

СЦЕНАРІЙ РОЗВИТКУ ЖКГ УКРАЇНИ ЯК ПОСЛІДОВНІСТЬ СТАНІВ ОПТИМАЛЬНОЇ РІВНОВАГИ ПІД ДІЄЮ ІНВЕСТИЦІЙ ЯК УПРАВЛІНЬ

Запропоновано квазідинамічну модель економіко-енергетичного розвитку житлово-комунального господарства (ЖКГ) України. Розв'язується задача оптимізації обсягів використання традиційних і новітніх енергоефективних технологій за умови дотримання рівноваг обсягів потреб і споживання житлово-комунальних послуг (ЖКП). Процес розповсюдження енергоефективних технологій у ЖКГ розглядається як послідовність станів оптимальної рівноваги для кожного з дискретних моментів часу під дією інвестицій як управлінь.

Ключові слова: модель, енергоефективні технології, оптимальна рівновага, інвестиції, житлово-комунальне господарство, сценарій розвитку.

Досліджуються екологічні та економіко-енергетичні параметри об'єктів ЖКГ України, що функціонують в умовах реформ, балансово-оптимізаційні розрахунки інтенсивності використання традиційних і новітніх енергоефективних технологій.

Мета дослідження – створення моделі розвитку економіко-енергетичних параметрів ЖКГ як квазідинамічної керованої системи.

Задача оптимізації обсягів використання традиційних і новітніх енергоефективних технологій у ЖКГ розв'язується на базі квазідинамічної економіко-енергетичної моделі розвитку ЖКГ за умови дотримання рівноваги обсягів потреб і споживання ЖКП, а також заданих обмежень на екологічні та економіко-енергетичні параметри, що характеризують технології, технологічні способи (техспособи) та ЖКГ у цілому. Процес економіко-енергетичного розвитку ЖКГ розглядається як послідовність станів оптимальної рівноваги для кожного з дискретних моментів часу під дією інвестицій в якості управлінь. Розраховуються оптимальні екологічні та економіко-енергетичні параметри технологічних способів (ТС) виробництва, постачання та споживання ЖКП на даний момент та на перспективу.

Критерій оптимізації. На перших етапах оптимізації, поки умови дотримання рівноваги потреби і надання ЖКП не можуть бути забезпечені, використовується багатокритеріальна оптимізація, де в якості критерію мінімізації прийнята лінійна комбінація μ двох складових:

1) позитивна різниця між необхідними і забезпечуваними обсягами ЖКП;

2) серед усіх екологічних та економіко-енергетичних параметрів, що характеризують ТС виробництва, постачання та споживання ЖКП, виберемо певний набір, назвемо його цільовим вектором, введемо для цього вектора міру μ^* і будемо використовувати її як складову для формування цільової функції μ .

Коли умова дотримання рівноваги потреби і надання ЖКП буде забезпечена і складова 1 буде дорівнювати 0, використовується тільки складова 2 – міра μ^* для цільового вектора.

В обох випадках мінімізація здійснюється за заданих у роботі [1] обмежень на обсяги інвестування в розвиток ЖКГ.

Практична значущість результатів дослідження полягає в їхній спрямованості на розв'язання конкретних задач, що стоять перед підприємствами ЖКГ, насамперед, при формуванні оптимального набору енергоефективних технологій та порядку їхнього впровадження в умовах обмежених інвестиційних ресурсів. Одержані пропозиції і рекомендації можуть бути використані як підприємствами ЖКГ, при розробці варіантів їхнього розвитку, так і органами державного управління при формуванні і обґрунтуванні тарифної політики у сфері ЖКГ.

Прогнози розповсюдження енергоефективних технологій у ЖКГ України формуються на основі узгоджених техніко-економічних та інвестиційних рішень з урахуванням інфраструктурного характеру галузі та її ролі у економіко-енергетичному балансі країни.

Блок-схему дослідження процесів розповсюдження нових енергоефективних технологій у ЖКГ України показано на рис. 1.

