

Міністерство освіти України

Київський державний торговельно-економічний університет

На правах рукопису

ЗЕНЦЕВ ВСЕВОЛОД ГРИГОРОВИЧ

ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ  
ЕНЕРГІЇ В ПІДПРИЄМСТВАХ МАСОВОГО  
ХАРЧУВАННЯ

Спеціальність 05.14.01 – енергетичні  
системи і комплекси

Науковий консультант – академік НАН Ук-  
раїни, доктор технічних наук, професор  
Г.Г. СЧАСТЛИВИЙ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т  
ДИСЕРТАЦІЇ НА ЗДОБУТТЯ ВЧЕНОГО СТУПЕНЯ  
доктора технічних наук

Київ – 1995

AB 33.893

Дисертація є рукопис

Робота виконана в Київському державному торговельно-економічному університеті

Офіційні опоненти: член-корреспондент НАН України, доктор технічних наук, професор В.Ф.Резцов;  
засл. діяч науки і техніки України, доктор технічних наук, професор І.М.Богаченко;  
доктор технічних наук, професор Е.Д.Домашов.

Провідна установа - Київський державний університет харчових технологій

Захист відбудеться "15" 02 1993 р. о 10 год.  
на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 01.59.03 при інституті проблем енергозбереження НАН України за адресою: 254070, Київ-70, вул.Покровська, 11, /тел. 417-01-42/.

З дисертаційною роботою можна ознайомитися в бібліотеці інституту проблем енергозбереження НАН України.

Автореферат розісланий "10" 01 1993 р.

ЛНБ України ім.В.Стефаника



00755169 (X)

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради  
кандидат технічних наук

Л.П.Мельничук

### ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

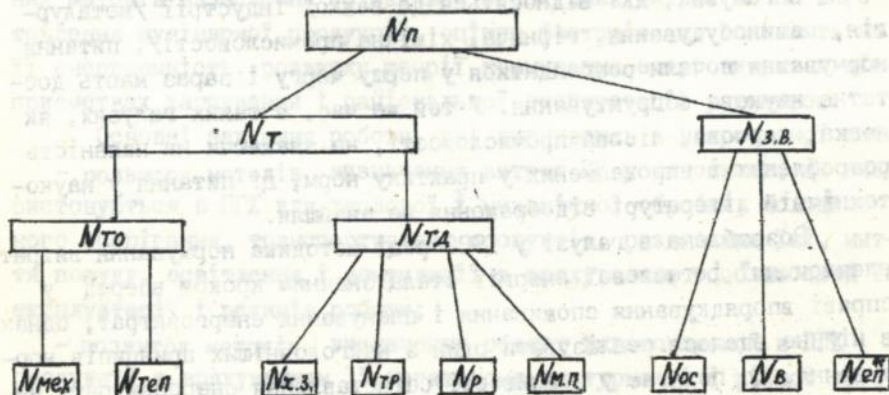
#### Актуальність проблеми і ступінь дослідження тематики дисертації.

Робота присвячена одному з аспектів проблеми енергозбереження - теоретичному узагальненню питань ефективного використання електричної енергії в галузі масового харчування.

Як об'єкти енергоспоживання підприємства громадського харчування /ПХ/ мають такі особливості:

1/ 95% усіх технологічних установок майже на 200 тис. підприємств галузі працюють на електричній енергії /ЕЕ/, а виготовляема продукція має асортимент, до складу якого надходять більше 1000 найменувань страв;

2/ електрична енергія, споживасма в підприємствах / $N_p$  /, використовується для здійснення основних / $N_{то}$ / технологічних процесів механічної / $N_{мех}$ / і теплової / $N_{теп}$ / обробки продуктів, здійснення допоміжних / $N_{д}$ / технологічних процесів холодильного зберігання / $N_{хз}$ / і транспортування / $N_{тр}$ / продуктів, роздавання їжі / $N_p$  / і миття посуду / $N_{мп}$ /, а також для забезпечення загально-виробничих / $N_{зв}$ / потреб підприємств - освітлення / $N_{ос}$ / і вентиляції / $N_v$  / приміщень /мал.1/;



Мал. 1. Структура електроспоживання підприємств харчування.

\*  $N_{ел}$  - втрати енергії в системі електропостачання підприємства.

ЛНБ ім. В. Стефанива  
АН України

3/ встановлена потужність устаткування в залежності від типу підприємств становить в більшості випадків 50...300 кВт, досягаючи в окремих великих підприємствах 5000 кВт;

4/ електроозброєність праці, яка визначається показником встановленої потужності устаткування на одного виробничника, становить 10...25  $\frac{\text{кВт}}{\text{чол.}}$ .

Наведені цифри свідчать, що хоча галузь масового харчування в основному має підприємства невеликої потужності, та враховуючи їх велику кількість і електронасиченість, є вартим уваги об'єктом, де можливо отримати істотну економію енергоресурсу за рахунок ефективного використання електричної енергії.

Починаючи з 30...40 років нашого сторіччя, коли з'явилися перші публікації таких вчених, як А.Л.Матвеев, І.Ф.Гофман, С.А.Пресс, Е.А.Русаківський, питанням раціонального використання і нормування енерговитрат приділяється постійна увага. Спроби знайти універсальне рішення проблеми для всіх галузей промисловості успіху не мали. Оскільки енергетичні показники підприємств є складними функціями багатьох складових, мають свою галузеву специфіку і залежать від факторів, характерних для певної галузі виробництва, їх вивчення, аналіз і нормування проводять у галузевому аспекті.

В галузях, які відносяться до важкої індустрії /металургія, машинобудування, гірнича, хімічна промисловості/, питання нормування почали розглядатися у першу чергу і зараз мають достатнє наукове обґрунтування. У той же час, в таких галузях, як легка, харчова, лісова промисловості, не зважаючи на наявність розроблених і впроваджених у практику норм, ці питання у науко-технічній літературі відображення не знайшли.

Розроблена в галузі у 1980 році методика нормування витрат електричної і теплової енергії стала значним кроком вперед у справі впорядкування споживання і планування енерговитрат, однак в ній не вдалося реалізувати один з найголовніших принципів нормування, що полягає у можливості співставлення енерговитрат на одиницю виготовлюваної продукції з натуральними показниками продукції, оскільки питома витрата ЕЕ визначається у кВт.год на 1000 крб товарообігу власного виробництва підприємств.

Недостатньо обгрунтовані і розроблені у галузі питання, пов'язані з визначенням витрат енергії, яка використовується електротехнічним устаткуванням, за допомогою різних емпіричних коефіцієнтів /перервності роботи; попиту; використання; автоматизації/.

В літературі є лише окремі розрізнені відомості щодо впливу різних факторів на енергетичний показник підприємств галузі, в основному без розкриття механізму цього впливу у процесах виготовлення кулінарної продукції. Нема ніяких відомостей про енергоємність різних видів продукції, яка в ПХ має досить широкий асортимент. Відсутній теоретичний аналіз закономірностей ефективного використання енергії в електротехнічних установках підприємств харчування.

Тому розробка, вирішення і теоретичне узагальнення питань, пов'язаних з використанням електричної енергії в процесах виготовлення кулінарної продукції в ПХ являє теоретичний і практичний інтерес і буде сприяти вирішенню проблеми енергозбереження, дуже важливої на сучасному етапі розвитку країни.

Мета і основні завдання роботи. Метою роботи є узагальнення питань ефективного використання електричної енергії в галузі масового харчування на основі розвитку теорії і експериментальних методів визначення об'єктивно необхідних витрат ЕЕ на виготовлення кулінарної продукції, оцінки факторів, що впливають на її енергоємність, розвитку теорії нормування енерговитрат в підприємствах харчування і раціональної експлуатації установок.

Основні завдання роботи, які випливають з накресленої мети:

- розвиток методів визначення витрат ЕЕ установками, що використовуються в ПХ для теплової і механічної обробки, холодильного зберігання, транспортування продуктів, роздавання їжі, миття посуду, освітлення і вентиляції з врахуванням особливостей їх експлуатації і режимів роботи;

- розвиток методів визначення обсягу виготовляемої в ПХ продукції з врахуванням її багатомоделовності і різної енергоємності;

- обгрунтування одиниці вимірювання питомої витрати ЕЕ в ПХ, що найбільш повно відображала б витрати ЕЕ в підприємствах різних типів на виробництво одиниці продукції встановленої якості;

- дослідження і аналіз впливу різних технологічних і експлуатаційних факторів на енергетичний показник ПТХ;
- визначення електроємності окремих видів, груп, а також всієї продукції, виготовляемої в ПТХ;
- наукове обґрунтування методу нормування і планування енерговитрат в ПТХ;
- обґрунтування оптимальної структури електробалансу ПТХ;
- теоретичне обґрунтування закономірностей підвищення ефективності використання ЕЕ в електротехнічних установках ПТХ.

Об'єкт і методи досліджень. Об'єкт досліджень. - електротехнічні установки ПТХ різних типів. В роботі використані розрахунково-експериментальні методи дослідження, серед яких елементи методів аналізу і синтезу, методів статистики, правил класифікацій, методу групувань.

#### Наукова новизна

1. Вперше застосовано системний підхід для вирішення проблеми ефективного використання електричної енергії в галузі масового харчування з врахуванням всіх складових, починаючи з питань визначення витрат енергії електротехнічними установками до нормування і планування потреб в енергії підприємств харчування різних типів.

