

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Саїф К. Мухамед

УДК 004:03

**МОДЕЛІ І ТЕХНОЛОГІЯ ВИБОРУ СТРУКТУРИ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ  
ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

05.13.06 – інформаційні технології

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Харків – 2013

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському національному університеті радіоелектроніки Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Науковий керівник – кандидат технічних наук, доцент  
**Міхнов Дмитро Кіндратович**,  
Харківський національний університет  
радіоелектроніки, професор кафедри  
інформаційних управляючих систем.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор  
**Федорович Олег Євгенович**,  
Національний аерокосмічний університет  
ім. М.Є. Жуковського „ХАІ”,  
завідувач кафедри інформаційних  
управляючих систем

доктор технічних наук, професор  
**Гамаюн Ігор Петрович**,  
Національний технічний університет  
«ХПІ», декан факультету  
інформатики і управління;

Захист відбудеться \_\_\_\_\_ квітня 2013 р. о \_\_\_\_\_ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.052.08 у Харківському національному університеті радіоелектроніки за адресою: 61166, м. Харків, пр. Леніна, 14.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківського національного університету радіоелектроніки за адресою: 61166, м. Харків, пр. Леніна, 14.

Автореферат розісланий \_\_\_\_\_ березня 2013 р.

Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради

І.П. Плісс

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** В теперішній час наукові дослідження, пов'язані зі створенням та обґрунтуванням доцільності використання моделей, методів та інформаційних технологій при проектуванні інформаційних систем підприємства різного призначення, набули особливого значення, перш за все спеціалізовані інформаційні системи, зокрема системи технічного обліку енергоресурсів.

Технічний облік енергоресурсів, на відміну від комерційного, дозволяє визначити витрати енергоресурсів в підрозділах підприємства і прийняти заходи щодо їх зменшення за рахунок технологічних або організаційних заходів. Зростання актуальності цієї проблеми виникає у тому разі, якщо підприємство має відносини орендодавця для інших підприємств, що вимагає контролю витрат енергоресурсів з метою зведення балансу витрат у цілому для підприємства.

Сучасні датчики обліку енергоресурсів можуть мати різні інтерфейси і, відповідно, бути підключені до необхідної інформаційної мережі підприємства. Обов'язковою вимогою до датчиків є відповідність технічних характеристик якості виміру енергоресурсу у конкретній точці контролю, а також відповідність конструктивних характеристик умовам експлуатації. Створення таких систем можливо як на основі існуючих інформаційних мереж підприємства, так і з використанням додаткових. Для підключення до мереж датчики можуть комплектуватися перетворювачами інтерфейсів, безпосередньо поряд з датчиками, а інформаційні мережі – додатковим обладнанням, а саме підсилювачами, комутаторами, тощо. Топологія підключення датчиків до мережі, у першу чергу, залежатиме від типу мережі і апаратного інтерфейсу. Додаткове обладнання може бути необхідним і для підключення мереж до терміналу збору інформації. Серед множини варіантів структур технічних засобів, що можуть бути сформовані виходячи з можливості застосування різних типів датчиків, інформаційних мереж та потреб підприємства, розробник має вибрати єдине раціональне технічне рішення, що доцільно за топологічними, структурними, економічними показниками, та обрано на основі запропонованого критерію ефективності.

Проблемі вибору комплексу технічних засобів при розробці систем збору інформації присвячено цілий ряд робіт авторів: Кузьміна І.В., Первушина Д.Р., Оліфера В.Г., Костюкова В.Є., Запаринного А.А. Крім загального підходу щодо мінімуму апаратних витрат з забезпеченням потрібної функціональності доцільно комплексне урахування як технічної сумісності усіх елементів комплексу технічних засобів, так і окремих вимог конкретного підприємства щодо можливості та доцільності вибору структури комплексу. Проте, існуючі методи, моделі та інформаційні технології, які використовуються під час розв'язання традиційних задач пошуку раціональних рішень, що виникають при проектуванні спеціалізованої інформаційної системи підприємства, фокусуються лише на окремих проблемах дослідження вибору комплексу технічних засобів, не розглядаючи, як правило, структуру та склад комплексу як частину інформаційної системи підприємства, пов'язану із нею функціональністю, а тому не надають можливості системного розв'язання задачі вибору раціональної структури, особливо на передпроектній стадії розробки спеціалізованої інформаційної системи.

Комплексне урахування має бути виконане на підставі розроблених критеріїв ефективності та з залученням експертних оцінок з метою скорочення кількості варіантів структур, що можуть бути реалізовані.

Таким чином, розробка моделей, методів та інформаційних технологій для вибору раціональної структури комплексу технічних засобів спеціалізованих інформаційних систем, що проектуються для впровадження при створенні або розширенні інформаційної системи підприємства, є актуальною задачею.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження, представлені в дисертаційній роботі, проводилися автором на кафедрі інформаційних управляючих систем Харківського національного університету радіоелектроніки (ХНУРЕ) і були використані в рамках держбюджетної НДР № 265 «Методи та моделі самоорганізації інфраструктури інтелектуального інформаційного середовища, що базується на використанні принципів хмарних обчислень», розділ 265-4 «Методи і моделі побудови Web-сервісів для задач управління бізнес-процесами в інтелектуальному інформаційному середовищі» (№ ДР 0112U000207), а також договору про науково-технічне співробітництво у сфері прогресивних інформаційних технологій № 136 від 29.03.2012 р. між Державним підприємством «Харківський електромеханічний завод» (ДП «ХЕМЗ») та ХНУРЕ.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дисертаційної роботи є розробка моделей, методу та інформаційної технології, що забезпечують можливість вибору раціонального складу і структури комплексу технічних засобів збору інформації при створенні інформаційних систем.

Поставлена мета передбачає розв'язання таких задач:

- аналіз особливостей побудови і класифікація структур комплексу технічних засобів спеціалізованих інформаційних систем;
- розробка моделей для вибору раціональної структури комплексу технічних засобів спеціалізованих інформаційних систем;
- розробка критерію ефективності для оцінки варіантів складу і структури комплексу технічних засобів спеціалізованих інформаційних систем;
- розробка методу вибору раціональної структури комплексу технічних засобів спеціалізованих інформаційних систем;
- розробка інформаційної технології вибору раціональної структури комплексу технічних засобів спеціалізованих інформаційних систем;
- реалізація та апробація розроблених моделей, методу та інформаційної технології вибору раціональної структури комплексу технічних засобів спеціалізованих інформаційних систем.

**Об'єкт дослідження:** процес проектування інформаційних систем підприємств та організацій.

**Предмет дослідження:** моделі, методи і інформаційні технології вибору структури комплексу технічних засобів спеціалізованих інформаційних систем.

**Методи дослідження:** системний аналіз, методи теорії графів, які були використані для розробки моделей сегментів спеціалізованих інформаційних систем, що визначаються окремим типом інформаційної мережі підприємства, до якої здійснюється підключення датчиків з відповідними інтерфейсами, що забезпечують збір інформації з точок контролю, та оптимізації графових структур моделей

сегментів; методи експертних оцінок, які були використані для реалізації методу та інформаційної технології на етапі попередньої експертної оцінки, результатом якої є отримання трьох – семи робочих варіантів на основі аналізу дійсно існуючих датчиків, що за технічними параметрами відповідають вимогам обліку в точках контролю, технічним та технологічним можливостям використання інформаційних мереж на даному підприємстві, доцільності застосування додаткового обладнання.

