

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Ю. В. Дзядикевич, В. Я. Брич, В. В. Джеджула  
Р. Б. Гевко, Б. Р. Гевко, І. Ю. Єпіфанова, І. В. Любезна**

**ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
МЕХАНІЗМ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

**Монографія**

**Тернопіль  
2018**

УДК 658.56

0-64

**Рецензенти:**

**О. М. Стрішенець** – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри аналітичної економіки та природокористування Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки;

**В. В. Зянько** – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри фінансів та інноваційного менеджменту Вінницького національного технічного університету;

**О. О. Налобіна** – доктор технічних наук, професор, професор кафедри будівельних, дорожніх, меліоративних, сільськогосподарських машин та обладнання Національного університету водного господарства та природокористування.

*Рекомендовано до друку Вченою радою  
Тернопільського національного економічного університету  
протокол № 3 від 15 грудня 2017 р.)*

**Дзядикевич Ю.В.**

Організаційно-економічний механізм енергозбереження: монографія / Ю. В. Дзядикевич, В. Я. Брич, В. В. Джеджула, Р. Б. Гевко, та ін. – Тернопіль: ТНЕУ, 2018.– 154 с.

ISBN 978-966-654-497-4

Монографія присвячена проблемі впровадження організаційно-економічного механізму енергозбереження, що дозволить підвищити енергоефективність виробничих процесів на підприємстві. Побудовано математичну модель витрат електроенергії на підприємстві, а також наведено методи оцінки ефективності інвестицій в енергозбереження. Запропоновано мотиваційний механізм енергозбереження на підприємстві. Значна увага приділена відновлювальним джерелам енергії, а саме сонячній енергетиці та її розвитку в Україні. Наведені перспективні напрямки застосування сонячних енергетичних установок та їх власні розробки.

Монографія розрахована на менеджерів підприємств, викладачів, науковців, аспірантів та студентів вищих навчальних закладів.

УДК 658.26

ISBN 978-966-654-497-4

© Ю.В. Дзядикевич, В.Я. Брич, В.В. Джеджула, Р.Б. Гевко,  
Б.Р. Гевко, І.Ю. Єпіфанова, І.В. Любезна, 2018

# ЗМІСТ

|  |            |
|--|------------|
| <b>Вступ .....</b>   | <b>4</b>   |
| <b>Розділ 1.Сучасний стан проблеми енергозбереження та основні напрями її вирішення .....</b>                        | <b>6</b>   |
| 1.1. Розвиток енергетики в Україні .....   | 6          |
| 1.2. Енергозбереження: зарубіжний досвід – практичні аспекти .....   | 20         |
| 1.3. Напрями економії енергоресурсів .....   | 27         |
| <b>Розділ 2. Теоретико-методичні засади ефективності організаційно-економічного механізму енергозбереження .....</b> | <b>31</b>  |
| 2.1. Сутність організаційно-економічного механізму енергозбереження .....  | 31         |
| 2.2. Математична модель витрат електроенергії на підприємстві .....  | 46         |
| 2.3. Методи оцінки ефективності інвестицій в енергозбереження.....   | 54         |
| <b>Розділ 3. Практичні аспекти реалізації організаційно-економічного механізму енергозбереження .....</b>            | <b>75</b>  |
| 3.1. Роль організаційно-економічного механізму в енергозбереженні .....  | 75         |
| 3.2. Реалізація організаційно-економічного механізму енергозбереження .....  | 94         |
| 3.3.Мотиваційний механізм енергозбереження на підприємстві .....   | 103        |
| <b>Розділ 4. Відновлювані джерела енергії. Сонячна енергетика .....</b>  | <b>113</b> |
| 4.1. Сонячні енергетичні установки та їх конструктивні особливості.....  | 113        |
| 4.2. Розвиток сонячної енергетики в Україні .....  | 122        |
| 4.3. Перспективні напрями застосування сонячних енергетичних установок .....   | 126        |
| <b>Висновки .....</b>  | <b>142</b> |
| <b>Література .....</b>  | <b>146</b> |

## ВСТУП

Проблема економії паливно-енергетичних ресурсів вимагає впровадження державної політики у сферу управління процесами енергозбереження та енергоефективності шляхом застосування у виробничій діяльності підприємств різних джерел енергії та утвердження нових поглядів суспільства щодо їх економного використання. Перед Україною стоїть складне завдання – знизити до 2030 р. енергомісткість національного продукту до середньосвітового рівня (0,4 т у.п. / 1000\$ США). Зниження енергетичної залежності та впровадження енергозберігаючих технологій і світових стандартів у різні сфери виробничої діяльності повинно бути пріоритетом розвитку нашої країни.

Одним із напрямів економії енергоресурсів є дослідження процесу управління енергозбереженням як на підприємствах, так і в побуті. З огляду на те, важливе значення має впровадження організаційно-економічного механізму в практику, що дозволить підвищити енергоефективність виробничих процесів на підприємстві.

Визначальним чинником ефективного функціонування організаційно-економічного механізму енергозбереження є успішна робота всіх його ланок. Необхідно зазначити, що на сьогоднішній день не має єдиного наукового підходу щодо тлумачення понять «економічний механізм», «господарський механізм» та «організаційно-економічний механізм». У зв'язку з цим, ця проблема є актуальною та потребує подальшого вивчення, зокрема узагальнення і дослідження існуючих підходів щодо дефініцій названих понять. Вивченню цієї проблематики присвячені праці таких вітчизняних і зарубіжних учених: О. Азріліяна, В. Маєвського, В. Гуменюка, В. Шкурупія, І. Булеєва, М. Шевченка, Я. Козаченка, М. Пархомця, В. Полозової та ін.

Формування організаційно-економічного механізму енергозбереження на підприємстві є актуальною проблемою в сучасних умовах ринкової економіки, оскільки її вирішення дасть змогу забезпечити раціональне використання енергії на підприємствах і у побуті. Метою впровадження організаційно-економічного механізму енергозбереження на підприємстві є зменшення його енергетичної залежності від генеруючої компанії з використанням науково обґрунтованих методів забезпечення процесу енергозбереження на всіх організаційних рівнях суб'єкта господарювання.

Організаційно-економічний механізм енергозбереження на підприємстві – це поєднання організаційних і економічних важелів, які впливають на економічні та організаційні чинники економії енергії. Це сприяє підвищенню економічного потенціалу та покращенню ефективності діяльності

підприємства. Впровадження організаційно-економічного механізму буде ефективним лише за умови підтримки на всіх структурних рівнях підприємства, оскільки її відсутність може призвести до зменшення результативності енергозберігаючих заходів.

Реалізація економічного напрямку базується на методах економічного стимулювання та мотивації працівників підприємства до енергозбереження. Визначення пріоритетних заходів енергозбереження, що ґрунтуються лише на економічних критеріях, є неповним і потребує уточнення. Для впровадження організаційно-економічного механізму необхідно провести комплексне економічне та енергетичне дослідження, за результатами якого можна здійснити вибір пріоритетних заходів енергозбереження. Це завдання передбачає необхідність розробки науково-методологічних підходів щодо комплексного економічного й енергетичного дослідження підприємства.

Основою сутності організаційно-економічного механізму енергозбереження на підприємствах виробничої сфери є ефективне використання організаційних, економічних і технічних заходів із енергозбереження.

# РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ОСНОВНІ НАПРЯМИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

## 1.1. Розвиток енергетики в Україні

Енергетика є основою економіки і забезпечує функціонування всіх галузей народного господарства та вносить суттєвий вклад у формування дохідної частини бюджету. Функціонування всіх сфер економіки країни залежить від гарантованого їхнього забезпечення енергетичними ресурсами. Сучасне індустріальне суспільство потребує дедалі більше енергії. З погляду на те, енергетика повинна розвиватися в таких напрямках:

- надійне забезпечення енергоресурсами потреб галузей народного господарства і населення;
- безперебійне функціонування галузей і підприємств паливно-енергетичного комплексу;
- зменшення шкідливого впливу об'єктів енергетичної галузі на довкілля;
- державна гарантія забезпечення соціального захисту галузей паливно-енергетичного комплексу [64].

Аналіз показників, які характеризують стан і рівень енергетики України, свідчить про низьку енергоефективність національної економіки. Це спричинено дією чинників, які гальмують розвиток паливно-енергетичного комплексу країни. Серед них є такі, що стосуються винятково енергетичного комплексу, а інші – характеризують вплив багаторівневого макросередовища.

До основних чинників, які зумовили критичний стан енергетики, можна віднести такі як:

- дефіцит інвестицій у всіх галузях паливно-енергетичного комплексу;
- надмірна політизація енергетичної сфери;
- недосконалість цінової, податкової та тарифної політики держави в енергетичній галузі;
- несформований конкурентний енергетичний ринок і ринкова інфраструктура;
- монопольне формування цін на енергоносії та визначення умов їхнього постачання;
- деформована структура виробництва та енергоспоживання.

Основними перешкодами на шляху формування та розвитку енергетики України на сьогодні є [64]:

- недосконалість законодавства, внаслідок чого не забезпечується ефективне регулювання системи відносин паливно-енергетичного комплексу, а також окремі випадки втрати важелів впливу держави на ситуацію в енергетичній галузі;

- постійне адміністрування урядом паливно-енергетичного комплексу, що призводить до ручного керування грошовими потоками;

- погіршення фінансового стану підприємств паливно-енергетичного комплексу, внаслідок надмірного фінансового тиску податкової системи та безоплатне споживання енергетичних ресурсів;

- повільне впровадження енергозберігаючих технологій;

- високий рівень спрацювання основних виробничих фондів (більше 70%) підприємств паливно-енергетичного комплексу;

- постійне зростання вартості електроенергії через підвищення ціни на газ, унаслідок чого собівартість виробленої продукції збільшується;

- порушення екологічних стандартів через невиконання робіт, які пов'язані з безпекою роботи електростанцій;

- високий рівень монополізації постачання імпортних енергоносіїв;

- залежність від імпорту значної частини виробничого устаткування, матеріалів і послуг для галузей паливно-енергетичного комплексу;

- надмірна енергоємність внутрішнього валового продукту (ВВП).