На рівні адміністративно-територіальних одиниць розглядається структура енергетич-

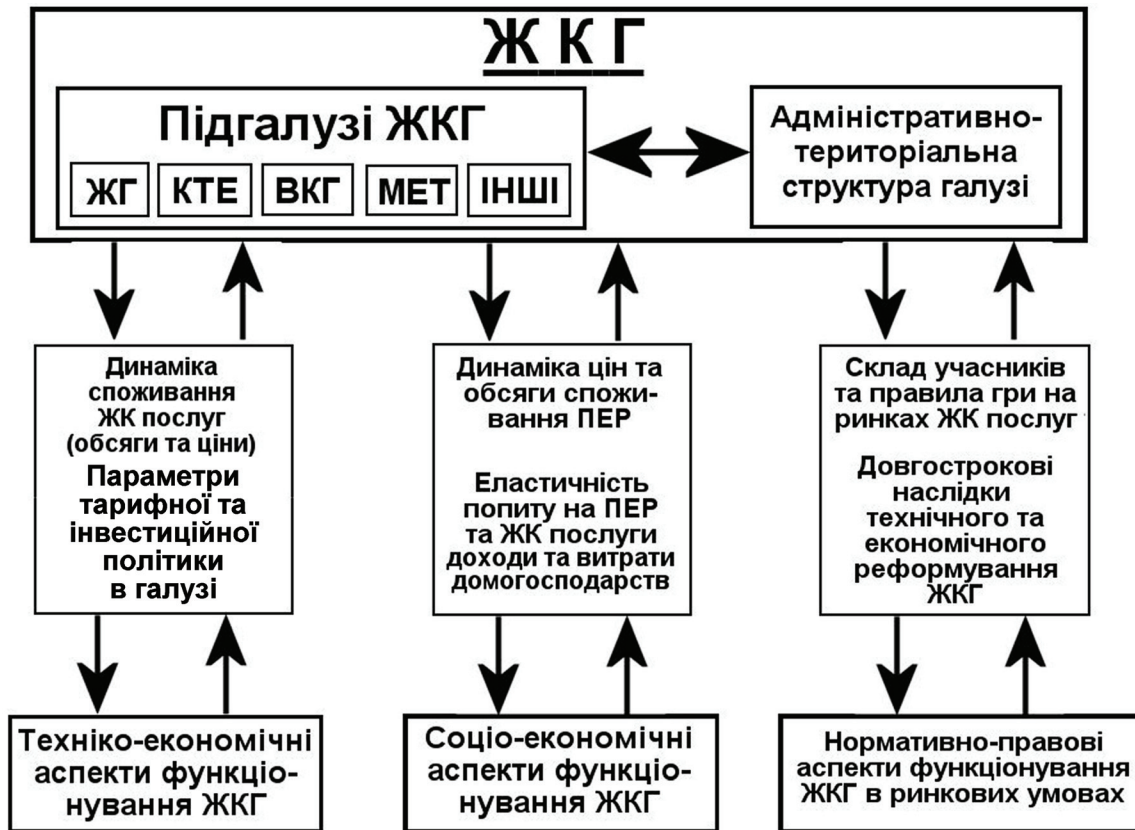


Рис. 1. Блок-схема дослідження процесів розповсюдження нових енергоефективних технологій у ЖКГ України

них та інвестиційних потоків і балансів. На регіональному рівні і на рівні об'єктів ЖКГ – екологічна та економіко-енергетична структура вироблення, постачання і споживання ЖКП.

Етапи прогнозування обсягів і напрямів використання енергоефективних технологій в ЖКГ показані на рис. 2.

При аналізі станів оптимальної рівноваги мають бути визначені наступні основні фактори:

- обсяги потреб ЖКП;
- структура вироблення, постачання та споживання ЖКП;
- структура потужностей і технологій виробництва ЖКП;
- рівень доцільної децентралізації ЖКП;
- екологічний вплив об'єктів вироблення, постачання та споживання ЖКП на навколишнє середовище;
- ефективність подовження терміну експлуатації діючих потужностей;
- наявність нових технологій на ринку для технічного переозброєння об'єктів вироблення, постачання та споживання ЖКП;
- економічно обґрунтовані обсяги використання перспективних технологій;

- ресурсні потреби та обмеження для перспективних технологій;

- обсяги інвестування та їхній вплив на обсяги модернізації об'єктів вироблення, постачання і споживання ЖКП.

