх надійного контролю і точного обліку, які може забезпечити тільки сучасне обладнання і технології.

У теперішній час існує велика кількість засобів обліку енергоресурсів, які можна класифікувати залежно від методу передачі показників.

Контактний метод — це механічні та електронні лічильники, які мають тільки оптичний канал передачі показників та з яким потрібно вручну зчитувати показники.



Рисунок 2.17 — Механічні та електронні лічильники, які мають тільки оптичний канал передачі показників

Безконтактний метод — це розумні електронні лічильники з функцією передачі даних, які самі передають показники за допомогою безпроводних каналів передачі даних таких як: Bluetooth, ZigBee, Wireless M-Bus, PLC, 433, 866 MHz, Wi-Fi, GSM, GPRS.



Рисунок 2.18 — Електронний лічильник з функцією передачі даних

Електронні лічильники з функцією передачі даних — це пристрої нового покоління, поступово замінюють класичні індукційні моделі. Їх головне призначення спрощення процедури транспортування даних про спожитої енергії від користувача до постачальника. З таким приладом відправка інформації повністю автоматизується, участь людини і пов'язані з ним затримки, помилки виключається. Подібне обладнання спрощує життя не тільки кінцевим споживачам, а й компаніям, які постачають енергоресурси. Підприємства отримують можливість відслідковувати споживання електрики практично в режимі реального часу[12].

Дистанційне отримання показань дозволяє оптимізувати роботу всієї енергетичної системи, зачіпаючи більшість аспектів її функціонування: виробництво енергії, транспортування, отримання та обробку даних про фактичне споживання, підготовку платіжних документів і так далі. Саме на подібних пристроях з можливістю передачі даних планується робота сучасних автоматизованих систем контролю і обліку АСКОЕ — збір свідчень, первинна обробка та відправка отриманої інформації на сервери компанії, проведення детального аналізу енергоспоживання. Традиційні індукційні прилади поступаються цифровим як в інформаційному аспекті, так і в розмаїтті сервісних можливостей.

Крім того, електричні лічильники з передачею даних значно розширюють можливості енергопостачальників:

- таке облікове обладнання здатне самостійно функціонувати в декількох тарифних режимах;
- є можливість дистанційного відключення / підключення споживача;
- доступна індивідуалізація умов співпраці з конкретним споживачем з урахуванням договору;
- спрощення розсилки попереджувальних повідомлень.

Старі моделі обладнання, які використовувалися для обліку електроенергії, були своєрідним перетворювачем, що переводять сигнал

аналогового типу в імпульсну частоту. Обчислення загального обсягу спожитої енергії здійснювалося завдяки підрахунку цих імпульсів. Сучасні прилади застосовують більш прогресивну схему, в якій аналоговий сигнал відразу переводиться в цифровий формат.

Моделі електричних лічильників з передачею даних відрізняються від класичних індукційних пристроїв як конструктивно (відсутні звичні обертові механічні елементи), так і за функціональними можливостями.

Ключові особливості нових приладів:

- збільшений робочий діапазон напруг;
- адаптовано функціонування з урахуванням багатотарифних схем (включаючи денний, нічний і загальний тарифи);
- є можливість вивчити дані за минулі облікові періоди в спеціальному режимі перегляду;
- пристрій дозволяє вимірювати споживану потужність;
- лічильник з функцією передачі показань може інтегруватися в систему автоматичного контролю та обліку даних.

Все це стало можливим завдяки використанню електронної начинки з мікро контролером і відповідного програмного забезпечення.

В якості додаткового функціоналу такий електролічильник може бути оснащений опцією обмеження потужності. Якщо споживана потужність перевищує допустимий поріг, лічильник автоматично виробляє відключення споживача від мережі

Основні технічні характеристики лічильників, оснащених системою передачі даних:

- клас точності;
- номінальне і робоча напруга;
- номінальна і робоча частота;
- базовий і максимальний струм;
- розрядність показань;

- кількість тарифів, тарифних добових зон, сезонів, виняткових днів;
- наявність / відсутність роздільної тарифікації для буднів і вихідних;
- точність ходу годинника лічильника в різних умовах;
- швидкість і протокол обміну;
- максимально допустима площа перерізу провідників;
- діапазон робочих температур.

Переваги використання електричних лічильників з передачею даних вигідно не тільки компаніям, які постачають енергію, а й тим, хто є її споживачем.

Можна виділити ряд переваг застосування таких приладів. Набагато простіше врегулювати будь-які спірні ситуації. Так званий розумний лічильник фіксує показання щодня, тому будь-яку не стикування легко відстежити. Нерегулярна відправка даних, будь-які складності з квитанціями все вирішується просто і в прискореному темпі. Можливість своєчасного контролю показань для рідко відвідуваних і важкодоступних місць (гараж, дачний будинок, що здається в оренду квартира). Можливість роботи з декількома тарифами обліку електроенергії. Компактні габарити пристрою. Його легко розмістити навіть при дефіциті вільного простору.

Конструкція сучасного електричного лічильника з функціоналом передачі даних включає наступні елементи:

- рідкокристалічний індикатор;
- годинник, що показує реальний час;
- інтерфейс передачі даних;
- датчик струму;
- пристрої управління і контролю (мікроконтролер);
- джерело живлення, яке забезпечує роботу електронної схеми;
- супервізор;
- оптичний порт;

— контактор.

Вся електронна начинка розташовується в корпусі, що захищає її від зовнішніх впливів. Для розміщення електронних компонентів призначена спеціальна друкована плата, що одночасно є основою для монтажу.

Рідкокристалічний індикатор — символічний багато розрядний індикатор. Його функція — індикація робочих режимів пристрою, результатів вимірювань (витрачену електроенергію), поточних дати та часу.

Годинники призначені для точного контролю поточного часу і дати.

Інтерфейс призначений для дистанційної передачі даних в систему обліку, а також для підключення лічильника до ПК.

Джерело живлення використовується для забезпечення напруги на всіх компонентах електронної схеми, в першу чергу на мікроконтролері і супервізора.

Супервізор — інтегральна мікросхема, яка зраджує стан цифрового сигналу при падінні напруги нижче певного порогового значення. Його функція — захист мікропроцесорних систем з запам'ятовуваними енергозалежними пристроями. Супервізор захищає мікроконтролер від збоїв при подачі і зняття живлення, виключає некоректний запис даних в пам'ять приладу обліку. Крім того, супервізор грає роль датчика, визначаючи параметри вхідної напруги.

Оптичний порт — опціональний вузол, потрібен для зняття даних безпосередньо з лічильника.

Контактор — електромагнітний двопозиційний апарат, що дозволяє управляти подачею напруги. Встановлюється на конкретні показники струму.

Мікроконтролер — ключовий елемент облікового приладу. На ньому зосереджено виконання декількох функцій, в тому числі:

- перетворення сигналу, що надходить від трансформатора, в цифровий формат;
- обробка отриманих даних;

- висновок розрахунків;
- прийом сигналів від керівників органів;
- управління і контроль інтерфейсів.

Конкретний функціонал енерго-облікового пристрою визначається програмною прошивкою.

Принцип функціонування лічильників, оснащених системою передачі даних, такий:

- пристрій веде постійне безперервне вимірювання споживаної електроенергії, періодично (раз в півгодини / годину) в пам'яті приладу зберігається усереднене для відповідного часового інтервалу значення потужності або обсяг спожитої електроенергії;
- лічильник передає мережному підприємству інформацію про споживання енергії, графік передачі залежить від конкретних умов, необхідності в частоті отримання даних;
- процес передачі даних здійснюється за допомогою електричних ліній, за якими і ведеться надходження струму;
- в рідкісних випадках зв'язок лічильника з мережевим підприємством виконується за допомогою інших технологій зв'язку (3G, GSM, RF, ZigBee).

Головним недоліком електронних лічильників з функцією передачі є те, що вони істотно дорожчі і тому лічильники, які мають тільки оптичний канал передачі показників мають більше поширення[14].

2.9 Структурна схема автоматизованих систем комерційного обліку енергоресурсів

Автоматизована система контролю і обліку енергоресурсів — багаторівнева, ієрархічна, автоматизована система, яка забезпечує вимірювання кількості електроенергії і величин її параметрів (струму, напруги, потужності і ін.), автоматизований збір і передачу результатів

вимірювань по комунікаційним каналам на верхній рівень, з подальшим її зберіганням і використанням.

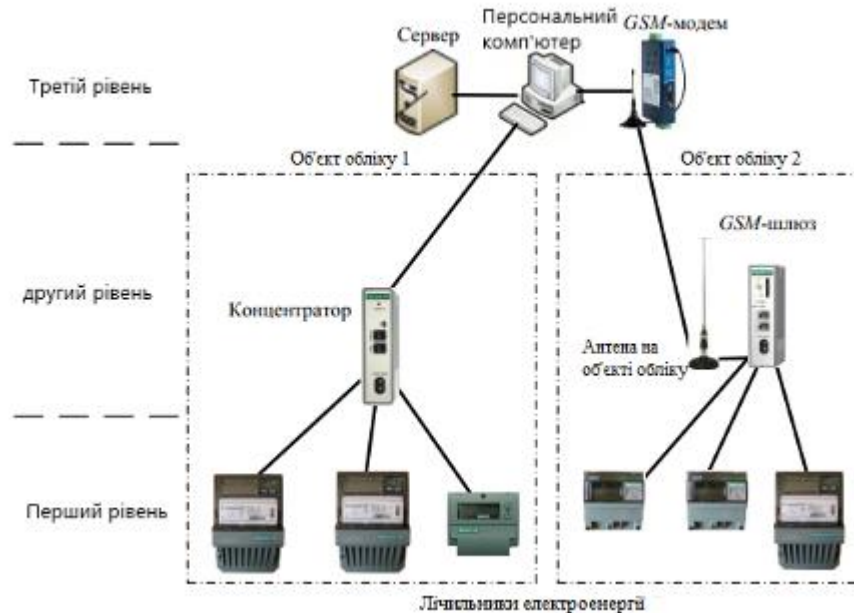


Рисунок 2.19 — Рівні АСКОЕ

У загальному випадку АСКОЕ складається з трьох рівнів. Перший рівень включає в себе багатофункціональні лічильники електроенергії, вимірювальні трансформатори струму і напруги, вторинні вимірювальні ланцюга. Даний рівень виконує вимірювання параметрів електроспоживання в точці обліку, ведення запису про, їх зберігання в пам'яті електронного лічильника і видачі інформації в цифровому вигляді за допомогою каналів зв'язку на другий рівень. Комплекс обладнання, що входить в перший рівень, називають вимірювально інформаційним комплексом точки обліку[7].