2. Розвинуто методи визначення витрат електроенергії технологічними і допоміжними установками ПТХ з врахуванням їх використання в умовах виробництва при змінних навантаженнях і нерегулярних графіках навантаження.

3. Обґрунтовано оптимальну структуру електробалансу ПТХ і алгоритм визначення витрат ЕЕ в ПТХ за окремими складовими згідно з цією структурою.

4. Вперше визначено електроємність як окремих видів так і груп продукції ПТХ, сформованих за ознаками спільності технологічних процесів виготовлення.

5. Вперше виконано аналіз впливу різних технологічних, енергетичних і експлуатаційних факторів на енергетичний показник ПТХ з врахуванням специфіки їх виробництва.

6. Обґрунтовано використання нової одиниці вимірювання питомих витрат ЕЕ в ПХ з врахуванням їх багатоменклатурного виробництва.

7. Розвинуто метод нормування витрат ЕЕ в ПХ різних типів, в основу якого покладено врахування електроємності виготовляємої продукції різних видів за допомогою коефіцієнтів енергоємності.

8. Теоретично обґрунтовано заходи щодо ефективного використання електричної енергії в технологічних і допоміжних установках ПХ.

### Теоретична і практична цінність результатів роботи

Виконані теоретичні і експериментальні дослідження дозволили вирішити питання визначення витрат електроенергії різними технологічними і допоміжними установками ПХ з врахуванням їх використання при змінних навантаженнях і нерегулярних графіках навантаження.

Зроблене теоретичні узагальнення щодо впливу основних технологічних, енергетичних і експлуатаційних факторів на енергетичний показник ПХ, що використано при встановленні теоретичних закономірностей ефективного використання енергії в підприємствах харчування різних типів.

З огляду на об'єктивно необхідні витрати ЕЕ при здійсненні технологічних процесів, визначено електроємність різних видів виготовляємої в ПХ продукції.

Розроблені теоретичні основи і науково обґрунтована методика нормування енерговитрат у галузі масового харчування, в якій реалізовано найважливіший методологічний принцип нормування, що полягає у співставленні об'єктивно необхідних витрат ЕЕ на одиницю виготовляємої продукції з натуральними показниками продукції.

Застосування методу енергобалансу шляхом синтезування даних енерговикористання в окремих елементах виробництва і обґрунтованя положень щодо оптимізації окремих складових балансу, дозволили встановити теоретичні закономірності щодо ефективного використання енергії в електротехнічних установках ПХ різних типів.

### Реалізація результатів роботи

Результати теоретичних і експериментальних досліджень стали науковою основою теорії визначення об'єктивно необхідних витрат ЕЕ при виробництві багатономенклатурної продукції в підприємствах харчування, яка застосовується в практиці ПГХ різних типів для складання нормалізованих енергобалансів.

Науково обгрунтована методика прогнозування потреб в ЕЕ підприємств харчування в залежності від їх типу, обсягу і асортименту виготовляємої продукції використовується в практиці проектних організацій при розробці систем електропостачання ПГХ різних типів.

Отримані в роботі результати щодо електроємності окремих видів виготовляємої в ПГХ продукції, впливу різних технологічних, енергетичних і експлуатаційних факторів на її величину, теоретичні закономірності щодо ефективного використання ЕЕ використовуються в практиці ПГХ для аналізу фактичних енергобалансів і розробки заходів щодо підвищення ефективності використання енергії в електротехнічних установках підприємств харчування.

Результати роботи впроваджені в Харківському, Дніпропетровському, Хмельницькому ремонтно-монтажних комбінатах республіканського виробничого об'єднання "Ремторгустаткування"; в проектно-конструкторському технологічному бюро "Укрторгмонтажтехніка"; в Дарницькому тресті Ідалень м. Києва; в Подільському орендно-виробничому комбінаті громадського харчування м. Києва; в комплексі харчування Чернігівського камвольно-сукняного комбінату; в підприємствах відкритої мережі Київського міського управління громадського харчування МГ України.

### Автор захищає:

1. Методи визначення витрат ЕЕ технологічними і допоміжними установками ПГХ.
2. Результати аналізу електроємності окремих видів і груп продукції ПГХ.
3. Пропонуємо оптимальну структуру електробалансу ПГХ.
4. Результати аналізу впливу різних факторів на енергетичний показник ПГХ.

5. Пропонуємо одиницю вимірювання питомих витрат ЕЕ в ПХ з врахуванням їх багатонаменклатурного виробництва.

6. Методи нормування і планування потреб в ЕЕ підприємств харчування різних типів.

7. Теоретичне обґрунтування заходів щодо ефективної експлуатації електротехнічних установок ПХ.

### Апробація роботи

Основні результати дисертації доповідались і обговорювались на: Всесоюзній науково-технічній конференції "Проблеми економії енергоресурсів при створенні і експлуатації торгово-технологічного устаткування", 1983р., м.Самарканд; Всесоюзній науковій конференції "Проблеми індустріалізації громадського харчування країни", 1987р., м.Харків; Всесоюзній науковій конференції "Проблеми індустріалізації громадського харчування", 1989р., м.Харків; Міжнародній науково-практичній конференції "Розвиток масового харчування, готельного господарства і туризму в умовах ринкових відносин", 1994р., м.Київ; наукових семінарах Київського торговельно-економічного університету, Київського університету харчових технологій, інституту електродинаміки НАН України.

### Публікації

Результати досліджень і розробок опубліковані у вигляді статей, доповідей та тез доповідей /32 праці/, 19 з яких видані автором самостійно.

### Структура і об'єм роботи

Дисертація складається із вступу, шести глав, висновків, списку літератури, додатків і містить 295 сторінок машинописного тексту, 75 сторінок малюнків і таблиць, 86 сторінок додатків.

### ЗМІСТ РОБОТИ

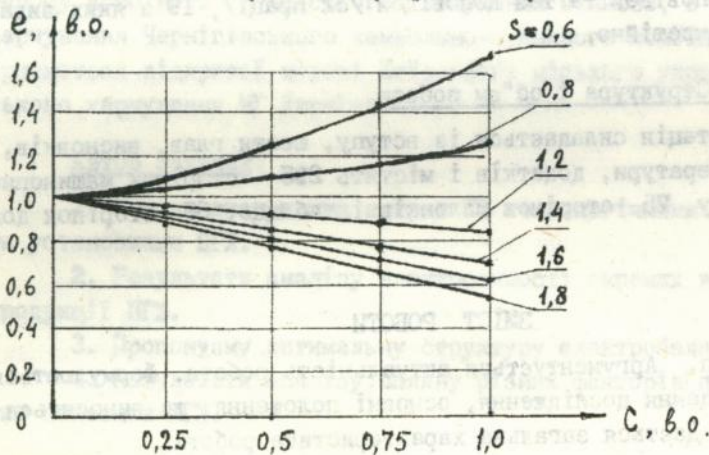
Вступ. Аргументується актуальність роботи. Формулюються мета і завдання дослідження, основні положення, що виносяться на захист. Дається загальна характеристика роботи.

Глава I. Аналіз напрямків ефективного використання електроенергії в підприємствах харчування.

В сучасних умовах одним з вагомих техніко-економічних показників в оцінці роботи будь-якого підприємства є ефективність використання енергії в технологічних і загальнопромислових процесах.

Як відомо, абсолютна величина витрат ЕЕ у підприємстві не дозволяє судити про ефективність використання його енергетичних ресурсів, а показником, який спроможний характеризувати енергоємність як окремого технологічного процесу або окремої виробничої операції, так і виробництва в цілому, є питома витрата ЕЕ на одиницю виготовлюваної продукції.

Використання показника випуску валової продукції як основного для промислових підприємств /у тому числі і для ППХ/ завдяки своїй простоті сприяло розповсюдженню нормування витрат ЕЕ на 1000 крб. реалізованої продукції. Та така норма не відображує дійсної енергоємності виробництва, оскільки реагує на вплив змін у вартості сировини і матеріалів, у заробітній платі і інших елементах, що визначають обсяг валової продукції. Це ілюструє мал. 2, на якому для загальності аналізу показана залежності питомої витрати енергії  $e$  в ППХ від долі сировини збільшеної чи зменшеної вартості у загальному обсязі отримуваної підприємством сировини у відносних одиницях. При розрахунках прийнято, що витрати ЕЕ на виробництво зазначеного обсягу продукції залишаються незмінними, а змінюється тільки вартість отримуваної сировини.



Мал. 2 Залежність  $e=f(C)$

Тут  $C$  - доля сировини збільшеної чи зменшеної вартості у загальному обсязі отримуючої підприємством сировини;

$S$  - вартість сировини, в.о.