**Наукова новизна отриманих результатів.** Внаслідок розв'язання поставлених у дисертаційній роботі задач отримані такі нові результати:

1. Вперше запропоновано метод вибору структури комплексу технічних засобів спеціалізованих інформаційних систем, який, за рахунок виділення на підставі експертних оцінок можливих варіантів структур, дозволяє представити їх у вигляді сукупності графових моделей і обрати з них раціональний варіант на основі вартісного критерію.

2. Набули подальший розвиток графові моделі для опису структур комплексу технічних засобів, що на відміну від існуючих, враховують особливості інтерфейсів технічних засобів і дозволяють обрати раціональний варіант структури.

3. Удосконалено критерій ефективності вибору комплексу технічних засобів на підставі вартісного критерію, що відрізняється уведенням сукупності параметрів та обмежень, що характерні для спеціалізованих інформаційних систем обліку енергоресурсів підприємства, і дозволяє скоротити кількість технічних засобів, які розглядаються.

4. Набув подальший розвиток метод класифікації спеціалізованих інформаційних систем, що на відміну від існуючих, враховує можливість використання параметрів каналів зв'язку, технічних засобів інформаційних мереж підприємства та дозволяє попередньо визначити загальну структуру комплексу технічних засобів.

**Практичне значення отриманих результатів.** Запропоновані в дисертаційній роботі моделі, метод та технологія можуть бути застосовані на етапі передпроектної оцінки раціональної структури комплексу технічних засобів при створенні спеціалізованих інформаційних систем підприємств та установ, що розширюють функціональні можливості існуючих інформаційних систем. У першу чергу це стосується інформаційних систем, що базуються на декількох інформаційних мережах, як дротових, так і тих, що застосовують бездротові технології. До таких спеціалізованих інформаційних систем можна віднести, наприклад, системи технічного обліку енергоресурсів, створення яких в теперішній час на підприємстві є обов'язковою умовою отримання інформації для удосконалення та модернізації організаційно-технологічних процесів на підприємстві.

Взагалі, результати дисертаційної роботи можна застосовувати для будь-яких інформаційних систем, де в якості основної функціональної задачі є збір інформації з розподілених точок контролю.

З використанням запропонованих моделей, методу і технології виконано розробку структури комплексу технічних засобів системи технічного обліку електроенергії для промислового підприємства в рамках договору про науково-

технічне співробітництво у сфері прогресивних інформаційних технологій між ДП «ХЕМЗ» та ХНУРЕ (акт від 23.05.2012 р.).

Основні результати дисертаційної роботи використовуються у навчальному процесі ХНУРЕ за напрямом 6.050101 «Комп'ютерні науки» і спеціальністю 7(8).05010101 «Інформаційні управляючі системи і технології» в лабораторному практикумі дисциплін «Технічні засоби інформаційних систем», «Технічні засоби промислових систем збору і обробки даних» (акт від 08.06.2012 р.).

**Особистий внесок здобувача.** Усі наукові результати, що викладені в дисертації, отримані автором особисто. У роботах, які написано у співавторстві, особистий внесок здобувача полягає в такому: [1] – запропоновано моделі конфігурацій технічних засобів на підставі факторів, що впливають на моделювання варіантів структури комплексу технічних засобів: просторового розміщення елементів технічних засобів, технологій передачі даних, типів вимірювальних технічних засобів та комутаційного обладнання; [3] – здійснено формування узагальненого критерію вибору комплексу технічних засобів інформаційних систем на підставі вартісного критерію; [4,9] – здійснено обґрунтування етапів технології вибору структури комплексу технічних засобів спеціалізованих інформаційних систем на прикладі систем технічного обліку енергоресурсів, для яких доцільне максимальне використання інформаційних мереж підприємства з необхідним розширенням системи; [5] – запропоновано метод вибору структури комплексу технічних засобів спеціалізованих інформаційних систем на підставі експертних оцінок можливих варіантів структур, аналізу графових моделей структур сегментів комплексу технічних засобів та узагальненого критерію ефективності; [6] – здійснено обґрунтування використання графоаналітичних методів для моделювання структури збору інформації з метою вибору комплексу технічних засобів обліку електроенергії промислових підприємств; [7] – здійснено обґрунтування для систем збору інформації поетапного розв'язання задачі визначення розміщення центрів концентрації інформації та пошуку найкоротших комунікаційних шляхів, що дає підставу формування раціональних варіантів структур технічних засобів; [8] – здійснено обґрунтування доцільності вибору раціонального варіанту комплексу технічних засобів підсистеми реєстрації даних інформаційної системи за допомогою рішення задачі пошуку найкоротших шляхів.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційної роботи доповідалися на таких міжнародних конференціях і форумах: XIV Международный молодежный форум “Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке” (Харків, 2010 р.); VIII Конференция по физике высоких энергий, ядерной физике и ускорителям (Харків, 2010 р.), IV Міжнародна науково-практична конференція “Матеріали електронної техніки та сучасні інформаційні технології” (МЕТІТ-4) (Кременчук, 2010 р.), Международная научно-техническая конференция “Информационные системы и технологии” (Морское – Харьков, 2012).

**Публікації.** За темою дисертації опубліковано 9 наукових праць, з них: 5 статей у фахових виданнях України з технічних наук, 4 публікації у збірниках тез наукових конференцій та форумів.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та 2 додатків. Повний обсяг

дисертації складає 144 стор., що містить 28 рисунків за текстом, 7 таблиць за текстом, список використаних джерел з 150 найменувань на 17 стор., 2 додатки на 13 стор.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** наведено загальну характеристику роботи: обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, сформульована наукова новизна і наведено практичне значення отриманих результатів, наведено дані про публікації, особистий внесок автора в роботи, виконані у співавторстві, та відомості про апробацію результатів дисертації.

У **першому розділі** виконано аналіз сучасного стану проблеми проектування спеціалізованих інформаційних систем підприємства, зокрема, систем технічного обліку енергоресурсів. Технічний облік енергоресурсів дозволяє визначити реальні витрати енергоресурсів безпосередньо в необхідних точках контролю, що визначаються технологічними вимогами (витрати, пов'язані з виконанням технологічного процесу та реалізацією управлінських рішень) або організаційними вимогами (витрати, пов'язані з орендними взаємовідносинами) підприємства. Надано схему узагальненої технічної структури спеціалізованої інформаційної системи. Запропоновані ознаки класифікації спеціалізованих інформаційних систем, що враховують можливість використання параметрів каналів зв'язку, технічних засобів інформаційних мереж підприємства та дозволяють попередньо визначити загальну структуру комплексу технічних засобів.

Основними ознаками класифікації є кількість використаних при побудові спеціалізованих інформаційних систем інформаційних мереж та тип додаткового обладнання. За цими ознаками виділено три класи спеціалізованих інформаційних систем.

До першого класу віднесені системи на основі однієї інформаційної мережі з додатковим обладнанням у вигляді проміжних пристроїв збору даних та набором датчиків, що мають різні типи інтерфейсів.

