

# МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 620.9

**Райко Г.О.**, к. т. н., доцент,  
доцент кафедри економічної кібернетики та управління проектами  
*Херсонський національний технічний університет*

**Карамушка М.В.**, к. т. н., доцент,  
доцент кафедри економічної кібернетики та управління проектами  
*Херсонський національний технічний університет*

**Волкова О.В.**, к. е. н., доцент,  
доцент кафедри фінансів, банківської справи та страхування  
*Херсонський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ТА ПРАКТИКИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ЖИТЛОВИЙ СЕКТОР НА ОСНОВІ ПРОЕКТНОГО ПІДХОДУ

**Райко Г.О., Карамушка М.В., Волкова О.В.** Дослідження стану та практики впровадження енергоефективних технологій в житловий сектор на основі проектного підходу. У статті проаналізовано механізми реалізації політики енергоефективності, описано, для реалізації яких потенціалів енергозбереження вони використовуються. Наведено приклад проекту реалізації встановлення сонячних батарей для ОСББ.

**Ключові слова:** аналіз, проект, енергоресурси, енергозбереження, об'єднання співвласників багатоквартирних будинків.

**Райко Г.А., Карамушка М.В., Волкова Е.В.** Исследование состояния и практики внедрения энергоэффективных технологий в жилищный сектор на основе проектного подхода. В статье проанализированы механизмы реализации политики энергоэффективности, описано, для реализации каких потенциалов энергосбережения они используются. Приведен пример проекта реализации установки солнечных батарей для ОСМД.

**Ключевые слова:** анализ, проект, энергоресурсы, энергосбережение, объединение совладельцев многоквартирных домов.

**Rayko G.O., Karamushka M.V., Volkova O.V.** Research of the state and practice of introducing energy-efficient technologies in the housing sector on the basis of a project approach. The article analyzes the realization mechanisms of energy efficiency policies and describes which energy saving potentials they are used to realize. An example of a project for the mounting of solar panels for a resident association is given.

**Key words:** analysis, project, energy resources, energy saving, resident association.

**Постановка проблеми.** Економіка України споживає в загальному балансі більше 60–70% імпортованих енергоресурсів внаслідок їх неефективного використання, що загрожує національним інтересам та безпеці країни. Таким чином, питання енергозбереження та енергоефективності є актуальним та першочерговим за умов енергетичної кризи.

Енергоефективність означає раціональне використання енергетичних ресурсів, досягнення економічно доцільної ефективності використання наявних паливно-енергетичних ресурсів за дійсного рівня розвитку техніки та технології, дотримання вимог навколишнього середовища.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Теоретичні та прикладні наукові дослідження щодо розроблення та вжиття заходів з енергозбереження проводилися ще на початку ХХ століття. В наукових працях В.І. Гордєєва, В.А. Жовтянського, Є.П. Забело, В.Г. Кузнєцова, С.О. Кукель-Краєвського, О.М. Суходоля обґрунтовано доцільність управління та фактори впливу на національну економіку. Основні теоретичні та прикладні розробки В.М. Геєця, С.Ф. Єрмілова, Н.В. Мици, В.П. Розена, Ю.П. Ященка присвячені проблемам зменшення енергоємності економіки України, забезпечення промисловості енергетичними ресурсами, обґрунтуванню рівня енергоефективності.

В Україні, як і в більшості європейських країн, понад 30% кінцевої енергії споживається будинками. Це найбільший сектор національної економіки з точки зору енергоспоживання, за яким йдуть промисловість і транспорт. Водночас гострими залишаються питання визначення та вдосконалення оптимальних шляхів вжиття енергозберігаючих заходів в економіці України з урахуванням техніко-економічних чинників на основі проектного підходу.

Для населення мається на увазі значне скорочення комунальних витрат, для країни – економія ресурсів, підвищення продуктивності промисловості та конкурентоспроможності, для екології – обмеження викидів парникових газів в атмосферу, для енергетичних компаній – зниження витрат на паливо та необґрунтованих витрат на будівництво.