Енергетичний сектор країни потребує ліквідації диспропорцій і розробки виваженої та ефективної політики щодо забезпечення енергією всіх споживачів. Вона передбачає:

- розробку та реалізацію прозорої та дієвої нормативно-правової бази функціонування всіх галузей енергетики, що охоплює регулювання, координацію та контроль за діяльністю державних енергетичних систем, атомної енергетики і природних монополій;

- гарантованість надійного енергозабезпечення всіх галузей економіки та населення в повному обсязі і контроль з боку державних органів виконавчої влади та місцевих органів самоуправління;

- створення економічних умов для забезпечення поставок енергоресурсів на внутрішні та зовнішні ринки;

- ефективне управління стратегічними запасами енергетичних ресурсів, яке передбачає: диверсифікацію постачання джерел енергоносіїв, запобігання нерациональному використанню енергоресурсів, узгодження темпів споживання

вичерпних ресурсів із темпами освоєння відновлюваних джерел енергії, зростання частки атомної та гідроенергії у загальному балансі паливно-енергетичних ресурсів, перевірка якості екологічної безпеки родовищ корисних копалин на відповідність до вимог законодавства та міжнародних стандартів;

– реалізацію інвестиційної політики в національній енергетиці, модернізацію застарілої технологічної бази паливно-енергетичного комплексу, розширення інфраструктури наукової, інженерно-технічної підтримки та супроводу експлуатації складного устаткування енергетичної галузі;

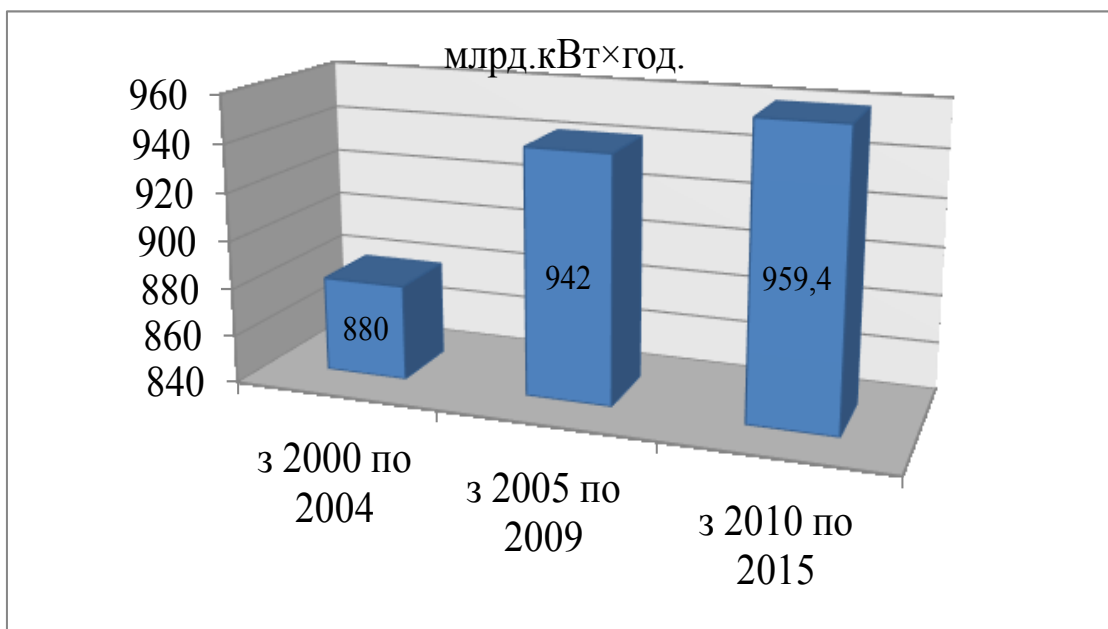
– встановлення технічних регламентів і розробка стандартів, нормативів безпеки та ефективності роботи енергетичних об'єктів і установок, а також введення в дію механізму державного нагляду за їхнім дотриманням.

Таким чином, неспроможність енергетичного комплексу задовольнити потреби галузей народного господарства і населення країни в енергії, борги за спожиті ресурси та подальше нагромадження проблем в енергетичній сфері погіршують соціальну стабільність в Україні. Незважаючи на це, Україна має можливість здійснювати системні та скоординовані дії на всіх рівнях влади в рамках виваженої державної енергетичної політики, а проведення енергозберігаючих заходів повинно бути пріоритетним державним завданням [11].

Важливе значення для нашої держави має входження Об'єднаної енергетичної системи (ОЕС) України в енергетичну систему Європи. Це дозволяє збільшити експорт електроенергії в 3–4 рази та підвищити надійність електроенергетичної системи нашої країни [11]. Об'єднана енергетична система України складається з восьми регіональних енергетичних систем, які охоплюють усю територію України. ОЕС України працює синхронно з енергосистемами Білорусії, Молдови та Росії. Частина ОЕС (т. зв. «Бурштинський острів») синхронізована з ENTSO-E, що дозволяє експортувати електроенергію з України до країн Євросоюзу [64]. Централізоване виробництво електроенергії здійснюють 17 найбільших теплових електростанцій (14 ТЕС і 3 ТЕЦ), 4 АЕС і 8 гідравлічних (ГЕС і ГАЕС). Лише невелику частку електроенергії виробляють малі ТЕЦ і ГЕС та станції, що працюють із використанням відновлюваних джерел енергії.

Обсяги виробництва електричної енергії в Україні за період з 2000 по 2015 рр. представлені на рисунку 1.1.





**Рис. 1.1. Виробництво електричної енергії в Україні за 2000–2015 рр.**

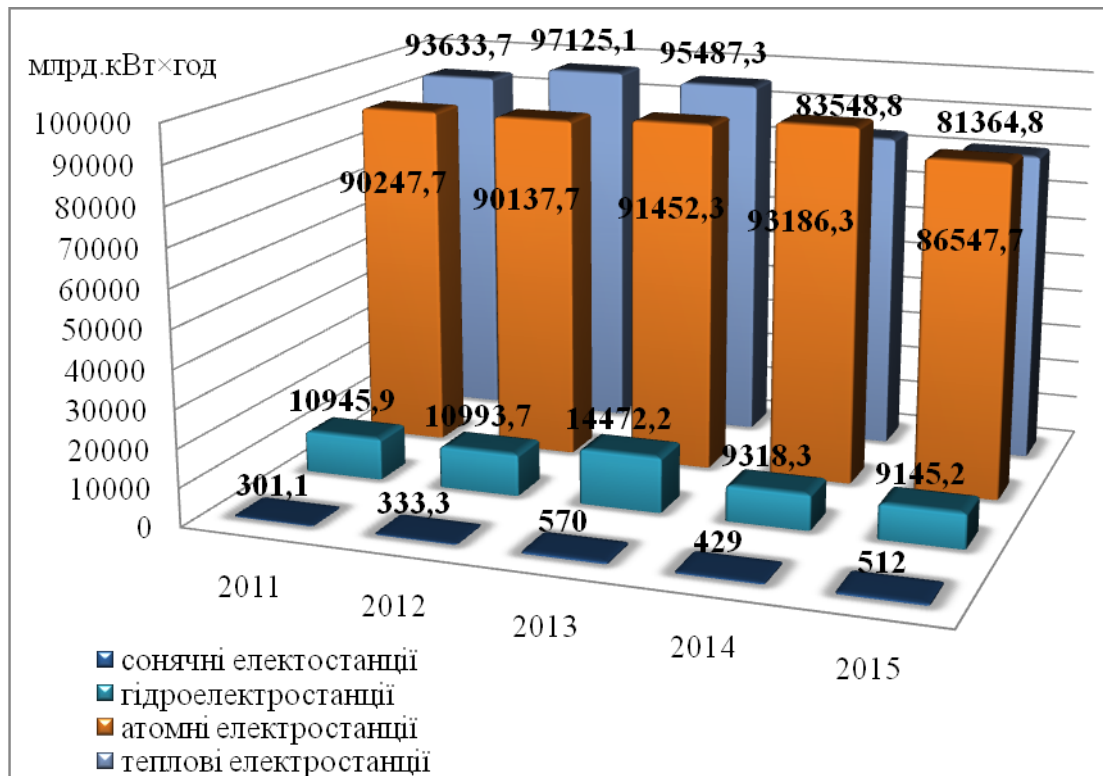
Сумарна встановлена потужність електростанцій ОЕС України становила 53,3 млн. кВт (за станом на 1.01.2015 р.). Резерви потужності в ОЕС України складають приблизно 32 %. Виробництво електроенергії в нашій країні з 2000 р. до 2015 р. збільшилося на 242 млрд. кВт×год.

На сьогоднішній день Україна має достатні генеруючі потужності та розвинуту мережу передачі електроенергії. Водночас технічний стан основних засобів галузі наближається до критичного, оскільки устаткування спрацьоване та морально застаріле.

Основою генерації є атомна енергетика, яка виробляє майже половину всього обсягу електроенергії (47%). Другу половину становить теплова електроенергетика (44%). Гідралічні ГЕС виробляють лише 6% від загального обсягу виробництва електроенергії [82]. Структура виробництва електричної енергії з 2011 по 2015 рр., відображена на рисунку 1.2.

Функціонування атомних, теплових і гідроелектростанцій дає змогу повністю покривати потреби України в електричній енергії, надлишки якої експортують за кордон.

