

Винахід відноситься до електротехніки, зокрема - до систем обліку і управління електроспоживанням і може бути використаний місцевими енергопостачальними компаніями в практиці управління споживанням електричної енергії в комунально-побутовому секторі (КПС) муніципального господарства.

До сьогоднішнього дня найбільше поширення одержали два прийоми управління електроспоживанням - встановлення лімітів споживання по потужності для промислових споживачів і віялові відключення побутових споживачів. Віялові відключення є хоча і вимушеною, проте, досить жорсткою обмежувальною мірою, яка завдає незручностей населенню і негативно впливає на соціальний клімат у регіонах. У цьому зв'язку, розробка заходів для управління попитом на електричну енергію в КПС, за допомогою яких можна було б попередити віялові відключення, може бути віднесена до розряду тих актуальних задач, які визначають успішність ринкового реформування муніципальної енергетики.

Відомий пристрій, що реалізує спосіб управління електричним навантаженням районної трансформаторної підстанції сільських електричних мереж [1]. Він містить датчик температури зовнішнього повітря, датчик електричного навантаження, таймер, логічний блок і розмикачі електричного живлення.

Винахід призначений для спрощення процесу управління навантаженням районних трансформаторних підстанцій в умовах неповноти інформації про стан її району електропостачання як об'єкта управління. При цьому управління живленням підстанції здійснюється тільки по температурі зовнішнього повітря, тобто знеструмлення споживачів відбувається при такому її зниженні, при якому очікуване електричне навантаження перевищує встановлений для підстанції ліміт потужності.

Недоліком цього пристрою є те, що він ігнорує здатність споживачів самостійно регулювати обсяги споживання електроенергії при зниженні зовнішньої температури нижче граничного рівня, який визначається згідно з винаходом. Для споживачів не передбачено будь-якої можливості зберегти електропостачання навіть на зниженому, у порівнянні з реальною потребою, рівні. У цьому сенсі, управління, що реалізується відомим пристроєм, є безальтернативним і дискримінаційним по відношенню до споживачів.

Найбільш близьким аналогом запропонованого технічного рішення, прийнятим за прототип, є «Пристрій для автоматичного управління електричним навантаженням» [2]. Він вигідно відрізняється тим, що надає можливість споживачу скорегувати обсяги споживання електричної енергії відповідно до вимог енергопостачальної компанії й уникнути тим самим примусового відключення від системи електропостачання.

Пристрій містить вузли обліку споживання енергії; блок прийому інформації; обчислювальний пристрій; блок визначення поточних лімітів; блок видачі лімітів, що включає перетворювачі код-аналог, вихідні регістри, дешифратор; пульт оператора, що включає регістр даних, запам'ятовуючий пристрій, схему множення, схему розподілу, комбінаційний суматор, запам'ятовуючий пристрій, накопичувальний суматор, дешифратор, тригер режиму; блок управління, що включає тригер переривання, схему синхронізації, генератор, тригер запуску, лічильник адреси; пульт, синхронізуючи виходи схеми синхронізації, перший управляючий і інформаційні виходи пульта, інформаційний вихід лічильника адреси, другий управляючий вихід пульта.

Пристрій призначений для підвищення ефективності управління електроспоживанням промислового підприємства шляхом включення в ланцюг управління як самостійних об'єктів управління окремих ділянок, цехів, енергетичних агрегатів, які при необхідності могли б проводити зниження власного електроспоживання до належного рівня.

Недолік пристрою-прототипу полягає в тому, що він має вузький спектр застосування, обмежений сферою промислового виробництва. Він передбачає наявність не тільки розвинутої системи обліку електроспоживання, але також, що суттєво, потребує наявності на підприємстві вертикальної ієрархічної структури управління електроспоживанням, в якій інструкції щодо належного змінювання електричного навантаження мають силу наказу для виробничих ділянок і цехів і неухильно виконуються.

Таким чином, висока виконавська дисципліна на виробництві є основною передумовою ефективної роботи пристрою-прототипу. Відсутність відповідної ієрархічної структури управління електроспоживанням у КПС, сильний вплив соціальних мотивів у формуванні принципів енергетичної політики унеможлиблює використання пристрою-прототипу для управління інтенсивністю споживання електричної енергії побутовими споживачами.

Задачею винаходу, що заявляється, є підвищення ефективності управління електроспоживанням у КПС.