**Постановка завдання.** Енергоресурси мають критичне значення для поліпшення якості життя, тому забезпечення ефективного, надійного та екологічно безпечного енергопостачання за цінами, що відображають фундаментальні принципи економіки, є одним з найважливіших факторів для всього світового співтовариства. Освоєння чистої та доступної енергії визнано у світі одним з важливих завдань. При цьому сучасні технології розвитку поновлюваних джерел енергії є екологічно більш прийнятними, дають можливість вирішувати економічні, соціально-культурні, побутові питання на локальному рівні, сприяють підвищенню енергобезпеки країни та регіонів, створюють нові високотехнологічні галузі виробництва та нові робочі місця. Для багатьох країн нетрадиційна поновлювана енергетика вже сьогодні є важливим компонентом енергозабезпечення.

**Виклад основних результатів.** Кожний уряд незалежної України одним з головних пріоритетів у своїй діяльності визначав необхідність розв'язання проблем підвищення енергоефективності житлово-комунального господарства. Але досі не закріплені на законодавчому рівні стандарти енергоефективності в багатоквартирному житловому фонді, не запроваджені стимули та санкції, що обумовлюють перехід до ресурсоощадної енергетичної політики. Через незабезпеченість енергоефективності будівель втрати тепла становлять 47%, з яких 12% тепла втрачається через зношеність мереж, 5% – через застаріле обладнання котельень. Загалом по Україні потенціал зменшення енергоспоживання становить 75%.

Досвід багатьох країн показує, що лише комплексна термомодернізація наявного житлового фонду здатна кардинально вплинути на скорочення споживання енергоресурсів, забезпечити економію близько 50% енергоресурсів. Міжнародне енергетичне агентство стверджує, що кожен долар, інвестований в енергоефективність, обернеться 4 дол. економії, причому такий проект повністю окупиться приблизно за чотири роки [1].

Для об'єднання співвласників багатоповерхових будинків (ОСББ) питання про енергоефективність є чи не одним з найважливіших питань. Економічний ефект вжиття енергоефективних заходів з часом лише збільшуватиметься. Практики енергоефективності, що впроваджуються, наведені на рис. 1.



Рис. 1. Енергоефективні заходи для ОСББ

Щілини у фасаді, старі віконні рами, неутеплений дах – основні елементи будинку, що втрачають тепло. Втрати тепла в неутеплених житлових будинках відбуваються за схемою, зображеною на рис. 2. Утеплений будинок зменшує частку споживання ресурсів для мешканців, вартість житла зростає, ОСББ має змогу економити кошти, спрямувати їх на інші потреби.



Рис. 2. Втрати тепла в неутеплених житлових будинках

При цьому більше переваг має той вигляд, коли утеплення відбувається не «латками», а відразу всього будинку. Тоді підвищується шумоізоляція, енерговитрати зводяться до мінімуму, витрати на опалення знижуються, покращується зовнішній вигляд будівлі [2, с. 234].

Сьогодні існує можливість використовувати більш ефективні методи на рівні всього ОСББ, а саме встановити сонячну електростанцію (СЕС), що є оптимальним варіантом, оскільки сонячна енергія

є чистою, доступною в будь-якому місці, потужною та невичерпною.

Виробники пропонують три види сонячних батарей, а саме монокристалічні, полікристалічні та тонкоплівкові, головними позитивними характеристиками використання яких є невичерпність джерела, незалежність від електромережі, легкість обслуговування, можливість монтажу в будь-якому сонячному місці без шкоди для опори, екологічність.

Для ОСББ оптимальним варіантом підключення СЕС є варіант комутації з мережею, за яким система працюватиме паралельно з мережею. Прибор автоматичного введення резерву дає змогу перемикаєти із сонячних батарей на мережу за відсутності сонця чи розряджених акумуляторах і навпаки (рис. 3).

Для максимізації корисності батарей їх необхідно розмістити на ділянці, що контактує із сонячним випромінюванням максимально довго. Дах є оптимальним місцем для розміщення модулів. Загальна площа даху будинку, наприклад, становить 1091 м<sup>2</sup>. Для встановлення СЕС для ОСББ пропонуються декілька варіантів сонячних станцій, а саме «Економ», «Стандарт» та «Преміум» [3].