За 2011–2015 рр. виробництво електроенергії сонячними електростанціями збільшилося майже в 15 разів. Сонячна енергетика представлена на ринку альтернативного енергопостачання двома основними напрямками – отриманням електричної енергії та тепла.



**Рис. 1.2. Структура виробництва електричної енергії за 2011–2015 рр.**

Використання сонячних колекторів набуває поширення як для отримання гарячої води для приватних господарств і промислових підприємств, так і електричної енергії. Середня інтенсивність сонячної радіації на території України складає 1000–1350 кВт×год/м<sup>2</sup> горизонтальної поверхні. Ця величина дозволяє інтенсивно розвивати сонячну енергетику. Виробництво електричної енергії з альтернативних джерел значно зростає. Починаючи з 2011 р. виробництво електричної енергії за допомогою сонячних електростанцій постійно збільшується, тоді як виробництво електричної енергії на атомних станціях навіть має незначний спад у динаміці, а зростання виробництва на теплових електростанціях сягнуло 4%.

Необхідною умовою прийняття України в ЄС є наявність власної енергетичної стратегії. Першочерговим завданням науково-технічного розвитку сучасної енергетики є інформатизація та вдосконалення управління. З огляду на те, науковцями НАН України під керівництвом М. Кулика і Б. Стогнія були розроблені системи для інформатизації енергетики. В результаті покращилося управління ОЕС і воно виявилось більш досконалим, ніж у розвинених країнах світу. Водночас необхідно зазначити, що низка актуальних проблем не вирішується, оскільки недостатнім є фінансування та незадовільне матеріально-технічне забезпечення напрямів розвитку науки і техніки [31].

Розвиток виробництва вимагає великої кількості енергетичних ресурсів. В зв'язку з тим, Уряд України 7 вересня 2017 р. схвалив Нову Енергетичну Стратегію України до 2035 р., яка передбачає реформування енергетичного комплексу [40]. Досягнення цілей, визначених Стратегією, передбачається здійснювати поетапно шляхом виконання планів заходів, які розробляються Кабінетом Міністрів України на періоди 3–5 р. Результатом реалізації Енергетичної Стратегії має стати перетворення паливно-енергетичного комплексу України із проблемного, що потребує постійної державної підтримки, на сучасну та ефективну галузь, яка буде локомотивом модернізації економіки та забезпечить сталий розвиток у довгостроковій перспективі. Метою стратегії є досягнення цільових показників із енергетичної безпеки та енергоефективності, забезпечення інноваційного оновлення енергетичного сектору та його інтеграцію з енергетичним сектором ЄС. Наявність в Україні енергетичних ресурсів, створення конкурентного ринкового середовища та умов розвитку ресурсної бази для атомної енергетики, а також модернізація генеруючих потужностей і більш ефективного використання потенціалу відновлюваних джерел енергії сприятимуть росту виробництва енергії та ощадливому її споживанню (табл. 1.1; 1,2) [40].

Важливе значення для розвитку електроенергетики має оптовий ринок електроенергії (ОРЕ), який побудований за моделлю «єдиного покупця», і забезпечує стабільне постачання споживачам необхідних обсягів електроенергії, а також підтримує надійну роботу ОЕС України.

*Таблиця 1.1*

### **Структура загального первинного постачання енергії України, %**

| <b>Найменування джерел первинного постачання енергії</b> | <b>2015 рік</b> | <b>2020 рік (прогноз)</b> | <b>2025 рік (прогноз)</b> | <b>2030 рік (прогноз)</b> | <b>2035 рік (прогноз)</b> |
|--|-----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Вугілля  | 30,4            | 22                        | 16,1                      | 14,3                      | 12,5                      |
| Природний газ  | 28,9            | 29,3                      | 31                        | 30,8                      | 30,2                      |
| Нафтопродукти  | 11,6            | 11,5                      | 9,2                       | 8,2                       | 7,3                       |
| Атомна енергія   | 25,5            | 29,3                      | 32,2                      | 29,7                      | 25,0                      |
| Біомаса, біопаливо та відходи                            | 2,3             | 4,9                       | 6,9                       | 8,8                       | 11,5                      |
| Сонячна та вітрова енергія                               | 0,1             | 1,2                       | 2,4                       | 5,5                       | 10,4                      |
| ГЕС  | 0,5             | 1,2                       | 1,1                       | 1,1                       | 1,0                       |
| Термальна енергія*                                       | 0,6             | 0,6                       | 1,1                       | 1,6                       | 2,1                       |
| <b>УСЬОГО</b>  | <b>100</b>      | <b>100</b>                | <b>100</b>                | <b>100</b>                | <b>100</b>                |
| у т.ч. викопні ресурси                                   | 96              | 92                        | 88                        | 83                        | 75                        |
| у т.ч. відновлювані ресурси                              | 4               | 8                         | 12                        | 17                        | 25                        |

\*Термальна енергія доквілля та скидні ресурси техногенного походження

## Орієнтовний прогноз виробництва електроенергії, млрд. кВт×год

| Найменування складових структури генерації електричної енергії | 2015 рік | 2020 рік | 2025 рік | 2030 рік | 2035 рік |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| АЕС  | 87,6     | 85       | 91       | 93       | 94       |
| ТЕС/ТЕЦ  | 67,5     | 60       | 64       | 63       | 63       |
| Гідроелектростанції  | 7        | 10       | 12       | 13       | 13       |
| ВДЕ (сонце, вітер)   | 1,6      | 9        | 12       | 18       | 25       |
| Всього (виробництво електричної енергії)                       | 163,7    | 164      | 178      | 185      | 195      |

Одним із невідкладних завдань енергетичної політики держави є вирішення проблем вдосконалення енергетичних ринків України та запровадження відповідно до світової практики ефективних механізмів їхнього державного регулювання. Недосконале державне регулювання в енергетичній сфері зумовило те, що й досі внутрішні ринки енергоресурсів України, крім ринку послуг із постачання електроенергії, не є конкурентними, оскільки на жодному з них не забезпечується вільний вибір контрагентів, а дія ринкових механізмів ціноутворення практично нівелюється частим централізовано-адміністративним втручанням. Основними задачами функціонування ОПЕ є: забезпечення потреб споживачів України в електричній енергії за мінімальною ціною на принципах конкуренції між енергогенеруючими компаніями і між постачальниками; гарантування фінансової стабільності й прибутковості галузі; створення конкурентоздатної української енергетики та умов для залучення потенційних інвесторів (рис. 1.3) [11].

В Європі, США та інших регіонах світу здійснюються кроки щодо розмежування природно монопольних і потенційно конкурентних видів діяльності, демонополізація галузі з паралельним розвитком антимонопольного регулювання, введення для незалежних постачальників електроенергії недискримінаційного доступу до інфраструктури. Отже, радикальні перетворення в електроенергетиці стали світовою тенденцією.

Однак, світовий досвід свідчить також про зниження ефективності енергетичних реформ, яке пов'язане з виникненням дисбалансу між корпоративними інтересами учасників ринку і національними інтересами енергетичної безпеки держави. Зниження ефективності характерно й для національного ринку електроенергії. Наслідками цього є низька інвестиційна привабливість ринку, наявність «нестатутних» відносин його учасників і використання коштів національних енергокомпаній в інтересах певних груп чи осіб.



**Рис. 1.3. Організаційна структура ринку електроенергетики України**

Отже, на сучасному етапі для України принциповим є реалізація довгострокової стратегії розвитку ринку з позицій захисту національних інтересів і створення привабливих умов для інноваційної діяльності інвесторів, реалізація якої сьогодні гальмується. При поновленні приватизаційних процесів в енергетиці держава повинна визначитися, які компанії доцільно залишити у своїй власності для гарантії стабільності роботи енергетичного сектора, стратегії його розвитку та необхідного рівня енергобезпеки. Це, в першу чергу, мають бути базові АЕС, регулюючі потужності ГЕС і ГАЕС, міждержавні та магістральні високовольтні лінії електропередач, а також деякі великі ТЕС. Концепція функціонування та розвитку оптового ринку електричної енергії України передбачає поступовий перехід від діючої системи до моделі двосторонніх контрактів із балансуєчим ринком, яка найбільш широко застосовується у світі.

Основні напрямки змін повинні бути такими: коригування організаційної структури та системи контрактів ОРЕ; удосконалення системи ціноутворення та перехід від адміністративного втручання до регулюючого контролю; удосконалення енергоринку зовнішніх взаємовідносин і законодавчо-нормативної бази [40].

Учасники ринку можуть вибирати між комбінацією довго-, середньо- та короткотермінових договорів і купівлею електричної енергії на балансуєчому ринку. Складність цієї моделі полягає у тому, що обсяги електроенергії, зазначені у контрактах, мають бути узгоджені з роботою системи у реальному часі. Тому для учасників ринку встановлюються детально розроблені та обов'язкові правила, за якими вони надають повідомлення про обсяги електричної енергії оператору системи. Особливо важливим є те, що на балансуєчому ринку для учасників створюються цінові стимули для наближення обсягів електричної енергії за контрактами купівлі-продажу до фактичних. На відміну від оптового ринку, на якому в кожному розрахунковому періоді встановлюється єдина ціна, на балансуєчому ринку встановлюються дві різні ціни, залежно від того купується чи продається електрична енергія. Лібералізація ринку дасть можливість підприємствам укладати прямі договори з електростанціями на поставку необхідних обсягів електроенергії за договірними цінами, а генеруючим компаніям дозволить продавати електроенергію як за прямими договорами, так і через біржу. Реформа зробить ринок більш привабливим для інвесторів і буде сприяти залученню інвестицій в енергетичний сектор, а також зниженню ціни за рахунок більшої конкуренції [10].