При моделюванні підгалузей ЖКГ України з метою вибору оптимального складу технологій та визначення інтенсивностей їхнього застосування у ЖКГ за критеріями загальносистемної ефективності використовуються базові терміни технологія, технологічний спосіб та системоутворюючий технологічний спосіб (СТС). Під останнім терміном будемо розуміти структурно об'єднану комбінацію базових (елементарних) ТС, вихідними продуктами якої є одна або декілька ЖКП. Деякі ТС у цій комбінації можуть бути взаємозамінними, і інтенсивність їхнього використання є предметом оптимізації, а деякі невзаємозамінними. У будь-якому випадку обсяг вироблення j -ї ЖКП k_{j}^s при одиничній інтенсивності СТС визначається як комбінація сум і добуток параметрів елементарних ТС, що входять до складу СТС.

Вихідними даними для розрахунків нижніх граничних оцінок необхідних обсягів постачан-

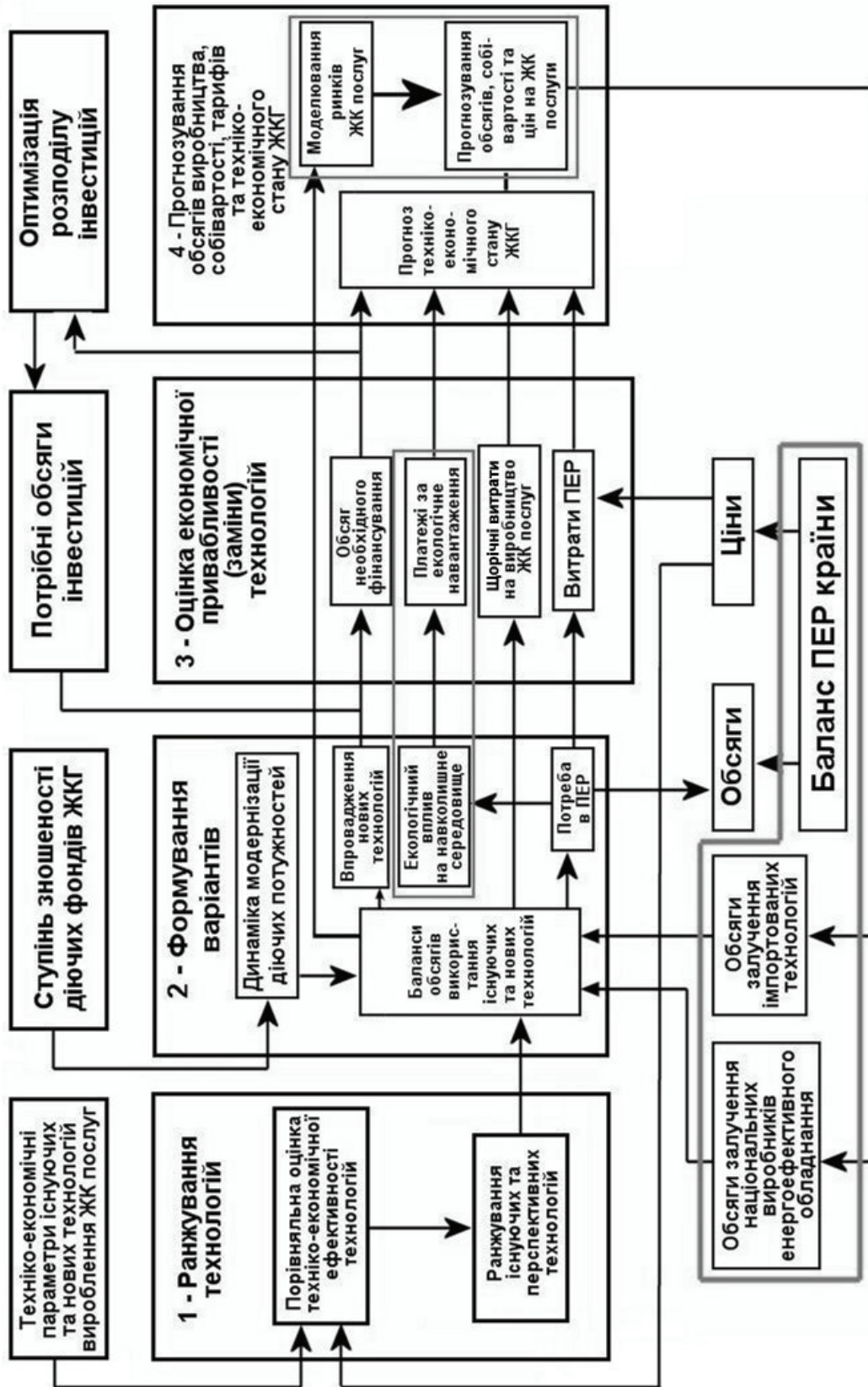


Рис. 2. Структурна схема етапів прогнозування обсягів і напрямів використання енергоефективних технологій у ЖКГ

ня ЖКП є норми споживання ЖКП [2], орієнтовна кількість споживачів або загальна площа на одного споживача, на сім'ю тощо

$$V_j^s = n_j^0 N_j, \quad (1)$$

де V_j^s – нижня гранична оцінка необхідного обсягу j -ї ЖКП, n_j^0 – фізіологічна норма споживання j -ї ЖКП однією особою, N_j – кількість споживачів j -ї ЖКП.

В свою чергу, відомими є перелік і параметри набору технологій, які виробляють j -ту ЖК послугу. Враховуючи наведене, формулюємо умови отримання необхідного обсягу j -ї ЖК послуги

$$\sum_l x_l k_{lj}^s \geq V_j^s, \quad (2)$$

де: x_l – інтенсивність l -ї технології, k_{lj}^s – обсяг виробництва j -ї ЖК послуги при одиничній інтенсивності l -ї технології.