Проведемо розрахунок мережевої сонячної електростанції за варіантом «Стандарт». Враховуючи площу даху (1091 м<sup>2</sup>), можемо сказати, що є можливість встановити 6 комплектів станцій. Ціна мережі станцій розрахована в табл. 1.

За рік функціонування станція зможе згенерувати 187 177,2 кВт електроенергії (рис. 4).

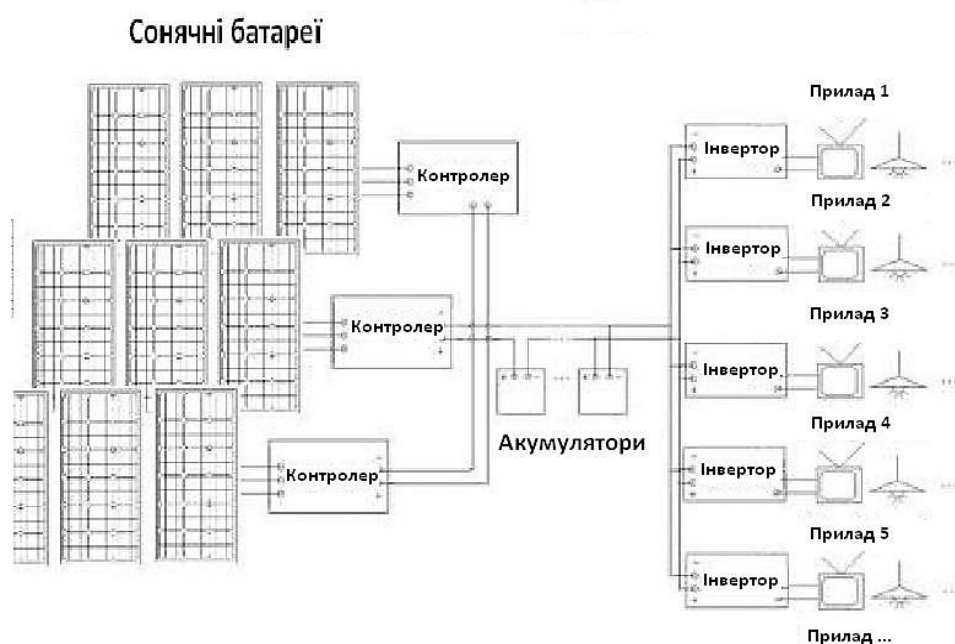


Рис. 3. Схема підключення СЕС

Таблиця 1

Вартість встановлення шести комплектів сонячних батарей

| №      | Назва   | Варіант сонячної станції  |         |                | Стандарт, USD |
|--------|---|---|---------|----------------|---------------|
|        |   | Опис  | Країна  | Кількість, шт. | 29,40 кВт     |
| 1      | Сонячна батарея Amerisolar AS-6P30 280Вт/24В        | Номінальна потужність становить 280 Вт, полікристал.                    | Китай   | 630            | 95 256        |
| 2      | Мережевий інвертор ECO 27.0-3-S                     | Номінальна потужність становить 27 кВт, вихідна напруга складає 0,4 кВ. | Австрія | 6              | 23 310        |
| 3      | Конструкція для кріплення сонячних модулів          | Виготовляються індивідуально.   | Україна | 6              | 15 750        |
| 4      | Додаткові та витратні матеріали                     | PV-кабелі, конвектори, АВ, монтажний щит тощо.                          |         | 6              | 4 800         |
| 5      | Проектно-монтажні та пусково-налаштовувальні роботи | «Під ключ».   |         |                | 1 800         |
| 6      | Накладні та інші витрати                            |   |         |                | 200           |
| 7      | Транспортні витрати                                 |   |         |                | 250           |
| Всього |   |   |         |                | 141 366       |

З табл. 2 видно, що енергії, генерованої сонячною електростанцією, катастрофічно не вистачає для забезпечення двох будинків. Для підтримки розвитку енергозберігаючих проектів держава пропонує програму підтримки «Зелений тариф». Цей

законопроект поширює свою дію на галузі альтернативної енергетики, що використовують енергію сонця, вітру, біомаси тощо [4, с. 24].