Однак, у роботі ринку спостерігається низка недоліків, а саме: держава втручається в роботу ринку, тарифна політика держави є неефективною та непрозорою, тарифи спонукають генеруючі компанії до завищення операційних витрат. Система надання пільг щодо оплати електроенергії у поєднанні з перехресним субсидіюванням не стимулює споживачів до енергозбереження. Політика стримування цін на електроенергію для споживачів повинна бути змінена. Механізм роботи оптового ринку не гарантує завантаження генеруючих потужностей теплових електростанцій. Незалежна тарифна політика та низький рівень конкуренції приводить до зниження інвестиційної привабливості електроенергетичної галузі України. Відповідно до Енергетичної Стратегії розвитку в Україні в 2035 р. буде вироблено 195 млрд.кВт×год, із них 94 млрд.кВт×год вироблятимуть АЕС і 63 млрд.кВт×год – теплові електростанції. Енергетична система України повинна перетворитися в

високотехнологічну систему, яка працюватиме паралельно з енергосистемами Євросоюзу, та буде забезпечувати експорт електроенергії обсягом 25–30 млрд.кВт×год [40].

Складна ситуація в енергетичній сфері вимагає пошуку напрямів, які сприяли б її покращенню.

Одним із них є державне регулювання енергетики. Державне регулювання має забезпечувати бажаний для суспільства кінцевий результат реалізації його потреб та інтересів. На підставі аналізу співвідношення виконавчої влади, державного управління та адміністративного права можна зробити висновок, що система державного регулювання не зменшує ролі виконавчої влади в державному управлінні, оскільки державне управління та державне регулювання мають єдину мету, то принципової різниці між ними немає. Якщо цього не відбувається, то формат державного регулювання необхідно замінити на повноцінне виконання функцій державного управління. На думку В. Гейця і А. Мазаракі [69] державне регулювання енергетики повинно охоплювати:

- реалізацію положень Конституції України, законодавчих і підзаконних нормативно-правових актів;
- задоволення суспільних і державних потреб та інтересів;
- організацію спільної діяльності та праці людей;
- здійснення основних завдань держави, які направлені на захист інтересів усього суспільства, забезпечення громадського блага, підтримання порядку та виконання інших загальносоціальних проектів.

Необхідно зазначити, що питанню вдосконалення державного регулювання в енергетичній сфері на сьогодні приділяється недостатньо уваги, що негативно впливає на розвиток енергетики України.

У ринкових умовах господарювання державне регулювання енергетики є системою типових заходів законодавчого, виконавчого та контролюючого характеру. Державне регулювання енергетики здійснюється незалежними державними органами у межах діючого законодавства на суспільні відносини, що виникають під час задоволення енергетичних інтересів між будь-якими суб'єктами у державі. Удосконалення державного регулювання може відбуватися за двома основними напрямками.

Перший – це покращення організаційної структури та функціонального наповнення органу державного регулювання енергетики.

Другий – удосконалення нормативно-правової бази державного регулювання енергетики.

Ці напрями дозволяють збалансувати інтереси виробників і постачальників електроенергетичних ресурсів, їх споживачів і держави. Яскравим прикладом удосконалення державного регулювання енергетики є введення в дію Указом Президента України «Концепції вдосконалення державного регулювання природних монополій» [50]. Під природними монополіями прийнято розуміти «стан товарного ринку, при якому задоволення попиту на цьому ринку є більш ефективним за умови відсутності конкуренції внаслідок технологічних особливостей виробництва (у зв'язку з суттєвим зменшенням витрат виробництва на одиницю товару із ростом обсягів виробництва), а товари (послуги), що виробляються суб'єктами природних монополій, не можуть бути замінені у споживанні іншими товарами (послугами), оскільки попит на цьому товарному ринку менше залежить від зміни цін на дані товари (послуги), ніж попит на інші товари (послуги)».

Концепція спрямована на забезпечення державою захисту конкуренції у підприємницькій діяльності, не допускаються зловживання монопольним становищем на ринку, неправомірне обмеження конкуренції та недобросовісна конкуренція. Концепція визначає проблеми та шляхи їх вирішення у сфері природних монополій, а це стосується й енергетики, оскільки більшість її складових є природними монополіями. Необхідно зазначити, що положення, викладені в Концепції, вирішують проблеми державного регулювання енергетики лише частково, а це погіршує стан енергетичної галузі України. В зв'язку з тим, необхідно на державному рівні розробити та схвалити Концепцію вдосконалення державного регулювання енергетики, в якій буде деталізовано проблеми державного регулювання та запропоновано шляхи їх поетапного розв'язання. Це створить умови для ефективного забезпечення енергетичної безпеки України та зміцнить її суверенітет. Спроби розв'язати ці питання щодо діяльності державних органів у сфері енергетики зроблені Національною комісією регулювання електроенергетикою, яка розробила документ «Державне регулювання енергетики України» [20]. В ньому зазначено, що основними завданнями державного регулювання господарської діяльності на ринках, які перебувають у стані природної монополії, та суміжних до них ринків у паливно-енергетичному комплексі України є:

- збалансування інтересів суспільства, суб'єктів природних монополій та споживачів енергоресурсів;

- забезпечення права споживачів паливно-енергетичних ресурсів на отримання товарів і послуг стандартизованої якості за економічно обґрунтованими цінами;



- сприяння конкуренції у сфері виробництва, видобутку, зберігання та транспортування паливно-енергетичних ресурсів із метою забезпечення ефективного функціонування відповідних галузей паливно-енергетичного комплексу і раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів;

- формування цінової і тарифної політики для суб'єктів природних монополій у паливно-енергетичному комплексі, а також для суб'єктів, які використовують нетрадиційні чи відновлювані джерела енергії.

Завдання державного регулювання неможливо виконати без вирішення такого питання як ліцензування, яке здійснюється шляхом видачі ліцензій на діяльність у сфері виробництва, передачі та постачання електричної енергії, а також комбінованого виробництва теплової та електричної енергії. Процедура видачі ліцензій повинна бути чітко врегульована законодавчими актами, бути прозорою і передбачуваною, щоб унеможливити негативну практику упередженої видачі ліцензій. Тільки в такому випадку буде забезпечуватися державний вплив і контроль за діяльністю природних монополій і суміжних ринків. Ліцензування Національною комісією регулювання електроенергетикою діяльності суб'єктів господарювання є невід'ємною частиною процесу регулювання і здійснюється не для встановлення штучних обмежень підприємницької діяльності в енергетичній сфері, а з метою сприяння конкуренції на суміжних із монопольними ринках, захисту прав споживачів, що користуються послугами природних монополій, шляхом обмеження влади підприємців, які займають монопольне становище. Доцільним є розробка та прийняття законопроекту, який би врегулював особливості ліцензування в енергетичній галузі. В цьому документі необхідно узагальнити існуючий досвід правового регулювання ліцензування, усунути існуючі неточності, а також закріпити нові норми, які б враховували поточний стан справ в енергетиці та сприяли посиленню ролі регуляторного органа та виконанню головних завдань державного регулювання, а саме:

- захист прав споживачів і послуг суб'єктів природних монополій;
- створення умов для добросовісної конкуренції на суміжних ринках;
- удосконалення системи стосунків між учасниками оптового ринку електроенергії;

- запровадження принципу організаційної єдності при видачі національною комісією регулювання електроенергетикою ліцензій в електроенергетиці.

Важливим засобом державного регулювання в енергетичному секторі є тарифоутворення, метою якого є: захист споживачів від завищення ціни на

електроенергію та створення механізму оптимального співвідношення економічних інтересів як з боку виробника електричної енергії, так і з боку споживачів електроенергії щодо забезпечення конкурентоспроможності продукції та рівня соціальної захищеності. Крім цього для виробника електроенергії створюються такі умови:

- стимулювання оптимізації тарифу на основі використання нової техніки, передових технологій і організаційних рішень у виробничому процесі;
- скорочення непродуктивних витрат;
- підвищення економічної обґрунтованості інвестиційних проектів;
- забезпечення можливості короткотермінового та довготермінового прогнозування зміни рівня тарифів на електричну енергію для споживачів.

На сьогоднішній день в українській енергетиці має місце об'єднання двох видів діяльності – передача електроенергії місцевими мережами та постачання енергії однією юридичною особою, що приводить до перехресного субсидування однієї діяльності за рахунок іншої та до непрозорого тарифоутворення цих видів діяльності.

Тарифи повинні формуватися для всіх енергопостачальних компаній не за принципом суми витрат і прибутку, що спонукає суб'єктів господарювання до збільшення витрат задля підняття прибутку і не містить стимулів до здійснення інвестицій. Необхідно для них застосувати механізм встановлення норми прибутку залежно від вкладених інвестицій та автоматичне корегування тарифів при зміні інфляційних чинників, а це призведе до зменшення експлуатаційних витрат. Директивою Європарламенту щодо спільних правил для внутрішнього ринку електроенергії зазначено, що системи розподілу чи передачі енергії повинні експлуатуватися окремими юридичними особами, які мають вертикально інтегровані підприємства. Застосування такого механізму передбачено Законом України «Про ратифікацію Договору до Енергетичної Хартії та Протоколу до Енергетичної Хартії з питань енергетичної ефективності і суміжних екологічних аспектів» [46], який дасть змогу створити конкурентне середовище для постачання електроенергії. Це приведе до зниження тарифів на електричну енергію та дасть змогу прозоро здійснювати тарифну політику підприємств, які передають електроенергію місцевими мережами.