Другий рівень включає пристрої збору і передачі даних і каналу утворююча апаратуру. Даний рівень забезпечує збір і передачу інформації на третій рівень від декількох вимірювально-інформаційних комплексів, наскрізний доступ від верхнього рівня безпосередньо до вимірювально-інформаційного комплексу точки обліку.

Комплекс обладнання, що входить в даний рівень, називають інформаційно-обчислювальним комплексом електроустановки. У деяких

версіях АСКОЕ другий рівень може бути поєднаний з першим або третім. В цьому випадку збір і передачу інформації від декількох комплексів точок обліку здійснюють пристрої, що поєднують комунікаційні канали, такі як концентратори або комутатори.

Третій рівень включає технічні засоби прийому-передачі даних (каналоутворююча апаратура), автоматизовані робочі місця персоналу, систему забезпечення єдиного часу, програмне забезпечення, сервери АСКОЕ, технічні засоби для організації локальної обчислювальної мережі і засоби інформаційної безпеки. Цей рівень забезпечує автоматичний збір і зберігання результатів вимірювань, діагностику стану, підготовку звітів, а також імпорту-експорту даних. Устаткування, що входить до складу рівня, являє собою інформаційно-обчислювальний комплекс мереж, встановлений в виділеному приміщенні.

Система забезпечення єдиного часу формується на верхньому рівні і виконує функцію вимірювання часу, має нормовані метрологічні характеристики і забезпечує синхронізацію часу при проведенні вимірювань кількості електроенергії з точністю не більше $\pm 5,0$ с / добу. У систему забезпечення єдиного часу входять всі засоби вимірювань часу, що використовуються при синхронізації часу (електричні лічильники, пристрої збору і передачі даних, приймачі сигналу точного часу), а також враховуються тимчасові характеристики (затримки) ліній зв'язку між ними. Система забезпечення єдиного часу «Прив'язана» до єдиного календарного часу, що відповідає тому часовому поясу, в якому знаходиться АСКОЕ. Синхронізацію часу здійснює пристрій синхронізації системного часу.

Пристрій синхронізації системного часу — це багатофункціональний пристрій, що працює в автоматичному режимі, яке виконує синхронізацію і корекцію часу від зовнішнього еталонного джерела часу, підтримання (вимір) системного часу і синхронізацію часу програмно-технічних коштів, що входять в АСКОЕ[8].

Таким чином, розгляд питань контролю та обліку енергоресурсів на підприємстві дозволяє зробити наступні висновки:

- АСКОЕ розвиваються в двох напрямках: локальні і регіональні (або територіально розподілені) АСКОЕ;
- для створення локальних АСКОЕ можна скористатися системами як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва, вимірювальна частина локальної АСКОЕ підлягає випробуванням з метою затвердження типу і обов'язковій повірці відповідно до чинних нормативних документів;
- при виборі постачальника апаратури або створенні локальної АСКОЕ "під ключ" слід звернути увагу на відкритість системи, необхідна наявність описів протоколів обміну даними (як фізичного рівня, так і рівня додатки) з ПЗПД і лічильниками енергії / потужності, опис структури і особливостей реалізації бази даних, докладний опис принципів функціонування всіх компонентів АСКОЕ — як апаратних, так і програмних в іншому випадку можуть виникнути проблеми з інтеграцією локальної АСКОЕ в регіональну.

3. ПРОЄКТУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО БЛОКУ КОНТРОЛЮ ВИТРАТ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ

3.1 Розробка структурної схеми автоматизованої інформаційно-вимірювальної система обліку енергоресурсів

Відповідно до здійсненого аналізу методів зняття інформації з систем обліку, що описано в пункті 2.8 зроблено висновки про те, що найчастіше використовуються засоби обліку з стандартизованим каналами, які не мають функцій автоматичної передачі даних тому і не мають можливості підключення до автоматизованих систем.

Запропоновано проектування системи контролю енергоресурсів, який дозволить дистанційне отримання та розпізнавання показань з лічильників, які мають тільки оптичний канал передачі показників. Структурно-функціональна схема системи зображення на рисунку 3.1.

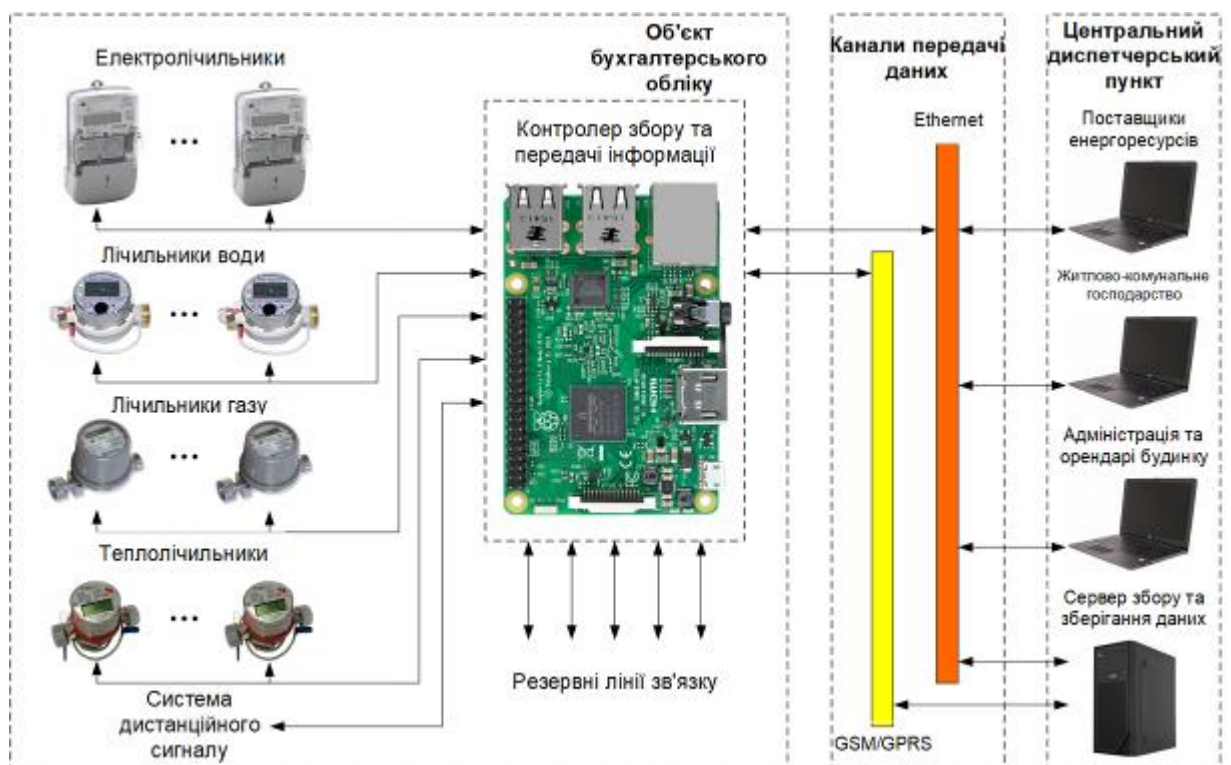


Рисунок 3.1 — Автоматизована інформаційно-вимірювальна система обліку енергоресурсів

Система працює таким чином засіб зняття інформації отримує показники з первинних засобів вимірювання таких, як лічильники електрики, води, тепла та газу. Данні з лічильників передаються через бездротові канали зв'язку такі, як ZigBee, Wireless M-Bus, WiFi, радіо 433 MHz і 866 MHz, PLC, мобільний зв'язок на контролер збору та передачі інформації в якості якого виступає мікропроцесорна платформа, яка пересилає отримані данні користувачу.

Дана система забезпечує:

- вимірювання кількості споживаної електроенергії, води, тепла, газу та інших енергоносіїв в поточний момент часу, за звітний період;
- контроль за технічними показниками споживання енергоресурсів;
- на основі моніторингу даних здійснювати довгострокове і короткострокове планування обсягів споживання енергоресурсів;
- можливість обміну інформацією з головними і суміжними постачальниками енергоресурсів.

3.2 Класифікація засобів обліку

Первинні засоби вимірювання — це інтелектуальні пристрої, які мають інформаційні виходи. В якості первинних засобів вимірювання використовуються як правило лічильники електроенергії, газу, води, тепла.

При проектуванні конкретних систем передача даних від засобів вимірювання до пристрою збору даних здійснюється в кілька етапів. Спочатку інформація з лічильників надходять на контролер, який в свою чергу здійснює обмін інформацією з системою збору даних. Широко застосовуються стандартизовані комунікаційні інтерфейси:

- провідні (Ethernet, RS-232, RS-422, RS-485, M-Bus, CAN Bus);
- безпроводні (Bluetooth, ZigBee, Wireless M-Bus, PLC, радіо 433 і 866 MHz, Wi-Fi, GSM, GPRS, CDMA, оптичні канали).