Ставка «зеленого тарифу» прив'язана до курсу євро. Для приватних сонячних електростанцій зі вста-

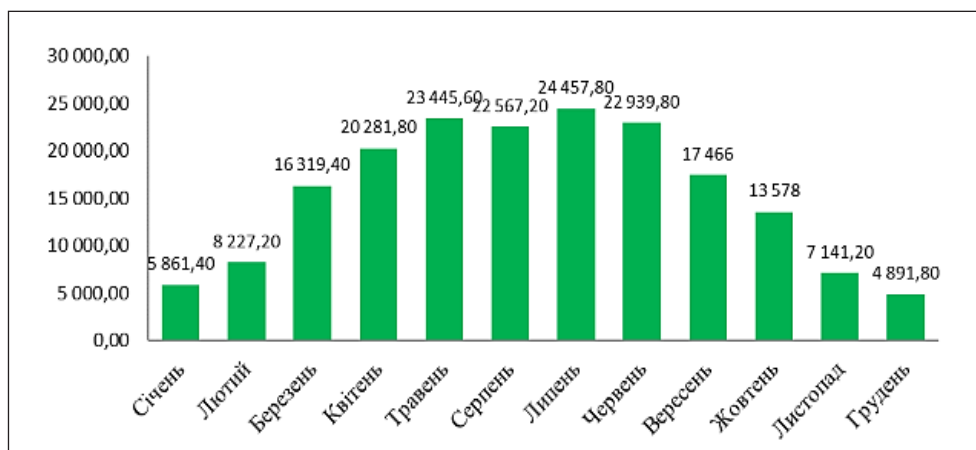


Рис. 4. Графік генерування електроенергії станціями, кВт\*год.

Таблиця 2

Порівняння рівнів генерування та споживання електроенергії

| Місяць   | Генерування, кВт | Споживання, кВт | Різниця     |
|----------|------------------|-----------------|-------------|
| Січень   | 5 861,4          | 53 851          | -47 989,60  |
| Лютий    | 8 227,2          | 41 450          | -33 222,80  |
| Березень | 16 319,4         | 33 393          | -17 073,60  |
| Квітень  | 20 281,8         | 35 625          | -15 343,20  |
| Травень  | 23 445,6         | 27 268          | -3 822,40   |
| Серпень  | 22 567,2         | 31 812          | -9 244,80   |
| Липень   | 24 457,8         | 43 882          | -19 424,20  |
| Червень  | 22 939,8         | 53 912          | -30 972,20  |
| Вересень | 17 466           | 62 446          | -44 980,00  |
| Жовтень  | 13 578           | 70 322          | -56 744,00  |
| Листопад | 7 141,2          | 77 487          | -70 345,80  |
| Грудень  | 4 891,8          | 82 116          | -77 224,20  |
| Всього   | 187 177,2        | 613 564         | -426 386,80 |

Таблиця 3

Фінансові показники продажу енергії щомісячно (1 EUR = 29,47 UAH)

| Місяць   | Генерування, кВт*год. | Дохід від продажу, EUR | Податок, EUR | Прибуток від продажу, EUR | Чистий прибуток, UAH |
|----------|-----------------------|------------------------|--------------|---------------------------|----------------------|
| Січень   | 5 861,4               | 1 055,05               | 205,74       | 849,32                    | 25 029,37            |
| Лютий    | 8 227,2               | 1 480,90               | 288,77       | 1 192,12                  | 35 131,81            |
| Березень | 16 319,4              | 2 937,49               | 572,81       | 2 364,68                  | 69 687,15            |
| Квітень  | 20 281,8              | 3 650,72               | 711,89       | 2 938,83                  | 86 607,40            |
| Травень  | 23 445,6              | 4 220,21               | 822,94       | 3 397,27                  | 100 117,47           |
| Серпень  | 22 567,2              | 4 062,10               | 792,11       | 3 269,99                  | 96 366,53            |
| Липень   | 24 457,8              | 4 402,40               | 858,47       | 3 543,94                  | 104 439,77           |
| Червень  | 22 939,8              | 4 129,16               | 805,19       | 3 323,98                  | 97 957,60            |
| Вересень | 17 466                | 3 143,88               | 613,06       | 2 530,82                  | 74 583,37            |
| Жовтень  | 13 578                | 2 444,04               | 476,59       | 1 967,45                  | 57 980,82            |
| Листопад | 7 141,2               | 1 285,42               | 250,66       | 1 034,76                  | 30 494,37            |
| Грудень  | 4 891,8               | 880,52                 | 171,70       | 708,82                    | 20 888,98            |
| За рік   | 187 177,2             | 33 691,90              | 6 569,92     | 27 121,98                 | 799 284,64           |