Згідно із Законом України № 1875-15 від 15.01.2009 [3], і враховуючи енергозберігаючу спрямованість даного дослідження, в моделі розглядаються наступні ЖКП: постачання тепла для опалення; гаряче водопостачання; постачання холодної води і водовідведення; газопостачання для побутових потреб; електропостачання на комунально-побутові потреби; послуги з ремонту і реконструкції приміщень, будинків і споруд.

Структура узагальненого системоутворюючого техспособу (УСТС) вироблення ЖКП. УСТС включає такі елементарні технологічні способи (ЕТС), як виробництво і відпуск ЖКП, їхня передача мережами, споживання тощо, які в свою чергу складаються з ЕТС витрат. Спрощену блок-схему УСТС вироблення ЖКП показано на рис. 3.

Вироблена у обсязі $V_{вир}$ за допомогою ЕТС “Виробництво” ЖКП використовується ЕТС “Відпуск”, де утворюється обсяг $V_{від}$ відпущеної ЖКП. Остання, за допомогою ЕТС “Передача” поставляється споживачам у обсязі $V_{пост}$. Уся поставлена ЖКП використовується в ЕТС “Споживання” в обсязі $V_{спож}$.

В свою чергу, для задовільного забезпечення споживачів ЖКП, обсяг споживання ЖКП $V_{спож}$ має бути не менше ніж розрахована відповідно до формули (1) нижня гранична оцінка необхідного обсягу ЖКП.

УСТС вироблення окремої ЖКП розглядається в моделі як частка керованого процесу

забезпечення ЖКП, для якого фінансове забезпечення $I^{ЖКП}$ за рахунок коштів Державного бюджету України [1] є управляючою дією. УСТС описується в моделі наступним чином.

Критерій оптимізації. Як вже зазначено вище, на перших етапах оптимізації, поки умови дотримання рівноваги потреби і надання ЖКП не можуть бути забезпечені, використовується багатокритеріальна оптимізація, де як критерій мінімізації прийнята лінійна комбінація μ двох складових:

1) позитивна різниця між необхідними і забезпечуваними обсягами ЖКП;

2) міра μ^* – для цільового вектора на множині екологічних та економіко-енергетичних параметрів, що характеризують ТС виробництва, постачання та споживання ЖКП.

$$\mu = \alpha (V_{спож.} - V_{пост.}) + \beta \mu^* \Rightarrow \min, \quad (3)$$