У теперішній час існує велика кількість засобів обліку енергоресурсів, які можна класифікувати залежно від каналу передачі, як показано в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 — Класифікація засобів обліку

Тип приладу обліку		Тип каналу	Переваги		Недоліки
З інтегрованим зчитувачем		Прихований	Висока захищеність		Потребують спеціалізованого обладнання
З оптичним портом		Оптичний	Відсутність фізичних каналів		Робота в зоні прямої видимості та відсутності забруднення
З імпульсним виходом		Провідний, оптичний	Прості та дешеві		Потребують спеціалізованого обладнання
З інтерфейсним виходом (RS232, RS422, RS485, CAN)		Провідний	Висока завадостійкість		Наявність фізичних каналів, потребують додаткового обладнання
З безпроводними каналами	Bluetooth, ZigBee, Wireless M-Bus, PLC, 433, 866 MHz	Радіоканал	Відсутність фізичних каналів	Можливість безконтактного зчитування на мобільні пристрої	Обмежений радіус дії, потребують додаткового обладнання
	Wi-Fi, GSM, GPRS, CDMA			Використання існуючого обладнання	Необхідність оплати послуг зв'язку
Механічні		Оптичний	Набули широкого застосування		Отримання даних шляхом споглядання

Аналізуючи основні переваги та недоліки, можна визначити, що найчастіше використовуються засоби обліку з стандартизованими каналами,

які не мають функцій автоматичної передачі даних тому і не мають можливості підключення до автоматизованих систем та здебільшого підлягають заміні на сучасні. Існують відомі і популярні рішення компаній Pixometer, Anyline, Хемтес, Q-loud, що базуються на використанні спеціалізованого обладнання, яке дозволяє зчитувати інформацію з такого роду засобів обліку, проте вони складні у встановленні, обслуговуванні та мають високу ціну на рівні 250-300 євро. З урахуванням кількості засобів обліку в звичайному домогосподарстві пересічного громадянина, робить їх застосування в наших умовах неможливим.

Запропоновано систему, яку детально описано в пунктах 3.5 та 3.6, що дозволяє вирішити проблему зчитування даних з будь-яких типів засобів обліку енергоресурсів. Запропонована система проста в установці, не вимагає ніяких налаштувань і має низьку ціну.

3.3 Протоколи передачі даних

Протокол MODBUS використовується в самих різних областях автоматизації, в тому числі і в приладах обліку електроенергії, газу, води і тепла. Широко поширений як за кордоном, так і в Україні. Цей протокол заснований на архітектурі провідний ведений, може використовуватися для передачі даних через послідовні інтерфейси RS 485/422/232, а також через мережі TCP / IP. Типи даних - однобітові (Coils) і цілочисельні (Registers). До переваг даного протоколу відноситься відкритість, простота, масове поширення, дешевизна технології. Проте, для задач обліку цей протокол підходить не в повній мірі[5].

Недоліки:

- визначає метод передачі тільки двох типів даних;
- не регламентує початкову ініціалізацію системи, призначення мережевих адрес і прописування в системі параметрів кожного конкретного пристрою виконуються вручну на етапі адаптації та програмування системи;

- не передбачена передача повідомлень з ініціативи підлеглого пристрою (переривань);
- довжина запиту обмежена, а дані можуть бути запитані тільки з послідовно розташованих реєстрів;
- не передбачений спосіб, за допомогою якого підлеглий пристрій могло б виявити втрату зв'язку з провідним;
- відповідність реєстрів типам вимірювань і вимірювальним каналам не регламентовано.

На практиці це може призводити до несумісності протоколів лічильників різних типів навіть одного виробника і до необхідності підтримки великого числа протоколів і їх модифікацій вбудованим програмне забезпечення пристроїв збору та передачі даних (ПЗПД) (при дворівневої моделі опитування — програмне забезпечення сервера збору) з обмеженою можливістю повторного використання програмного коду.

З урахуванням виборчого проходження протоколу виробниками (використання нерегламентованих алгоритмів підрахунку контрольної суми, зміна порядку проходження байтів і т. п.).

Далі розглянемо протокол MODBUS, сферою його застосування є переважно облік тепла та води, також можливий облік електрики і газу. Він широко поширений в Європі, в Україні він теж набирає популярність. Архітектура шини провідний / ведений. Використовується стандартний телефонний кабель, шина напівдуплексна, допустимі швидкості передачі даних 300 ... 9600 біт / с. Число пристроїв в мережі - до 250 од. Дальність роботи в стандартній конфігурації до 1000 м. Логічна одиниця передається рівнем 36 В, з можливістю споживання від лінії струму до 1,5 мА, логічний нуль передається напругою 24 В на master пристрої. Майстер передає дані змінюючи напругу на лінії: логічної «1» відповідає 36 В, логічної «0» 12 ... 24 В. Ведене пристрій передає дані навантаженням лінії: в пасивному стані (логічна «1») струм навантаження на лінію зв'язку повинен бути $\leq 1,5$ мА і не мінятися під час відсутності передачі. Для передачі логічного «0» ведене

пристрій збільшує струм споживання до 11 ... 20 мА. Відповідно майстер відстежує зміну струму навантаження, визначаючи логічний «1» як незмінний струм, а збільшення струму споживання — як логічний «0». Стандарт ретельно оптимізований для зниженого споживання і дозволяє обходитися без окремого зовнішнього джерела живлення кінцевого пристрою, використовуючи внутрішню батарею та харчування від самої лінії, також відсутня необхідність дотримуватися полярності. Специфікований також варіант M Bus для бездротових мереж — Wireless MOBus (частота пристроїв 868,95 МГц). Протокол добре опрацьований, його незаперечними перевагами є:

- архітектура мережі (кручена пара) може бути практично будь-якої топології (крім закільцьованих);
- гарантована передача даних щодо невеликого обсягу від великого числа приладів обліку на відстань до декількох кілометрів в умовах високого рівня перешкод;
- помірна вартість обладнання і витрати на установку та експлуатацію;
- простота розширення системи протягом експлуатації;
- пасивне електроживлення інтерфейсу Slave-пристроїв;
- в розвитку стандарту пропонується криптографічний захист даних за допомогою симетричного шифру AES.

Недоліки протоколу:

- застосовується тільки в тих завданнях, де не критична низька швидкість переданих даних; відповідність даних, що передаються типам вимірювань і вимірювальним каналам не регламентовано;
- обмежений вибір обладнання на російському ринку для побудови мереж M Bus.

Сферою застосування стандарту PLC (IEC 61344) переважно є збір даних з електролічильників. Також іноді допускається підключення витратомірів, тепло лічильників, газових коректорів. Середовище передачі

даних — електромережі середнього (4 ... 30 кВ) і низької напруги (0,2 ... 0,4 кВ). Для передачі даних використовуються різні види модуляції електричного сигналу (S FSK, SS-FFH, OFDM, DCSK). Існують мережі PLC-I і PLC-II. Мережі PLC-I можуть виконувати статистичні функції, тобто збір та обробку інформації за певні часові відрізки, на підставі якої виробляються аналіз і розрахунки за спожиті види енергії. АСКОЕ, побудована на базі обладнання PLC-II, крім можливості статистичного обліку, може виконувати оперативно-вимірювальні функції, тобто в режимі, наближеному до режиму реального часу, відслідковувати споживання і якість енергоносіїв. Також через PLC-II можна управляти навантаженням (вмикати / вимикати споживачів). Основне призначення обладнання PLC-I — побудова недорогий АСКОЕ побутових споживачів. При необхідності отримання більш широкого набору даних необхідно розгортати більш дорогі мережі PLC-II. На більшості об'єктів зв'язок для PLC-I забезпечується на відстані 400 ... 800 м; на нових мережах, виконаних самонесучим проводом до 1000 метрів. Для збільшення цієї відстані потрібні ретранслятори. Застосування ретрансляторів збільшує відстань упевненого прийому в 1,5 ... 1,8 рази.

До переваг цього способу зв'язку відносяться здешевлення і спрощення монтажу за рахунок відсутності необхідності прокладати додаткові інформаційні кабелі для збору даних. Це особливо важливо, коли потрібно зберегти інтер'єр приміщень (особливо вже відремонтованих), або якщо збір даних ведеться з територіально розкиданих лічильників (котеджні та дачні селища).

Пусконаладжувальні роботи не вимагають якоїсь особливої кваліфікації і можуть виконуватися силами місцевих фахівців. При грамотному монтажі обладнання PLC зв'язку не потребує налагодження.

До недоліків — максимальна довжина лінії зв'язку сильно залежить від якості силового кабелю («скручування», погані контакти або знос ліній) і від наявності перешкод від підключеного обладнання (потужні мотори, перетворювачі частоти, пристрої плавного пуску). У разі «поганої» силової

лінії іноді буває неможливо її використовувати для передачі даних; обмежений набір переданих даних в найбільш поширених недорогих мережах PLC-I;

Незважаючи на наявність стандарту IEC 61344, кожен виробник використовує свої закриті протоколи обміну даними, а часто і свої способи модуляції сигналу. Тому застосування різних PLC-пристроїв в рамках однієї мережі 0,4 кВ проблематично, а часто і просто неможливо. Відповідно з один раз обраним постачальником доведеться працювати довгі роки; досить складні технічні рішення при необхідності встановити зв'язок між приладами, що знаходяться на декількох понижуючих підстанціях, підключених до однієї лінії 10 кВ, і базовою станцією, також знаходиться на одній з цих підстанцій.

Зауважимо, що варто відрізнити власне стандарт PLC (IEC 61344) і PLC-технологію передачі даних по силовій лінії. Зазначена PLC-технологія використовується не тільки стандартом IEC 61344, але стандартами DLMS \ COSEM, KNX, LonWorks і деякими іншими[11].

Протокол GSM застосовується для передачі даних про енергоспоживання як від ПЗПД в Енергозбут, так і від лічильників в ПЗПД. У системах застосовуються як зовнішні GSM модеми (Cinterion MC52i, Conel ER75i (Siemens), УСД-01 (02), Комунікатор GSM / GPRS, GSM-GPRS комунікатор «Гран-GPRS» та ін.) так і вбудовані в лічильники електроенергії і ПЗПД.

Велика кількість мереж GSM працюють у межах 900 МГц - 1800 МГц. Деякі країни Америки Використовують діапазоні 850 МГц та 1900 МГц, оскільки стандартні діапазони 900 та 1800 МГц зайняті іншими системами. Діапазони 400 та 450 МГц Використовують у деяких країнах (включаючи країни Скандинавії та деякі острівні країни).

Смуга у 25 МГц ділиться на 124 канали (несучі), кожен має ширину у 200 кГц. Часове розділення каналів (TDMA) дає можливість у кожному

каналі розміщувати 8 повно швидкісних (full-rate) чи 16 напівшвидкісних (half-rate) голосових каналів

Переваги — велике покриття території та великий вибір обладнання.