До другого класу віднесені системи на основі однієї інформаційної мережі з додатковим обладнанням у вигляді комутаційного або підсилювального обладнання та набором датчиків, що мають відповідний інтерфейс

До третього класу віднесені системи на основі двох та більш інформаційних мереж з додатковим обладнанням у вигляді комутаційного або підсилювального обладнання та набором датчиків, що мають відповідний інтерфейс за типом ліній зв'язку, що використовуються.

У межах третього класу систем, в свою чергу, виділені три підкласи спеціалізованих інформаційних систем.

До першого підкласу віднесені системи, що мають структури засновані на дротових лініях зв'язку.

До другого підкласу віднесені системи, що мають структури засновані на бездротових лініях зв'язку.

До третього підкласу віднесені системи, що мають структури, які одночасно використовують і дротові і бездротові лінії зв'язку, тобто – структури комбінованого типу.

Для більшості підприємств впровадження спеціалізованої системи здійснюється на основі двох та більш інформаційних мереж з додатковим обладнанням та одночасно використовують і дротові і бездротові лінії зв'язку, що ускладнює задачу мінімізації апаратних засобів для реалізації системи. Наведено основні технічні характеристики інтерфейсів, що можуть бути застосовані для організації інформаційних каналів від датчиків обліку енергоресурсу до терміналу збору.

З урахуванням множини варіантів реалізації спеціалізованої інформаційної системи проведено аналіз існуючих методів багатокритеріальної оптимізації структури і складу комплексу технічних засобів системи. Виділення такої особливості багатокритеріальної задачі вибору структури та складу комплексу технічних засобів спеціалізованої інформаційної системи, як різний ступінь важливості критеріїв вибору, дозволяє скоротити множину методів, що можуть використовуватись для рішення задачі, що розглядається, дозволяє визначити такі методи: метод головного критерію, метод загального згортання критеріїв, метод згортки, що поступово зростає, метод з поетапним обліком критеріїв, метод з використанням співвідношення „ціна – бали”, вдосконалена методика загальної згортки, лексикографічне впорядкування, метод поступових скидок.

Результати проведеного аналізу стану проблеми вибору структури комплексу технічних засобів спеціалізованих інформаційних систем підприємства дозволяють зробити висновки щодо перспективності оптимізації структури.

Визначено основний напрям досліджень дисертаційної роботи як створення моделей, методу та інформаційної технології для вибору раціональної структури комплексу технічних засобів спеціалізованої інформаційної системи. Виходячи з цього, в розділі сформульовано мету і задачі дослідження.

**Другий розділ** присвячено розробці моделей для вибору раціональної структури комплексу технічних засобів спеціалізованих інформаційних систем для чого наведено формалізований опис комплексу технічних засобів спеціалізованої інформаційної системи, виконано розробку та аналіз графових моделей для реалізації варіантів комплексу та його окремих сегментів, що утворюють інформаційні канали між датчиками обліку енергоресурсів та терміналом збору інформації з використанням інформаційних мереж підприємства.

Формалізований опис комплексу технічних засобів  $s_i$  – го варіанту можна надати таким чином:

$$\begin{aligned}
 \text{KTC}_{\text{сис}}(s_i) = & \left( \prod_{n=1}^N \text{TC}_{\text{д-н}}, \prod_{n=1}^N \text{TC}_{\text{лс-д-ис-н}}, \prod_{n=1}^N \text{TC}_{\text{до-ис-н}}, \right. \\
 & \left. \prod_{m=1}^M \text{TC}_{\text{до-ис-м}}, \prod_{m=1}^M \text{TC}_{\text{лс-ис-т-м}}, \prod_{m=1}^M \text{TC}_{\text{т-м}} \right), \quad (1)
 \end{aligned}$$



де  $\prod_{n=1}^N TC_{Дn}$  – сукупність датчиків;  $\prod_{n=1}^N TC_{ЛС Д-ИС n}$  – технічна реалізація ліній зв'язку на ділянці „датчик – інформаційна мережа”;  $\prod_{n=1}^N TC_{ДО-ИС n}$  – сукупність додаткових технічних засобів для підключення ліній зв'язку від датчиків до інформаційної мережі;  $\prod_{m=1}^M TC_{ДО-Т m}$  – сукупність додаткових технічних засобів для підключення ліній зв'язку від інформаційної мережі до терміналу збору даних;  $\prod_{m=1}^M TC_{ЛС ИС-Т m}$  – технічна реалізація ліній зв'язку на ділянці „інформаційна мережа – термінал збору даних”;  $\prod_{m=1}^M TC_{Т m}$  – сукупність додаткових технічних засобів для підключення терміналу збору даних до інформаційних мереж;  $n = \overline{1, N}$  – черговий номер точки контролю витрат енергоресурсу;  $m = \overline{1, M}$  – черговий номер інформаційної мережі;  $N$  – кількість точок контролю;  $M$  – кількість інформаційних мереж.

Окремі складові, у свою чергу, можуть бути описані набором складових, що визначають його технічні характеристики, вартість і витрати на встановлення. Для  $n$ -го датчика витрат енергоресурсів такий набір може бути надано таким чином:

$$TC_{Дn} = \langle ДИ_n, ТИ_n, РС_n, КО_{Дn}, И_{Дn}, ДО_{Дn}, С_{Дn} \rangle, \quad (2)$$

де  $ДИ_n$  – діапазон виміру датчика;  $ТИ_n$  – точність виміру датчика;  $РС_n$  – спроможна здатність виміру датчика;  $КО_{Дn}$  – конструктивні особливості датчика;  $И_{Дn}$  – тип інтерфейсу датчика;  $ДО_{Дn}$  – додаткове обладнання для узгодження інтерфейсу датчика з інформаційною мережею;  $С_{Дn}$  – вартість датчика (включно, якщо є наявним, вартість додаткового обладнання).

При цьому мають виконуватися такі обмеження:

$$ДИ_n \geq ДИ_{Зn}, ТИ_n \geq ТИ_{Зn}, РС_n \geq РС_{Зn}, \quad (3)$$

де  $ДИ_{Зn}$  – діапазон зміни параметра у заданій точці контролю;  $ТИ_{Зn}$  – необхідна точність виміру параметра в заданій точці контролю;  $РС_{Зn}$  – необхідна спроможна здатність при вимірі параметра в заданій точці контролю.

Для лінії зв'язку, що забезпечує передачу даних від датчика до інформаційної мережі, набір складових може бути наданий у такий спосіб:

$$TC_{ЛС Д-ИС n} = \langle РН_{Д-ИС n}, ПУ_n, КО_{ЛС n}, ДО_{ЛС n}, С_{ЛС Д-ИС n} \rangle, \quad (4)$$

де  $RH_{д-ис\ n}$  – відстань від точки контролю до введення в інформаційну мережу;  $ПУ_n$  – перешкодостійкість лінії зв'язку;  $КО_{лс\ n}$  – конструктивні особливості прокладки або експлуатації лінії зв'язку;  $ДО_{лс\ n}$  – додаткове обладнання, яке може бути потрібне для побудови лінії зв'язку потрібної довжини (підсилювачі, повторювачі);  $C_{лс\ д-ис\ n}$  – вартість лінії зв'язку з урахуванням витрат (за потребою) на її прокладку та додаткове обладнання.

При цьому мають виконуватися такі обмеження:

$$RH_{д-ис\ n} \leq RH_{техн}, ПУ_n \geq УП, \quad (5)$$

де  $RH_{техн}$  – припустима відстань при передачі даних для обраної технології;  $УП$  – рівень перешкод у зоні розміщення лінії зв'язку.