Так, якщо при інших рівних умовах доля сировини збільшеної на 40% вартості /тобто  $S = 1,4/$  у загальному обсязі отримуючої підприємством сировини становить 35% /тобто  $C = 0,35/$ , значення  $e_1$  становить згідно з малюнком 0,9 від вихідної величини  $e$ . При  $S = 1,6$  і  $C = 0,6$  значення  $e_2 = 0,75$ ; при  $S = 1,8$  і  $C = 0,8$  значення  $e_3 = 0,6$ . Таким чином, значення питомої витрати ЕЕ в ПХ може мінятися в значних межах в залежності від вартості отримуючої сировини, хоча фактичні витрати ЕЕ і кількість виготовляемої продукції будуть залишатися незмінними. Не знаходить також реального відображення зміна питомої витрати енергії у разі отримання підприємством частини сировини у вигляді напівфабрикатів від заготівельних підприємств. При цьому питома витрата енергії в ПХ:

$$e = \frac{N_1 - \sum_{i=1}^n e_{zag i} \cdot m_i}{T_1 + \sum_{i=1}^n K \cdot m_i} \quad (1.1)$$

Тут  $e_{zag i}$  - питома витрата ЕЕ на виготовлення напівфабрикату  $i$ -го вигляду в заготівельному підприємстві,  $\frac{\text{кВт.год}}{\text{шт.}}$ ;

$m_i$  - кількість напівфабрикатів  $i$ -го виду, штук;

$K$  - питома націнка заготівельного підприємства на одиницю напівфабрикату,  $\frac{\text{крб.}}{\text{шт.}}$ ;

$N_1$  - витрати ЕЕ в ПХ у вихідному варіанті /при відсутності постачання напівфабрикатів/, кВт.год;

$T_1$  - товарообіг ПХ у вихідному варіанті, крб.

Складова  $\sum K \cdot m_i$ , що надходить до знаменника виразу для визначення  $e$ , не має відношення до енергоємності продукції, але може суттєво позначатися на величині  $e$ .

Таким чином, існуюча в галузі система визначення питомої витрати ЕЕ через товарообіг підприємств не дозволяє відображувати реальні витрати енергії на виробництво продукції в ПХ.

Окрім неоднозначності при визначенні  $e$ , пов'язаної зі змінами товарообігу підприємств, в галузі немає також достатньо обґрунтованої методики для визначення витрат ЕЕ у електротехніч-

ному устаткуванні, що використовується. Так, рекомендується орієнтуватися на фактичну тривалість роботи установок в підприємствах /при цьому очевидно, що враховуються і різні непродуктивні витрати енергії в установках, що залежать, зокрема, від рівня організації виробничого процесу у конкретному ПХ /, а для врахування змін навантаження установок протягом робочого періоду рекомендуються різні емпіричні коефіцієнти, значення яких усереднені для досить широкого кола установок.

В результаті виконаного аналізу з врахуванням досягнень з питань оптимізації енерговитрат в інших галузях промисловості, а також закордонного досвіду, визнано за доцільне відмовитися від використання товарообігу підприємств для оцінки обсягу виготовляємої ними продукції, а рекомендувати для цієї мети такий показник, як приведена за енергоємністю продукція підприємства  $V$ . В умовах багатомоделного виробництва, яким воно є в ПХ, цей показник доцільно визначати в умовних стравах, перераховуючи до них усі інші види виготовляємої продукції  $V_2, V_3 \dots V_n$  за допомогою коефіцієнтів енергоємності  $K_{e2}, K_{e3} \dots K_{en}$ :

$$V = V_1 + K_{e2} \cdot V_2 + K_{e3} \cdot V_3 + \dots + K_{en} \cdot V_n. \quad (1.2)$$

Для вирішення цієї задачі, перш за все, необхідно дослідити і вирішити недостатньо розроблені питання, пов'язані з визначенням витрат енергії різними електроустановками ПХ з врахуванням особливостей їх використання при змінних навантаженнях і нерегулярних графіках навантаження, а також дослідити вплив різних технологічних, енергетичних і експлуатаційних факторів на енергетичні показники.

Потім, базуючись на отриманих результатах, вирішити задачу визначення електроємності /об'єктивно необхідних витрат ЕЕ на виробництво одиниці продукції/ різних видів виготовляємої в ПХ продукції і визначення коефіцієнтів енергоємності різних видів продукції.

Знання електроємності продукції є необхідною умовою для розробки методів нормування і планування витрат ЕЕ в ПХ різних типів, а також для науково обгрунтованого вирішення питань, пов'язаних з проведенням заходів щодо підвищення ефективності використання енергії в електротехнічних установках ПХ.

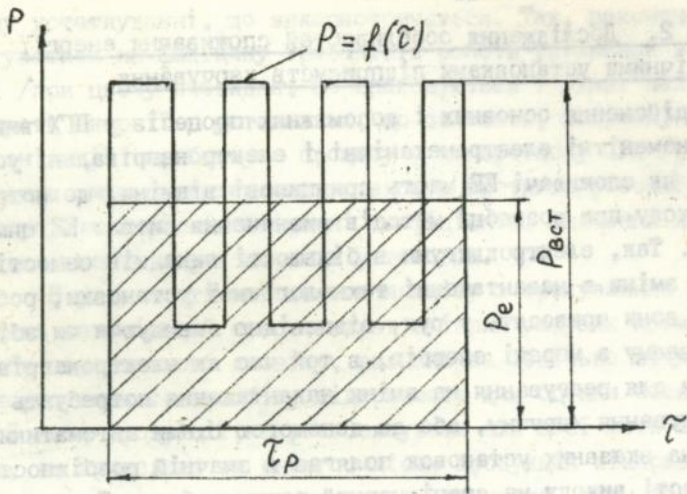
Глава 2. Дослідження особливостей споживання енергії електротехнічними установками підприємств харчування.

Для здійснення основних і допоміжних процесів у ПХ використовують різноманітні електромеханічні і електронагрівальні установки, які, як споживачі ЕЕ, мають принципові відміни, що потребує різного підходу при розробці методів визначення витрат ЕЕ цими установками. Так, електродвигуни в більшості випадків самостійно реагують на зміни в навантаженні технологічної установки, робочі органи якої вони приводять у рух, відповідно зменшуючи чи збільшуючи споживану з мережі енергію, в той час як електронагрівальні установки для реагування на зміни навантаження потребують зовнішнього керування /вручну, або за допомогою схеми автоматики/. Друга відміна вказаних установок полягає в значній розбіжності щодо тривалості виходу на стаціонарний режим роботи. Якщо в електродвигунах невеликої потужності, які використовуються в ПХ, нестаціонарний період /розгін/ звичайно становить частки секунди, додаткові витрати енергії при цьому мізерні і їх можливо не приймати до уваги, то в електронагрівальних установках ПХ нестаціонарний режим /розігрів/ звичайно має значну тривалість /до години/ і з додатковими витратами ЕЕ треба обов'язково рахуватися.

Особливістю електротехнічних установок, що використовуються в ПХ, є те, що їх навантаження протягом технологічного процесу звичайно не зостається постійним, а змінюється в певних межах в залежності як від постійних, так і випадкових факторів. Тому визначення витрат ЕЕ в цих установках необхідно робити за формулою

$$N = \int_0^{\tau} P_{cn} d\tau, \quad (2.1)$$

встановлюючи залежність споживаної з мережі потужності  $P_{cn}$  від часу. Аналітичне подання залежності  $P_{cn} = f(\tau)$  є складною задачею і може бути зроблено тільки з більшою чи меншою імовірністю. Для цієї мети з відомих у дослідницькій практиці методів в роботі застосований розрахунково-експериментальний метод, згідно з яким змінне протягом робочого періоду навантаження установок подавалося за допомогою певного еквівалентного постійного навантаження  $P_e = K_{зав} \cdot P_n$  /мал.3/.



Мал. 3. Характерний графік завантаження технологічної установки протягом одного робочого періоду  $\tau_p$ .

Все різноманітне устаткування підприємств харчування за спільністю ознак електроспоживання було поділено на групи електромеханічних, електронагрівальних і освітлювальних установок.

Особливість електромеханічних установок /ЕМУ/ - залежність їх К.К.Д.  $\eta$  як від К.К.Д. передаточного пристрою  $\eta_{np}$  /номінальне значення якого для різних установок може бути в межах 0,3...1,0/, так і від К.К.Д. електродвигуна приводу  $\eta_{дв}$ , які, в свою чергу, не зостаються постійними, а залежать від завантаження установок. У загальному випадку споживана електродвигуном з мережі протягом періоду роботи  $\tau$  енергія

$$N = \int_0^{\tau} \frac{P(\tau)}{\eta_{дв}(\tau) \cdot \eta_{np}(\tau)} d\tau = \int_0^{\tau} \frac{P_n \cdot \beta(\tau)}{\eta_{дв}(\tau) \cdot \eta_{np}(\tau)} d\tau, \quad (2.2)$$

де  $P_n$  - номінальна потужність двигуна, кВт;

$\beta$  - коефіцієнт, що визначає, з якою потужністю відносно номінальної використовується двигун у розглядаємий момент часу.

Якщо представити у цій формулі через коефіцієнт завантаження вираз

$$K_{зав} = \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} \frac{\beta(\tau)}{\eta_{дв}(\tau) \cdot \eta_{пп}(\tau)} d\tau, \quad (2.3)$$

то вона набуває простого вигляду

$$N = K_{зав} \cdot P_n \cdot \tau, \quad (2.4)$$

де всі складові є постійними величинами.

Для визначення  $K_{зав}$  використано метод, згідно з яким експериментально, за допомогою перетворювача потужності і реєструючого пристрою, отримували діаграму коливання потужності, споживаної електродвигуном з мережі протягом робочого періоду, а потім в результаті обробки діаграми визначали усереднене значення споживаної потужності і коефіцієнт  $K_{зав}$ . Таким чином визначені усереднені значення коефіцієнтів завантаження електродвигунів різних пристроїв, що використовуються в ПХ для механічної обробки продуктів /машин для подрібнення м'яса, овочів, нарізання хліба, тістомісильних, протирочних, збивальних та інш./ . При визначенні тривалості робочого періоду ЕМУ орієнтувалися на використання установок з номінальною /оптимальною/ продуктивністю  $G_n$ ,  $\frac{кг}{год.}$ :

$$\tau = 1,1 \frac{G_{пер}}{G_n} \quad (2.5)$$

Тут  $G_{пер}$  - кількість переробляемого продукту, кг, а коефіцієнт 1,1 враховує ту обставину, що в реальних умовах виробництва можливо забезпечити завантаження ЕМУ не більше, ніж на 90%.