Поставлена задача вирішується в такий спосіб, система обліку і управління електроспоживанням у комунально-побутовому секторі, що містить вузли обліку, встановлені в центрах електропостачання і з'єднані каналом телеметрії з блоком прийому інформації, вихід якого з'єднаний із входом обчислювального пристрою, а вихід останнього зв'язаний із входом блоку видачі лімітів для кожного з центрів електропостачання, причому, блок видачі лімітів зв'язаний з пультом оператора, а також комп'ютерну мережу з базою даних про платежі, що надійшли від споживачів за спожиту електричну енергію, і місцевий телерадіомовний канал, відповідно до винаходу в систему введені аналізатор бази даних платежів, встановлений на вході блоку видачі лімітів, і інформаційно-управляючий канал зв'язку зі споживачами, призначений для інформування споживачів у реальному масштабі часу про належний і фактичний режими роботи центрів електропостачання, причому канал з'єднує виходи блоку прийому інформації і блоку видачі лімітів з телерадіомовним каналом, а також виходи блоку прийому інформації з входом пульта оператора, крім того, аналізатор бази даних містить класифікатор облікових записів споживачів по ознаці територіальної приналежності будинку, де мешкає споживач, до району електропостачання того або іншого центра, а також суматори платежів, зібраних напередодні, по кожній із класифікованих груп споживачів, а обчислювальний пристрій містить ідентичні по своїй структурі канали в кількості, що дорівнює кількості центрів електропостачання, причому, кожен канал має блок короткострокового прогнозу добового ходу і добового максимуму електричного навантаження відповідного центра електропостачання, блок пам'яті, призначений для зберігання даних про очікувану величину добового максимуму електричного навантаження того ж центра, що реалізується при нормативній якості теплопостачання споживачів, дискримінатор, призначений для обчислення ресурсу управління електроспоживанням, а також інтегратор, при цьому блок видачі лімітів містить блок обчислення необхідного зниження електричного навантаження в комунально-побутовому секторі, що містить суматор і дискримінатор,

багатоканальний блок аналізу по кожному з центрів електропостачання повноти оплати споживачами рахунків за електроенергію, відпущену через цей центр, блок ранжирування центрів електропостачання по ознаці повноти оплати, блок послідовного призначення лімітів потужності центрам електропостачання в порядку, визначеному в результаті їхнього попереднього ранжирування.

Крім того, вузли обліку встановлені на понижуючих підстанціях міської електричної мережі, оснащених дистанційно керованими з пульта оператора розмикачами електричного живлення центрів електропостачання.

Функціональне призначення сукупності ознак, що заявляються, полягає: в зборі та аналізі інформації про обсяги споживання електроенергії в КПС, а також про зроблену комунальними і побутовими споживачами оплату рахунків за спожиту електроенергію; у структуруванні цієї інформації згідно з ознакою територіальної приналежності споживачів до відповідного центра електропостачання і визначенні всім центрам відповідних лімітів потужності, крім того, у доведенні до споживачів через канал телерадіомовлення зазначеної інформації з тією метою, щоб споживачі змогли оцінити миттєву ситуацію щодо відповідності фактичного навантаження центрів електропостачання встановленим лімітам і добровільно скорочували власне електроспоживання на період проходження енергосистемою вечірнього максимуму електричного навантаження.

Наведена сукупність ознак дозволяє реалізувати механізм заохочування споживачів до участі в регулюванні електричного навантаження енергосистеми. Тимчасове добровільне відключення споживачами електротепловентиляторів, масляних радіаторів і електроподогревателів при збереженні у включеному стані менш потужних приладів - ламп освітлення, телевізійної й аудіотехніки, холодильників та ін., не призводить до втрати споживачами здатності займатися звичними домашніми справами у вечірні години. Тобто, утримуючись в години вечірнього максимуму від використання тільки електричного обігріву, споживачі додержуватимуться встановлених центрам електропостачання лімітів потужності і зможуть уникнути віялових відключень.

На фіг. 1 представлена компоновальна схема системи, а також зазначені її зовнішні зв'язки з іншими технічними системами, з якими їй доводиться взаємодіяти в процесі роботи. На фіг.2 конкретизовані внутрішні зв'язки між окремими блоками системи: блоком прийому інформації (БПІ), обчислювальним пристроєм (ОП), аналізатором бази даних (АБД), блоком видачі лімітів (БВЛ), пультом оператора (ПО) та телерадіомовним каналом (ТРК). На фіг.3 розкрито структуру одного з каналів обчислювального пристрою (КОП). На фіг.4 розкрита структура каналу блоку аналізу (КБА) повноти оплати, а на фіг. 5 розшифрований алгоритм роботи блоку призначення лімітів потужності (БПЛ), що входять до складу БВЛ. Фіг.6 пояснює принцип корекції ліміту потужності для одного з центрів електропостачання, а фіг.7 і фіг. 8 розкривають альтернативні сценарії роботи центра електропостачання, що можуть скластися при різних стратегіях поведінки споживачів. Фіг.7 описує добовий хід фактичного електричного навантаження центра електропостачання при активному регулюванні електричного навантаження споживачами. Фіг.8 ілюструє випадок, коли споживачі ігнорують вимоги енергопостачальної компанії додержуватися ліміту потужності.

Система включає вузли 1, 2, 3 обліку споживання електричної енергії (див. фіг.1), встановлені в центрах 4, 5, 6 електропостачання, через які здійснюється електропостачання великих груп 7, 8, 9 споживачів, що проживають у територіально відособлених один від одного житлових масивах. Вузли 1, 2, 3 обліку з'єднані каналом 10 телеметрії із блоком 11 прийому інформації. Вихід останнього з'єднаний із входом обчислювального пристрою 12, вихід якого зв'язаний із входом блоку 13 видачі лімітів. Блок 13 видачі лімітів зв'язаний з пультом 14 оператора.