де α і β – вагові коефіцієнти параметрів критерію оптимізації;

$$\mu^* = \mu^* \left\{ e_{jt}, \Delta e_{jt}, \eta_{jt}, To_{jt}, Td_{jt}, DD_{jt}, Pi_{jt}, \right. \\ \left. SO_{2jt}, CO_{jt}, NO_{jt}, CH_{4jt}, H_2S_{jt} \right\}.$$

Коли умова дотримання рівноваги потреби і надання ЖКП буде забезпечена, тобто $(V_{спож.} - V_{пост.})$ буде дорівнювати 0, використовується тільки складова 2) – міра μ^* – для цільового вектора.

$$\mu = \mu^* \Rightarrow \min. \quad (4)$$

В обох випадках мінімізація здійснюється за заданих у роботі [1] обмеженнях на обсяги інвестування в розвиток ЖКГ.

Співвідношення для розрахунків. 1. Загальний та з розподіленням за адміністративно-територіальними ознаками і за технологіями обсяг поставленої (а отже споживаної) ЖКП визначаються з наступного співвідношення

$$V_{спож.} = \sum_{n=1}^N \sum_{j=1}^J k_{jn}^{відн.} (1 - k_{jn}^{emp.}) x_{jn}, \quad (5)$$

де $n = 1, N$ – номер адміністративно-територіальної одиниці (області), $N = 27$; $j = 1, J$ – номер технології вироблення ЖКП; $k_{jn}^{відн.}, k_{jn}^{emp.}$ – коефіцієнти відпуску та втрат для j -ї технології вироблення ЖКП n -ї області; X_{jn} – обсяг вироблення ЖКП за допомогою j -ї технології вироблення ЖКП n -ї області;

2. Загальний та з розподіленням за адміністративно-територіальними ознаками і за технологіями обсяг витрачених ПЕР (тис. т