Формула для визначення витрат енергії ЕМУ:

$$N = 1,1 \cdot K_{зав} \cdot P_n \frac{G_{пер}}{G_n} \quad (2.6)$$

Основні положення методу визначення витрат ЕЕ нагрівальними установками слідуєчі. Витрати енергії в них визначали, враховуючи як стаціонарний, так і нестаціонарний режими роботи:

$$N = N_{нест} + N_{ст} \quad (2.7)$$

При розігріванні /нестационарний режим/ нагрівачі усіх установок використовуються на повну потужність  $P_{вст}$  протягом певного часу  $\tau_{роз}$ . При цьому

$$N_{нест} = P_{вст} \cdot \tau_{роз} \quad (2.8)$$

Величини  $P_{вст}$  і  $\tau_{роз}$  вказуються в паспорті установок, а також наводяться в довідниках устаткування ПХ. Аналіз показав, що користування довідковими значеннями  $P_{вст}$  при визначенні  $N_{нест}$  дає прийнятні результати, а користування довідковими значеннями  $\tau_{роз}$  може призводити в певних випадках до значних похибок у визначенні  $N_{нест}$ , оскільки величина  $\tau_{роз}$  з інших рівних умов не є постійною, а залежить від початкової температури установки. Така задача розглянута в главі 3 роботи, в результаті вирішення якої встановлено залежність тривалості розігрівання електро-теплових апаратів /ЕТА/ від рівня їх початкової температури.

У стаціонарному режимі роботи нагрівачі установок можуть використовуватися по-різному:

- перемикатися на одну чи декілька ступенів меншої потужності;
- періодично вмикатися і вимикатися на повній потужності;
- періодично вмикатися протягом деякого часу на повну потужність, а протягом іншого часу - на меншу потужність.

Формула для визначення витрат енергії у стаціонарному режимі роботи ЕТА у загальному випадку:

$$N_{ст} = P_{вст} \cdot \sum_{i=1}^p \tau_i + P_{вст} \sum_{j=1}^m a_j \cdot \tau_j, \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (2.9)$$

Тут  $\sum_{i=1}^p \tau_i$

- сумарна тривалість роботи нагрівачів установки з повною потужністю за  $P$  вмикань протягом стаціонарного режиму роботи, год;

$a_j$

- коефіцієнт зменшення потужності нагрівачів установки при роботі у стаціонарному режимі;

$\sum_{j=1}^m \tau_j$

- тривалість роботи нагрівачів установки зі зменшеною потужністю за  $m$  вмикань протягом стаціонарного режиму роботи, год.

Наведемо складові  $\sum_{i=1}^p \tau_i$  і  $\sum_{j=1}^m \tau_j$  як відповідні частки тривалості стаціонарного періоду роботи нагрівачів:

$$\sum_{i=1}^p \tau_i = b_1 \cdot \tau_{ст}; \quad \sum_{j=1}^m \tau_j = b_2 \cdot \tau_{ст}; \quad b_1 \cdot \tau_{ст} + b_2 \cdot \tau_{ст} = \tau_{ст} \quad (2.10)$$

Тоді

$$N_{ст} = P_{вст} \cdot b_1 \cdot \tau_{ст} + P_{вст} \cdot b_2 \cdot \tau_{ст} \sum_{j=1}^m a_j = (b_1 + b_2 \sum_{j=1}^m a_j) \cdot P_{вст} \cdot \tau_{ст}. \quad (2.11)$$

Тут

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^p \tau_i}{\tau_{ст}}; \quad b_2 = \frac{\sum_{j=1}^m \tau_j}{\tau_{ст}}$$

Якщо представити через коефіцієнт завантаження  $K_{зав}$  складову

$$b_1 + b_2 \cdot \sum_{j=1}^m a_j = K_{зав}, \quad (2.12)$$

то отримуємо:

$$N_{ст} = K_{зав} \cdot P_{вст} \cdot \tau_{ст} \quad (2.13)$$

Для визначення величин  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $\sum_{j=1}^m a_j$ , які надходять у формулу для  $K_{зав}$ , був застосований експериментальний метод, коли шляхом хронометражу визначалися тривалості використання нагрівачів установок на різних ступенях потужності при роботі у стаціонарному режимі.

Таким чином визначені значення коефіцієнтів  $K_{зав}$  для ЕТА різних типів, які використовуються у ПГХ /електрокотлів, сковорід, жарильних шаф, фритюрниць та інш./.

При розрахунках потреб в ЕЕ для роботи холодильних установок рекомендовано методику, що базується на використанні величин середньодобового та середньогодинного споживання енергії установками, значення яких визначені для різних типів установок, що експлуатуються в ПГХ.

З врахуванням можливостей комплектування в ПГХ устаткування для роздавання їжі в різні лінії, наведено методику розрахунку витрат енергії в цих лініях.

Запропоновано метод розрахунку споживаної з мережі ЕЕ устаткуванням для миття посуду як для посудомийних машин безперервної дії, так і машин періодичної дії.

Проаналізовано особливості роботи підйомно-транспортних установок ПТХ, в результаті чого розроблено методику розрахунку споживаної ними ЕЕ. Відмічено, що, оскільки витрати енергії підйомно-транспортними установками в ПТХ становлять звичайно  $\sim 0,1\%$  від загальних витрат ЕЕ підприємством, можливо взагалі їх не приймати до уваги.

Визначено тривалості використання освітлювальних установок в ПТХ в залежності від режиму їх роботи і географічного положення, що покладено в основу методики розрахунку витрат ЕЕ в цих установках.

Методика розрахунку витрат ЕЕ вентиляційними установками ПТХ передбачає врахування особливостей витяжних та приточних систем вентиляції підприємств.

Розглянуті питання визначення витрат ЕЕ в системі електропостачання ПТХ з врахуванням особливостей виконання силової мережі і мережі освітлення, а також навантаження живлячих трансформаторів.

### Глава 3. Дослідження впливу різних факторів на енергетичний показник підприємств харчування.

На величину питомої витрати ЕЕ в ПТХ впливає значна кількість різних за своєю природою і вагомістю факторів /технологія виробництва, використовуване устаткування, географічне розташування підприємства, фізико-хімічні властивості перероблюємої сировини, сезонність та інш./, детальне визначення впливу яких є надзвичайно складною і трудоміською задачею.

Приймаючи до уваги, що врахування усіх факторів, серед яких значна частина має другорядне значення і слабо впливає на питому витрату енергії, привело б у подальшому до великої диференціації норм витрат ЕЕ і нереальності їх практичного використання, а витрачені зусилля не виправдовувалися б отриманими результатами, на першому етапі вирішення проблеми обраний напрямок відбіру і оцінки тих факторів, які зустрічаються найбільш часто і носять загальний характер для всіх типів ПТХ.

Відбір факторів здійснено у результаті аналізу даних електроспоживання ПХ різних типів, даних наукових публікацій щодо енергетичних показників і особливостей експлуатації окремих технологічних установок ПХ, досвіду роботи підприємств. Вони систематизовані за спільністю ознак у групи технологічних, енергетичних і експлуатаційних факторів. Межі значень числових факторів, що зустрічаються в практиці, визначено шляхом аналізу технічної документації устаткування, особливостей технологічних процесів, умов виробництва, вимог до обробки продуктів. Методи оцінки впливу факторів вибиралася або розроблялися в залежності від характеру задачі.

Проведені дослідження показали, що вагомий вплив на питому витрату електроенергії для технологічних потреб і по підприємству в цілому мають наступні фактори.

3 групи технологічних факторів - структура виробничої програми підприємства /кількість і асортимент виготовлюваної продукції/; фізико-хімічні якості перероблюваної сировини; рівень прогресивності технологічних процесів і устаткування.

3 групи енергетичних факторів - електроозброєність праці; якість живлячої напруги; ступінь завантаженості енергетичного устаткування.

3 групи експлуатаційних факторів - технічний стан устаткування; додержання технологічної дисципліни і правил експлуатації устаткування; режими експлуатації устаткування.

При оцінці впливу технологічних факторів отримані такі результати.

Істотно позначається на величині питомої витрати ЕЕ в підприємствах структура виробничої програми /обсяг виготовлюваної продукції і її асортимент/. Це слідує з аналізу формули для визначення питомої витрати енергії:

$$e = e_r + \frac{N_{38}}{V}, \quad (3.1)$$

де  $e_r$  - технологічна питома норма витрати ЕЕ в підприємстві;  
 $N_{38}$  - витрати ЕЕ на загальновиробничі потреби підприємства, кВт.год;  
 $V$  - приведена за енергоємністю продукція підприємства в умовних ствах.

В залежності від типу ПТХ, режиму роботи, кількості місць, обертаємості місць величина  $N_{38}$  може становити 10...40% від загальних витрат енергії  $N$  в підприємствах.