новленою потужністю до 30 кВт «зелений тариф» за 2015 рік складає 20 євроцентів/1 кВт; за 2016 рік – 19 євроцентів/1 кВт; за 2017–2019 роки – 18 євроцентів/1 кВт. Виходячи з вищенаведеної інформації, ми провели розрахунки продажу виробленої елек-

троенергії за «зеленим тарифом» за розміру податку в 19,5% (табл. 3). Термін окупності станції становить 3 740 544/799 284,64=5 років [5, с. 124].

За рік споживання електроенергії у розмірі 613 564 кВт мешканці будинку сплачують

| Режим задачі | Назва задачі                   | Длительность | Начало      | Окончание   | Предшественники | Названия ресурсов                                       |
|--------------|--------------------------------|--------------|-------------|-------------|-----------------|---|
|              | ☐ Сонячна електростанція       | 42 днів      | Пт 02.06.17 | Пн 31.07.17 |                 |   |
|              | Вивчення нормативної бази      | 5 днів       | Пт 02.06.17 | Чт 08.06.17 |                 | Бухгалтер; Керівник ОСББ                                |
|              | Проектування                   | 3 днів       | Пт 09.06.17 | Вт 13.06.17 | 2               | Проектувальник  |
|              | Замовлення обладнання          | 2 днів       | Ср 14.06.17 | Чт 15.06.17 | 3               | Бухгалтер; Керівник ОСББ                                |
|              | ☐ Доставка обладнання          | 14 днів      | Пт 16.06.17 | Ср 05.07.17 |                 | Транспортні витрати[1]; Проектувальник                  |
|              | Доставка сонячних батарей      | 14 днів      | Пт 16.06.17 | Ср 05.07.17 | 4               | Сонячна батарея AmerisolarAS-6P30280BT/24B[1]           |
|              | Доставка інверторів            | 14 днів      | Пт 16.06.17 | Ср 05.07.17 | 4               | Мережевий інвертор ECO 27.0-3-                          |
|              | Доставка комплектуючих         | 14 днів      | Пт 16.06.17 | Ср 05.07.17 | 4               | Конструкція для кріплення сонячних модулів[1]; Накладні |
|              | ☐ Встановлення системи         | 12 днів      | Чт 06.07.17 | Пт 21.07.17 | 5               |   |
|              | ☐ Проекто-монтажні роботи      | 10 днів      | Чт 06.07.17 | Ср 19.07.17 | 5               |   |
|              | Встановлення м                 | 7 днів       | Чт 06.07.17 | Пт 14.07.17 | 5               | Бригада; Електрик; Проектуваль                          |
|              | Проведення кабелів             | 3 днів       | Пн 17.07.17 | Ср 19.07.17 | 11              | Бригада; Електрик; Проектуваль                          |
|              | Пуско-налагоджув. роботи       | 2 днів       | Чт 20.07.17 | Пт 21.07.17 | 12              | Бригада; Проектувальник; Електи                         |
|              | Підключення "зеленого" тарифу  | 5 днів       | Пн 24.07.17 | Пт 28.07.17 | 9               | Електрик; Керівник ОСББ; Проектувальник                 |
|              | Запуск сонячної електростанції | 1 день       | Пн 31.07.17 | Пн 31.07.17 | 14              | Електрик; Керівник ОСББ; Проектувальник                 |