Для підключення ліній зв'язку від датчиків до інформаційної мережі та підключення ліній зв'язку від інформаційної мережі до терміналу збору даних може бути доцільне або необхідне уведення у склад інформаційної мережі додаткових технічних засобів, зокрема, комутаційного обладнання:

$$ТС_{до-ис\ n} = \langle ДО_{д-ис\ n}, C_{до\ д-ис\ n} \rangle, \quad (6)$$

де  $ДО_{д-ис\ n}$  – кількість додаткового обладнання, яке необхідне для підключення ліній зв'язку від датчиків до інформаційної мережі;

$$ТС_{до-ис\ m} = \langle ДО_{ис-т\ m}, C_{до\ ис-т\ m} \rangle, \quad (7)$$

де  $ДО_{ис-т\ m}$  – кількість додаткового обладнання, яке необхідне для підключення ліній зв'язку від інформаційної мережі до терміналу збору даних;  $C_{до\ д-ис\ n}$ ,  $C_{до\ ис-т\ m}$  – вартість додаткового обладнання.

Для лінії зв'язку, що забезпечує передачу даних від інформаційної мережі до терміналу збору, набір параметрів може бути надано у такий спосіб:

$$ТС_{лс\ ис-т\ m} = \langle RH_{лс\ ис-т\ m}, ПУ_m, КО_{лс\ m}, ДО_{лс\ m}, C_{лс\ ис-т\ m} \rangle, \quad (8)$$

де  $RH_{лс\ ис-т\ m}$  – відстань від терміналу збору до точки підключення до інформаційної мережі;  $ПУ_m$  – перешкодостійкість лінії зв'язку;  $КО_{лс\ m}$  – конструктивні особливості прокладки або експлуатації лінії зв'язку;  $ДО_{лс\ m}$  – додаткове обладнання, які може бути необхідним для побудови лінії зв'язку потрібної довжини (підсилювачі, повторювачі);  $C_{лс\ ис-т\ n}$  – вартість лінії зв'язку з урахуванням витрат (за необхідністю) для її прокладки та додаткового обладнання.

При цьому мають виконуватися такі обмеження:

$$PH_{\text{лс ис-т } m} \leq PH_{\text{техн}}, PU_m \geq UP, \quad (9)$$

де  $PH_{\text{техн}}$  – припустима відстань передачі даних для обраної технології;  
 $UP$  – рівень перешкод у зоні розташування лінії зв'язку.

Набір параметрів, що характеризує технічні засоби для підключення терміналу збору інформації до інформаційних мереж, може бути наданий у такий спосіб:

$$TC_{Tm} = \langle DO_{Tm}, C_{до Tm} \rangle, \quad (10)$$

де  $DO_{Tm}$  – кількість модемів для підключення терміналу збору даних до інформаційних мереж;  $C_{до Tm}$  – вартість модемів.

Для інформаційного каналу „n – ий датчик – термінал” формалізований опис технічних засобів може бути надано, як

$$TC_{(д-тис)_n} = \langle TC_{д n}, TC_{лс д-ис n}, TC_{до-ис n}, TC_{до-ис m}, TC_{лс ис-т m}, TC_{Tm} \rangle, \quad (11)$$

де  $TC_{(д-тис)_n}$  – технічні засоби інформаційного каналу „n – ий датчик – термінал”.

В загальному випадку інформаційний канал від кожного окремого датчика може бути технічно реалізовано за допомогою будь-якої інформаційної мережі, що може сформувати, в свою чергу,  $M$  груп датчиків з однаковими інтерфейсами. Узагальнена схема інформаційних каналів з групою з  $X_m$  датчиків, що підключені до  $m$  – ой інформаційної мережі, наведено на рис. 1.

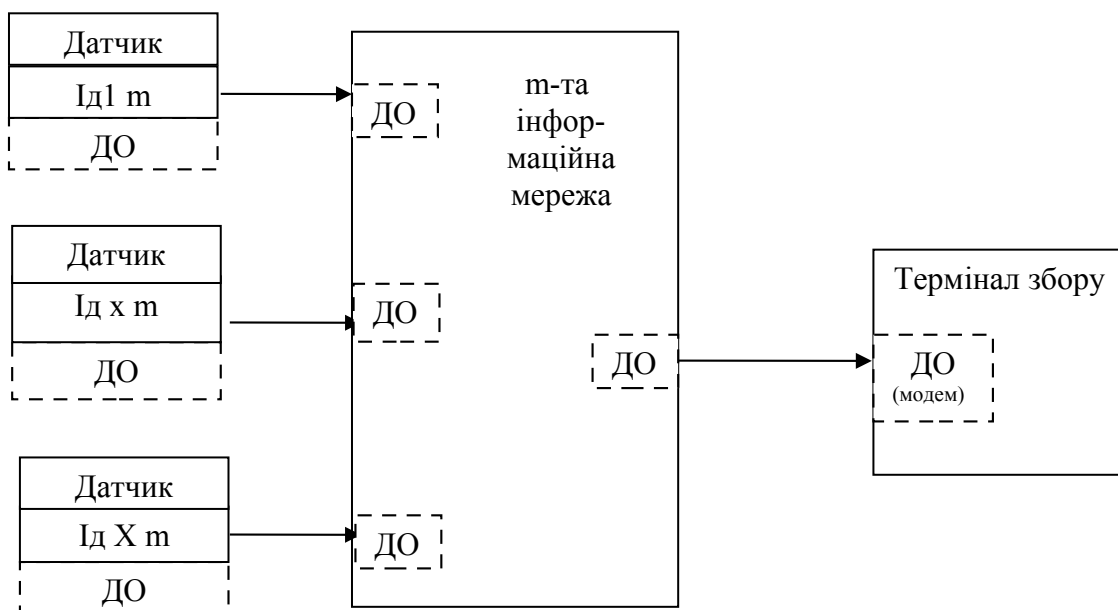


Рисунок 1 – Узагальнена схема інформаційних каналів з групою з  $X_m$  датчиків

Для групи з  $X_m$  датчиків формалізований опис технічних засобів може бути відповідно надано таким чином:

$$\begin{aligned}
 \text{КТС}_m &= \prod_{m=1}^M \prod_{x_m=1}^{X_m} \text{ТС}_{(Д-Т\text{ик})x_m} \\
 \sum_{m=1}^M X_m &= N,
 \end{aligned}
 \tag{12}$$

де  $\text{КТС}_m$  – комплекс технічних засобів з групою з  $x_m$  датчиків, що підключені до  $m$ -ої інформаційної мережі;

$\text{ТС}_{(Д-Т\text{ик})x_m}$  – технічні засоби інформаційного каналу „датчик – термінал” для  $m$ -ої інформаційної мережі

З урахуванням розв’язання задачі вибору структури комплексу технічних засобів доцільне графічне представлення інформаційних каналів у вигляді графової структури, а, з урахуванням можливості розв’язання оптимізаційних задач на графових моделях, у даному випадку доцільне застосування зважених графів, у яких вага вершин визначається вартістю датчиків обліку енергоресурсів, додаткового обладнання, модемів, тощо, а вага зв’язків – вартістю ліній зв’язку з витратами на їх проектування і реалізацію. Сукупність можливих елементів варіанту  $s_i$  комплексу технічних засобів з можливими лініями зв’язку можуть бути надані у вигляді наступної графової моделі (рис.2).