Визначені можливі межі зміни  $e$  в залежності від обсягу виготовляємої продукції  $V$  при різних співвідношеннях  $N_{38}/N$ . Ця залежність носить нелінійний характер, так як зменшення обсягу виготовляємої продукції  $V$  у більшій мірі позначається на зміні величини  $e$ , ніж збільшення  $V$ . При змінах обсягу виготовляємої продукції у межах  $1/0,8...1,2/V$ , що часто має місце в практиці і обумовлюється зміною числа відвідувачів в окремі дні, величина  $e$  може змінюватися на + 2... - 2% у підприємствах з співвідношенням  $N_{38}/N = 0,1$ ; на + 5... - 3% при  $N_{38}/N = 0,2$ ; на + 8... - 5% при  $N_{38}/N = 0,3$ ; на + 10... - 6% при  $N_{38}/N = 0,4$ .

При характерному для більшості ПТХ співвідношенні  $N_{38}/N = 0,2$  і змінах  $V_i$  в межах  $1/0,8...1,2/V$  можливо не приймати до уваги зміни  $e$  з огляду на їх незначну величину. При інших умовах ( $N_{38}/N > 0,2$ ;  $0,8V > V_i > 1,2V$ ) необхідно рахуватись зі зміною  $e$ , визначаючи її значення з таблиці залежності  $e=f(V)$ .

Для оцінки впливу зміни асортименту виготовляємої продукції на величину  $e$  запропоновано метод, в основу якого покладено визначення  $e_T$  в умовах багатомоноклатурного виробництва ПТХ, як суми технологічних складових витрат енергії на виробництво окремих груп продукції з врахуванням їх долі у загальному обсязі продукції, визначаємої з огляду як на кількість, так і енергосміність продукції кожної групи. Визначені межі зміни складових  $e_T, e_{38}, V$ , що надходять у формулу для розрахунку  $e$ , на основі чого встановлені можливі межі зміни  $e$  для ПТХ різних типів при зміні асортименту виготовляємої в них продукції.

Результати свідчать, що для підприємств, в яких  $N_{38}/N \geq 0,4$  /невеликі ПТХ, або ПТХ з невеликою обертаємістю місць/ коливання питомої витрати  $E_e$  не перевищує 10% при змінах асортименту виготовляємої продукції, що з огляду на точність розрахунків  $e$  можливо не приймати до уваги. Для підприємств з  $N_{38}/N = 0,2$ , що характерно для більшості ПТХ, коливання слід очікувати до 30%, з чим безумовно необхідно рахуватись, застосовуючи пропонуєму методику розрахунку.

Для оцінки впливу структури технологічного процесу, яка може змінюватися у процесі розвитку і вдосконалення виробництва, запропоновано метод, що базується на аналізі електробалансу

технологічного процесу за його окремими складовими /операціями/, витрати ЕЕ на здійснення яких визначаються в залежності від характеру операції і використовуваного устаткування.

В основу методики оцінки впливу рівня прогресивності використовуваного технологічного устаткування на величину  $N$  покладено визначення зміни корисно витрачаємої в ньому ЕЕ при різних рівнях К.К.Д.:

$$\Delta N = \frac{N_{кор}}{\eta_1 - \eta_2} \quad (3.2)$$

Показано, що використання електродвигунів з більш високим значенням К.К.Д. завжди економічно вигідно, так як їх річні експлуатаційні витрати звичайно у 8...10 разів більші за капітальні витрати. При аналізі ефективності ЕТА необхідно враховувати значення його К.К.Д. як у стаціонарному, так і у нестаціонарному режимах роботи, які залежать від конструктивних особливостей кожного апарату:

$$\Delta N = \frac{N_{кор нест}}{\eta_{нест1} - \eta_{нест2}} \cdot \tau_{нест} + \frac{N_{кор ст}}{\eta_{ст1} - \eta_{ст2}} \cdot \tau_{ст}. \quad (3.3)$$

Встановлено, що при зміні в умовах виробництва вологості і початкової температури продуктів витрати ЕЕ під час їх механічної обробки можуть змінюватися до 30%, та беручи до уваги, що зазначені витрати становлять звичайно менше 1% від загальних витрат ЕЕ у підприємствах, можна не рахуватися з даною обставиною, оскільки це практично не позначається на точності отримуваних загальних результатів. Початкова вологість продуктів може позначатися у межах  $\pm 20\%$  на тривалості процесу і витратах ЕЕ при жарінні, а в загальних витратах енергії по підприємству в межах  $\pm 1,5\%$ , що в практичних розрахунках можливо також не приймати до уваги. Величина початкової температури обробляемого в ЕТА продукту може мати значний вплив на характер нестаціонарного процесу нагрівання ЕТА до сталої температури, який характеризується великими витратами ЕЕ. Запропоновано методику визначення тривалості нестаціонарного процесу ЕТА і витрат енергії у ньому з врахуванням початкової температури обробляемого продукту, в основу якої покладено аналіз теплового балансу ЕТА при представленні його як однорідного тіла.

Оцінено вплив експлуатаційних факторів, більшість яких хоча, звичайно, і носить випадковий характер /технічний стан устаткування, додержання технологічних вимог обробки продуктів і правил експлуатації устаткування/, та може позначатися на загальних витратах ЕЕ у підприємстві. В першу чергу це стосується холодильних установок, які працюють цілодобово і електротеплових апаратів, які мають значну встановлену потужність. Розглянуто вплив режиму експлуатації електроустановок на величину споживаємої ними ЕЕ.

Встановлено залежність тривалості розігріву ЕТА від тривалості вимкнення їх нагрівачів з мережі, на основі чого визначено граничні значення часу доцільності підтримки різних ЕТА у гарячому стані при перервному графіку експлуатації.

При оцінці впливу енергетичних факторів встановлено, що коливання живлячої напруги позначається в освітлювальних установках як на величині споживаємої ними ЕЕ, так і на строку служби освітлювальних приладів. Для електромеханічних і електротеплових установок ПГХ коливання напруги у межах, що допускаються державним стандартом, практично не позначається на величині споживаної цими установками з мережі ЕЕ, а впливає на строк їх служби.

Показано, що значний вплив на енергетичні показники устаткування має ступінь їх завантаження  $\beta$ .

#### Глава 4. Науково-методичні основи нормування і планування енерговитрат в підприємствах харчування.

Задача нормування енерговитрат в значній мірі є імовірнісною задачею, оскільки енергетичний показник у загальному випадку є складною функцією багатьох складових, частина з яких носить випадковий характер. Тому для вирішення її аналітичними методами, які вважаються найбільш прогресивними, оскільки можуть забезпечити логічний зв'язок, наукове обґрунтування і необхідну точність результатів, звичайно будують аналогічну оригіналу модель системи у вигляді математичної залежності функції стану від параметрів стану.

При цьому складну систему виробничого споживання ресурсу подають як таку, що складається з  $n$  елементарних систем, в кожній з яких споживання ресурсу  $P_i$  залежить тільки від однієї змінної  $X_i$ . Невідому залежність цих змінних подають як функціональну у вигляді степеневого ряду, враховуючи окремим членом  $\delta P_i$ , що в дійсності цей зв'язок буде не функціональним, а стохастичним:

$$P_i = A_i + B_i \cdot x_i + C_i \cdot x_i^2 + \dots + \delta P_i. \quad (4.1)$$

Загальне споживання ресурсу всією системою в силу аддитивності буде дорівнювати:

$$P = \sum_{i=1}^n P_i = A + \sum_{i=1}^n (B_i \cdot x_i + C_i \cdot x_i^2 + \dots) + \delta P. \quad (4.2)$$

Питома витрата ресурсу на одиницю об'єму виробництва:

$$y = \frac{P}{V} = a + \frac{1}{V} \sum_{i=1}^n (B_i \cdot x_i + C_i \cdot x_i^2 + \dots) + \delta. \quad (4.3)$$

Якщо знехтувати членами другого і більш високих порядків, то отримується просте рішення стану системи, зручне для практичного використання

$$y = a + \sum_{i=1}^n \frac{B_i \cdot x_i}{V} + \delta. \quad (4.4)$$

Для побудови розрахункової моделі на базі цього рівняння в роботі застосовано нормативний метод, згідно з яким все виробниче споживання ресурсу подається складеним з  $n$  структурних груп, які формуються за технологічними ознаками, а за незалежні змінні приймаються об'єми виробництва продукції. Усі коефіцієнти рівняння стану визначаються як нормативні. Основу розрахунків складають індивідуальні норми витрат за структурними групами споживання  $H_{ind}$ , за якими визначається середньовиважена  $H_c$  або технологічна  $H_T$  норма витрат. Вільний член рівняння має зміст як нормативні нетехнологічні витрати енергії  $H_{HT}$ , які враховують загально-виробничі витрати і втрати енергії в мережі електропостачання і перетворювачах.

Так, для визначення індивідуальних норм витрат енергоресурсу на одиницю продукції як складові вибиралися реальні елементи - операції технологічного процесу виготовлення розглядаємого виду продукції

$$H_{ind} = e_1 + e_2 + \dots + e_m = \sum_{j=1}^m e_j, \quad (4.5)$$

де  $j = \overline{1, m}$  - статті витрат /операції/, за якими розраховувалася норма.