Система також включає місцевий телерадіомовний канал 15 і комп'ютерну мережу 16 з базою 17 даних про самих споживачів 7, 8, 9 і про платежі, що надійшли від кожного з них, за спожиту ними електричну енергію. Кожний індивідуальний обліковий запис бази даних 17 містить в тій чи іншій формі наступну інформацію - прізвище споживача, його адресу, дату та суму отриманих від нього коштів.

В систему введений аналізатор 18 бази 17 даних платежів, що встановлений на вході блоку 13 видачі лімітів. Він може бути виконаний у вигляді самостійного пристрою, наприклад, персонального комп'ютера, що має доступ до бази 17 даних. Нарешті, у систему введений інформаційно-управляючий канал 19, за допомогою якого виходи блоку 11 прийому інформації і блоку 13 видачі лімітів з'єднують із входом місцевого телерадіомовного каналу 15. Крім того, інформаційно-управляючий канал 19 з'єднує між собою виходи блоку 11 прийому інформації і вхід пульта 14 оператора. Канал 19 може бути реалізований будь-яким з відомих способів, наприклад, за допомогою лінії телефонного зв'язку.

Пульт 14 оператора за допомогою каналу 20 телеметрії і телеуправління зв'язаний з розмикачами 21, 22, 23 живлення центрів 4, 5, 6 електропостачання, встановленими на понижуючих підстанціях 24, 25 міської електричної мережі. Одночасно пульт 14 оператора має інформаційний зв'язок із входами блоку 13 видачі лімітів.

Аналізатор 18 бази 17 даних (див. фіг.2) містить класифікатор 26 (Кл) індивідуальних облікових записів споживачів по ознаці територіальної приналежності будинку, де мешкає споживач, до району електропостачання відповідного центра 4, 5, 6, а також суматори 27 платежів по кожній із класифікованих груп споживачів.

Обчислювальний пристрій 12 містить ідентичні по своїй структурі канали 28, 29, 30 у кількості І, що дорівнює кількості центрів електропостачання 4, 5, 6. Входи каналів 28, 29, 30 з'єднані з відповідними виходами блоку 11 прийому інформації.

Фіг.3 розкриває структуру каналу 28 обчислювального пристрою 12. До нього входять блок короткострокового прогнозу 31 (БПр); блок пам'яті 32 (Пам); дискримінатор 33 (Д) і інтегратор 34.

Блок прогнозу 31 має два виходи, які утворюють перший і другий виходи каналу 28 (28-а і 28-б). Перший вихід блоку 31 призначений для прогнозування добового профілю електричного навантаження відповідного центра електропостачання, наприклад, у півгодинному растрі,

$$P_{Pi} = (P_{Pi,1}, P_{Pi,2}, P_{Pi,3}, \dots, P_{Pi,48}), \quad (1)$$

при відсутності обмеження попиту на електричну енергію як з боку енергопостачальної компанії, так і з

боку самих споживачів. Тут $P_{Pi,j}, i = \overline{1, I}, j = \overline{1, 48}$ - середнє електричне навантаження i -того центра електропостачання протягом j -того 30-ти хвилинного інтервалу наступної доби. Другий вихід блоку 31 призначений для прогнозування добового максимуму електричного навантаження M_{Pi} того ж центра електропостачання при тому ж самому припущенні.

Другий вихід блоку 31 прогнозу зв'язаний також з першим входом дискримінатора 33. Другий вхід дискримінатора 33 зв'язаний з виходом блоку пам'яті 32. Вихід дискримінатора 33 одночасно є третім виходом (28-в) каналу 28.

Вхід інтегратора 34 зв'язаний із входом каналу 28, а його вихід є четвертим виходом (28-г) каналу 28.

Блок 13 видачі лімітів (див. фіг. 2) містить блок 35 обчислення необхідного зниження піка електричного навантаження в КПС, який, в свою чергу, включає суматор 36 і дискримінатор 37, а також багатоканальний блок 38 аналізу по кожному центру електропостачання 4, 5, 6 повноти оплати споживачами 7, 8, 9 рахунків за електроенергію, відпущену через цей центр. Блок аналізу повноти оплати (БАПО) 38 містить канали 39, 40, 41 у кількості I , що дорівнює кількості центрів електропостачання 4, 5, 6.

Фіг.4 розкриває на прикладі каналу 39 структуру каналів БАПО. Канал включає мультиплікатор 42 (M) і дільник 43 (Dil); має 3 входи та один вихід. Перший його вхід зв'язаний з відповідним виходом аналізатора 18 бази даних, другий вхід - з четвертим виходом відповідного каналу обчислювального пристрою 12, і третій вхід зв'язаний з інформаційним виходом пульта 14 оператора. При цьому другий і третій входи каналу 39 є входами мультиплікатора 42, вихід якого зв'язаний із входом дільника 43. Інший вхід дільника 43 з'єднаний з першим входом каналу 39, а вихід - з виходом каналу.