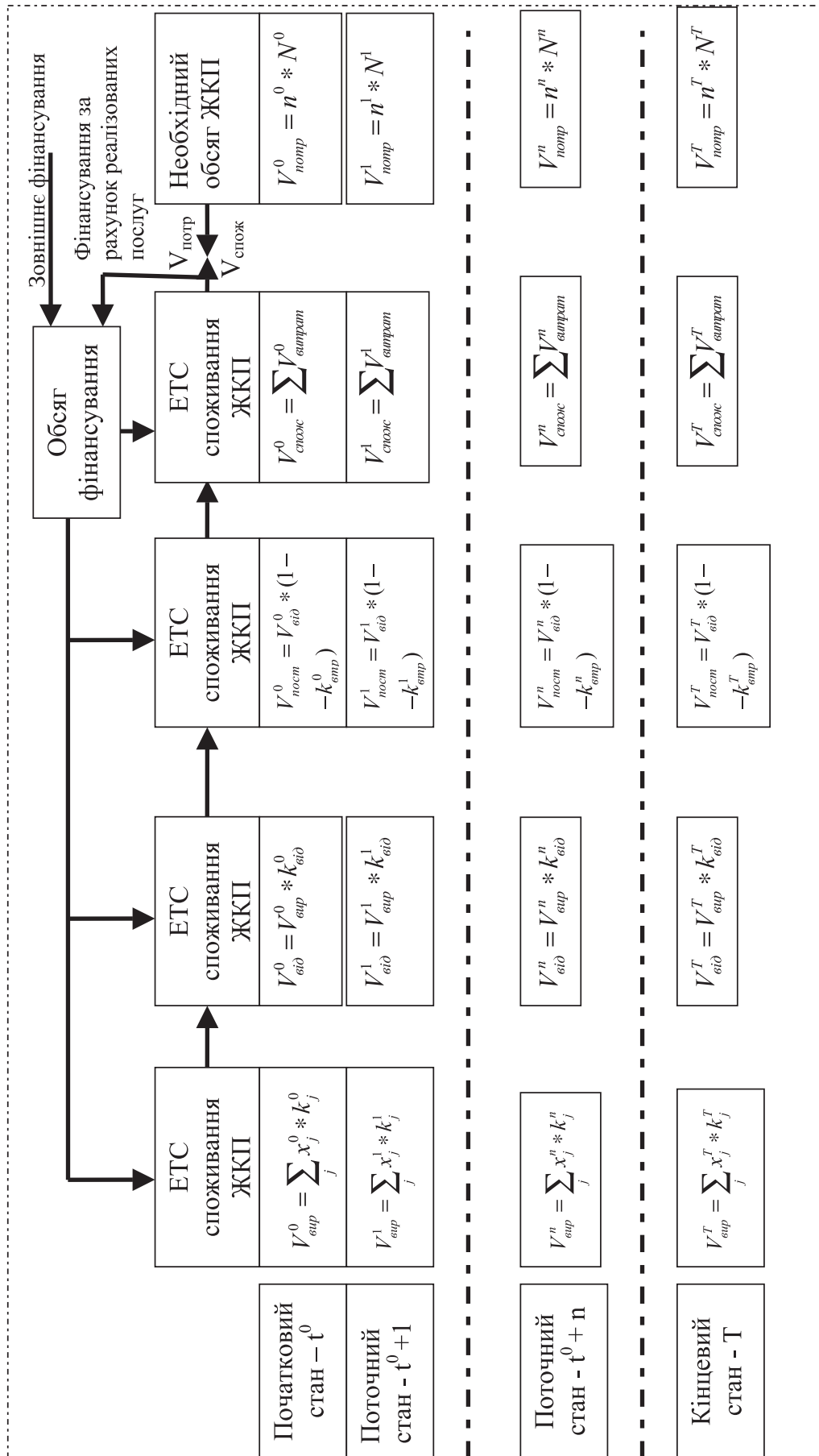


Рис. 3. Спрощена блок-схема УСТС вироблення ЖКП

у.п./рік) визначаються з наступного співвідношення:

$$B^{ЖКП} = \sum_{n=1}^N \sum_{j=1}^J b_{jn} x_{jn}, \quad (6)$$

де b_{jn} – питомі витрати ПЕР для j -ї технології вироблення ЖКП n -ї області.

3. Загальна та з розподіленням за адміністративно-територіальними ознаками і за технологіями вартість модернізації підгалузі УСТС (млн. грн./рік) визначається з наступного співвідношення

$$I_m^{ЖКП} = \sum_{n=1}^N \sum_{j=1}^J i_{jn} x_{jn}, \quad (7)$$

де i_{jn} – питома вартість вироблення ЖКП для j -ї технології n -ї області.

Обмеження. 1. Загальна вартість модернізації УСТС не перевищує загального обсягу інвестицій на модернізацію означеного УСТС (млн. грн./рік) виділеного згідно з законом України № 1869-IV від 24.06.2004 [1]

$$I_m^{ЖКП} \leq I^{ЖКП}. \quad (8)$$

2. Загальна вартість модернізації для n -ї області не перевищує заданого обсягу інвестицій цієї області

$$I_n^{ЖКП} = \sum_{j=1}^J i_{jn} x_{jn}. \quad (9)$$

3. Заданий максимальний обсяг інвестицій для n -ї області розраховується пропорційно до потреби ЖКП v_n цієї області відносно загальної V_j^s потреби цієї ЖКП на всі області

$$I_{n_{max}}^{ЖКП} = \frac{V_n}{V_j^s} I_m^{ЖКП}. \quad (10)$$

4. Після того як умови дотримання рівноваги потреби і надання житлово-комунальних

послуг можуть бути забезпечені, ці умови використовуються

$$V_{спож.} \geq V_{потр.} \quad (11)$$

5. Змінні не є від'ємними

$$i_{jn} \geq 0; x_{jn} \geq 0. \quad (12)$$

Розрахунок параметрів оптимального стану УСТС на поточний рік. Співвідношення (1–7) при обмеженнях (8–12) використані для розрахунків на основі реальних даних параметрів оптимального стану СТС теплопостачання на 2009 рік.

Розраховані обсяги з розподіленням в областях:

- ЖКП відпущеної в поточному році старими ЕТС;
- ЖКП поставленої в поточному році від старих ЕТС з урахуванням утрат при передачі;
- ЖКП спожитої в поточному році;
- ЖКП потрібної для задоволення потреб споживачів у поточному році;
- різниця спожитих та потрібних ЖКП на поточний рік;
- ЖКП вироблені кожним з старих ЕТС вироблення ЖКП, що використовувались в попередньому році;
- ЖКП вироблені кожним з нових ЕТС вироблення ЖКП, що впроваджені в поточному році;
- витрати ПЕР на ЖКП вироблені як старими ЕТС, так і кожним з нових ЕТС;
- вартості впровадження кожної з нових ЕТС вироблення ЖКП, що впроваджені в поточному році;
- розподіл витрат поставлених ЖКП.