Одночасно з удосконаленням державного регулювання енергетики необхідно вирішити питання підвищення тарифів на електроенергію для всіх категорій споживачів. Необхідно зазначити, що у країнах із ринковою економікою тарифи для побутових споживачів удвічі (а у деяких країнах – у тричі) вищі, ніж для промислових та інших споживачів і перехресного

субсидіювання там не існує. Соціальний захист населення з низькими доходами забезпечується за рахунок таких джерел: адресної державної допомоги населенню, з фондів енергокомпаній, які утворюються за рахунок надходжень від штрафів або з інших джерел.

Для ефективної реалізації державної енергетичної політики та вдосконалення суспільних відносин у енергетичній сфері, а також для забезпечення державної енергетичної безпеки необхідно розробити концепцію вдосконалення державного регулювання енергетики, яка повинна охоплювати такі положення [32]:

- перелік проблем, які існують у сфері державного регулювання енергетики;

- поетапний аналіз кожної проблеми з метою виявлення ступеня важливості та встановлення черговості їх вирішення;

- розробку та обґрунтування пропозицій щодо вирішення проблем у сфері державного регулювання енергетики;

- розмежування завдань із вирішення основних проблем між різними гілками влади;

- визначення із системою державних органів, які будуть здійснювати державне управління та регулювання в енергетиці;

- впровадження розроблених пропозицій щодо вдосконалення державного регулювання енергетики;

- фінансування впровадження запропонованої концепції державного регулювання енергетики.

Таким чином, для ефективної реалізації державної енергетичної політики важливу роль повинна відігравати Концепція вдосконалення державного регулювання енергетики, оскільки вона має стати основою послідовного та системного вдосконалення державного регулювання електроенергетики України.

Необхідно зазначити, що поширення європейських енергетичних стандартів на українську електроенергетику дозволить значно підвищити опір України до спроби політизувати міждержавні відносини у сфері енергетики, оскільки наша держава підписала та ратифікувала Енергетичну Хартію [46]. Такі дії дозволять Україні мати доступ до енергетичних ринків країн Євросоюзу і водночас наша країна зможе вирішувати сучасні проблеми енергозбереження.

## 1.2. Енергозбереження: зарубіжний досвід – практичні аспекти

Проблема використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) вимагає впровадження державної політики у сферу управління процесами енергозбереження та енергоефективності, застосування різних джерел енергії та утвердження нових поглядів суспільства щодо їх економії. Перед Україною стоїть складне завдання – знизити до 2030 р. енергомісткість національного продукту до середньосвітового рівня (0,4 т у.п. / 1000\$ США) [69]. Ефективна політика енергозбереження може бути реалізована на основі концепції сталого розвитку та застосування світового досвіду розвинених країн, який передбачає соціальну відповідальність всіх учасників процесу управління: держави, місцевих органів влади, громадського сектору та населення. Досягнення високого рівня енергоефективності можливе лише у тому випадку, коли держава запропонує підприємствам диверсифіковану систему стимулів і обмежень у сфері енергоспоживання.

Досвід країн ЄС свідчить про те, що імплементація політики сталого розвитку в сфері енергоефективності та енергозбереження неможлива без узгоджених дій органів законодавчої та виконавчої влади, громадських організацій, активістів, галузевих експертів і засобів масової інформації [32].

Енергозбереження – це організаційна, наукова, практична та інформаційна діяльність, які направлені на раціональне використання та економне витрачання первинної і перетвореної енергії, природних енергетичних ресурсів у національному господарстві, що реалізується з використанням технічних, економічних і правових методів [35]. Вона повинна сприяти раціональному використанні ПЕР кожного виробника та споживача енергії. На багатьох підприємствах недостатньо широко розроблені методи досягнення цілей і завдань інноваційних проектів, які направлені на реалізацію енергозберігаючих заходів. Сучасне енергозбереження охоплює раціональне використання електроенергії, пошук і розробку нових джерел енергії та впровадження новітніх технологій, які сприяють скороченню енергоємності виробничих процесів. Основними первинними енергоресурсами підприємства є електрична та теплова енергія. На шляху ефективного енерговикористання є низка бар'єрів, а саме: фінансові, управлінські, адміністративні, правові та ринкові. Енергозбереження має бути пріоритетним напрямом економічної політики підприємства. Водночас заслуговує уваги оцінка ефективності енергозбереження та її складових.

Приймаючи до уваги природно-екологічні та економічні чинники енергоефективність стає важливим критерієм функціонування енергетичного ринку. Він охоплює такі складові: енергозбереження, енергодостатність, універсальність, енергоприйнятність, безперебійність і стійкість [10]. Висока енергоемність продукції зумовлена марнотратним споживанням ПЕР у результаті відставання української промисловості від рівня країн ЄС і високим ступенем спрацювання основних фондів (70%). Стратегічними напрямками енергоефективної політики України повинні бути: збільшення обсягів власного видобутку нафти і газу на основі нових технологій; модернізація транспортної інфраструктури; диверсифікація енергоносіїв; зменшення частки енергоемних виробництв і формування у суспільстві світогляду економії енергоресурсів. Значну увагу необхідно приділити відновлюваній енергетиці, що дозволить демонополізувати ключові сегменти енергоринку та забезпечити його прозорість і прогнозованість, тим самим сприятиме раціональному використанню енергоресурсів.

Досвід розвинених країн свідчить про те, що стимули та заохочення суб'єктів господарювання сприяють впровадженню енергозберігаючих технологій на підприємствах [11]. Держава робить заходи, щоб зацікавити підприємства економити паливно-енергетичні ресурси. Відповідно до Указу Президента України був створений урядовий орган «Держенергоефективність», основними завданнями якого є:

- реалізація державної політики у сфері ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів, енергозбереження, відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива;

- збільшення частки відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива в енергетичному балансі України [32].

Важливим кроком України до європейської інтеграції з енергозбереження є внесення змін до Закону України «Про інвестиційну діяльність», які передбачають введення відповідних умов до інвестиційного проекту щодо показників енергоефективності [41]. Однак на сьогоднішній день відсутній механізм реалізації енергоефективної політики на підприємстві, який би забезпечував системний підхід до регулювання енергоефективності. Енергетичний сектор країни потребує законодавчого розвитку та систематизації. Підвищення енергоефективності на підприємстві є неможливим без системи енергетичного менеджменту та фахівців у сфері енергозбереження.

Енергетичний менеджмент – це управлінська і технічна діяльність персоналу об'єкту господарювання, що направлена на раціональне

використання енергії, із врахуванням соціальних, технічних, економічних і екологічних аспектів. Основною метою енергоменеджменту є забезпечення ефективних шляхів реалізації енергозберігаючої стратегії суб'єкта господарювання [20]. Забезпечення підприємства енергетичними ресурсами є частиною його фінансово-економічної безпеки. В зв'язку з тим, автори вважають, що енергоменеджмент повинен охоплювати такі компоненти:

- систему аналізу та обліку споживання енергоресурсів;
- висококваліфікований персонал, який слідкує за процесом споживання енергії та оперативно здійснює стратегічне планування;
- реалізацію політики енергоефективності та енергозбереження підприємства;
- сучасну науково-технічну інформацію в сфері діяльності підприємства, а також його конкурентних фірм.

Одним із важливих чинників, який впливає на темпи зростання економіки України, є низький рівень забезпечення її енергоресурсами власного видобутку. Вони покривають потреби в нафті лише на 10 – 12 %, природного газу – на 20 – 25 %, а кам'яного вугілля – на 85 – 90 % [62].

З огляду на те, єдиним напрямом для України, який буде сприяти зменшенню обсягів споживання енергоресурсів, є реалізація концепції розвитку національної економіки на основі впровадження ефективної політики енергозбереження в усіх галузях народного господарства. Суттєвий вплив на енергозбереження мають зовнішні чинники, зокрема: нормативно-правова база, стабільність ринку енергоресурсів, заходи стимулювання з боку держави, відсутність матеріальної зацікавленості виробників у впровадженні енергоощадних технологій та економії енергетичних ресурсів.

У країнах ЄС, Канади та США наприкінці ХХ століття була проведена активна державна політика щодо енергозбереження. Це забезпечило їм за останні 40 р. зекономити більше 40% паливно-енергетичних ресурсів. Міністерством енергетики США у 1992 р. був розроблений комплексний документ Energy Act, який висвітлює основні проблеми енергозбереження та шляхи їх вирішення [63]. У розвинених країнах світу основним елементом ефективного механізму управління енергозбереженням є адміністративне управління. Воно охоплює: маркування, сертифікацію, стандартизацію, нормування, заборону на застосування певної техніки та технологій. З метою досягнення мети енергозбереження в провідних країнах світу успішно застосовують низку економічних інструментів, а саме:

- диференціювання податкового навантаження;
- бюджетне та позабюджетне фінансування заходів із енергозбереження;

- пільгове кредитування та державні закупівлі;
- диференціювання тарифів і цін на енергоресурси та енергоефективну продукцію;
- фінансові інструменти та передача прав власності [63].

Найбільш ефективною програмою з енергозбереження в промисловості є Energy Savings Opportunity Scheme [88]. Вона впроваджується завдяки підтримці державного департаменту енергетики та кліматичних змін Сполученого Королівства Великої Британії та Північної Ірландії. Ця програма передбачає надання консультацій керівникам підприємств щодо прийняття ефективних управлінських рішень із енергозбереження і термін дії її закінчується в 2030 р. Щорічно до цієї програми приєднуються 4400 – 6600 промислових підприємств.

Державний департамент енергетики США успішно реалізує комплекс програм, які охоплюють проведення енергетичного аудиту, спеціальне навчання енергоменеджерів промислових підприємств і застосування економічних механізмів стимулювання щодо дотримання стандартів ISO. Впровадження цих заходів на великому підприємстві дає можливість зекономити 1,2 млн. дол. США. У провідних країнах світу ефективність менеджменту з енергозбереження досягається шляхом використання циклу Шухарта–Демінга, який дозволяє динамічно удосконалювати систему управління енергозбереження [63]. Використовуючи досвід країн ЄС і передових країн світу у сфері ефективного використання енергетичних ресурсів можна суттєво зменшити енергоємність продукції.