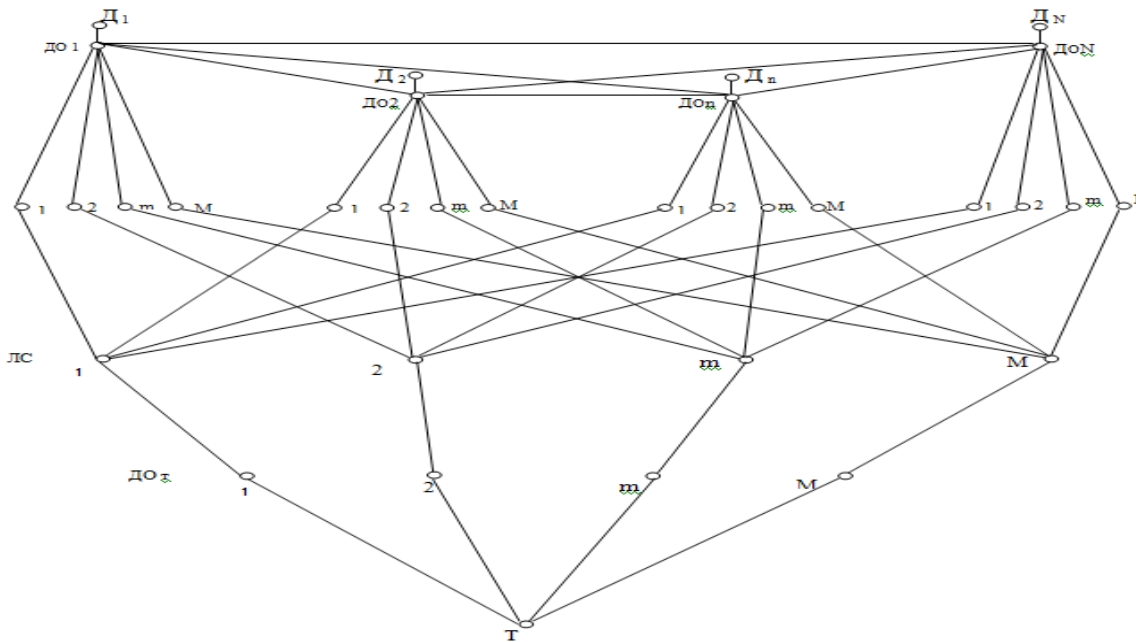


Рисунок 2 – Узагальнена графова модель для реалізації варіанту  $s_i$  комплексу технічних засобів

Формалізований опис комплексу технічних засобів сукупності інформаційних каналів з групою з  $X_m$  датчиків і урахуванням типів інформаційних мереж може бути визначений таким чином:

$$\begin{aligned}
 \text{КТС}_{s_i} &= \prod_{n=1}^N \prod_{X_M=1}^{x_m} \text{ТС}_{(Д-Т\text{ик})x_m}, \\
 \prod_{m=1}^M \text{ТС}_{\text{ЛС}\text{ис}_m} &= \prod_{x_m\text{Eth}=1}^{X_m\text{Eth}} \text{ТС}_{x_m\text{Eth}} + \prod_{x_m\text{RS485}=1}^{X_m\text{RS485}} \text{ТС}_{\text{ЛС}\text{ис}_m\text{RS485}} + \dots + \prod_{x_m\text{CAN}=1}^{X_m\text{CAN}} \text{ТС}_{x_m\text{CAN}}
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

при

$$N = X_{m \text{ Eth}} + X_{m \text{ RS485}} + \dots + X_{m \text{ CAN}} \quad .$$

Мережеві рішення для підключення датчиків визначаються типами апаратних інтерфейсів, тому при об'єднанні груп датчиків в сегменти  $X_m$  кожний з сегментів буде надано окремою графовою структурою. Так, наприклад, для інтерфейсів RS485 і CAN модель може бути надана наступною графовою структурою, рис. 3.

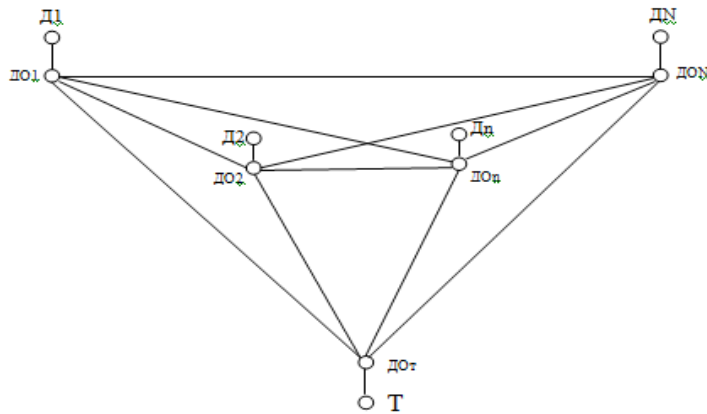


Рисунок 3 – Графова модель для реалізації структури сегменту з використанням інтерфейсів RS485 і CAN

Для інтерфейсу Ethernet модель може бути надана наступною графовою структурою, рис.4.

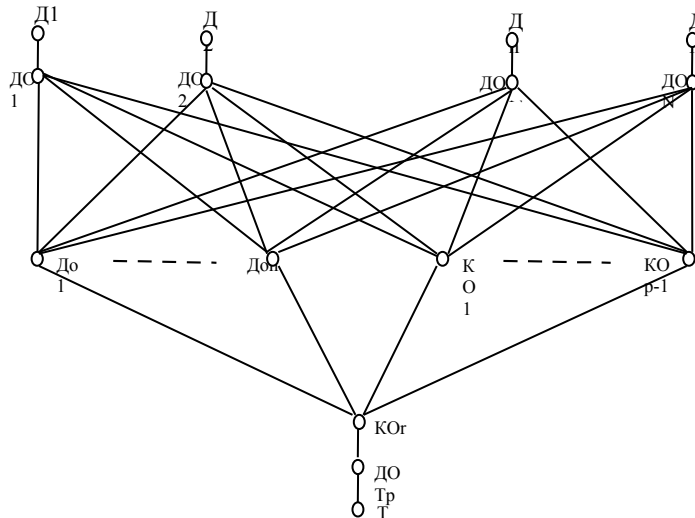


Рисунок 4 – Графова модель для реалізації структури сегменту з використанням інтерфейсів Ethernet

Для кожної окремої графової моделі запропоновано використовувати окремий алгоритм мінімізації, що обумовлено особливостями мережевих з'єднань

даного типу інтерфейсу. Наприклад, для RS485 треба використовувати алгоритм пошуку мінімального шляху, а для CAN – мінімального остову.

Таким чином, набули подальший розвиток графові моделі для опису структур комплексу технічних засобів, що на відміну від існуючих, враховують особливості інтерфейсів технічних засобів і дозволяють обрати раціональний варіант структури.

**Третій розділ** присвячено розробці критерію ефективності для оцінки варіантів структури та методу вибору раціонального варіанту структури комплексу технічних засобів спеціалізованої інформаційної системи.