Блок 13 видачі лімітів (див. фіг. 2) включає також блок 44 ранжирування (БР) центрів електропостачання 4, 5, 6 по ознаці повноти оплати, а також блок 45 призначення лімітів потужності. Виходи блоку 45 одночасно є виходами блоку 13 видачі лімітів.

Кожен з I виходів блоку 13 видачі лімітів має власний зв'язок з інформаційно-управляючим каналом 19. Так само, кожен з I виходів блоку 11 прийому інформації має власний зв'язок з каналом 19.

Облік і управління електроспоживанням здійснюється запропонованою системою наступним чином.

Оскільки ключову роль в регулюванні електричного навантаження в КПС відіграють самі споживачі, роль системи управління зводиться до того, щоб забезпечити їх в години проходження регіональною енергосистемою вечірнього максимуму навантаження інформацією, потрібною їм, щоб зробити адекватний вибір, а саме - зменшити колективними зусиллями споживання до запропонованого рівня або піддати себе ризику повного примусового відключення від електричної мережі. У першому випадку споживачі відмовляються від використання тільки частини з наявних в їх розпорядженні електричних приладів, в першу чергу - електрообігрівачів та електроводонагрівачів, але зате зберігають елементарні зручності у вигляді електроосвітлення і телевізора. В другому ж випадку вони позбавляють себе можливості користуватися не тільки обігрівачами, але будь-якими електричними приладами, тобто прирікають себе на нудьгування в п'ятьмах.

Для того, щоб забезпечити споживачів такою інформацією, система управління збирає, обробляє і транслює в години вечірнього максимуму електричного навантаження по ТВ-каналу та/або каналу радіомовлення дані про фактичні і належні режими роботи центрів електропостачання 4, 5, 6.

Під належним режимом роботи кожного з центрів 4, 5, 6 електропостачання матиметься на увазі такий режим його роботи, коли його електричне навантаження $P_{\Phi i}(t)$, зумовлене інтенсивністю споживання електричної енергії відповідною групою споживачів 7, 8, 9, ні в який час доби t не перевищує встановленого йому ліміту потужності L_i :

$$P_{\Phi i}(t) \leq L_i, i = \overline{1, I}. \quad (2)$$

Призначення лімітів потужності здійснюється наступним чином. Аналізатор 18 сканує всі облікові записи споживачів, що містяться в базі 17 даних, і за допомогою класифікатора 26 (див. фіг.2) сортирує їх на I груп по ознаці територіальної приналежності споживачів до того або іншого центра електропостачання 4, 5, 6. По

кожній групі суматори 27 підраховують суму платежів Π_i , що надійшли в оплату за відпущену цій групі споживачів електроенергію за певний період часу, наприклад, з початку календарного року. Таким чином, на виході аналізатора 18 бази даних генеруються дані $\Pi_1 \dots \Pi_I$ про суми грошових коштів, що надійшли від споживачів 7, 8, 9, причому, роздільно по кожній групі.

Ці дані надходять на вхід блоку 38 аналізу повноти оплати. При цьому дані по першій групі надходять на перший вхід каналу 39 блоку 38, дані по другій групі - відповідно, на перший вхід каналу 40, і так далі по всім центрам електропостачання. Одночасно на третій вхід усіх каналів 39, 40, 41 блоку 38 з пульта 14 оператора надходять дані про поточну величину тарифу C на електричну енергію, що вводяться оператором через клавіатуру пульта.

На другий вхід кожного з каналів 39, 40, 41 з обчислювального пристрою 12 надходять дані про обсяги споживання електричної енергії W_i відповідним центром електропостачання 4, 5, 6, накопичені за той же період часу, що фігурує при підрахунку грошових надходжень від споживачів, тобто в наведеному прикладі; з початку календарного року. Операція підрахунку обсягів споживання електричної енергії виконується інтеграторами, наприклад, по центру 4 - інтегратором 34 (див. фіг.3), що працює в складі каналу 28 обчислювального пристрою 12.

Мультиплікатор 42 (див. фіг.4) перемножує дані, що надійшли на його входи, і генерує на своєму виході величину заборгованості відповідної групи споживачів перед енергопостачальною компанією, що виникла з початку року. Ці дані надходять на вхід дільника 43, що обчислює відношення фактично надійшовших коштів

до величини заборгованості і визначає тим самим повноту оплати i -тою групою своїх зобов'язань:

$$O_i = \frac{\Pi_i}{W_i C}. \quad (3)$$

Таким чином, на виходах блоку 38 (див. фіг.2) формуються дані $O_1 \dots O_I$ про повноту оплати рахунків кожною зі споживчих груп 7, 8, 9.