Діаграма обсягів вироблення тепла новими технологіями показана на рис. 4.

Результати розрахунків перерахованих вище параметрів для кожного з станів жилого фонду

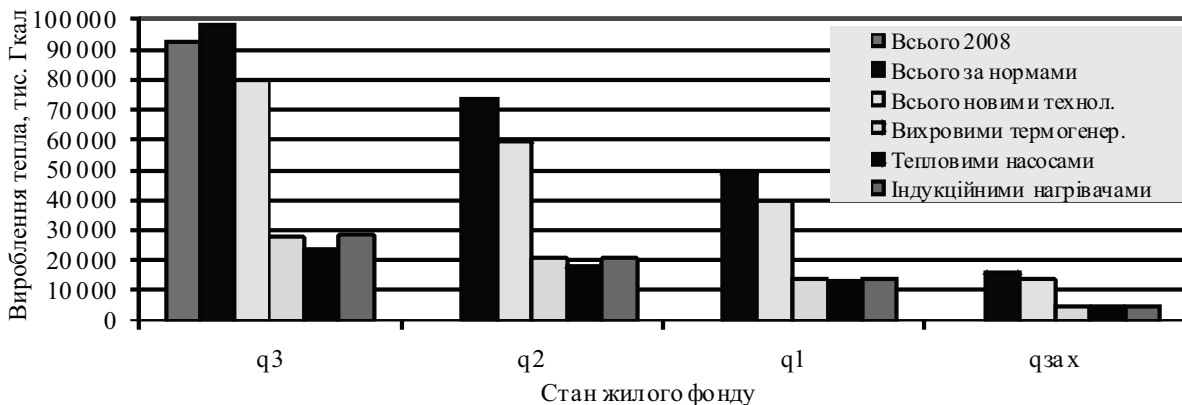


Рис. 4. Обсяги вироблення тепла новими технологіями

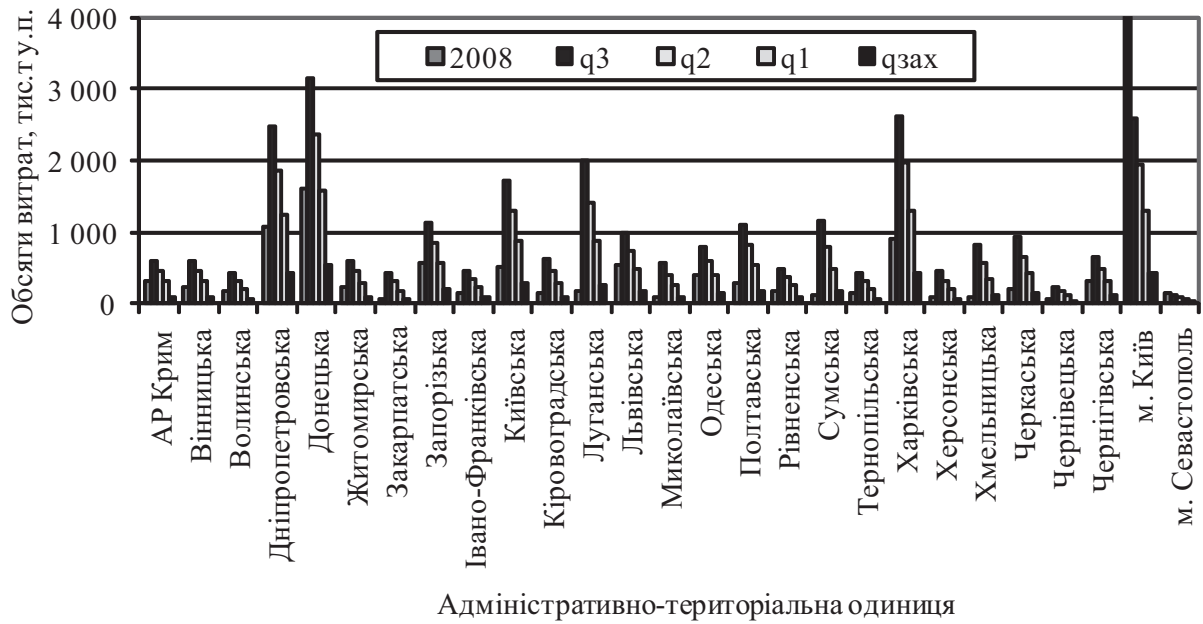


Рис. 5. Розрахунок сценарію витрат ПЕР СТС теплопостачання

(рис. 5) – тобто на 2008 рік – початковий стан, q3, q2, q1, qзах – стани жилого фонду, відповідно за нормами тепловтрат q3, q2, q1, qзах – західні норми, з урахуванням оптимальної модернізації, дозволили збудувати сценарії розвитку галузі ЖКГ. Залежно від обраних значень управляючих дій та видів обмежень на параметри оптимізації одержані декілька сценаріїв впровадження новітніх енергоефективних технологій у ЖКГ України.

ВИСНОВКИ

Розгляд процесу економіко-енергетичного балансу ЖКГ як поєднання статичної задачі поточного виробничого планування та задачі оптимізації керованих процесів (оптимального управління) дозволив створити нову квазидинамічну (багатоінтервальну) економіко-математичну модель удосконалення технологічної бази ЖКГ.

Врахування структурних особливостей підгалузей ЖКГ дозволило представити загальну модель поблочно та розв'язати завдання оптимізації складного комплексу, маючого блочно-ієрархічну структуру з урахуванням взаємозв'язків блоків, системних і поблочних обмежень.

Введення до загальної моделі поняття “системоутворююча технологія” та розгляд процесу економіко-енергетичного розвитку ЖКГ як послідовності станів оптимальної рів-

новаги для кожного з дискретних моментів часу під впливом інвестицій як управління дає можливість розраховувати процес розвитку в часі продуктивних та функціональних зв'язків між цими технологіями в загальносистемному балансі паливно-енергетичних ресурсів ЖКГ.