Аналіз проблеми вибору раціональної структури і складу комплексу технічних засобів спеціалізованих інформаційних систем показує, що складність її розв'язання, в основному, визначається трьома факторами:

- сучасною широкою номенклатурою датчиків обліку енергоресурсів, що можуть комплектуватися заказаним типом інтерфейсу, або одночасно мати декілька типів, кожним з яких можна скористуватися за вибором для підключення до визначеної інформаційної мережі;

- наявністю на підприємстві, як правило, декількох одночасно діючих інформаційних мереж, технічні характеристики яких (пропускна здатність, наявність резервних входів комутаційних пристроїв, тощо) забезпечують передачу необхідної вимірювальної інформації практично не впливаючи на основний трафік. Крім того, такі мережі без серйозних технічних перешкод в модернізації можуть бути розширені за рахунок додаткових гілок або сегментів;

- удосконаленням бездротових технологій і, відповідно, появою нового обладнання, діючого в неліцензованому діапазоні частот і маючого технічні характеристики, що достатні для роботи в розподілених системах і в умовах промислових перешкод.

Ці фактори визначені, перед усім, специфікою інформації, що передається, а саме: отриманням та передачею малих об'ємів інформації (десятки кілобайт) з періодичністю від одиниць хвилин до десятків годин.

В загальному випадку, для обґрунтування варіантів і вибору комплексу технічних засобів інформаційних систем, що призначені для розв'язання складних і ємких з обчислювань та передачі даних функціональних задач, застосовується функціонально-вартісний критерій. Такий критерій вибору комплексу, незважаючи на його універсальність, відносно класу спеціалізованих інформаційних систем, що розглядається, з урахуванням специфіки інформації, що передається, є надмірним.

Таким чином, формуючи узагальнений критерій вибору комплексу технічних засобів, при виконанні раніш визначених обмежень (3),(5),(9), доцільно розглядати в якості основних вартісні характеристики:

$$K = \min C_{\text{ктс}}, \quad (15)$$

де  $K$  – узагальнений критерій;  $C_{\text{ктс}}$  – узагальнена вартість комплексу технічних засобів.

Узагальнена вартість може бути надана сумою вартостей окремих технічних засобів та витрат на їх встановлення:

$$C_{\text{ктс}} = e_{n=1}^N C_{\text{дп}} + e_{n=1}^N C_{\text{лс д-ис п}} + e_{n=1}^N C_{\text{до д-ис п}} + e_{m=1}^M C_{\text{до ис-т м}} + e_{m=1}^M C_{\text{до т м}} \quad (16)$$

де  $C_{\text{дп}}$  - вартість датчику з необхідним інтерфейсом;

$C_{\text{лс д-ис п}}$  - вартість лінії зв'язку на ділянці „датчик – інформаційна мережа”;

$C_{\text{до д-ис п}}$  - вартість додаткових технічних засобів для підключення лінії зв'язку „датчик – інформаційна мережа” до інформаційної мережі;

$C_{\text{до ис-т м}}$  - вартість додаткових технічних засобів для підключення лінії зв'язку від інформаційної мережі до терміналу збору;

$C_{\text{до т м}}$  - вартість технічних засобів (модемів) для підключення терміналу до інформаційної мережі.

Запропонований узагальнений критерій вибору комплексу технічних засобів спеціалізованої інформаційної системи дозволяє врахувати комплекс витрат для можливих варіантів структурних рішень системи з урахуванням визначених обмежень.

Кількість можливих варіантів комплексу, що підлягає кількісним оцінкам, має бути скорочена за рахунок якісних факторів, зокрема методів експертних оцінок.

В загальному випадку, вибір методу експертного оцінювання при розв'язанні задачі вибору структури і складу комплексу технічних засобів може бути застосований на основі порівняння інформаційних, організаційних, фінансових, тощо можливостей підприємства з окремими характеристиками методів експертного оцінювання: складністю, економічністю, ефективністю, часом, що треба витратити.

До складу експертів треба залучити таких спеціалістів:

– інженерно-технічних робітників підприємства, що знаються на топології виробничих та інших приміщень, технологічних процесах і факторах, що оказують вплив на вибір елементів комплексу технічних засобів, можливості проведення будівельно-монтажних робіт на території підприємства і в приміщеннях, плани розвитку підприємства, а також, узагальненої економічної оцінки виконання робіт;

– спеціалістів в області інформаційних технологій (як з складу робітників підприємства, так і запрошених), що знаються на інформаційно-телекомунікаційній області.

Таким чином, для попередньої оцінки варіантів структур комплексу технічних засобів доцільно застосувати метод комісій, що дозволяє обмінюватися думками і обрати основні варіанти на основі аналізу технічних характеристик датчиків, апаратних інтерфейсів, максимального застосування існуючих інформаційних мереж, а також мінімуму додаткового обладнання і витрат на будівельно-монтажні роботи.

Застосування сукупності кількісних і якісних оцінок дозволяє запропонувати такий метод вибору раціонального варіанту структури і складу комплексу технічних засобів спеціалізованої інформаційної системи.

Етап 1. Експертна оцінка можливості застосування різних типів датчиків обліку енергоресурсів, що відповідні за своїми технічними характеристиками та мають різні апаратні інтерфейси, для кожної точки контролю з урахуванням топології їх розміщення, а також топології інформаційних мереж підприємства (як існуючих, так і можливих), та формування пріоритетного списку з трьох – семи робочих варіантів структур комплексу технічних засобів.

Етап 2. Надання для кожного варіанту комплексу технічних засобів окремих варіантів спеціалізованої інформаційної системи зваженими графами з вершинами у вигляді вартості датчиків обліку і іншого обладнання та ребрами, які характеризують вартість ліній зв'язку для передачі інформації (з урахуванням вартості проектно-монтажних робіт). Призначення ваги ребер графів має виконуватись як з урахування вартості елементів та робіт, так і з урахуванням експертних оцінок.

Етап 3. Поступове розв'язання оптимізаційних робіт для графових структур і визначення варіанта структури для обраних варіантів комплексу технічних засобів з мінімальною вартістю.

Таким чином, удосконалено критерій ефективності вибору комплексу технічних засобів на підставі вартісного критерію, що відрізняється уведенням сукупності параметрів та обмежень, що характерні для спеціалізованих інформаційних систем обліку енергоресурсів підприємства, і дозволяє скоротити кількість технічних засобів, які розглядаються, а також запропоновано метод вибору структури комплексу технічних засобів спеціалізованих інформаційних систем, який, за рахунок виділення на підставі експертних оцінок можливих варіантів структур, дозволяє представити їх у вигляді сукупності графових моделей і обрати з них раціональний варіант на основі вартісного критерію

**Четвертий розділ** присвячено розробці інформаційної технології на основі розроблених моделей і методу вибору структури комплексу технічних засобів спеціалізованих інформаційних систем, а також її практичній реалізації.