Недоліки — стягується оператором зв'язку плата за послугу передачі даних (за винятком закритих абонентських груп і деяких тарифних планів), залежність від працездатності обладнання оператора зв'язку, рівень GSM-сигналу в спец-приміщеннях часто низький, що вимагає додаткових монтажних заходів по встановленню зовнішніх антен

Передача даних за допомогою радіо-каналу RADIO 433, 866 МГц на частоті 433МГц або 866МГц. Застосовується для передачі даних про енергоспоживання від лічильників в ПЗПД. Застосовується у випадках, коли прокладка інформаційного кабелю або технічно неможлива, або економічно недоцільна.

До переваг можна віднести, що передача даних від лічильників до ПЗПД здійснюється по радіоканалу, що скорочує трудовитрати і вартість впровадження системи, тому що відпадає необхідність прокладати інформаційні кабелі.

До недоліків можна віднести, що у системах з вбудованими в лічильники радіо-модемами є необхідність в прокладанні декількох кабелів, що з'єднують ПЗПД і радіо-ретранслятори. Радіо-ретранслятори встановлюються в ключових точках і до них необхідно прокладати інформаційний кабель. Дані точки розташовані, як правило, на одній позначці з ПЗПД.

3.4 Вибір мікропроцесорної платформи

Структурну схему яку запропоновано на рисунку 3.1 можна реалізувати за допомогою електронних компонентів. Центральним самим головним вузлом є обчислювальний блок який пропонується будувати на основі мікропроцесорних платформ.

Raspberry Pi — це більше комп'ютер, а Arduino, по суті, є дверима в світ програмування. В цілому, Arduino набагато легше освоїти, так як він має набагато нижчий бар'єр для входу. Якщо у вас мало або зовсім немає знань в області комп'ютерів і програмування, але ви хочете почати, Arduino — правильний вибір. З іншого боку, люди з досвідом роботи в Unix або Linux можуть легко використовувати Raspberry Pi, оскільки на нього можна встановити спеціальну версію Linux, створеною для обладнання Raspberry Pi. Після установки ОС це схоже на роботу на будь-якому комп'ютері з Linux[16].



Рисунок 3.2 — Мікропроцесорна система Raspberry Pi 3

Arduino — це одноплатний комп'ютер, що складається з трьох основних функцій. Першим є апаратна прототипна платформа, другим - мова Arduino і, нарешті, інтегроване середовище розробки (IDE) і бібліотеки. Плата Arduino — це скоріше мікроконтролер, а не повноцінний комп'ютер. На платі Arduino не може працювати операційна система, але код може бути написаний і виконаний так, як його постійне програмне забезпечення інтерпретує. Основна функція плати Arduino — взаємодія з вторинними пристроями і датчиками, що робить її ідеальною для проектів, які вимагають мінімальної складності і працюють тільки на датчику або ручному введенні.

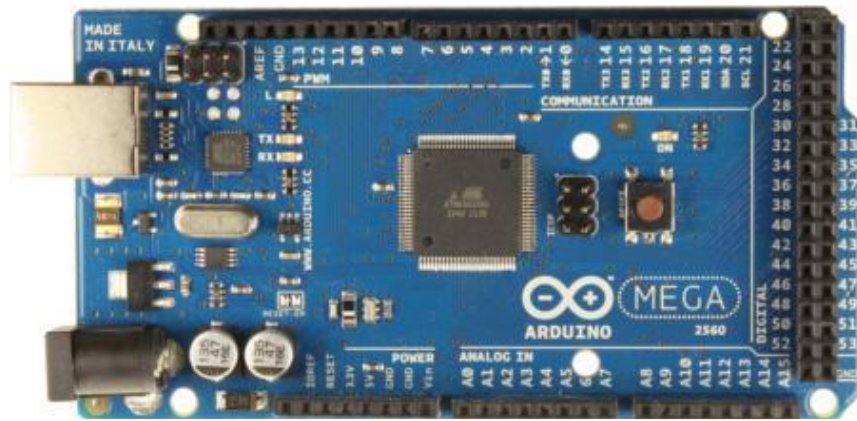


Рисунок 3.3 — Мікропроцесорна система Arduino Mega

Плата Arduino набагато простіше у використанні в порівнянні з Raspberry Pi. Плата Arduino може бути легко пов'язана з аналоговими датчиками і іншими електронними компонентами, використовуючи всього кілька рядків коду. На противагу цьому, є багато клопоту для простого зчитування вхідних сигналів з датчиків, оскільки для цього потрібна установка декількох бібліотек і програмного забезпечення для створення інтерфейсу між платою і датчиками і іншими електронними компонентами. Кодування в Arduino також простіше, ніж в Raspberry Pi, який вимагає знання Linux і його команд.

Одноплатний комп'ютер Raspberry Pi був розроблений з метою спонукати молодь приєднатися до програмування. Pi в Raspberry Pi походить від мови Python, який позначає його використання в платі. Незважаючи на це, Raspberry Pi за короткий час освоїла кілька мов програмування і стала основним вибором для великої групи програмістів. Деякі з мов, які доступні для використання в Raspberry Pi, це Scratch, Python, HTML 5, JavaScript, JQuery, Java, C, C ++, Perl і Erlang.

У разі Arduino ви зустрінете Arduino IDE — багатоплатформовий призначений для користувача інтерфейс, який використовується для написання і завантаження програм на плату. Він написаний на мові програмування Java і допомагає кожному досить легко почати програмування Arduino. Але в високопродуктивних проектах Arduino IDE діє

як обмеження того, що можна зробити. Якщо ви не хочете використовувати IDE, ви можете кодувати Arduino, використовуючи мову C++.

Є багато інших інструментів, доступних для початківців і професіоналів, які можна використовувати при програмуванні в Arduino. Одним з таких інструментів є ArduBlock, який допомагає новачкам з мінімальним досвідом програмування візуалізувати свій код, а не друкувати його, допомагаючи їм зрозуміти логіку. Ще одним візуальним інструментом є Snap4Arduino, який менше орієнтований на програмування, але більше допомагає користувачеві зрозуміти, як він працює, так як він створений для трохи більш старої аудиторії. Іншими мовами, які можуть використовуватися прямо або побічно через зовнішні комунікатори, є C# і Python.

Мережеві можливості Raspberry значно перевершують можливості Arduino. Raspberry Pi 3 має Bluetooth і можливість бездротового підключення. Він також може підключатися до Інтернету через Ethernet. Плата поставляється з 1 портом HDMI, 4 портами USB, одним портом камери, 1 портом Micro USB, 1 портом LCD і 1 портом Display Port DSI, що робить його ідеальним для безлічі додатків. У той же час порти Arduino не створені для прямого підключення до мережі. Навіть якщо це можливо, буде потрібно додатковий чіп з портом Ethernet, що потребують додаткової проводки і кодування.

Різниця в швидкості процесора між Raspberry Pi і Arduino досить очевидна і величезна, що пов'язано з тим, що перший є повністю працездатним комп'ютером, а інший — мікропроцесором. Порівнюючи тактову частоту плати Arduino Mega і плати Raspberry Pi 3, ми бачимо значення 700 МГц і 1,2 ГГц відповідно. Тому пристрій Raspberry працює в 40 разів швидше, ніж плата Arduino. Крім того, плата Raspberry Pi 3 має в 1 Гб оперативної пам'яті, що 128 000 разів більше оперативної пам'яті, ніж плата Arduino з оперативною пам'яттю 0,008 МБ.

Важливо пам'ятати, що Arduino — це просто plug & play пристрій і може бути включено і вимкнено в будь-який час без будь-яких пошкоджень.

Але Raspberry Pi працює під управлінням операційної системи і сам по собі є повноцінним комп'ютером, який вимагає належного вимикання перед відключенням живлення. Неправильне завершення роботи Raspberry Pi може пошкодити плату, пошкодити додатки і навіть вплинути на швидкість процесора.

Контакти введення / виведення на вашому одноплатному комп'ютері дозволяють йому спілкуватися з іншими підключеними до нього пристроями. Наприклад, якщо ви хочете активувати двигун або запалити світлодіод за допомогою одноплатного комп'ютера, вам знадобляться ці висновки введення / виведення для виконання цих завдань. Raspberry Pi 3 має 40 контактів введення / виведення (рисунок 3.4), а плата Arduino - 20 контактів.

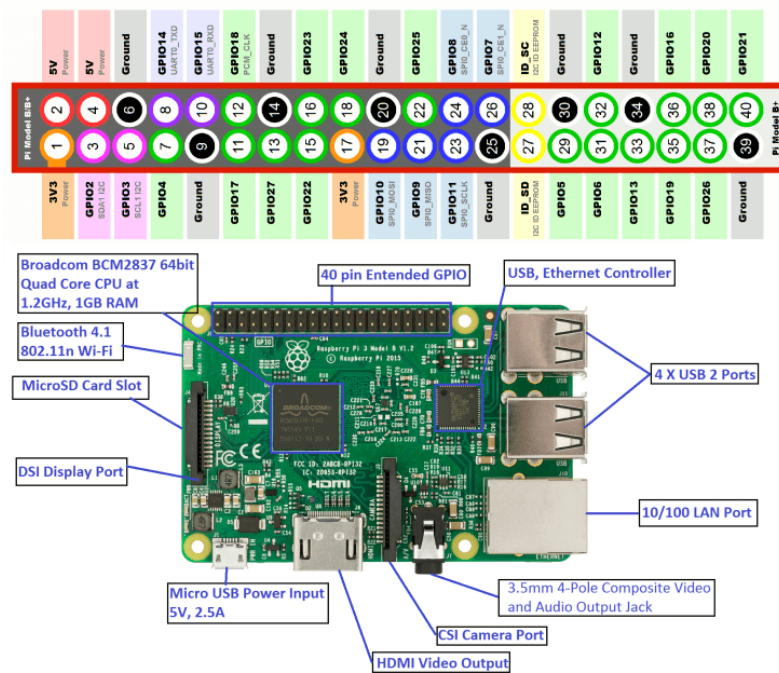


Рис 3.4 — Схема Raspberry Pi 3

Через свого потужного (порівняно) процесора плата Raspberry Pi вимагає безперервного джерела живлення 5 В і може працювати не ідеально при харчуванні від батарей. Але Arduino може безперебійно працювати з акумулятором через його низьких вимог до харчування. Хоча

енергоспоживання може змінюватися зі збільшенням кількості підключених пристроїв.