В результаті обробки зазначених даних блоком 44 ранжирування здійснюється упорядкування списку груп споживачів 7, 8, 9 по повноті оплати в порядку збільшення повноти оплати. На першому виході блоку 44 генерується номер споживчої групи $S_1 = I, O_1 = \min\{O_i\}, i = \overline{1, I}$, що гірше всіх гасить заборгованість перед енергопостачальною компанією. На другому виході генерується номер наступної в порядку зростання повноти оплати групи. На останньому виході генерується номер групи $S_I = m, O_m = \max\{O_i\}, i = \overline{1, I}$, що сплачує рахунки краще за всіх. На наступному кроці ця інформація використовується блоком 45 при призначенні лімітів потужності центрам електропостачання 4, 5, 6 і формуванні добового розкладу обмежень електроспоживання.

Крім зазначених даних на вхід блоку 45 надходять також наступні дані:

завдання Z_0 на зниження добового максимуму електричного навантаження в КПС;

прогнозовані значення добових максимумів $M_{\Pi 1}, M_{\Pi 2}, \dots, M_{\Pi I}$ електричного навантаження по кожному з центрів 4, 5, 6 електропостачання;

добові профілі прогнозованого електричного навантаження по кожному з центрів $P_{\Pi 1}, P_{\Pi 2}, \dots, P_{\Pi I}$;

оцінки ресурсів управління електроспоживанням по кожному з центрів 4, 5, 6 електропостачання.

Прогноз добових максимумів $M_{\Pi 1}, M_{\Pi 2}, \dots, M_{\Pi I}$ надходить на вхід блоку 45 з виходів каналів 28, 29, 30 обчислювального пристрою 12. Блок 35 обчислення необхідного зниження електричного навантаження в КПС складає за допомогою суматора 36 прогнозовані добові максимуми електричного навантаження по всіх центрах електропостачання 4, 5, 6:

$$M_{\Pi \Sigma} = \sum_i M_{\Pi i} \quad (4)$$

і потім з одержаної оцінки добового максимуму електричного навантаження $M_{\Pi \Sigma}$ віднімає за допомогою дискримінатора 37 величину ліміту L_0 потужності, що надійшла на його вхід з пульта 14 оператора. Величина ліміту L_0 , що визначає максимальне припустиме електричне навантаження в КПС на наступну добу, конкретизується розпорядженням вищого органа диспетчерського управління енергосистемою і вводиться оператором з клавіатури пульта 14.

Таким чином, завдання на зниження добового максимуму електричного навантаження в КПС визначається як:

$$Z_0 = M_{\Pi \Sigma} - L_0. \quad (5)$$

Ресурси $P_{\Pi 1}, P_{\Pi 2}, \dots, P_{\Pi I}$ управління електроспоживанням оцінюються по кожному з центрів 4, 5, 6 електропостачання в процесі паралельної обробки даних каналами 28, 29, 30 обчислювального пристрою 12. Наприклад, ресурс управління по центру 4 обчислюється дискримінатором 33 (див. фіг.3) каналу 28 як різниця між прогнозом максимуму навантаження і виходом блоку 32 пам'яті:

$$R_{\Pi 1} = M_{\Pi 1} - M_{E1}, \quad (6)$$

де M_{E1} репрезентує оцінку добового максимуму електричного навантаження центра електропостачання 4, який реалізується при дотриманні джерелом централізованого тепlopостачання, що живить споживачів групи 7 теплом, нормативних вимог щодо режимів відпуску тепла.

Справа в тому, що при бездоганній якості тепlopостачання електричне навантаження в КПС знижується до певного мінімуму, так званого еталону. В такі дні населення повноцінно задовольняє свої потреби, що вимагають використання електричної енергії, за винятком електрообігріву, який є просто зайвим. Тому величина $R_{\Pi 1}$ репрезентує оцінку величини електрообігрівального ресурсу, що ймовірно буде задіяний споживачами групи 7 для додаткового обігріву житлових приміщень в годину пікового навантаження енергосистеми, у разі зниження джерелом тепlopостачання обсягів відпуску тепла в порівнянні з нормативами.

Що стосується інших центрів 5, 6, то для кожного з них ресурс управління електроспоживанням оцінюється аналогічним чином:

$$R_{\Pi i} = M_{\Pi i} - M_{Ei}. \quad (7)$$

Добовий профіль електричного навантаження для кожного з центрів електропостачання прогнозується тим же блоком прогнозу, що працює в складі відповідного каналу 28, 29, 30 обчислювального пристрою 12. Наприклад, прогнозування добового профілю електричного навантаження центра 4 електропостачання по передісторії електроспоживання здійснює блок 31 прогнозу каналу 28 (див. фіг.3),

$$P_{\Pi 1} = f(P_{\Phi 1}(t)), P_{\Phi 1}(t - 30'), P_{\Phi 1}(t - 60'), \dots, P_{\Phi 1}(t - 1410')). \quad (8)$$

Аналогічним чином обчислюються прогнози добового ходу електричного навантаження по інших центрах 5 і 6 електропостачання.

Алгоритм роботи блоку 45 призначення лімітів потужності представлено на фіг. 5.