Запропонована інформаційна технологія вибору структури комплексу технічних засобів спеціалізованих інформаційних систем. Перед застосуванням технології попередньо необхідно:

- визначити види енергоресурсів, що використовуються на підприємстві, для яких потрібен технічний облік;
- визначити відповідність, системи що розробляється, класу систем, для яких доцільно і можливо використання інформаційних мереж підприємства;
- скласти схему точок контролю енергоресурсів (розміщення датчиків обліку) на поверхових або інших планах об'єкту з визначенням параметрів витрат енергоресурсу, а також можливості забезпечення датчиків електроживлення безпосередньо у точці контролю або визначенням найближчих місць підключення до мережі живлення;
- визначити місце знаходження терміналу збору інформації;
- нанести на схему розміщення датчиків всі існуючі на підприємстві інформаційні мережі з комутаційним обладнанням і лінії зв'язку;



– виконати оцінку рівня перешкод у точках контролю і приміщеннях або територіях де можуть бути прокладені лінії зв'язку від датчиків обліку до елементів інформаційних мереж;

– визначити групу експертів, до складу якої мають входити спеціалісти компетентні в розв'язанні технічних і технологічних питаннях виробництва, а також спеціалісти в галузі інформаційних технологій.

Запропонована інформаційна технологія вибору раціонального варіанту структури комплексу технічних засобів спеціалізованої інформаційної системи складається з таких етапів:

Етап 1. Формування ( з відповідним створюванням бази даних) множини альтернатив датчиків обліку енергоресурсу для кожної точки контролю.

Етап 2. Попередня експертна оцінка раціональних альтернатив датчиків обліку енергоресурсів для кожної точки контролю з урахуванням топології їх розміщення, а також топології інформаційних мереж підприємства (як існуючих, так і можливих).

Етап 3. Формування пріоритетного списку з трьох – семи робочих варіантів груп датчиків обліку енергоресурсу по ознаці однакових інтерфейсів та взаємодії з визначеною інформаційною мережею підприємства та мінімальними додатковими витратами на проектно-монтажні роботи.

Етап 4. Представлення для кожного з обраних варіантів окремих сегментів системи (на основі базових інформаційних мереж і відповідних груп датчиків) графовими структурами з вершинами у вигляді датчиків обліку (при необхідності з додатковим обладнанням – перетворюючими інтерфейсів) комутаційного обладнання інформаційних мереж (існуючого або додаткового) і терміналу збору даних та ребрами, які характеризують лінії зв'язку для передачі інформації. Графові структури розглядаються як зважені графи, елементи яких є відповідними вартостями (для ліній зв'язку з урахуванням вартості проектно-монтажних робіт).

Етап 5. Розв'язання оптимізаційних задач для графових структур з точки зору знаходження мінімальної вартості технічних засобів сегментів і системи. Отримання варіанту структури комплексу технічних засобів на основі реалізації стандартних алгоритмів, відповідно розв'язанню оптимізаційних задач для даного типу графів, що, у свою чергу, визначаються типом ліній зв'язку або технологіями, що розглядаються.

Етап 6. Збереження даних, що отримані в результаті виконання етапу 5, а саме: перелік датчиків обліку енергоресурсів, додаткового обладнання, загальну вагу графу, що дорівнює вартості обладнання та ліній зв'язку). Перехід до етапу 4 для виконання розрахунків по наступному варіанту.

Етап 7. Вибір з накопичених даних на етапі 6 раціонального варіанту структури комплексу технічних засобів спеціалізованої інформаційної системи на основі вартісного критерію.

Результати дисертаційної роботи впроваджені на Державному підприємстві «Харківський електромеханічний завод» ( ДП «ХЕМЗ») м. Харків та у навчальний процес Харківського національного університету радіоелектроніки, що підтверджено відповідними актами впровадження.

Використання запропонованих моделей, методу та технології скорочує витрати часу та трудомісткість робіт з попередньої оцінки і підготовки рекомендацій з вибору раціональної структури комплексу технічних засобів серед можливих варіантів при проектуванні спеціалізованої інформаційної системи підприємства або організації.

У додатках до дисертації наведено акти про впровадження результатів дисертаційної роботи та опис програмного продукту для реалізації інформаційної технології вибору раціональної структури комплексу технічних засобів спеціалізованої інформаційної системи.

## ВИСНОВКИ

В дисертаційній роботі розв'язана актуальна науково-практична задача вибору раціональної структури комплексу технічних засобів спеціалізованої інформаційної системи. При цьому було отримано такі наукові та практичні результати:

1. Проведено аналіз одного з можливих напрямів збільшення функціональності інформаційної системи підприємств та організацій – створення спеціалізованої інформаційної системи, зокрема, системи технічного обліку енергоресурсів.

2. Набув подальший розвиток метод класифікації спеціалізованих інформаційних систем, що на відміну від існуючих, враховує можливість використання параметрів каналів зв'язку, технічних засобів інформаційних мереж підприємства та дозволяє попередньо визначити загальну структуру комплексу технічних засобів.

3. Набули подальший розвиток графові моделі для опису структур комплексу технічних засобів, що на відміну від існуючих, враховують особливості інтерфейсів технічних засобів і дозволяють обрати раціональний варіант структури.

4. Удосконалено критерій ефективності вибору комплексу технічних засобів на підставі вартісного критерію, що відрізняється уведенням сукупності параметрів та обмежень, що характерні для спеціалізованих інформаційних систем обліку енергоресурсів підприємства, і дозволяє скоротити кількість технічних засобів, які розглядаються.

5. Вперше запропоновано метод вибору структури комплексу технічних засобів спеціалізованих інформаційних систем, який, через забезпечення виділення на підставі експертних оцінок можливих варіантів структур, дозволяє представити їх у вигляді сукупності графових моделей і обрати з них раціональний варіант на основі вартісного критерію.

6. Запропоновано інформаційну технологію вибору структури комплексу технічних засобів спеціалізованих інформаційних систем, що дозволяє отримати раціональну структуру комплексу з урахуванням технічних і технологічних обмежень на підприємстві.

7. Розроблено алгоритмічну та програмну реалізацію інформаційної технології, що дозволяє застосовувати її при розв'язанні інженерних задач.

8. Показано практичну реалізацію інформаційної технології вибору комплексу технічних засобів спеціалізованої інформаційної системи на прикладі системи технічного обліку енергоресурсів промислового підприємства, яка дозволила скоротити витрати на розробку системи.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Михнов, Д.К. Выбор комплекса технических средств подсистем регистрации данных информационных систем [Текст] / Д.К.Михнов, А.В.Михнова, Саиф К. Мухамед // Наук. журн. «Нові технології». – Кременчук, 2010, № 1 (27 ). – С.158-161

2. Саиф, К. Мухамед Особенности построения информационных систем технического учета энергоресурсов предприятия [Текст] / Сайф .К. Мухамед // Збірник наукових праць «Системи обробки інформації» – Харків, 2011. – № 7 (97). – С. 30-33

3. Михнов, Д.К. Обобщенный критерий выбора комплекса технических средств специализированной информационной системы предприятия [Текст] / Д.К.Михнов, А.В.Михнова, Саиф К. Мухамед // Збірник наукових праць «Системи управління, навігації та зв'язку». – К.: Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління, 2012. – Вип. 1(21). – С. 101–104

4. Михнов, Д.К. Технология оптимизации структуры технических средств специализированных информационных систем [Текст] / Д.К.Михнов, Саиф К. Мухамед // Збірник наукових праць «Системи обробки інформації». – Харків, 2012 – № 3.(101). – С. 101 – 103

5. Михнов, Д.К. Метод выбора технических средств для систем технического учета энергоресурсов [Текст] / Д.К.Михнов, А.В.Михнова, Саиф К. Мухамед // Вісник НТУ «ХПІ». – Харків, 2013 – № 2 (976). – С. 118 – 123.