Для розрахунку групових норм користувалися методом групувань, згідно з яким все виробництво даної продукції, що охоплюється груповою нормою витрат енергоресурсу, подавалося складеним з окремих складових, які характеризувалися індивідуальними нормативними показниками ресурсу і відповідними обсягами виробництва продукції. При цьому групова норма витрати енергії  $H_r$  визначалася як середньозважена величина за обсягами виробництва з відповідних індивідуальних норм  $H_{iнд}$ :

$$H_r = \frac{\sum_{i=1}^n H_{iнд} V_i}{\sum_{i=1}^n V_i} = \sum_{i=1}^n H_{iнд} \bar{V}_i \quad (4.6)$$

де  $i = \overline{1, n}$  - технологічні групи - складові витрат, за якими розраховувалася норма;

$\bar{V}_i = V_i / V$  - питома вага  $i$ -ої складової у загальному обсязі виробництва.

При прийнятому в даній роботі підході врахування багатоменклатурного виробництва ПХ шляхом приведення різних видів виготовляємої продукції до продукції одного виду за допомогою коефіцієнтів енергоємності, рівняння для визначення технологічної норми витрат ЕЕ у підприємстві буде мати вид:

$$H_T = H_{T0} + H_{Td} = H_r + \frac{N_{хз} + N_p + N_{мп} + N_{тп}}{V}, \quad (4.7)$$

де  $H_{T0}$  - норма витрат ЕЕ на здійснення основних технологічних процесів приготування страв у підприємстві, прийнята рівній нормі витрат ЕЕ на приготування перших страв, вибраних за базовий вид продукції ПХ;

$H_{Td}$  - норма витрат ЕЕ на здійснення допоміжних технологічних процесів у підприємстві;

$N_{хз}, N_p, N_{мп}, N_{тп}$  - витрати ЕЕ на здійснення процесів відповідно холодильного зберігання продуктів, роздавання їжі, миття посуду, транспортування продукції у межах підприємства /методи їх визначення розглянуті в главі 2/;

$V$  - приведена за енергоємністю продукція підприємства в умовних /перших/ стравах.

$$V = M \cdot \Omega \cdot \Pi \cdot (m_1 + K_{ex} \cdot m_x + K_{e2} \cdot m_2 + K_{ec} \cdot m_c + K_{em} \cdot m_{em} + K_{en} \cdot m_n) \quad (4.8)$$

Тут  $M$  - число місць в підприємстві;  $\Omega$  - обертаємість місця;  $\Pi$  - кількість днів роботи підприємства за розглядаєміи період часу;  $m_i$  - коефіцієнт споживання відвідувачами продукції  $i$ -го виду;  $K_{ei}$  - коефіцієнт енергоємності одиниці продукції  $i$ -го виду відносно одиниці продукції, прийнятої за основну /першої страви/.

Визначений таким чином обсяг продукції підприємства характеризує еквівалентну - приведену за енергоємністю продукцію одного виду /в перших стравах/, витрати електроенергії на виробництво якої такі ж, як і сумарні витрати електроенергії на виробництво продукції різних видів в даному підприємстві. Такий підхід дозволив забезпечити виконання найважливішого методологічного принципу формування норм, що полягає у співставленні витрат ресурсу і натуральних результатів виробництва.

Розроблено програму розрахунку на ЕОМ витрат електроенергії в підприємствах харчування, в основу якої покладена наведена методика.

Планування потреб в електроенергії можливо здійснювати за формулою

$$N = N_T \cdot V + N_{ЗВ}$$

де величини технологічної норми витрат енергії в підприємстві  $N_T$  і витрат енергії на загальновиробничі потреби  $N_{ЗВ}$  можуть визначатися в залежності від задач, що ставляться, або згідно з пропонуємою в даній роботі методикою детального врахування окремих складових цих величин, або за певними укрупненими показниками, теж визначеними в роботі.

### Глава 5. Визначення норм питомих витрат ЕЕ в підприємствах харчування.

Враховуючи широкий асортимент виготовляєміх в ПГХ страв, задачу визначення норм вирішували поетапно з застосуванням методу групувань, розглядаючи окремі групи страв, технологічні процеси приготування яких мали спільні ознаки. За таким принципом виділено слідуєчі основні групи страв: холодні страви; супи; другі страви; солодкі страви; мучні страви; напої.

пільності. В цій групі холодних страв за спільністю ознак їх приготування виділені підгрупи бутербродів, салатів і вінегретів; страв з газозовочів і грибів; страв з риби; рибних гастрономічних продуктів; страв з м'яса і м'ясних гастрономічних продуктів.

Норму питомих витрат ЕЕ на приготування супів  $e_c$ , враховуючи особливості їх приготування, визначали за формулою:

$$e_c = e_1 + e_2 + \sum_{i=1}^n e_{ni} + e_3, \quad (5.1)$$

де  $e_1$  - питома витрата ЕЕ на приготування бульйону;

$e_2$  - питома витрата ЕЕ на доведення до кипіння води

у /якщо суп вегетаріанський/ або бульйону /якщо суп готується з охолодженого бульйону/;

$\sum e_{ni}$  - сума питомих витрат енергії на попередню підготовку продуктів, що надходять згідно рецептури до складу супу;

$e_3$  - питома витрата ЕЕ на варіння супу.

Розглянуто особливості визначення названих складових в процесах приготування супів різних видів, об'єднаних у 8 підгруп. Визначено питомі витрати ЕЕ на приготування супів кожної підгрупи.

Враховуючи характерну особливість других страв, яка полягає в тому, що вони звичайно подаються з певним гарніром і соусом, розрахунки норм питомих витрат ЕЕ на приготування цих страв виконували за формулою:

$$e = \sum_{i=1}^n e_{ni} + e_{сум} + e_r + e_c, \quad (5.2)$$

де  $\sum_{i=1}^n e_{ni}$ ,  $e_{сум}$ ,  $e_r$ ,  $e_c$  - питомі витрати ЕЕ відповідно на попередню підготовку продуктів, що надходять до складу страви; на сумісну обробку продуктів страви; на приготування гарніру; на приготування соусу.

Багатоваріантну задачу визначення норм витрат ЕЕ на приготування других страв /оскільки в рецептурах звичайно рекомендується декілька гарнірів і соусів, які краще всього сполучаються з даною стравою/ у конкретних умовах виробництва, коли згідно з циклічним меню для певної страви передбачається звичайно 2...3 виду гарнірів та 1...2 виду соусів, вирішували через використання середніх значень  $e_r$  і  $e_c$ , що згідно з теорією статистики дає

досить точні результати при числі спостережень  $> 300$  /дя умова практично завжди виконується в ППХ, оскільки кількість виготовляємих страв певної рецептури протягом року звичайно значно перевищує наведену цифру/.

Визначено питомі витрати ЕЕ на приготування других страв з м'яса і м'ясопродуктів; з риби; з птиці і дичини; з круп; з бобових; з макаронних виробів; з яєць; з сиру.

При визначенні норм витрат ЕЕ на приготування групи солодких страв виділено підгрупи страв з свіжих та швидкозаморожених плодів і ягід; компотів і киселів; желе, мусів і самбуків; кремів і суфле; пудінгів.

У групі мучних страв виділено 4 підгрупи: мучних кулінарних виробів /пиріжки, пончики, ватрушки та інш./; мучних страв /пельмені, вареники, млинці/; мучних гарнірів /кльоцки, корзинки/; фаршів для мучних виробів.

У групі напоїв виділено 2 підгрупи - гарячих напоїв /чай, кава, какао, шоколад/ і холодних напоїв /молочні і вершкові прохолоджувальні напої; плодово-ягідні прохолоджувальні напої; коктейлі молочні і десертні/.

Отримана інформація використана для визначення коефіцієнтів енергоємності груп продукції, а також для визначення технологічних норм витрат ЕЕ в ППХ.

За укрупненими показниками розраховані усереднені значення річних витрат ЕЕ для ППХ різних типів в залежності від кількості місць і обертаємості місця підприємства, що важливо як для проєктувальників при розробці систем електропостачання ППХ, так і для економістів і керівників підприємств при прогнозуванні потреб в електроенергії в разі зміни виробничої програми або профілю підприємства.

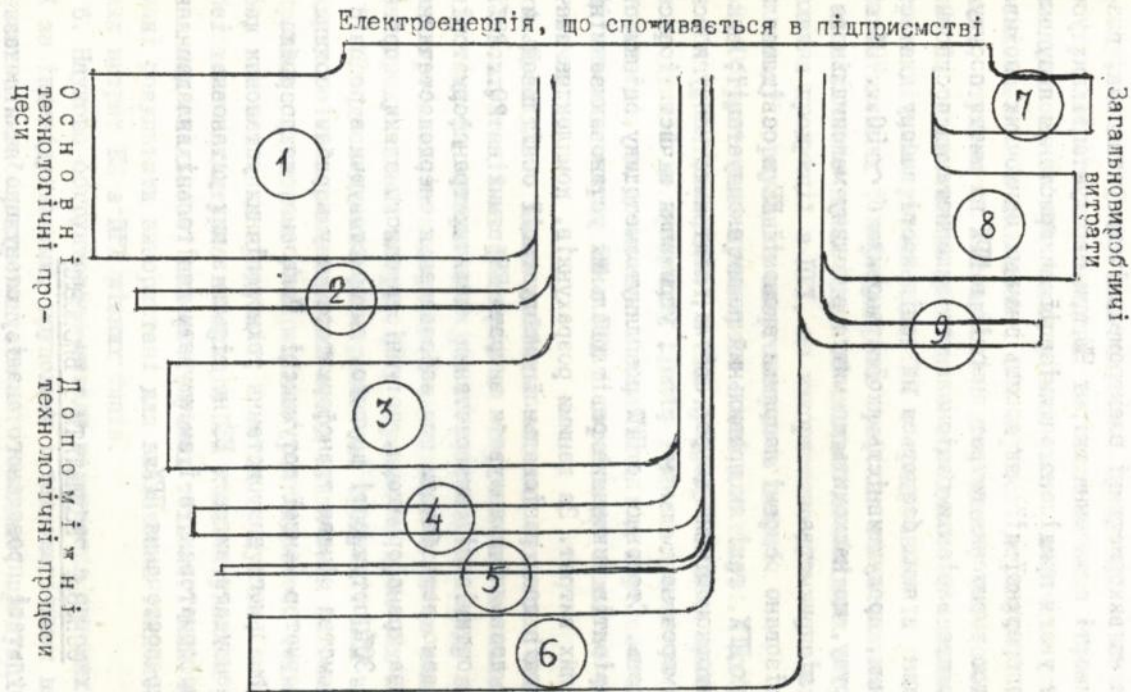
## Глава 6. Теоретичні передумови раціонального використання електротехнічних установок підприємств харчування.