Головна ідея призначення лімітів центрам електропостачання полягає в тому, щоб розподілити завдання

Z_0 на зниження добового максимуму електричного навантаження в КПС між центрами 4, 5, 6 електропостачання, ув'язавши послідовність формування розкладу обмежень з результатами ранжирування центрів по повноті оплати рахунків за спожиту електроенергію зв'язаними з ними групами 7, 8, 9 споживачів. Першочерговому включенню до розкладу обмежень підлягають ті центри, чиї споживачі менш сумлінно гасять заборгованість перед енергопостачальною компанією. Групи ж споживачів, що мають низьку заборгованість, навпаки, обмежуються в останню чергу і лише при гострій необхідності. Але, незважаючи на те, яке місце в розкладі обмежень посідає центр електропостачання, його розвантаження G_i не може перевищувати ресурс $R_{\Pi i}$, оцінений по (7):

$$0 \leq G \leq R_{\Pi i}. \quad (9)$$

Крім того, в алгоритмі роботи блоку 45 реалізований принцип, що тривалість періоду самообмеження споживачів не повинна перевищувати звичних 2 годин. Цей принцип реалізується алгоритмом шляхом корегування глибини розвантаження центра електропостачання у випадку, якщо використання правила $L_i = M_{\Pi i} - G_i$ при призначенні ліміту потужності призводить до більш тривалих для споживачів періодів самообмеження.

Отже, алгоритм містить I ітерацій, в ході яких всім центрам електропостачання в порядку, попередньо визначеному блоком 44 ранжирування, тобто починаючи з центра I з найнижчим відсотком оплати, послідовно призначаються ліміти потужності.

Кожна ітерація починається з визначення номера i центра електропостачання, який займає k -ту позицію в послідовності $S_1 \dots S_I$, після чого здійснюється перевірка, чи перевищує непокрита частина Z_k завдання Z_0 на зниження добового максимуму електричного навантаження в КПС величину ресурсу $R_{\Pi i}$, притаманного i -тому центру електропостачання. Якщо результатом порівняння є «ТАК», то глибину розвантаження G_i , обирають на рівні ресурсу зниження $R_{\Pi i}$, а ліміт потужності L_i встановлюють на рівні еталонного максимуму: $L_i = M_{\Pi i} - G_i = M_{\Pi i} - R_{\Pi i} = M_{Ei}$. В протилежному випадку глибину G_i розвантаження i -того центру електропостачання обирають на рівні непокритої частини завдання Z_k і визначають ліміт L_i як різницю між прогнозованим максимумом навантаження $M_{\Pi i}$ та глибиною розвантаження G_i .

На наступному кроці оцінюють тривалість періоду T_i самообмеження споживачів. Тривалість оцінюється як різниця між моментами часу t_2 і t_1 (див. фіг.6), в яких прогнозований добовий профіль електричного навантаження $R_{\Pi i}$ перетинає ліміт потужності L_i . На фіг. 5 t_m позначає момент часу, в якому прогнозоване електричне навантаження центру електропостачання сягає максимуму $M_{\Pi i}$.

Далі перевіряють, чи не перевищує тривалість T_i періоду самообмеження двох годин. Якщо ця умова не виконується, глибину G_i розвантаження зменшують, а ліміт потужності збільшують $L_{ic} > L_i$ таким чином, щоб тривалість періоду самообмеження дорівнювалась двом годинам. Після цього уточнюють моменти часу t_4 і t_3 , в яких прогнозований добовий профіль електричного навантаження $R_{\Pi i}$ перетинає скорегований ліміт L_{ic} . На цьому ж кроці визначаються очікувані часові границі періоду дії ліміту потужності L_i . Ліва границя періоду лімітування дорівнюється $t_{л1,i}$, а права — $t_{л2,i}$. Тим самим завершується формування k -тої строки в розкладі обмежень, яка містить номер центра електропостачання i , величину ліміту потужності L_i , а також часові границі періоду дії ліміту - $t_{л1,i}$ та $t_{л2,i}$.

Нарешті, здійснюється перевірка, чи перевищує кількість центрів електропостачання I номер поточної ітерації k . Якщо результатом перевірки є "Так", розпочинається наступна ітерація, і непокрита частина завдання Z_k корегується в бік зменшення на величину глибини розвантаження i -того центру G_i .

Якщо завдання на розвантаження перших n у розкладі обмежень центрів електропостачання цілком

перекривають загальне завдання Z_0 на зниження максимуму електричного навантаження в КПС $\sum_{k=1}^n G_k = Z_0$, то, як видно з алгоритму, решті центрів ліміти потужності встановлюються на рівні прогнозованих максимумів електричного навантаження: $G_i = 0$; $L_i = M_{\Pi i}$, $n < k \leq I$. Фактично це означає, що групам споживачів, які сумлінно сплачують рахунки, дозволено споживати електричну енергію без обмежень.