6. Аничина, Е.А. Применение графоаналитического метода выбора КТС системы энергоучета промышленного предприятия / Е.А.Аничина, Саиф К. Мухамед // Материалы 14-го международного молодежного форума «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке», часть 2. – Харьков: ХНУРЕ, 2010. – С. 142

7. Михнов, Д.К. Выбор структуры подсистемы сбора информации распределенной ИС / Саиф К. Мухамед, Д.К.Михнов // Тезисы докладов VIII конференции по физике высоких энергий, ядерной физике и ускорителям. – Харьков, 22-26 февраля 2010 г. – С. 103

8. Михнов, Д.К. Выбор комплекса технических средств подсистем регистрации данных информационных систем / Д.К.Михнов, А.В.Михнова, Саиф К. Мухамед // Тези доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції “Матеріали електронної техніки та сучасні інформаційні технології” (МЕТІТ-4). – Кременчук, 19–21 травня 2010 р. – С. 219–220

9. Михнов, Д.К. Информационная технология выбора технических средств для систем сбора информации / Д.К.Михнов, А.В.Михнова, Саиф К. Мухамед // Информационные системы и технологии: материалы Международ. науч.-техн. конф., Морское–Харьков, 22–29 сентября 2012 г.. – Х.: НТМТ, 2012. – С. 53.

## АНОТАЦІЯ

Саїф К. Мухамед Моделі і технологія вибору структури технічних засобів інформаційних систем. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології. – Харківський національний університет радіоелектроніки Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України. – Харків, 2013.

Дисертаційна робота присвячена розв'язанню актуальної науково-практичної задачі розробки нових моделей та технологій вибору структури технічних засобів інформаційних системах.

Надана класифікація за ознаками кількості інформаційних мереж та типу додаткового обладнання розглядаються інформаційні системи технічного обліку енергоресурсів, що максимально використовують наявну інформаційну мережу підприємства, для вибору раціональної структури комплексу технічних засобів якої запропоноване попереднє визначення загальної структури з використанням методів експертного оцінювання. Розроблені графові моделі, що враховують особливості інтерфейсів технічних засобів. Удосконалено критерій ефективності вибору комплексу технічних засобів на підставі вартісного критерію. Запропоновано поетапний метод вибору структури комплексу технічних засобів інформаційних систем. На підставі графових моделей і методу побудовано інформаційну технологію, що дозволяє отримати раціональну структуру комплексу з урахуванням технічних і технологічних обмежень на підприємстві.

Запропоновані моделі і технологія вибору структури технічних засобів інформаційних систем впроваджені на промисловому підприємстві та в вищому навчальному закладі.

Ключові слова: проектування інформаційної системи, структура технічних засобів, вибір раціональної структури, графова модель, вартісний критерій.

## АННОТАЦИЯ

Саиф К. Мухамед Модели и технология выбора структуры технических средств в информационных систем. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук за специальностью 05.13.06 – информационные технологии. – Харьковский национальный университет радиоэлектроники Министерства образования и науки, молодежи и спорта. – Харьков, 2013.

Диссертационная работа посвящена решению актуальной научно-практической задачи разработки новых моделей и технологии выбора структуры технических средств в информационных системах.

Проведен анализ современного состояния проблемы проектирования специализированных информационных систем предприятия, в частности, систем технического учета энергоресурсов, включая анализ существующих подходов к проблеме выбора структуры технических средств. Обоснована актуальность решения задач, связанных с первичной оценкой эффективности и принятием решений на пред-

проектных стадиях разработки информационной системы при максимальном использовании имеющихся на предприятии информационных сетей. Выделены три класса специализированных информационных систем по признакам количества используемых информационных сетей, имеющихся на предприятии, и типа дополнительного оборудования. Обоснована необходимость разработки новых моделей, метода и технологии выбора рациональной структуры комплекса технических средств информационной системы. Осуществлена постановка задачи исследования.

Проведено формализованное описание комплекса технических средств специализированной информационной системы, разработаны графовые модели для вариантов комплекса технических средств или его сегмента, при помощи которых представлены информационные каналы между датчиками учета энергоресурсов и терминалом сбора информации в системе предприятия. Представлено формализованное описание технических средств информационного канала „датчик – терминал” с определением ограничений на параметры, учитываемых во всех составляющих модели информационного канала. Для различных вариантов интерфейсных подключений и различных технологий технической структуры сегмента информационного канала построены графовые модели. Получили дальнейшее развитие графовые модели для описания структур комплекса технических средств, которые в отличие от существующих, учитывают особенности интерфейсов технических средств и позволяют выбрать рациональный вариант структуры.

Разработаны обобщенный критерий эффективности и метод выбора рационального варианта структуры комплекса технических средств специализированной информационной системы. Выявлены факторы, определяющие сложность выбора рациональной структуры и состава комплекса технических средств информационной системы технического энергоучета. Предварительное оценивание возможных вариантов предполагает их сокращение для дальнейшего рассмотрения путем применения экспертных методов, в частности, метода комиссий. Усовершенствован критерий эффективности выбора комплекса технических средств, отличающийся совокупностью параметров и ограничений, характерных для специализированных информационных систем. Предложен поэтапный метод выбора рационального варианта структуры и состава комплекса технических средств специализированной информационной системы.

Проведены экспериментальные исследования результатов диссертационных исследований. Предложена информационная технология выбора структуры комплекса технических средств информационной системы, построенной на основе разработанных моделей и методов. Обосновано сокращение затрат времени и трудоемкости работ по предварительной оценке и подготовке рекомендаций для выбора рациональной структуры комплекса технических средств среди возможных вариантов путем применения предложенных теоретических решений.

Предлагаемые модели и технология выбора структуры технических средств информационных систем реализованы алгоритмически и программно и внедрены на промышленном предприятии и в высшем учебном заведении при решении инженерных задач.

Анализ внедрения результатов диссертационных исследований показал целесообразность использования разработанных и использованных моделей и технологии

выбора структуры технических средств при разработке информационных систем промышленных предприятий или организаций, в которых ведется технический учет энергоресурсов.

Ключевые слова: проектирование информационной системы, структура технических средств, выбор рациональной структуры, графовая модель, стоимостной критерий.

### **ABSTRACT**

Saif Q. Muhamed Models and technologies of choice of the structure technical facilities of information systems. – Manuscript.

Dissertation for the degree of candidate of technical sciences, specialty 05.13.06 - information technology. – Kharkov National University of Radio Electronics of Ministry of Education and Science, Youth and Sport of Ukraine. - Kharkov, 2013.

The thesis is devoted to the solution of current scientific and practical problems of developing new models and technologies of choosing of Technology Structural in the information systems.

This classification by featured of information networks and the type of additional equipment reviews the information system of technical energy accounting , maximum use of existing data network company to choose the rational structure of the technical facilities which prompted predefinition of the overall structure using the methods of expert evaluation. Developed graph model considering the peculiarities interface technical facilities. Enhanced the efficiency criterion of choice of the technical facilities based on of the cost criterion. Proposed Phased method choice of the structure of the technical facilities of information systems. Based on the graph models and methods to build information technology that allows get the rational structure of the complex from a technical and technological constraints in the enterprise

The proposed model and the technology choice of the structure the technical facilities of information systems implemented in industry and in universities.

Keywords: design of the information system, the structure of technical facilities, the Choice of a rational structure, graph model, the cost criterion.