У промислово-розвинених країнах світу спостерігається зростання енергетичного сектора в структурі національної економіки, оскільки постійний ріст цін на нафту та природний газ приводить до енергетичної залежності від країн-експортерів. Зокрема, Німеччина цю проблему вирішує шляхом енергозбереження та застосування змішаної системи енергозабезпечення. Необхідно зазначити, що впровадження альтернативних видів енергії у виробництво фінансується державою [47]. Енергетична Стратегія Німеччини, яка розроблена до 2050 р., передбачає повну відмову від використання атомної енергії шляхом поступової зупинки найстаріших АЕС. Енергетичною Стратегією визначено, що відновлювані джерела енергії є основною складовою структури енергопостачання країни до 2050 р. Відповідно до Стратегії впровадження відновлюваних джерел енергії у виробництво постійно зростає. Наприклад, частка відновлюваних джерел енергії у споживанні електроенергії в 2010 р. становила 20%, а в 2030 р. досягне 50%. В 2050 р. цей показник зростає

до 80%. Водночас будуть розроблені законодавчі механізми стимулювання розвитку відновлюваних джерел енергії та підвищення енергоефективності [1].

Однією з найощадливіших із країн ЄС є Австрія. Її промисловість дає приблизно 24% валового національного продукту, при цьому споживає майже 30% електроенергії. Необхідно зазначити, що промисловість країни складається в основному із середніх і малих підприємств, які мають державну підтримку. Держава через спеціальний банк виділяє федеральні субсидії для фінансування комунальних екологічних інвестицій та консалтингових проєктів. Виділені кошти розподіляються підприємствам на охорону довкілля та енергозбереження (25%), на устаткування для ТЕЦ до 20% та на утеплення старих будинків від 25% до 30% [1].

У розвинених країнах застосовують різні підходи щодо управління коштами підприємств енергетичного сектору. Зокрема, в Швеції уряд стимулює використання відновлюваних джерел енергії шляхом звільнення підприємств від енергетичного податку терміном на 5 р., надання субсидій для утеплення старих будинків і спрощення одержання дозволів на будівництво вітрових електростанцій. Водночас держава використовує і адміністративні методи управління, при цьому застосовує податки, дотації, субсидії, торгує квотами та електричними сертифікатами. Шведська енергетика за допомогою теплових насосів потужністю до 40 кВт забезпечує централізоване опалення й охолодження багатоквартирних будинків. Сировиною є потенціал Землі та води. Теплові насоси енергоефективні й не забруднюють довкілля. На сьогоднішній день у Швеції експлуатуються більше 500 тис. теплових насосів [47]. Необхідно зазначити, що в 2015 р. уряд Швеції прийняв постанову про те, що країна повинна відмовитися від викопних видів палива. Для цього державою були виділені значні кошти, а саме: 390 млн. крон на рік на період 2017 – 2019 рр. для впровадження сонячної енергетики; для дослідження енергозберігаючих технологій передбачено 50 млн. крон і 10 млн. крон на «розумні мережі». Значні кошти заплановані також на модернізацію житлових будівель і підвищення їх енергоефективності (1 млрд. крон). З метою розвитку «зеленого» транспорту були виділені кошти на субсидії та інвестиції [1].

Починаючи з 80-х рр. минулого століття найважливішим напрямом у політиці уряду США був енергетичний. Великим компаніям були надані пільгові умови і тарифні вилучення при транспортуванні нафти. Уряд звільнив нафтові компанії від тимчасово діючого податку на надприбутки. З метою заохочення впровадження заходів економії енергії в промисловості державою були виділені інвестиційні субсидії, прями або непрямі процентні надбавки,



амортизаційні знижки та ін. Ефект від реалізації заходів щодо економії енергії в промисловості склав 10–15%, на транспорті 10–20%, а в житлово-побутовому та торговельному секторах – 40–50% [1]. Необхідно зазначити, що в 2014 р. Президент США запропонував «Всеосяжну Енергетичну Стратегію», яка передбачає розвиток відновлюваних джерел енергії. Планується в три рази збільшити обсяги виробництва електроенергії з відновлюваних джерел енергії. Викиди парникових газів на електростанціях США в 2030 р. зменшаться на 32%. З 1992 р. в США діє програма EnergyStar, яка розроблена Агентством охорони довкілля та Міністерством енергетики. У штаті Коннектикут успішно діє програма, яка підтримує енергоефективний бізнес. Власникам бізнесу, які підвищують енергоефективність свого підприємства, енергозбутові компанії надають суттєву знижку, а також безвідсотковий кредит для впровадження нових енергоощадних технологій [39]. Енергетична політика США здійснюється відповідно до законів про енергетику (2005 – 2007 рр.), у яких передбачено надання податкових пільг і гарантій за кредитами для виробництва енергії різних видів, проведення робіт із енергозбереження в своїх будинках, а також для впровадження інноваційних технологій, які забезпечують зменшення викидів парникових газів, розвиток біопалива та відновлюваних джерел енергії [87].

Одним із важливих завдань, яке розв’язує Міністерство енергетики США, є реалізація національної енергетичної політики та вирішення низки невідкладних енергетичних проблем, які стоять перед державою, а саме: вплив високих цін на енергоносії, захист довкілля, збільшення внутрішніх поставок енергоносіїв, підвищення енергозбереження й енергоефективності, збільшення обсягів використання відновлюваних і альтернативних джерел енергії, розвиток енергетичної інфраструктури та забезпечення енергетичної безпеки. На сьогоднішній день США інтенсивно розвивають альтернативні джерела енергії, оскільки їх впровадження дає можливість зекономити викопні енергоресурси. Найбільшим виробником відновлюваної енергії в США є альтернативні гідроелектростанції [86]. За обсягами вироблення гідроелектроенергії країна займає четверте місце в світі після Китаю, Канади та Бразилії. Лідерами у вітроенергетиці є штати Техас, Айова та Каліфорнія. В пустелі Мохаве розташовані найбільші в світі сонячні батареї, а в Північній Каліфорнії реалізовано найбільше виробництво геотермальної енергії, внаслідок чого США є світовим лідером у використанні альтернативних джерел енергії [86].

У Сполучених Штатах успішно працюють над впровадженням у виробництво альтернативного палива з біомаси, оскільки рідке паливо є

важливою складовою енергобалансу багатьох розвинених країн, які не мають у достатній кількості власних енергоресурсів. Застосування рідких палив із біомаси не лише підвищує енергетичну безпеку країни, але і покращує екологічну ситуацію. Найбільш поширеними на світовому енергоринку є біодизель і біоетанол, які одержують із жирів рослинного та тваринного походження. Вони можуть сприяти зниженню витрат США на іноземну нафту та підвищенню енергетичної безпеки. Наприклад, промислове виробництво біоетанолу тільки в 2005 р. забезпечило країні 3,5 млрд. доларів податкових надходжень до місцевих, регіональних і федеральних органів [95]. Необхідно зазначити, що в США велика увага приділяється ефективному використанню енергії. Застосовуються енергоефективні технології, які забезпечуються фінансовими стимулами та податковими пільгами. Зокрема, до 2016 р. були продовжені 30 % податкові пільги компаніям, які виробляють устаткування для фотоелектричних і термальних електростанцій, а також вводять у дію нові повітряні турбіни невеликої потужності [95].

Міжнародне енергетичне агентство зробило висновок, що уряд США в енергетичній політиці повинен прикладати зусилля до зменшення залежності від викопних видів палива та парникових газів, більш швидкого впровадження проектів технологій чистої енергії, а також проводити більш тісну координацію в енергетичній політиці між Конгресом, адміністрацією й урядом і між виконавчою та законодавчою гілками влади [87].

У країнах ЄС для фінансування енергоефективних заходів застосовують два підходи. При першому підході співвласники багатоквартирних будинків самостійно приймають рішення модернізувати своє житло з метою економії тепла та ресурсів. Для цього використовують різні механізми, зокрема державне фінансування та банківські кредити. Такий підхід застосовується в Чехії, Словаччині, Угорщині, Польщі та Естонії. Другий підхід передбачає проведення енергетичної модернізації за допомогою ЖКГ або муніципальних інститутів. Наприклад, в Болгарії заходи з енергоефективності оплачуються з держбюджету, а громадяни Литви їх оплачують із своїх податків. З огляду на те, що Німеччина є енергозалежною державою, то енергетична модернізація є важливим напрямом стратегії уряду.

Аналіз енергоефективності зарубіжних країн свідчить про те, що для використання ефективної моделі енергозаощадження можна застосовувати різні методи. Основною метою таких заходів має бути мотивація фінансової незалежності та енергоощадливості природних ресурсів. Можна запропонувати такі підходи щодо енергозбереження та реформування енергетичної галузі України:

1. Удосконалення енергетичних законодавчих актів.
2. Використання відновлюваних і альтернативних джерел енергії (переробка сміття, газифікація та спалювання біомаси).
3. Проведення заходів із охорони довкілля і енергоощадливості у виробничому та побутовому секторах (надання пільг, кредитів, субсидій, звільнення від енергетичного податку).
4. Формування ринку для розвитку енергетики.
5. Проведення енергоаудиту галузей, які використовують енергію для виробництва продукції, та надання практичних рекомендацій щодо енергозбереження.

Головною метою енергонезалежності є енергозбереження та заохочення до використання нових видів джерел енергії у всіх галузях економіки країни.