За 10-15 хвилин до досягнення електричним навантаженням енергосистеми встановленого для неї ліміту потужності L_0 система управління активізує свій зв'язок з телерадіомовним каналом 15. Починаючи з цього моменту розпочинається трансляція в ефір даних про фактичне електричне навантаження центрів електропостачання 4, 5, 6 у реальному масштабі часу, і телеглядачі одержують можливість спостерігати на екранах телевізорів динаміку змін в картині споживання електроенергії різними районами міста, а також

оцінювати співвідношення між поточною величиною електричного навантаження $P_{\Phi(t)}$ і лімітом L_i по кожному з центрів електропостачання. У випадку, якщо споживачам вдається утримувати електричне навантаження свого центра електропостачання нижче заданого ліміту $P_{\Phi(t)} \leq L_i$, режим його роботи визначається як належний і не піддається корективам з боку оператора (див. фіг.7). У протилежному випадку оператор, зафіксувавши перевищення електричним навантаженням ліміту $P_{\Phi(t)} > L_i$, кваліфікує його як порушення дисципліни споживання і вводить для i -того центра електропостачання режим віялового відключення. Команда на відключення по каналу 20 телеметрії і телеуправління надходить на відповідний розмикач із групи 21, 22, 23, він спрацьовує і знеструмлює споживачів-порушників до кінця запропонованого періоду самообмеження $t_{л2,i}$ (див. фіг.8).

Факт відключення групи споживачів, що не виконала вимог по зниженню електричного навантаження свого центру електропостачання, можна буде побачити на екранах телевізорів. Це буде стимулом для споживачів інших груп самостійно скоротити споживання електричної енергії під час вечірнього максимуму електричного навантаження енергосистеми.

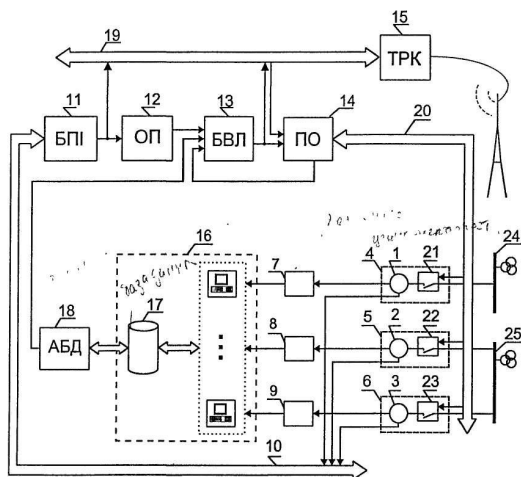
Для того, щоб послабити вимоги енергопостачальної компанії стосовно належної глибини розвантаження центра електропостачання на наступну добу, відповідній групі споживачів треба погасити свої борги за спожиту електроенергію, тобто збільшити повноту оплати. Це призведе до зміни результатів ранжирування центрів, і наступного дня цей центр може опинитися на одному з останніх місць у розкладі примусових обмежень споживання, для якого глибина розвантаження може бути встановлена значно меншою чим напередодні.

Використання запропонованої системи в КПС дозволить привчити побутових споживачів активно реагувати на команди диспетчерського персоналу енергосистем, відновити платіжну дисципліну, а головне - поступово відмовитися від практики віялових відключень. Це, в свою чергу, призведе до зниження нерівномірності добового профілю електричного навантаження і підвищенню економічності виробництва електричної енергії в об'єднаній енергосистемі, а також надійності її функціонування.

Джерела інформації:

[1] Авторське свідоцтво СРСР №1176415 А, кл. Н 02 J 13/00, 1985р.

[2] Авторське свідоцтво СРСР №1457066 А1, кл. Н 02 J 13/00, 1989р.