Базова плата Arduino поставляється зі сховищем 32 КБ для зберігання коду, який надає платам інструкції. Цього достатньо, так як сховище не буде використовуватися для додатків, відео та фотографій. Raspberry Pi, однак, не поставляється зі сховищем, але підтримує порт micro SD, який дозволяє користувачеві додавати стільки пам'яті, скільки йому потрібно.

Arduino і Raspberry Pi отримали визнання великого числа людей з усього світу. Завдяки такій високій популярності плати Arduino і Raspberry Pi легко доступні для покупки. Для порівняння, Arduino набагато дешевше плат Raspberry Pi через обмежені можливості. Вартість може збільшитися з платами високого класу.

Для мікропроцесорного засобу опрацювання даних потрібна велика обчислювальна потужність тому, що потрібно отримувати інформацію у форматі фотографій з засобу зняття даних і їх розпізнаванням. Тому кращим вибором буде Raspberry Pi 3 так, як вона має більшу швидкість процесора у порівнянні з Arduino Mega та має в порт micro SD. Для засобу зняття даних з систем обліку достатню буде Arduino Mega так, як потрібно тільки фотографувати та передавати фотографії на засіб опрацювання даних.

3.5 Програмно-апаратного комплекс опрацювання даних

Запропоновано систему, яка складається з двох засобів: засобу опрацювання даних та засобу зняття інформації структурно-функціональні схеми яких зображені на рисунках 3.5 і 3.6.

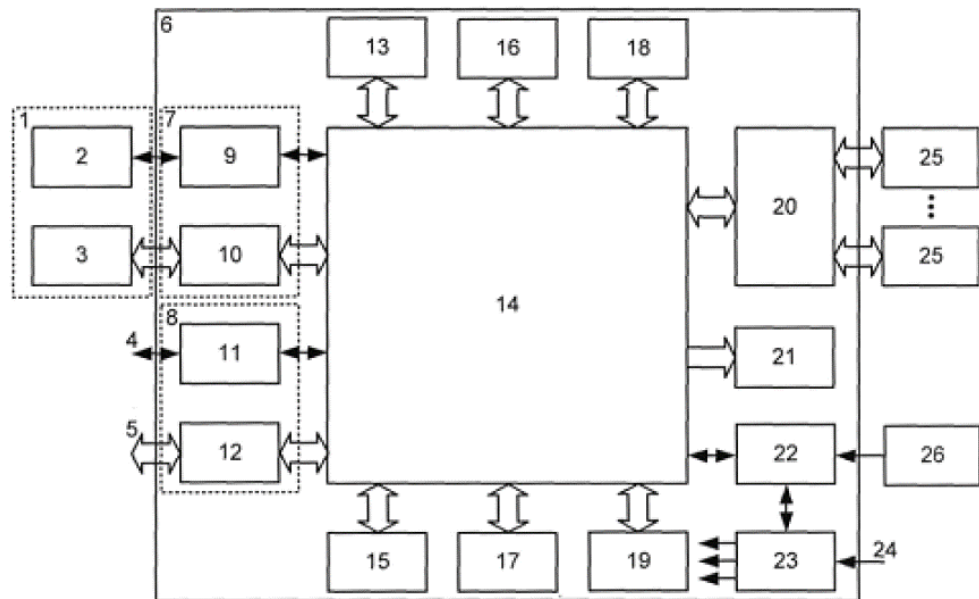


Рисунок 3.5 — Структурно-функціональної схема програмно-апаратного комплексу опрацювання даних

Засіб опрацювання даних складається з блоку сенсорів 1 який містить аналогові 2 та цифрові 3 сенсори, блок 1 з'єднано з блоком датчиків 7 який складається з блока узгодження рівнів 9 та блока перетворювачів рівнів 10. Шина аналогових 4 і цифрових 5 сигналів з'єднано з блоком введення/виведення 11 та цифрових інтерфейсів 12, що слугує для підключення зовнішніх пристроїв із стандартизованими цифровими інтерфейсами USB, UART, RS-232, RS-485, RS-422, I2C, SRI, 1-Ware, CAN та програмно створеними відповідно, які утворюють блок інтерфейсів 8, джерело резервного живлення 26 з'єднано з блоком резервного живлення 22, шину живлення 24 з'єднано з блоком живлення 23, який у свою чергу з'єднано з блоком резервного живлення 22, блок датчиків 7, блок узгодження рівнів 9, блок перетворювачів рівнів 10, блок інтерфейсів 8, блок введення/виведення 11, цифрові інтерфейси 12, навігаційний модуль 13, модуль бездротового зв'язку 16, модуль пам'яті 18, блок контролю і захисту 15, блок керування 17, блок додаткових модулів 19, комутатор 20, дисплей 21, блок резервного живлення 22 з'єднано з мікропроцесорним блоком

обробки інформації 14 та разом з блоком живлення 23 утворюють головний блок 6.

Пристрій працює таким чином, робота пристрою починається з моменту включення живлення. На початку роботи виконується діагностика всіх модулів, підключених до мікропроцесорного блока обробки інформації 14. Після чого система переходить в режим очікування.

Засіб зняття інформації 25 передає фотографію з засобу обліку, яка передається через комутатор 20 в мікропроцесорний блок опрацювання інформації 14, який на початку циклу обробки фіксує в пам'яті значення часу і інформацію про засіб обліку. Мікропроцесорний блок опрацювання інформації 14 розпізнає фотографію отримує показники витрат енергоресурсів з засобу обліку і проводить збереження даних в пам'яті, а також по-необхідності виведення даних на дисплей 21 і передавання користувачу за допомогою модуля зв'язку 16, який може бути виконано на базі бездротового GSM або CDMA модемів, а також WiFi esp8266 або Bluetooth адаптерів чи інших засобів бездротового зв'язку. Також за допомогою бездротового зв'язку користувач може бути повідомлений про поломку засобу обліку якщо на засобу обліку виводиться така інформація [17].

3.6 Засіб зняття інформації

Запропоновано систему пристрою структурно-функціональної схема, якого показано на рисунку 3.6, що дозволяє вирішити проблему зчитування даних з будь-яких типів засобів обліку енергоресурсів. Запропонована система проста в установці, не вимагає ніяких налаштувань і має низьку ціну.

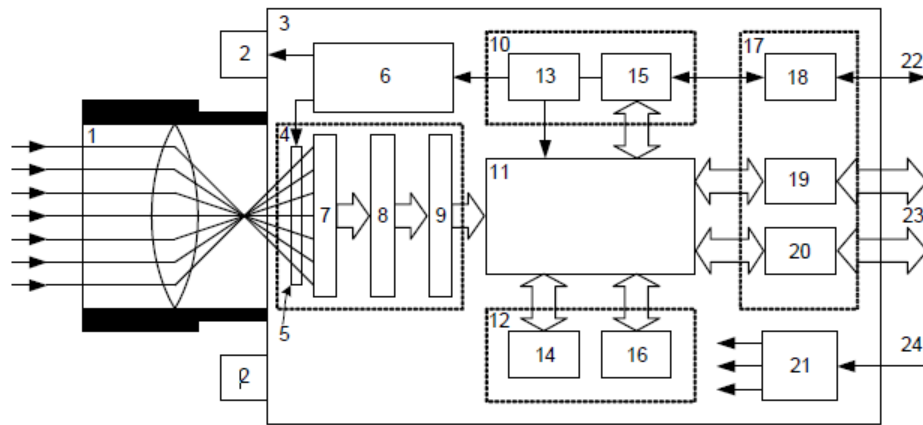


Рисунок 3.6 — Структурно-функціональної схема пристрою

Пристрій складається з об'єктива причому об'єктив з лінзою 1, що має можливість регулювання фокусної відстані, з'єднано з головним блоком 3 пристрою розпізнавання показників обліку, матрицю 7 з'єднано з блоком відеозахоплення 8, який з'єднано з блоком компресії відеозображення 9, що входять до складу вхідного блока 4; вхідний блок 4 з'єднано з центральним процесором 11, який, у свою чергу, з'єднано з керуючим елементом 15 та оптичним сенсором 13, що входять до складу блока керування 10, блоками Flash 14 та оперативної 16 пам'яті, що входять до складу блока пам'яті 12, блок модуля зв'язку, який може бути виконано на базі бездротового GSM і/або CDMA модемів, а також WiFi або Bluetooth адаптерів чи інших засобів бездротового зв'язку 19 та UART 20, що входять до складу блока інтерфейсів 17; керуючий елемент 15 з'єднано з блоком введення/виведення 18, що входить до складу блока інтерфейсів 17, та оптичним сенсором 13, який, у свою чергу, з'єднано з драйвером 6, драйвер 6 з'єднано з блоками освітлення 2 та оптичного фільтра 5 відповідно, шину аналогових 22 сигналів з'єднано з блоком введення/виведення 18, шини цифрових 23 сигналів з'єднано з блоком бездротового зв'язку 19, та UART 20, шину живлення 24 з'єднано з блоком живлення 21, що входить до складу головного блока 3 пристрою розпізнавання[18].