### **1.3. Напрями економії енергоресурсів**

Енергоємність ВВП свідчить про рівень витрат паливно-енергетичних ресурсів на одиницю виробленої продукції і є основним показником, який показує конкурентоспроможність підприємства як на внутрішньому, так і зовнішньому ринках. До основних напрямів зменшення енергоємності ВВП і підвищення енергоефективної діяльності виробничих підрозділів підприємства можна віднести:

- вдосконалення організаційно-економічних механізмів енергозбереження;
- проведення енергетичного аудиту на підприємстві;
- управління процесами енергозбереження;
- впровадження енергозберігаючих заходів і енергоефективних технологій.

Вищезгадані напрями вимагають реалізації інвестиційних проектів, які діляться на альтернативні, взаємозв'язані та незалежні. Альтернативні інвестиційні проекти містять пропозиції щодо реалізації проблем загального енергозбереження. Взаємозв'язані інвестиційні проекти характерні тим, що впровадження у виробництво одного з них вимагає реалізації інших. До незалежних інвестиційних проектів відносяться проекти, впровадження яких не пов'язано з реалізацією інших проектів. Впровадження інвестиційних енергозберігаючих проектів необхідно проводити на основі економічних, технічних, екологічних і організаційних чинників [69]. Основними напрямками підвищення енергоефективності слід вважати використання в виробничих процесах інноваційних технологій як вітчизняних, так і світових. Для

досягнення належного рівня вітчизняної енергетики необхідна державна підтримка науково-дослідних і проектно-конструкторських розробок для розвитку паротурбінних і газотурбінних технологій, які є основою атомної і теплової (пилувугільної) енергетики України [55].

Стратегічними напрямками енергоефективної політики України повинні бути: збільшення обсягів власного видобутку нафти і газу на основі нових технологій; модернізація транспортної інфраструктури; диверсифікація енергоносіїв; зменшення частки енергоємних виробництв і формування світогляду економії енергоресурсів у суспільстві. Значну увагу необхідно приділити відновлюваній енергетиці, що дозволить демонополізувати ключові сегменти енергоринку та забезпечити його прозорість і прогнозованість, тим самим сприятиме раціональному використанню енергоресурсів.

Одним із напрямів підвищення енергоефективності промислових підприємств є застосування інтелектуальних інформаційно-управляючих технологій і систем. Основною задачею таких технологій і систем є об'єднання інтегрованих автоматизованих систем управління підприємств у єдину інформаційну систему управління енергоефективністю. Інтегрована автоматизована система управління енергоефективністю має чотири рівні [55].

Перший рівень забезпечує управління фінансовою, господарською та адміністративною діяльністю підприємства. Підвищення енергоефективності підприємства забезпечується шляхом застосування енергоаудиту та енергетичного менеджменту, що дозволяє оптимізувати структуру споживання паливно-енергетичних ресурсів.

Другий рівень управління сприяє росту енергоефективності внаслідок зменшення обсягу технологічних і невиробничих втрат енергоресурсів за рахунок використання сучасного устаткування та енергоефективних технологій.

За допомогою третього рівня здійснюється управління технологічними процесами, що дозволяє керувати параметрами енергоспоживання, внаслідок цього підвищується енергоефективність.

Четвертий рівень – це управління устаткуванням виробничих процесів шляхом використання комп'ютерних засобів, що забезпечує підвищення енергоефективності. Необхідно зазначити, що прийняття управлінських рішень здійснюється на основі прогнозу та аналізу наслідків їх реалізації, приймаючи до уваги зміни, що відбуваються в навколишньому середовищі.

Низька ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів, а також недосконалість нормативно-правової бази приводить до збільшення

енергозатрат на одиницю ВВП у всіх галузях економіки. Рациональне використання енергоресурсів впливає на енергетичну незалежність підприємств, а також на рівень суспільного виробництва. На сьогодні у світі виграють ті країни, які вміють ощадливо використовувати енергію та забезпечують її збереження. Енергозбереження повинно бути пріоритетом економічного розвитку держави. Воно охоплює організаційну, наукову, практичну та інформаційну діяльності, які направлені на рациональне використання та економне витрачання первинної і перетвореної енергії, природних енергетичних ресурсів у національному господарстві, що реалізується з використанням технічних, економічних і правових методів [11]. Це повинно сприяти рациональному використанню енергетичних ресурсів кожного виробника та споживача енергії. В Енергетичній Стратегії України на період до 2035 р. розглянуто різні напрями розвитку енергетичного сектору, які передбачають зменшення залежності нашої держави від імпорту енергоносіїв шляхом збільшення видобутку власного газу, нафти, вугілля та уранової руди, а також диверсифікацію імпорту енергоносіїв і розширення обсягів використання відновлюваних джерел енергії. За даними Національної енергетичної компанії «Укренерго» за 10 місяців 2016 р. в промисловості використано найбільшу кількість електроенергії – 96,1 млрд.кВт×год, в комунально-побутовому секторі витрати електроенергії становили 12,2 млрд.кВт×год, а в сільському господарстві використано 2,84 млрд.кВт×год [19]. Наведені дані показують, які галузі є найбільш енергозатратними і потребують скорочення енергоспоживання. Одним із заходів використання альтернативних джерел енергії є будівництво сонячної електростанції, наприклад, «Самбірська» потужністю до 5 млн.кВт×год у рік. Коефіцієнт корисної дії станції досягає 15%. Залежно від пори року змінюється кут нахилу сонячної батареї. Окупність станції не перевищує 6–7 р. [95].

Досвід зарубіжних країн в енергетичній галузі свідчить про те, що для використання ефективної моделі енергозаощадження можна застосовувати різні методи. Основним методом таких заходів є мотивація фінансової незалежності та енергоощадливості природних ресурсів. З огляду на те, автори пропонують такі напрями енергозбереження та реформування енергетичної галузі країни, а саме:

- розробка та удосконалення енергетичних законодавчих актів;
- широке використання відновлювальних джерел енергії;
- застосування нових видів джерел енергії (переробка сміття, газифікація та спалювання біомаси);

– заохочення проведення заходів охорони довкілля і енергоощадливості у виробничій сфері та житловому секторі (надання пільг, кредитів, субсидій, звільнення від енергетичного податку);

– державне заохочення застосування у виробничій і побутовій сферах відновлювальних джерел енергії;

– формування ринкових умов для розвитку енергетики;

– перехід від енергозбереження до енергоефективності з використанням технічних засобів;

– розробка практичних рекомендацій щодо енергозбереження на підставі енергоаудиту галузей, які використовують енергію для виробництва продукції [80].

У промислово розвинених країнах світу спостерігається тенденція зменшення виділення коштів на розвиток викопних джерел енергії, водночас уряди держав підтримують впровадження альтернативних джерел та програм енергозбереження. Використовуючи міжнародний досвід і підходи, які сприяють пошуку джерел фінансування підприємств енергетичного сектору України, можна запропонувати напрями, що охоплюють: вдосконалення інституційно-правового забезпечення функціонування енергетичних підприємств країни; поступове скорочення державних програм, які підтримують підприємства, що розробляють викопні джерела енергії, водночас розширюються програми, направлені на розвиток альтернативної енергетики; розширення фінансових ринків, які будуть слугувати джерелом успішної діяльності підприємств енергетичного сектору; забезпечення державного фінансового контролю за виконанням державних і міжнародних програм розвитку енергетики.

Розвиток енергетики в нашій країні може бути забезпечений шляхом використання енергоефективних технологій та інвестицій. Сталий розвиток енергетичної галузі має стати першим кроком для оздоровлення та росту економіки України.

## **РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНОГО МЕХАНІЗМУ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

### **2.1. Сутність організаційно-економічного механізму енергозбереження**

Зниження енергетичної залежності та впровадження енергозберігаючих технологій і світових стандартів у паливно-енергетичний комплекс (ПЕК) України повинно бути пріоритетом розвитку нашої країни. Одним із напрямів економії енергоресурсів є дослідження процесу управління енергозбереженням як на підприємствах, так і в побуті. З огляду на те, важливе значення має впровадження організаційно-економічного механізму в практику, що дозволить підвищити енергоефективність виробничих процесів на підприємстві.

Визначальним чинником ефективного функціонування організаційно-економічного механізму енергозбереження є успішна робота всіх його ланок. Необхідно зазначити, що на сьогоднішній день не має єдиного наукового підходу щодо тлумачення понять «економічний механізм», «господарський механізм» та «організаційно-економічний механізм». У зв'язку з цим, ця проблема є актуальною та потребує подальшого вивчення, зокрема узагальнення і дослідження існуючих підходів щодо дефініцій названих понять. Вивченню цієї проблематики присвячені праці таких провідних вітчизняних і зарубіжних учених: О. Азріліяна, В. Маєвського, В. Гуменюка, В. Шкуруп'я, І. Булеєва, М. Шевченка, Я. Козаченка, М. Пархомця, В. Полозової та ін. На нашу думку, доцільно проаналізувати та згрупувати найбільш вдалі спроби визначення цих понять.

Зокрема, О. Азріліян розглядає поняття «механізм» як послідовність станів, процесів, що визначають будь-яку дію чи явище [3], а В. Маєвський вважає, що економічний механізм є однією зі складових господарського механізму, який охоплює планування та стимулювання. Він поділяє планування на оперативне і техніко-економічне. Стимулювання відповідно забезпечується через ціни та фінанси [56]. В. Гуменюк у своїх дослідженнях трактує економічний та господарський механізми як синоніми і вважає, що економічний механізм має такі основні складові: оподаткування, ціноутворення та використання і залучення виробничих ресурсів [17].

В. Шкуруп'я зазначає, що господарський механізм функціонує у ринкових умовах, тому в такому разі необхідно брати до уваги характерні

ознаки способу виробництва в суспільстві та динаміку продуктивних сил [11]. Отже, утворюються дві підсистеми відносин: організаційно-економічні та соціально-економічні. З огляду на це, доцільно вживати термін «організаційно-економічний механізм».