Для оцінки ефективності використання енергії в електротехнічних установках підприємств харчування застосовано метод енергобалансу шляхом синтезування даних енерговикористання в окремих елементах виробництва. Показано можливості складання нормалізованих електробалансів, що відповідають науково-обґрунтованим розрахунковим нормам витрат ЕЕ, і звітних енергобалансів, які відображують

фактичний рівень використання ЕЕ в підприємстві за розглядаєми період. Рекомендовано певну оптимальну структуру електробалансу ПХ, кількість складових якого вибрана з урахуванням необхідності забезпечення потрібної точності результатів і отримання достатньої інформації для аналізу, а самі складові вибрано на основі спільності ознак споживання ЕЕ певними групами електротехнічних установок підприємств. Достоїнствами рекомендуємої структури електробалансу є те, що в ній представлені всі групи використовуємого в ПХ електротехнічного устаткування і що кожна з складових балансу може бути визначена розрахунковим шляхом за методиками, обґрунтованими в попередніх главах.

Взагалі, така структура електробалансу в залежності від задачі, що ставиться при його використанні, може бути укрупнена /наприклад, мати тільки дві складові - витрати ЕЕ на технологічні процеси і витрати ЕЕ на загальновиробничі потреби; або мати три складові - витрати ЕЕ відповідно на основні і допоміжні технологічні процеси і на загальновиробничі потреби/, або більш деталізована /наприклад, якщо витрати енергії ЕТА представляти за окремими групами апаратів - плитами, сковородами, електрокотлами тощо/.

Теоретично обґрунтовані положення щодо оптимізації окремих складових електробалансу ПХ. Що стосується складової № I, то проаналізовано залежність питомих витрат енергії в ЕТА від їх завантаження, показано доцільність організації безперервних повторних циклів теплової обробки продуктів у цих апаратах, що дає суттєвий ефект економії ЕЕ вже при числі циклів  $N_{\text{ц}} > 2$ . Розглянуто можливості оптимізації графіків використання ЕТА при їх перервному режимі роботи, зокрема, визначено умови доцільності підтримки ЕТА різних типів у гарячому стані під час відсутності навантаження. Показано ефективність використання акумульованого в ЕТА тепла, використання спеціалізованих ЕТА замість універсальних, а також ефективність комплексного аналізу роботи всіх ЕТА підприємства шляхом розробки графіків використання устаткування з врахуванням можливостей виконання окремих операцій обробки продуктів в різних апаратах в залежності від їх зайнятості. Ефективним заходом зменшення витрат ЕЕ при здійсненні теплової обробки продуктів є також впровадження в практику ПХ нових меншенергоємних технологій і нового меншенергоємного устаткування, сучасні розробки і напрямки дослідження яких охарактеризовані.



Мал. 4. ПРОПОЗУВА СТРУКТУРА ЕЛЕКТРОБАЛАНСУ ПХХ.

1- ЕТА; 2- ЕМУ; 3- холодильні установки; 4- підіймно-транспортні установки;  
 5- устаткування для роздавання їжі; 6- устаткування для миття посуду; 7- освітлю-  
 вальні установки; 8- вентиляційні установки; 9- втрати ЕЕ в системі електропостачання

З метою оптимізації складових № 2, 3, 5, 6 електробалансу, які базуються на використанні електромеханічних установок, розглянуто можливості зменшення витрат ЕЕ при експлуатації цих установок. Особливу увагу приділено оптимізації використання посудомийних машин безперервної дії як досить значних одиночних споживачів ЕЕ. З метою зменшення витрат енергії в ПГХ на миття посуду запропоновано два варіанти раціонального використання посудомийних машин, один з яких базується на доцільності вибору для встановлення машини, продуктивність якої становила б  $\sim 50...70\%$  від кількості посуду, що надходить до миття в годину максимального навантаження підприємства.

Проаналізовано основні напрямки економії ЕЕ в освітлювальних установках ПГХ, такі як правильний режим експлуатації; використання високоекономічних джерел світла; підтримка напруги освітлювальних мереж на збалансованому рівні; утримання в чистоті закриття приміщень. Стосовно до ПГХ розглянуто методику оцінки економічності варіантів виконання освітлювальних установок за мінімумом приведених витрат. За даними розрахунків, комплексне застосування заходів щодо раціональної експлуатації освітлювальних установок ПГХ дозволяє зменшувати витрати ЕЕ в них на  $20...25\%$ .

З метою оптимізації використання живлячих трансформаторів ПГХ запропоновано передбачати для забезпечення енергопостачання підприємств два трансформатори, потужність одного з яких дорівнювала б  $15...30\%$  потужності другого, використовувачи в робочі години підприємства обидва трансформатори, а у неробочі години тільки трансформатор меншої потужності. Показано, що розробка графіків раціонального використання технологічних установок дає можливість зменшувати витрати ЕЕ не тільки в цих установках і живлячих трансформаторах, а і зменшувати капітальні вкладення в систему електропостачання ПГХ.

### ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ І ВИСНОВКИ

1. З результату проведеного аналізу стану проблеми показано, що діяча в галузі методика розрахунку питомої витрати ЕЕ, яка є основним показником для аналізу, планування і оптимізації енерговитрат, не дає можливості визначати об'єктивно необхідні витрати енергії на виробництво одиниці продукції в ПГХ, бо для розрахунку

витрат енергії орієнтується на фактичну тривалість роботи устаткування, враховуючи тим самим і різні непродуктивні витрати енергії, а для визначення обсягу виготовляємої продукції - на величину товарообігу власного виробництва, що також не може бути об'єктивним показником, бо за інших рівних умов величина товарообігу може змінюватися в залежності від вартості отримуючої підприємством сировини, ступеня її готовності і асортименту виготовляємих страв.

2. За результатами досліджень особливостей споживання енергії електротехнічними установками ПХ з врахуванням їх роботи при змінних навантаженнях і нерегулярних графіках навантаження розвинуто методи аналітичного визначення об'єктивно необхідних витрат ЕЕ на виготовлення продукції в ПХ, що використано для наукового обґрунтування методу нормування енерговитрат в галузі.

3. Обґрунтовано принципово новий для галузі підхід до визначення обсягу виготовляємої в ПХ продукції шляхом приведення різних видів продукції до продукції одного виду за допомогою коефіцієнтів енергоємності, що дозволяє відмовитись від вартісного показника при оцінці питомих витрат ЕЕ в ПХ і перейти до більш об'єктивного - енергетичного.

4. Досліджено вплив найбільш вагомих технологічних, енергетичних і експлуатаційних факторів на енергетичний показник ПХ. Результати досліджень використані для обґрунтування методу аналізу фактичних електробалансів підприємств харчування з метою виявлення і усунення непродуктивних витрат ЕЕ у виробничих процесах ПХ.

5. При дослідженні електроємності продукції ПХ застосовано розрахунково-експериментальний метод визначення питомих витрат ЕЕ за окремими складовими /операціями/ розглядаемого технологічного процесу виготовлення продукції, і метод групувань, згідно з яким вся багатономенклатурна продукція ПХ комплектувалася у певні групи за ознаками спільності використовуваних технологічних процесів. Отримані результати використані для визначення технологічних норм питомих витрат ЕЕ в ПХ різних типів.

6. Науково обґрунтовано методи нормування питомих витрат ЕЕ в ПХ за індивідуальними, груповими і технологічними нормами, що визначаються за електроємністю виготовляємої продукції. При цьому реалізовано найважливіший принцип нормування, що полягає у можливості співставлення об'єктивно необхідних витрат ЕЕ на виготовлення одиниці продукції встановленої якості з натуральними показниками продукції.

7. Науково обгрунтовано метод планування витрат ЕЕ в ПХ, який дозволяє враховувати кількість і асортимент виготовляемої в них продукції. Це дає можливість прогнозувати потреби в ЕЕ для ПХ різних типів при змінах обсягу продукції, перепрофілюванні або їх реконструкції, що важливо як для проектувальників систем електропостачання ПХ, так і для аналізу економічних показників підприємств.

8. Для оцінки ефективності використання енергії в електротехнічних установках ПХ застосовано метод електробалансу шляхом синтезування даних енерговикористання в окремих елементах виробництва. Теоретично обгрунтовані положення щодо оптимізації складових електробалансу ПХ, зокрема використання технологічних установок для теплової і механічної обробки продуктів, установок для миття посуду, освітлювальних установок, живлячих трансформаторів.