Застосування квазидинамічної економіко-енергетичної моделі розвитку ЖКГ для розв'язання задачі оптимізації обсягів використання традиційних і новітніх технологій за умови дотримання рівноваги обсягів потреб і споживання ЖКП, а також заданих обмежень на параметри, що характеризують технології, технологічні способи та їх сукупність у цілому в ЖКГ дає можливість формувати проекти сценаріїв розповсюдження новітніх енергоефективних технологій у ЖКГ України. Зокрема, розраховувати задачі достатньо великих розмірів, визначати оптимальні параметри техспособів виробництва, постачання та споживання ЖКП на даний момент та на перспективу.

Виконано за реальними даними розрахунок оптимального балансу технологій для системоутворюючого техспособу підгалузі теплопостачання ЖКГ України з урахуванням стану жилого фонду на 2009 рік дає можливість одержати як оцінки оптимальних співвідношень обсягів основних продуктів, що виробляються і споживаються у процесі виробництва, так і обсягів необхідного фінансування для досягнення означених співвідношень для підгалузей та ЖКГ в цілому.

1. *Закон* України № 1869-IV від 24.06.2004 “Про Загальнодержавну програму реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2004–2010 роки” [Електронний ресурс]: (Верховна рада України). Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=1869-15&test=4/UMfPEGznhhUF8.ZiePnC3XHI4Fos80msh8Ie6>. Назва з екрану.
2. *Постанова* Кабінету Міністрів України № 879 від 01.07.1996 “Про встановлення норм користування житлово-комунальними послугами громадянами, які мають пільги щодо їх оплати” [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=1875-15&chk=4/UMfPEGznhhUF8.ZiePnC3XHI4Fos80msh8Ie6>. Назва з екрану.
3. *Закон* України №1875-15 від 15.01.2009 “Про житлово-комунальні послуги” [Електронний ресурс]: (Верховна рада України). Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=1875-15&chk=4/UMfPEGznhhUF8.ZiePnC3XHI4Fos80msh8Ie6>. Назва з екрану.

Надійшла до редколегії: 27.05.2010