Пристрій працює таким чином, вхідний сигнал у вигляді світлового потоку через об'єктив з лінзою 1 та оптичний фільтр 5 потрапляє до головного блока 3 на матрицю 7, де перетворюється в електричний сигнал та передається в блок відеозахоплення 8, що здійснює перетворення електричного сигналу в цифровий код, який, у свою чергу, передається в блок компресії відеозображення 9, що форматує цифровий код у зручну форму для опрацювання центральним процесором 11. Опрацювання коду здійснюється відповідно до програмного забезпечення, що зберігається у блоці Flash 14 пам'яті і, тимчасово, зберігається в блоці оперативної 16 пам'яті, які входять до складу блока пам'яті 12. Опрацьований код з блока оперативної 16 пам'яті, відповідно до програмного забезпечення, що зберігається у блоці Flash 14 пам'яті та керуючих сигналів з блока керування 10, які формуються керуючим елементом 15, на основі сигналів оптичного сенсора 13 та сигналів з блока інтерфейсів 17, які формуються блоком введення/виведення 18, блоком бездротового зв'язку 19 та блоком UART 20 на основі сигналів з аналогових 22 і цифрових 23 шин, шифрується та передається в блок інтерфейсів 17, а далі через блок введення/виведення 18 на шину аналогових 22 сигналів і блок бездротового зв'язку 19 та блок UART 20 на шину цифрових 23 сигналів. На основі програмного забезпечення, що зберігається у Flash 14 пам'яті, та сигналів центрального процесора 11 і керуючого елемента 15 формуються сигнали керування драйвером 6, що, у свою чергу, управляє освітленням 2 та оптичним фільтром 5 [19].

Блок живлення 21 разом з шиною живлення 24 забезпечує необхідні рівні напруг і струмів для живлення елементів пристрою розпізнавання.

Зміна та оновлення програмного забезпечення головного блока 3 пристрою розпізнавання пристрою розпізнавання показників обліку енергоресурсів блока Flash 14 пам'яті можливе через шину цифрових 23 сигналів.

Елементи структурно-функціональної схеми пристрою можуть бути реалізовані на основі сучасної аналогової і цифрової елементної бази, що входить до складу сучасних IP камер та поширюються у вільному продажу. Наприклад IP камери в яких використовується мікропроцесори HiSilicon, Qualcomm або інші подібні (рисунок 3.7).

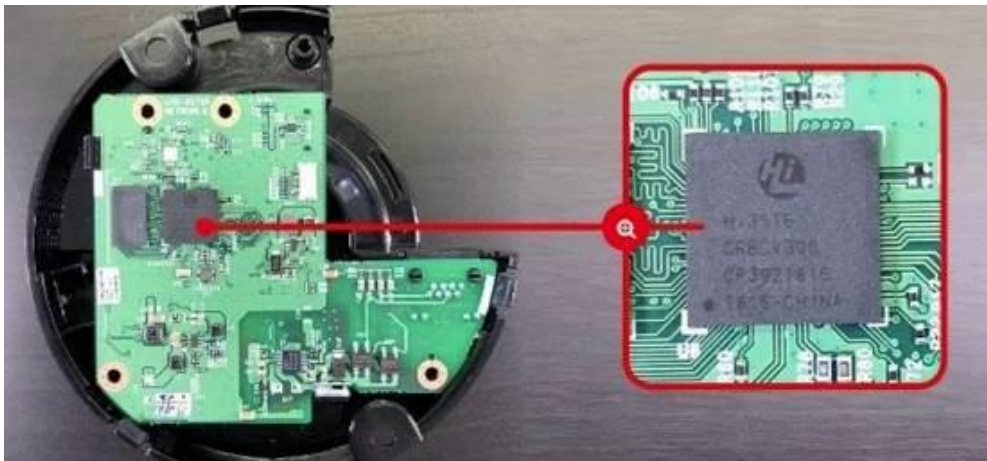


Рисунок 3.7 —Процесор IP камери

Це, у свою чергу, дозволяє реалізувати працездатний повністю завершений пристрій розпізнавання.

Даний пристрій поєднує переваги наявних рішень, шляхом використання схмотехнічних підходів і сучасної елементної бази.

Гнучкість та універсальність системи полягає у використанні мікропроцесора, що дозволяє отримати інформацію у форматі: фотографій з засобу обліку і їх розпізнавання на засобі опрацювання даних за допомогою штучних нейронних мереж.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної роботи

Перший етап кошторису витрат на дослідження розробки пристрою контролю витрат енергоресурсів на основі мікроконтролера передбачає розрахунок таких основних витрат:

Основна заробітна плата розробників розраховується за формулою:

$$Z_o = \frac{M}{T_p} \cdot t \text{ [грн]}, \quad (4.1)$$

де M — місячний посадовий оклад розробника [грн];

T_p — число робочих днів в місяці, $T_p = 20$;

t — число робочих днів роботи розробника.

Підставимо дані до формули 4.1 та отримаємо:

$$Z_o = \frac{7500}{20} \cdot 25 = 9375 \text{ (грн)},$$

$$Z_o = \frac{8400}{20} \cdot 11 = 4620 \text{ (грн)},$$

$$\sum Z_o = 9375 + 4620 = 13998 \text{ (грн)}.$$

Зроблені розрахунки заносимо до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 — Витрати на заробітну плату розробників

Найменування посади виконавця	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на оплату праці, грн.
Науковий керівник	7500	375	25	9375
Інженер-програміст	8400	210	11	4620
Всього				$\sum Z_o = 13998$

Основна заробітна плата робітників Z_p , якщо вони беруть участь у виконання НДДКР і виконують роботи за робочими професіями, у випадку, коли вони працюють в наукових установах бюджетної сфери, розраховується за формулою [4.2]:

$$Z_p = \sum_1^n t_i \cdot C_i \text{ [грн]}. \quad (4.2)$$

де t_i — норма часу (трудомісткість) на виконання конкретної роботи, годин;

n — кількість робіт по видах та розрядах;

C_i — погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, який виконує дану роботу.

$$C_i = \frac{M_m \cdot K_i}{T_p \cdot T_{зм}} \left[\frac{\text{грн}}{\text{год}} \right],$$

де M_m — розмір мінімальної заробітної плати за місяць, з 01.09.2020 р. $M_m = 5000$ грн.;

K_i — тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду. Величина чинних тарифних коефіцієнтів робітників відповідних розрядів для бюджетної сфери наведена в таблиці 4.2:

Таблиця 4.2 — Значення тарифних коефіцієнтів робітників відповідних розрядів.

Розряд	1	2	3	4	5	6	7	8
K_i	1,00	1,09	1,18	1,27	1,36	1,45	1,54	1,64

T_p — число робочих днів у місяці;

$T_{зм}$ — тривалість зміни, зазвичай $T_{зм} = 8$ годин.

Таблиця 4.3 — Витрати на заробітну плату робітників

Найменування робіт	Трудомісткість, н.-год	Розряд роботи	Коефіцієнт	Погодинна тарифна ставка	Величина оплати, грн.
Монтажні	7	5	1,36	28,76	201,32
Налагоджувальні	5	3	1,18	24,96	124,8
Складальні	7,5	5	1,36	28,76	215,98
Всього					$Z_p = 545,1$

Додаткова заробітна плата (Z_d) всіх розробників та робітників, які приймали участь в дослідженні.

Додаткову заробітну плату розраховуємо як 10...12% від суми основної заробітної плати всіх розробників та робітників. Приймаємо додаткову заробітну плату 10% від основної:

$$Z_d = 0,10 \cdot (Z_o + Z_p).$$

$$Z_d = \frac{(13998 + 545,1) \cdot 10}{100\%} = 1453,71 \text{ (грн)}.$$

Нарахування на заробітну плату $H_{зп}$ розробників та робітників, які брали участь у виконанні даної НДДКР становить 22 % від суми основної та додаткової заробітної плати:

$$H_{зп} = (Z_o + Z_p + Z_d) \cdot \frac{\beta}{100} \text{ [грн]},$$

де Z_o — основна заробітна плата розробників, грн.;

Z_p — основна заробітна плата робітників, грн.;

Z_d — додаткова заробітна плата всіх розробників та робітників, грн.;

β — ставка єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування, %. $\beta = 22\%$.

$$H_{\text{зп}} = (13998 + 545,1 + 1453,71) \cdot \frac{22}{100} = 3517,97 \text{ (грн)}.$$

Амортизація обладнання, комп'ютерів та приміщень А, які використовувались під час дослідження. У спрощеному вигляді амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання та приміщенням можуть бути розраховані за формулою [4.3]:

$$A = \frac{Ц \cdot H_a}{100} \cdot \frac{T}{12} \text{ [грн]}, \quad (4.3)$$

де Ц — загальна балансова вартість даного виду обладнання грн.;

H_a — річна норма амортизаційних відрахувань. $H_a = (10 \dots 25)\%$;

T — термін використання обладнання (приміщень), місяці.

Всі проведені розрахунки амортизаційних відрахувань заносимо в таблицю 4.4.

Таблиця 4.4 — Розрахунок амортизаційних відрахувань

Найменування комплектуючих	Балансова вартість, грн.	Норма амортизації, %	Термін використання міс.	Величина амортизаційних відрахувань, грн.
Приміщення	150000	5	1,5	937,5
Комп'ютер	11890	25	1,8	442,51
Програмне забезпечення Arduino IDE 1.8.13	1048	25	1	21,87
Вольтметр	215	25	2	8,75
Всього				A = 1410,63

Витрати на матеріали М, що були використані під час виконання НДДКР, розраховуються по кожному виду матеріалів за формулою [4.4]:

$$M = \sum_1^n H_i \cdot Ц_i \cdot K_i - \sum_1^n V_i \cdot Ц_B \text{ [грн]}, \quad (4.4)$$

де H_i — витрати матеріалу i -го найменування, шт.;

Π_i — вартість матеріалу i -го найменування, грн./шт.;

K_i — коефіцієнт транспортних витрат, $K_i = (1,1 \dots 1,15)$. Обираємо $K_i = 1,15$;

V_i — маса відходів матеріалу i -го найменування, шт.;

Π_B — ціна відходів матеріалу i -го найменування, грн/шт.;

n — кількість видів матеріалів.

Всі проведені розрахунки витрат на матеріали заносимо в таблицю 4.5.