Рис. 5. Декомпозиція робіт проекту у вигляді Діаграми Ганта

| № | F | Назва задачі                        | Труд  | Длительность | Затраты           | Подробности | 05 Июнь '17 |             |             |             |             |           |
|---|---|-------------------------------------|-------|--------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|
|   |   |                                     |       |              |                   |             | В           | П           | С           | Ч           | П           |           |
| 1 |   | ☐ Сонячна електростанція            | 680 ч | 42 днів      | 3 743 040,60 грн. | Затраты     |             | 175,00 грн. | 175,00 грн. | 175,00 грн. | 175,00 грн. | 0,00 грн. |
| 2 |   | ☐ Вивчення нормативної бази         | 80 ч  | 5 днів       | 875,00 грн.       | Затраты     |             | 175,00 грн. | 175,00 грн. | 175,00 грн. | 175,00 грн. |           |
|   |   | Керівник ОСББ                       | 40 ч  |              | 625,00 грн.       | Затраты     |             | 125,00 грн. | 125,00 грн. | 125,00 грн. | 125,00 грн. |           |
|   |   | Бухгалтер                           | 40 ч  |              | 250,00 грн.       | Затраты     |             | 50,00 грн.  | 50,00 грн.  | 50,00 грн.  | 50,00 грн.  |           |
| 3 |   | ☐ Проектування                      | 24 ч  | 3 днів       | 1 100,00 грн.     | Затраты     |             |             |             |             |             | 0,00 грн. |
|   |   | Проектувальник                      | 24 ч  |              | 1 100,00 грн.     | Затраты     |             |             |             |             |             | 0,00 грн. |
| 4 |   | ☐ Замовлення обладнання             | 32 ч  | 2 днів       | 350,00 грн.       | Затраты     |             |             |             |             |             |           |
|   |   | Керівник ОСББ                       | 16 ч  |              | 250,00 грн.       | Затраты     |             |             |             |             |             |           |
|   |   | Бухгалтер                           | 16 ч  |              | 100,00 грн.       | Затраты     |             |             |             |             |             |           |
| 5 |   | ☐ Доставка обладнання               | 112 ч | 14 днів      | 3 694 016,60 грн. | Затраты     |             |             |             |             |             |           |
|   |   | Проектувальник                      | 112 ч |              | 1 100,00 грн.     | Затраты     |             |             |             |             |             |           |
|   |   | Транспортні витрати                 | 1     |              | 6 615,00 грн.     | Затраты     |             |             |             |             |             |           |
| 6 |   | ☐ Доставка сонячних батарей         | 0 ч   | 14 днів      | 2 520 474,00 грн. | Затраты     |             |             |             |             |             |           |
|   |   | Сонячна батарея AmerisolarAS-6P3028 | 630   |              | 2 520 474,00 грн. | Затраты     |             |             |             |             |             |           |
| 7 |   | ☐ Доставка інверторів               | 0 ч   | 14 днів      | 616 782,60 грн.   | Затраты     |             |             |             |             |             |           |
|   |   | Мережевий інвертор ECO 27.0-3-S     | 6     |              | 616 782,60 грн.   | Затраты     |             |             |             |             |             |           |