Впровадження в практику цих заходів дозволяє економити в невеликих і середніх ПХ, які становлять основну масу підприємств галузі, від 7000 до 12000 кВт год ЕЕ протягом року. При цьому в масштабах галузі масового харчування України економія ЕЕ може становити до 1,4 млрд. кВт год. за рік.

#### Список основних публікацій за темою дисертації

1. Зенцев В.Г. Прогнозування потреб в електроенергії в підприємствах масового харчування. - К.: Вид-во КДТЕУ, 1995. - 32 с.

2. Зенцев В.Г. Визначення витрат енергії холодильними установками підприємств громадського харчування. В кн: Вдосконалення технології виробництва та обслуговування в громадському харчуванні і готельному господарстві. - Вид-во КДТЕУ, 1995. - с. 114 - 123.

3. Зенцев В.Г. Рациональное использование электрической энергии на предприятиях общественного питания. - К.: КТЭИ, 1985.-36с.

4. Зенцев В.Г. Визначення витрат електроенергії в підприємства громадського харчування. - К.: Вид-во КДТЕУ, 1994. - 26 с.

5. Зенцев В.Г. Визначення витрат електроенергії основними технологічними установками підприємств громадського харчування. - К.: КТЕІ, 1994. - 48 с.
6. Зенцев В.Г. Визначення витрат електроенергії допоміжними технологічними установками підприємств громадського харчування. - К.: КТЕІ, 1994. - 40 с.
7. Зенцев В.Г. Визначення витрат електроенергії на загальновиробничі потреби в підприємствах громадського харчування. - К.: КТЕІ, 1994. - 32 с.
8. Зенцев В.Г., Краснова Є.М., Лангенбах И.И., Протченко Н.В. Исследование эксплуатационных характеристик посудомоечных машин. В кн.: Централизация производства и совершенствование технологии продуктов общественного питания. - Из-во КТЭИ, 1984. - с.78-82.
9. Зенцев В.Г., Васюрин В.И., Николаев В.Н., Ралле В.В. Результаты эксплуатационных испытаний вращающейся жаровни ВМШЭ-675 и машины для резки вареных овощей. В кн.: Пути повышения эффективности общественного питания. - Из-во КТЭИ, 1976. - с.52-56.
10. Зенцев В.Г. О рациональном расходовании электроэнергии на предприятиях общественного питания. В кн.: Управление качеством производства и обслуживания в общественном питании. - Из-во КТЭИ, 1981. - с. 164-168.
11. Зенцев В.Г., Краснова Е.М., Протченко Н.В., Сухомлин Б.В. Повышение эффективности использования посудомоечных машин, В кн.: Повышение качества продукции и культуры обслуживания в общественном питании. - Из-во КТЭИ, 1985. - с. 122-125.
12. Зенцев В.Г. Выбор норм расхода электроэнергии на предприятиях общественного питания. В кн.: Интенсификация производства и совершенствование обслуживания в общественном питании. - Из-во КТЭИ, 1985. - с. 130-134.
13. Зенцев В.Г. Визначення витрат електроенергії в підприємствах громадського харчування. - К.: КТЕІ, 1994. - с.38.
14. Зенцев В.Г., Николаев В.Н., Осыкин А.В., Ралле В.В. Особенности определения коэффициентов энергоемкости продукции общественного питания. В кн.: Ускорение научно-технического прогресса в общественном питании. - Из-во КТЭИ, 1987. - с. 133-135.
15. Зенцев В.Г. Шляхи економного використання електроенергії в освітлювальних установках підприємств громадського харчування. - К.: КТЕІ, 1993. - с.24.

16. Зенцев В.Г. Основные положения методики анализа энергоемкости продукции предприятий общественного питания. В кн.: Резервы эффективности общественного питания. - Из-во КТЭИ, 1989. - с. 102-106.

17. Зенцев В.Г. Об особенностях нормирования расхода электроэнергии на предприятиях общественного питания. В кн.: Эффективность общественного питания в условиях перестройки. - Из-во КТЭИ, 1990. - с. 129-133.

18. Зенцев В.Г. Дослідження з проблеми раціональної експлуатації електроустаткування підприємств громадського харчування. Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції. "Розвиток масового харчування, готельного господарства і туризму в умовах ринкових відносин". - К.: КДТЕУ, 1994. - с. 129-130.

19. Зенцев В.Г. Определение удельного расхода электроэнергии на приготовление супов в общественном питании. В кн.: Общественное питание и экономическая реформа. - Из-во КТЭИ, 1992. - с. 156-163.

20. Зенцев В.Г. Определение удельного расхода электроэнергии на изготовление вторых блюд в общественном питании. В кн.: Развитие общественного питания в условиях рыночных отношений. - Из-во КТЭИ, 1993. - с. 81-89.

21. Зенцев В.Г., Терьохін Г.С., Охріменко О.В. Використання ЕОМ для розрахунків електроспоживання підприємств громадського харчування. В кн.: "Масове харчування, готельне господарство і туризм в умовах ринку". - К.: КДТЕУ, 1996. - с.108-116.

22. Зенцев В.Г. Шляхи економного використання енергії в електронагрівальних установках підприємств громадського харчування. - К.: КТЕІ, 1993. - с.28.

23. Зенцев В.Г. Шляхи економного використання електроенергії в технологічних установках підприємств громадського харчування. - К.: КТЕІ, 1993. - с.32.

24. Зенцев В.Г., Николаев В.Н., Ралле В.В., Терехин Г.С. Характеристика машин и аппаратов предприятий общественного питания как потребителей электрической энергии. В кн.: Общественное питание в новых условиях хозяйствования. - Из-во КТЭИ, 1988. - с. 132-136.

25. Зенцев В.Г., Охріменко О.В., Ралле В.В.

Дослідження щодо визначення витрат енергії електромеханічними установками підприємств громадського харчування. Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції. "Розвиток масового харчування, готельного господарства і туризму в умовах ринкових відносин". - К.: КДТЕІ, 1994. - с.133-134.

26. Зенцев В.Г. Про зниження енерговитрат на миття посуду в підприємствах громадського харчування. В кн.: "Громадське харчування в умовах комерціалізації і приватизації". - Вид-во КДТЕІ, 1994. - с. 96-103.

27. Зенцев В.Г. Вплив експлуатаційних факторів на величину споживаємої енергії електротехнічними установками підприємств харчування. В кн.: Масове харчування, готельне господарство, туризм в умовах ринку. - Вид-во КДТЕІ, 1995, - с. 116-123.

#### Особистий внесок автора в роботах

В роботах /А, 9, Д/ результати належать авторам в рівній мірі. В роботах /І4, 2, І24, 25/ автору належить постановка наукової задачі, шляхи її вирішення, теоретичний аналіз результатів.

Zentsev V.G. An effective uses of electric power in public catering. Thesis for Sc.D Degree in technical sciences by speciality 05.14.01 - power systems and complexes. Kiev State Trade and Economic University, Kiev, 1995.

32 scientific works are defended which contain a theoretical generalization of the problem of effective uses of electric power in public catering. A system approach was used for the problem solving that takes into account all of its components. The fulfilled theoretical and experimental investigations have resulted in development an analytical methods for determination an objectively necessary amount of electric power that would be spent for production the unit of product in public catering; taking into account the main production process, power and operation factors influence on the specific electric power consumption; planning and establishment of electric power consumption standards for public catering institutions of various types; substantiation the measures for economic uses of electric power. The obtained results have been applied in industry of public catering.

Зенцев В.Г. Эффективное использование электрической энергии на предприятиях массового питания.

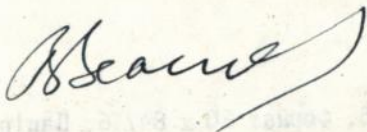
Диссертация в виде рукописи на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.14.01 - энергетические системы и комплексы, Киевский государственный торгово-экономический университет, Киев, 1995.

Защищаются 32 научные работы, которые содержат теоретическое обобщение вопросов эффективного использования электрической энергии в отрасли массового питания.

Использован системный подход к решению проблемы с учетом всех ее составляющих.

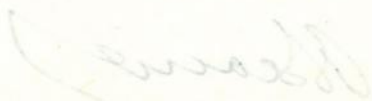
В результате выполненных теоретических и экспериментальных исследований разработаны аналитические методы определения объективно необходимых затрат электроэнергии на производство единицы продукции в предприятиях питания, учета влияния основных технологических, энергетических и эксплуатационных факторов на удельный расход энергии, нормирования и планирования энергезатрат в предприятиях разных типов, обоснования мер по экономному использованию электроэнергии. Осуществлено промышленное внедрение результатов работы на предприятиях отрасли.

Ключові слова : питома витрата електроенергії, підприємства масового харчування, норма витрат електроенергії, електробаланс підприємств.



**ЗЕНЦЕВ Всеволод Григорович**

**ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ПІДПРИЄМСТВАХ МАСОВОГО ХАРЧУВАННЯ**



Підп. до друку 26.12.95. Формат 60 x 84/16. Папір друк. Офс.друк.  
Ум.друк.арк. 2,21. Ум.фарбо-відб. 2,33. Обл.-вид.арк. 2,11.  
Тираж 100 пр. Зам. 358.

---

РВВ КДТЕУ Дільниця оперативного друку  
253156, Київ-156, вул. Кіото, 19

11/2/54

AB 33.893