Фіг. 1

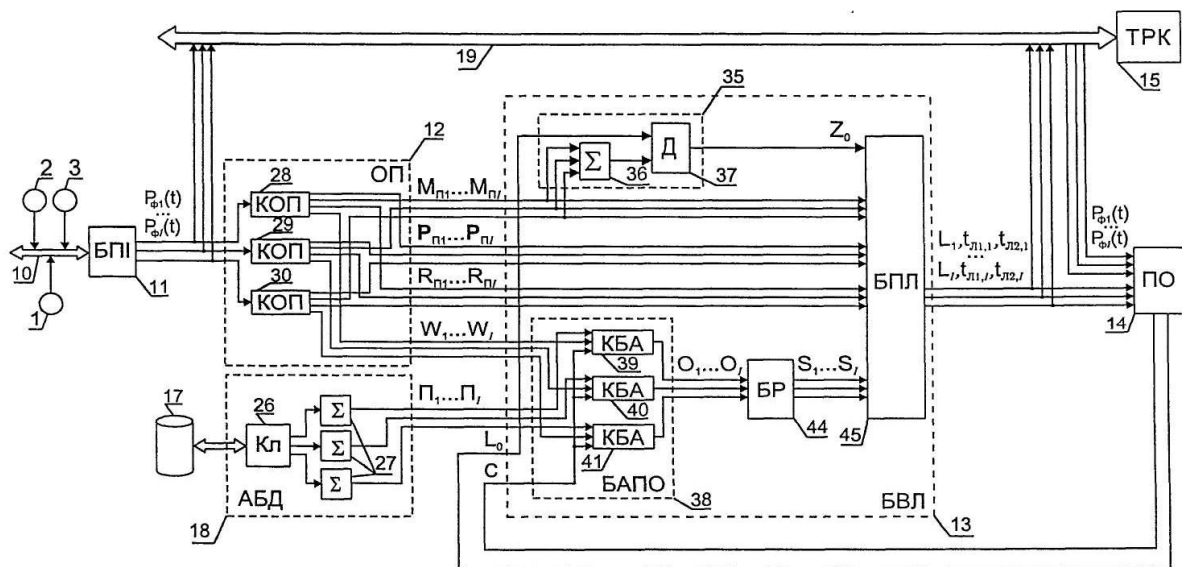


Fig. 2

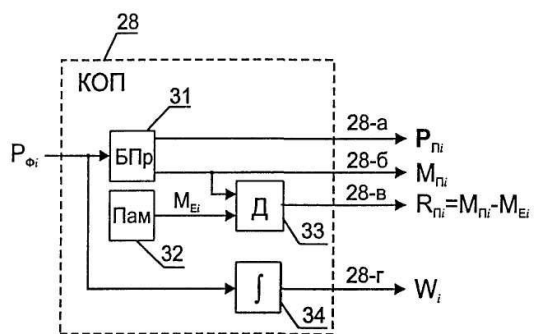


Fig. 3

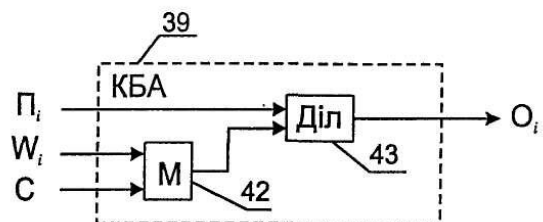
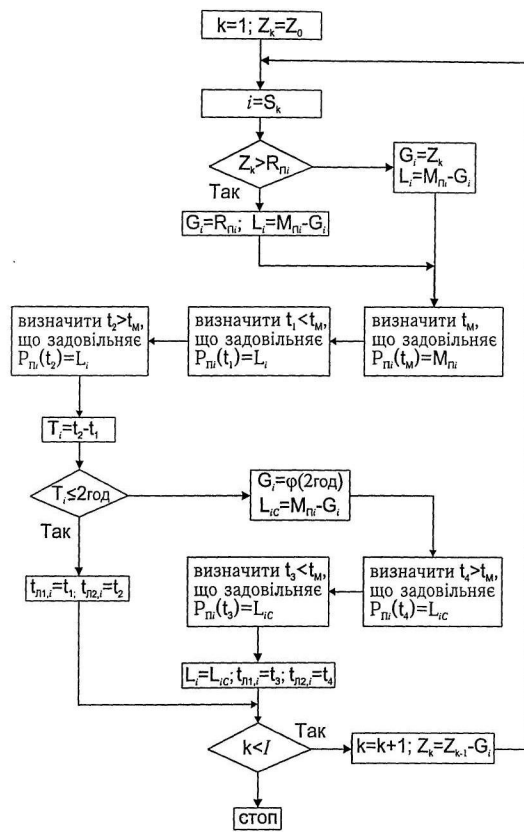
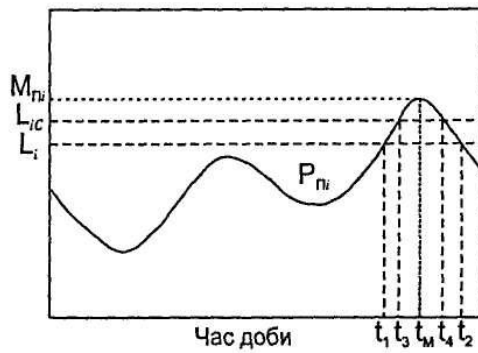


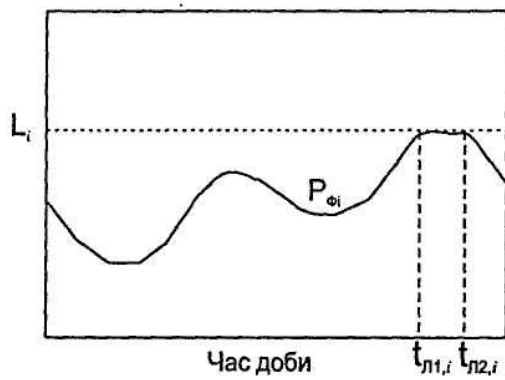
Fig. 4



Фиг.5



Фиг.6



Фиг.7

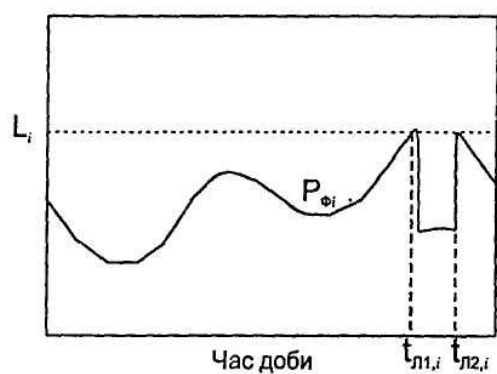


Fig.8