Таблиця 4.5 — Витрати на матеріали

№	Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Од. виміру	Витрачено на виріб	Ціна за матеріал, грн.	Загальна вартість
1.	Диск	шт	1	25	25
2	Папір	уп	1	135	135
3	Заправка для картриджа	шт	1	110	110
Всього, грн.					270

Витрати на комплектуючі K , що були використані під час виконання НДДКР, розраховуються за формулою [4.5]:

$$K = \sum_1^n H_i \cdot \Pi_i \cdot K_i \text{ [грн]} \quad (4.5)$$

де H_i — кількість комплектуючих i -го виду, шт.;

Π_i — ціна комплектуючих i -го виду, грн.;

K_i — коефіцієнт транспортних витрат, $K_i = (1,1 \dots 1,15)$. Обираємо $K_i = 1,15$;

n — кількість видів комплектуючих.

Всі проведені розрахунки витрат на комплектуючі заносимо в таблицю 4.6.

Таблиця 4.6 — Витрати на комплектуючі

Найменування комплектуючих	Кількість	Ціна за штуку, грн.	Сума, грн.
Діоди	1	5,25	5,25
Мікросхема	1	15,19	15,19
Плата ARDUINO MEGA2560-M16U	1	512	512
Всього			532,44

Витрати на силову електроенергію V_e розраховуємо за формулою [4.6]:

$$V_e = V \cdot P \cdot \Phi \cdot K_{\Pi} \text{ [грн]}, \quad (4.6)$$

де V — вартість 1 кВт-год. електроенергії, в 2020 році $V = 3,5$ грн./кВт;

P — установлена потужність обладнання, кВт.

Φ — фактична кількість годин роботи обладнання, годин.

K_{Π} — коефіцієнт використання потужності, $K_{\Pi} < 1$. Обираємо $K_{\Pi} = 0,9$.

Отже, витрати на силову електроенергію становлять:

$$V_e = 3,5 \cdot 0,2 \cdot 77 \cdot 0,9 = 48,6 \text{ (грн)}.$$

Таблиця 4.7 — Послуги, що використовуються при виготовленні дослідного зразка

Найменування робіт, (послуг)	Ціна за місяць, грн	Термін використання, міс	Сума, грн.
1. GitHub репозиторій	112	3	336
Всього	336 грн.		

Інші витрати I_b можна прийняти як (100...300)% від суми основної заробітної плати розробників та робітників, які були виконували дану НДДКР, тобто [4.7]:

$$V_{\text{ін}} = (Z_o + Z_p) \cdot (100\% \dots 300\%) \text{ [грн]}, \quad (4.7)$$

$$V_{\text{ін}} = \frac{(13998 + 545,1) \cdot 100\%}{100\%} = 14537,1 \text{ (грн)}.$$

Сума всіх попередніх статей витрат дає загальні витрати на виконання даної частини НДДКР — V .

$$V = Z_o + Z_p + Z_d + H_{\text{зп}} + A + M + K + V_e + V_{\text{ін}} \text{ [грн]},$$

$$V = 13998 + 545,1 + 1453,71 + 3517,97 + 1410,63 + \\ + 270 + 532,44 + 48,6 + 336 + 14537,1 = 35873,57 \text{ (грн)}.$$

В другому етапі проводимо розрахунок загальних витрат на наукову розробку. Загальна вартість всієї НДДКТ $V_{\text{заг}}$ визначається за формулою:

$$V_{\text{заг}} = \frac{V_{\text{ін}}}{\alpha} \text{ [грн]},$$

де α — частка витрат, які безпосередньо здійснює виконавець даної НДДКР, у відн. одиницях. Прийmemo $\alpha = 0,8$.

$$V_{\text{заг}} = \frac{35873,57}{0,8} = 44841,97 \text{ (грн)}.$$

В третьому етапі прогнозування загальних витрат на виконання та впровадження наукової розробки. Прогнозування загальних витрат ZB на виконання та впровадження результатів виконаної НДДКР здійснюється за формулою:

$$ZB = \frac{V_{\text{заг}}}{\beta} \text{ [грн]}, \quad (4.8)$$

де β — коефіцієнт, який характеризує етап виконання даної НДДКР.

Прийmemo $\beta = 0,9$.

$$ZB = \frac{44841,97}{0,9} = 49824,41 \text{ (грн)}.$$

4.2 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів дослідження

Кількісно спрогнозуємо, яку вигоду, зиск можна отримати у майбутньому від впровадження результатів виконаної наукової роботи.

Спочатку необхідно вказати, скільки часу займе виконання даної наукової роботи та впровадження її результатів.

Приймаємо, що виконання наукової роботи та впровадження її результатів займе 1 рік.

Потім зазначити, коли саме (після впровадження виконаної наукової роботи) очікуються основні позитивні результати від впровадження дослідження.

Приймаємо, що основні позитивні результати від впровадження дослідження очікуються протягом 3-х років.

В умовах ринку узагальнюючим позитивним результатом, що його отримує підприємство від впровадження результатів дослідження, є збільшення чистого прибутку підприємства.

Для прогнозування зростання чистого прибутку підприємства можливі два основні випадки. Скористаємося другим випадком, коли не можливо прямо оцінити зростання чистого прибутку підприємства від впровадження результатів наукового дослідження. У цьому випадку збільшення чистого прибутку підприємства $\Delta\Pi_i$ для кожного із 3-х років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження дослідження, розраховується за формулою:

$$\Delta\Pi_i = \sum_1^n (\Delta\Pi_0 \cdot N + \Pi_0 \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\vartheta}{100}\right) \text{ [грн]}, \quad (4.9)$$

де $\Delta\Pi_0$ — покращення основного оціночного показника від впровадження результатів розробки у даному році. Зазвичай таким показником може бути ціна одиниці нової розробки;

N — основний кількісний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році до впровадження результатів наукової розробки;

ΔN — покращення основного кількісного показника діяльності підприємства від впровадження результатів розробки;

Π_0 — основний оціночний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році після впровадження результатів наукової розробки;

n — кількість років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки;

λ — коефіцієнт, який враховує сплату податку на додану вартість. У 2020 році ставка податку на додану вартість встановить на рівні 20%, а коефіцієнт $\lambda = 0,8333$;

ρ — коефіцієнт, який враховує рентабельність продукту. Рекомендується приймати $\rho = 0,2 \dots 0,3$. Прийmemo $\rho = 0,25$;

ϑ — ставка податку на прибуток. У 2020 році $\vartheta = 18\%$.

Припустимо що в результаті впровадження наукових досліджень якість виробів покращується, що дозволяє підвищити ціну їх реалізації на 500 грн. Кількість одиниць реалізованої продукції також збільшиться: протягом першого року — на 3000 шт., протягом другого року — ще на 2000 шт., протягом третього року — ще на 1500 шт.

Орієнтовно реалізація продукції до впровадження результатів розробки складає 11000 шт., а її ціна — 3800 грн.

Тоді збільшення чистого прибутку підприємства $\Delta\Pi_i$ протягом першого року складе:

$$\begin{aligned} \Delta\Pi_1 &= [500 \cdot 11000 + (3800 + 500) \cdot 3000] \cdot 0,8333 \cdot 0,25 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = \\ &= 2873000 \text{ (грн)}. \end{aligned}$$

Збільшення чистого прибутку підприємства $\Delta\Pi_i$ протягом другого року (відносно базового року, тобто року до впровадження результатів наукового дослідження) складі:

$$\Delta\Pi_2 = [500 \cdot 11000 + (3800 + 500) \cdot (3000 + 2000)] \cdot 0,8333 \cdot 0,25 \times \\ \times \left(1 - \frac{18}{100}\right) = 4590000 \text{ (грн)}.$$

Збільшення чистого прибутку підприємства $\Delta\Pi_i$ протягом третього року (відносно базового року, тобто року до впровадження результатів наукового дослідження) складі

$$\Delta\Pi_3 = [500 \cdot 11000 + (3800 + 500) \cdot (3000 + 2000 + 1000)] \times \\ \times 0,8333 \cdot 0,25 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = 5321000 \text{ (грн)}.$$

4.3 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності

Розрахунок ефективності вкладених інвестицій передбачає проведення таких робіт, як розрахунок теперішньої вартістю інвестицій PV , що вкладають в наукове дослідження. Такою вартістю можемо вважати прогнозовану величину загальних витрат ZB на виконання та впровадження результатів НДДКР, розраховану раніше за формулою (4.8), тобто будемо вважати, що $ZB = PV = 49824,41$ (грн).

Розраховують очікуване збільшення прибутку $\Delta\Pi_i$, що його отримає підприємство від впровадження результатів наукового дослідження, для кожного із років, починаючи з першого року впровадження. Таке збільшення прибутку також було розраховане раніше за формулою (4.9). За даною формулою:

$$\Delta\Pi_1 = 2873000 \text{ (грн)}, \quad \Delta\Pi_2 = 4590000 \text{ (грн)}, \\ \Delta\Pi_3 = 5321000 \text{ (грн)}.$$

Для спрощення подальших розрахунків будують вісь часу, на яку наносять всі платежі (інвестиції та прибутки), що мають місце під час виконання науково-дослідної роботи та впровадження її результатів.

Рисунок, що характеризує рух платежів (інвестицій та додаткових прибутків) буде мати вигляд, наведений на рисунку 4.1.

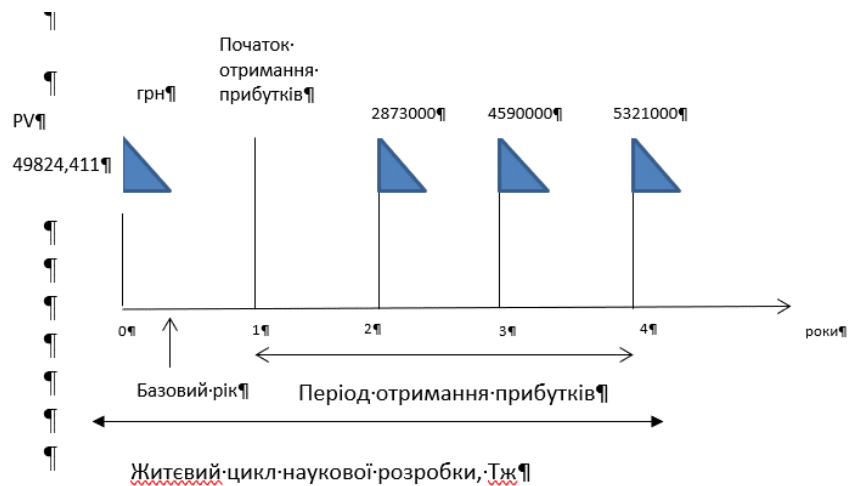


Рисунок 4.1 — Вісь часу з фіксацією платежів, що мають місце під час розробки та впровадження результатів НДДКР

Розраховують абсолютну ефективність вкладених інвестицій $E_{\text{абс}}$ за формулою:

$$E_{\text{абс}} = (\text{ПП} - PV) [\text{грн}],$$

де ПП — приведена вартість всіх чистих прибутків, що їх отримає підприємство (організація) від реалізації результатів наукового дослідження, грн.;

PV — теперішня вартість інвестицій $PV = 3B$, грн.