Рис. 6. Розподіл витрат за підрозділами з використанням групування



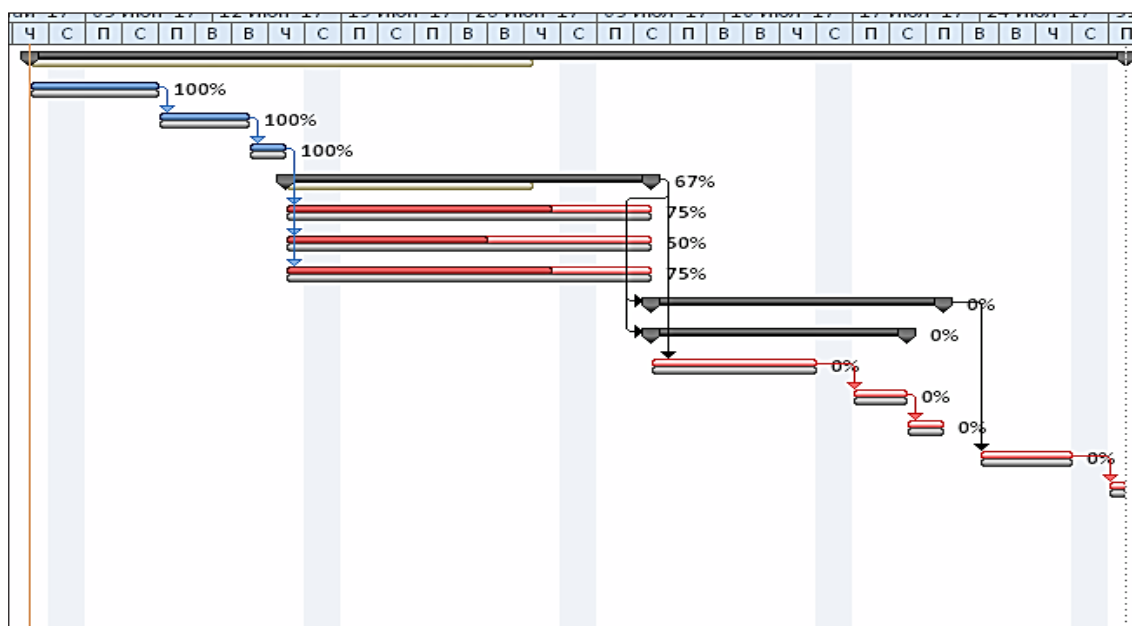


Рис. 7. Відстеження виконання робіт

480 845,5 грн. За рік продажу електроенергії за «зеленим тарифом» ОСББ отримає 799 284,64 грн., залишок становить 318 439,24 грн.

Під час управління проектом реалізація фаз життєвого циклу вимагає системного вжиття заходів, зокрема заходів, пов'язаних з контрактною діяльністю, організацією та фінансуванням робіт, проектуванням технологій, плануванням ходу робіт та ресурсів, матеріально-технічним забезпеченням, будівництвом та вводом об'єктів в експлуатацію (рис. 5).

Після формування листа ресурсів відбувається призначення ресурсів на роботи. За кожним пунктом можна переглянути закріплені за ним ресурси, причому ці ресурси відображаються на часовій шкалі [6, с. 144]. За потреби можна проаналізувати та

виявити роботи, що викликають перезавантаження ресурсів. Проаналізувати розподіл витрат за підрозділами з використанням групування можна за допомогою «Використання задач» (рис. 6).

Можливість відстежувати виконання проекту представлено на рис. 7.

**Висновки.** Оскільки питання енергоефективності надзвичайно важливе для енергетичного сектору, Україна започаткувала динамічну та інтенсивну співпрацю для вирішення енергоефективних викликів з метою покращення енергетичної безпеки. Використовуючи європейський досвід щодо енергоефективності, залучаючи іноземні інвестиції на фінансування енергоощадних технологій, Україна стає на крок ближчою до Європи.

### Список літератури:

1. Міжнародне енергетичне агентство. URL: <https://www.iea.org/russian>.
2. Жовтянський В.А. Стратегія енергозбереження в Україні: аналітично-довідкові матеріали. Колективна монографія: в 2 т. / за ред. В.А. Жовтянського, М.М. Кулика, Б.С. Стогнія Т. 1: Загальні засади енергозбереження. Київ: Академперіодика, 2006. 510 с.; Т. 2: Механізми реалізації політики енергозбереження, 2006. 600 с.
3. Мица Н.В. Сутність та проблеми енергозбереження в Україні. Сталій розвиток економіки. URL: [http://www.nbu.gov.ua/portal/soc\\_gum/sre/2011\\_4/40.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/sre/2011_4/40.pdf).
4. Приступа М.В., Болонко М.О. Енергозбереження в Україні: правові аспекти і практична реалізація. Рівне: О. Зень, 2011. 56 с.
5. Створення та діяльність об'єднання співвласників багатоквартирного будинку: практичний посібник. Київ: Інститут місцевого розвитку, 2007. 288 с.
6. Управління житловим будинком: практичний посібник. Київ: Інститут місцевого розвитку, 2007. 160 с.