Приведена вартість всіх чистих прибутків ПП розраховується за формулою:

$$\text{ПП} = \sum_1^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1 + \tau)^t} [\text{грн}],$$

де $\Delta\Pi_i$ — збільшення чистого прибутку у кожному із років, протягом яких виявляються результати виконаної та впровадженої НДДКР, грн.;

T — період часу, протягом якого виявляються результати впровадження НДДКР, роки;

τ — ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні; для України цей показник знаходиться на рівня 0,1;

t — період часу (в роках) від моменту отримання чистого прибутку до точки «0».

$$\text{ПП} = \frac{2873000}{(1 + 0,1)^2} + \frac{4590000}{(1 + 0,1)^3} + \frac{5321000}{(1 + 0,1)^4} = 9470027 \text{ (грн).}$$

Тепер обрахуємо абсолютну ефективність вкладених інвестицій:

$$E_{\text{абс}} = (9470027 - 49824,41) = 9420202,57 \text{ (грн).}$$

Оскільки $E_{\text{абс}} > 0$, то результат від проведення наукових досліджень та їх впровадження принесе прибуток.

Розраховують відносну (щорічну) ефективність вкладених в наукове дослідження інвестицій $E_{\text{в}}$ за формулою:

$$E_{\text{в}} = \sqrt[T_{\text{ж}}]{1 + \frac{E_{\text{абс}}}{PV}} - 1,$$

де $E_{\text{абс}}$ — абсолютна ефективність вкладених інвестицій, грн.;

PV — теперішня вартість інвестицій $PV = 3B$, грн.;

$T_{\text{ж}}$ — життєвий цикл наукової розробки, роки.

$$E_{\text{в}} = \sqrt[4]{1 + \frac{9420202,57}{49824,41}} - 1 = 2,7 \text{ або } 270\%.$$

Отже, відносна (щорічна) ефективність вкладених інвестицій становить 270%.

Далі ефективність вкладених інвестицій потрібно порівняти з мінімальною (бар'єрною) ставкою дисконтування $\tau_{\text{мін}}$, яка визначає ту мінімальну дохідність, нижче за яку інвестиції вкладатися не будуть. У загальному вигляді мінімальна (бар'єрна) ставка дисконтування $\tau_{\text{мін}}$ визначається за формулою:

$$\tau_{\text{мін}} = d + f,$$

де d — середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках, $d = (0,14 \dots 0,2)$;

f — показник, що характеризує ризикованість вкладень, зазвичай величина $f = (0,05 \dots 0,1)$.

$$\tau_{\text{мін}} = 0,2 + 0,1 = 0,3 \text{ або } 30\%.$$

Як видно з розрахунків $E_B = 270\% > \tau_{\text{мін}} = 30\%$, тому потенційний інвестор буде зацікавлений у фінансуванні даного наукового дослідження, а не у вкладенні коштів на депозит у комерційному банку.

Розраховують термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій $T_{\text{ок}}$ за формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{1}{E_B} \text{ [років]},$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{1}{2,7} = 0,38 \text{ (років)}.$$

Оскільки термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій знаходиться в допустимих межах $T_{\text{ок}} = 0,38 \text{ року} < 3 \dots 5$ — ти років, то фінансування даної наукової розробки є доцільним.

В даному розділі був проведений попередній розрахунок економічної частини дослідження «Методи та мікропроцесорні засоби контролю витрат енергоресурсів». Було проведено оцінювання комерційного потенціалу розробки двома незалежними експертами та визначено, що рівень комерційного потенціалу розробки високим. Під час розрахунку було складено кошторис витрат, пораховано витрати на заробітну плату розробників та робітників, додаткову заробітну плату всіх розробників та робітників, витрати на нарахування на заробітну плату, витрати на амортизацію, витрати на матеріали та комплектуючі, витрати на електроенергію, та інші додаткові витрати. Пораховано що загальні витрати на виконання даної частини НДДКР становлять 35873,57 гривень. Також пораховано, що загальна вартість всієї НДДКР становить 44841,97 гривень. Здійснено прогнозування загальних витрат на виконання та впровадження результатів виконаної НДДКР та встановлено, що $ZB = 49824,41$ грн.

Проведено прогнозування збільшення чистого прибутку підприємства від впровадження результатів наукового дослідження у кожному з трьох років відносно базового.

Було проаналізовано ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності. Розрахунок абсолютної ефективності вкладених інвестицій показав, що результат від проведення наукових досліджень та їх впровадження принесе прибуток. Розрахунок відносної (щорічної) ефективності вкладених в наукове дослідження інвестицій показав, що потенційний інвестор буде зацікавлений у фінансуванні даного наукового дослідження, а не у вкладенні коштів на депозит у комерційному банку. Фінансування даного наукового дослідження є доцільним, оскільки термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій дорівнює $T_{ок} = 0,38$ року.

ВИСНОВОК

Магістерську кваліфікаційну роботу присвячено методам та мікропроцесорним засобам контролю витрат енергоресурсів. Здійснено техніко — економічне обґрунтування системи, що дозволило оцінити основні напрямки досліджень.

Здійснено огляд і аналіз існуючих підходів автоматизованих систем обліку, що дозволило визначити основні методи та існуючі засоби контролю витрат енергоресурсів, провести класифікацію засобів обліку, а також визначити їх переваги та недоліки та обрати оптимальні напрямки, які дозволять сформувавши метод і засіб для вирішення існуючих проблем.

Здійснено проектування мікропроцесорного блоку контролю витрат енергоресурсів, що дозволило розробити схеми програмно-апаратного комплексу опрацювання даних та засобу зняття інформації і виконано вибір електронних компонентів.

За допомогою розрахунків доведена його економічна доцільність.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. "NovaSys. Advanced Metering Infrastructure" (Автоматизированная система контроля и учета энергоресурсов). Бытовой сектор. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL; <http://www.nik.net.ua/ru/category/AMI-residential>
2. Современные способы автоматического управления энергосбережением на промышленных предприятиях [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <http://masters.donntu.org/2012/etf/khara/diss/index.htm>
3. Системы ЛУЗОД/АСКОЕ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: https://kyivenergo.ua/ee-company/sistemi_luzodaskoe
4. Внедрение систем учета АСКУЭ/ЛОСОД [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <http://eneko.ua/ru/p/vnedrenie-sistem-ucheta-askuelosod/>
5. Системы аискуэ и аскуэ: функции, виды и достоинства [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://elektro.guru/dlya-proizvodstva/sistemy-aiskue-i-askue-funkcii-vidy-idostoinstva.html#hcq>
6. Що таке АСКОЕ? [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <http://stack-it.ru/chto-takoe-askue/>
7. Гельман Г.А. Автоматизированные системы управления электроснабжением промышленных предприятий. [Текст] / - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 255 с.
8. Счетчики электроэнергии аскуэ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <http://www.ackye.ru/activities/schetchiki-elektrojenergii-askue/>
9. Обзор протоколов передачи данных приборов учета [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <http://www.mzta.ru/mzta/items/obzor-protokolov-peredachi-dannykh-priborov-ucheta-dlya-rossijskogo-rynka>
10. Каналы передачи данных в АСКУЭ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <http://ekontur.by/novosti/kanaly-peredachi-dannykh/>
11. Consumer-centric resource accounting in the cloud, 2013, Ahmed Mihoob, Carlos Molina-Jimenez and Santosh Shrivastava

12. Incorporating change detection in the monitoring phase of adaptive query processing, 2016, Efthymia Tsamoura, Anastasios Gounaris and Yannis Manolopoulos
13. Quality Control in Automated Manufacturing Processes — Combined, 2006, B. Kuhlenkuttter, X. Zhang, C.Krewet
14. Resource accounting in factories and the energy-water nexus, 2017, Sanober Hassan Khattak, Richard Greenough
15. Arduino mega [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL: <https://doc.arduino.ua/ru/hardware/Uno>
16. Raspberry_Pi [Електронний ресурс]. - Режим доступу: URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi
17. Патент України на корисну модель 115448 Україна, МПК (2006) G 06 К 9/00, G 06 К 9/58 (2006.01), G 06 К 9/82 (2006.01), G 07 С 9/00. Пристрій розпізнавання образів / Богомолов С. В., Олійчук Р. О. ; заявник та патентовласник Богомолов С. В., Олійчук Р. О. — № u201613611 ; заявл. 29.12.2016 ; опубл. 10.04.2017, Бюл. № 7.
18. Патент України на корисну модель 115452 Україна, МПК (2006) G 07 С 9/00, G 07 С 11/00, G 07 С 7/00, G 06 К 9/00. Програмно-апаратний комплекс автоматичного реєстрування об'єктів у режимі реального часу / Богомолов С. В., Олійчук Р. О. ; заявник та патентовласник Богомолов С. В., Олійчук Р. О. — № u201700003 ; заявл. 03.01.2017 ; опубл. 10.04.2017, Бюл. № 7.
19. Богомолов С. В. Високолінійні швидкодіючі підсилювачі постійного струму із симетричною структурою / О. Д. Азаров, С. В. Богомолов, В. А. Гарнага. // Методи та засоби кодування, захисту й ущільнення інформації: I міжнар. науч.-техн. конф., 15-17 трав. : тези допов. — Вінниця, 2007. — С. 48.