У монографії М. Шевченка і О. Шевченка [83] вплив фінансово-економічного механізму розглядається через призму використання інструментарію державних цільових програм, які реалізуються на регіональному рівні. У праці Г. Козаченка [49] досліджується можливість застосування організаційно-економічного механізму як інструменту управління підприємством.

Трактування сутності організаційно-економічного механізму на підприємствах було обґрунтовано в дослідженні В. Полозової [67] та окреслено як сукупність управлінських методів.

Професор М. Пархомиць розглядає можливість застосування організаційно-економічного механізму на підприємствах АПК для забезпечення їхньої дохідності і пропонує таке трактування: «Організаційно-економічний механізм – це система елементів організації для пошуку й мобілізації доходів і відповідних їм економічних інструментів, поєднання яких дає змогу досягти надходження необхідних фінансових ресурсів» [65].

Отже, як у вітчизняній, так і зарубіжній науковій літературі, нині не існує єдиного підходу щодо тлумачення таких понять, як «економічний механізм», «господарський механізм» і «організаційно-економічний механізм». На нашу думку, такий організаційно-економічний механізм повинен об'єднувати організаційні та економічні цілі, стимули й управлінські рішення, спрямовані на досягнення визначених завдань, і базуватися на використанні різних методів та інструментів управління. Окреслимо суть поняття «організаційно-економічний механізм енергозбереження». Необхідно зазначити, що однозначності в наукових визначеннях цього терміну на сьогоднішній день немає.

На підставі аналізу праць, у яких приведені визначення поняття «організаційно-економічний механізм енергозбереження», нами сформульовані основні підходи [11] щодо трактування його сутності (табл. 2.1).

У ході вивчення питання сутності організаційно-економічного механізму енергозбереження пропонуємо таке визначення цього поняття.



**Підходи щодо визначення сутності поняття  
«організаційно-економічний механізм енергозбереження»**

| Автори                           | Сутність поняття «організаційно-економічний механізм енергозбереження»  |
|----------------------------------|---|
| П. Неміш                         | Економічний механізм енергозбереження – це сукупність заходів, які забезпечують максимально ефективно використання енергетичного потенціалу за мінімальних питомих витрат енергії на виробництво одиниці продукції. Ці заходи повинні мати яскраво виражений стимулюючий характер і забезпечувати економію коштів.  |
| І. Михайленко,<br>Т. Афонченкова | Це сукупність заходів, що забезпечують максимальне використання енергетичного потенціалу за мінімальних питомих витрат енергії на виробництво одиниці продукції.  |
| К. Докуніна                      | Структура механізму енергозбереження передбачає правовий, організаційно-управлінський, економічний та технічний аспект, взаємодія яких у підсумку має забезпечувати позитивний економічний результат.   |
| І. Бевз                          | Це сукупність організаційних та економічних, які впливають на економічні й організаційні параметри підприємства, що сприяє формуванню та посиленню енергетичного потенціалу й ефективності його діяльності.   |
| Т. Сердюк                        | Система взаємопов'язаних економічних та організаційних елементів, спрямованих на активізацію економічного витрачання ПЕР, впровадження енергозберігаючих заходів з урахуванням інноваційних досягнень у галузі як технологічних, так і продуктових.   |
| В. Джеджула                      | Організаційно-економічний механізм енергозбереження промислових підприємств – це сукупність економічних, організаційних, мотиваційних методів і способів, що спрямовані на економічно обґрунтоване виявлення та максимальне використання потенціалу енергозбереження з метою мінімізації питомих витрат на виробництво продукції та зменшення екологічного навантаження на навколишнє середовище. |
| Ю. Чистов                        | Система інструментів, яка за певного застосування, приводиться в дію та здійснює процес енергозбереження, за якого має забезпечуватися позитивний ефект відразу у декількох площинах, що відображає багатовекторну природу механізму.   |
| Ю. Вовк                          | Комплексна система управління, яка характеризується раціональним використанням ресурсів на підприємстві, що може використовуватися для досягнення управлінських цілей за допомогою економічних методів.   |

Організаційно-економічний механізм енергозбереження – це система взаємопов’язаних економічних і організаційних елементів, які забезпечують економне витрачання енергоресурсів при впровадженні енергозберігаючих заходів із урахуванням інноваційних досягнень, що дасть змогу знизити енергозалежність, підвищити конкурентоспроможність та ефективність використання інноваційних технологій на підприємстві. На сьогодні серед науковців немає єдиного підходу щодо визначення поняття «енергозбереження». Відповідно в дослідженні використані різні джерела інформації та проаналізовано визначення поняття «енергозбереження». Це було підставою для розробки наукових підходів щодо визначення цього поняття, які подано в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

**Підходи до визначення сутності поняття «енергозбереження»**

| Джерело   | Зміст поняття «енергозбереження»   |
|---|--|
| <b>1. Енергозбереження як діяльність</b>          |  |
| 1   | 2  |
| Закон України «Про енергоефективність»            | Діяльність, спрямована на економне витрачання паливно-енергетичних ресурсів.   |
| Закон України «Про енергозбереження»              | Діяльність, спрямована на раціональне використання економне витрачання первинної та перетвореної енергії та природних енергетичних ресурсів у національному господарстві та яка реалізується з використанням технічних, економічних та правових методів. |
| <b>2. Енергозбереження як процес</b>              |  |
| М. Гнідий   | Процес реалізації комплексу напрямів із заощадження різних видів паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР).  |
| О. Гордієнко                                      | Процес, у ході якого знижується потреба в енергетичних ресурсах на одиницю кінцевого корисного ефекту від їхнього використання.  |
| <b>3. Енергозбереження як складова управління</b> |  |
| Міжнародне енергетичне агентство (МЕА)            | 1. Ефективність управління енергетичним попитом з метою збільшення продуктивності енергоспоживання. 2. Використання енергії більш ефективно шляхом зміни трудової поведінки, удосконалення рівня управління та впровадження нових технологій.            |
| О. Захарова                                       | Загальні положення енергозбереження мають здійснюватися в рамках енергетичного менеджменту, який є сукупністю методів, що дають змогу підприємству з найменшими витратами і в найкоротший термін впровадити концепцію енергозбереження.                  |

| <b>4. Енергозбереження як результат</b>            |   |
|--|---|
| 1  | 2   |
| Директива Європейського Союзу                      | Кількість заощадженої енергії, яка визначається на основі вимірювання та/чи оцінювання споживання до та після впровадження одного чи більше заходів щодо підвищення енергоефективності, що забезпечує узгодження системи з умовами зовнішнього середовища, які впливають на рівень енергоспоживання.  |
| С. Михайлов,<br>В. Мешалкин,<br>А. Балябина        | Ефективне використання енергії споживачами, в тому числі мінімізація енерговитрат на одиницю продукції.   |
| <b>5. Енергозбереження як метод господарювання</b> |   |
| Б. Гаприндашвілі,<br>І. Лазепко                    | Комплекс організаційних, наукових, економічних, екологічних і технологічних дій, спрямованих на раціональне та безпечне використання енергетичних ресурсів у національному господарстві з метою зменшення витрат на виробництво продукції, наданні послуги для досягнення кінцевих корисних соціально-економічних ефектів від їхнього застосування. |

Результати проведеного аналізу дають змогу зробити висновок, що поняття «енергозбереження» має такі основні змістові значення: енергозбереження як діяльність, енергозбереження як процес, енергозбереження як складова управління, енергозбереження як результат, енергозбереження як метод господарювання.

У Законі «Про енергозбереження» від 8.12.1998 р., ухваленому на 12-му засіданні Міжпарламентської асамблеї держав – учасниць СНД, енергозбереження окреслено як «реалізація правових, організаційних, наукових, виробничих, технічних, економічних заходів, які спрямовані на підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів» [73]. Отже, в цьому міжнародному нормативно-правовому документі енергозбереження ототожнюється з підвищенням енергоефективності.

Енергозбереження є однією зі складових енергетичного менеджменту як практична сторона його діяльності, яка передбачає використання передових технологій та устаткування [81]. Аналіз наукових джерел свідчить про те, що головною суперечністю в трактуванні поняття «енергозбереження» є визначення його об'єктів. Як об'єкт енергозбереження В. Жовтянський [79] вважає, що це заощадження різних видів ПЕР. Відповідно до директиви ЄС, об'єкт енергозбереження – це заощадження енергії.

Згідно із Законом України «Про енергозбереження», об'єктом є раціональне використання й економне витрачання первинної та перетвореної енергії та природних енергетичних ресурсів.

Відповідно до рекомендацій Міжнародного енергетичного агентства (МЕА), об'єктом енергозбереження є ефективність управління енергетичним попитом. Все це можна розглядати як процес формування організаційно-економічного механізму енергозбереження на підприємстві. Варто зазначити, що енергозбереження як різновид ресурсозберігаючої діяльності є процесом зменшення споживання ПЕР, а не енергії, тому кожен напрям енергозберігаючої діяльності має бути спрямований на скорочення втрат енергії чи заміну одних енергоресурсів іншими [60].

Формування організаційно-економічного механізму енергозбереження на підприємстві є актуальною проблемою в сучасних умовах ринкової економіки, оскільки її вирішення дасть змогу забезпечити раціональне використання енергії на підприємствах і у побуті [8].

Метою впровадження організаційно-економічного механізму енергозбереження на підприємстві є зменшення його енергетичної залежності від генеруючої компанії з використанням науково обґрунтованих методів забезпечення процесу енергозбереження на всіх організаційних рівнях суб'єкта господарювання.

Організаційно-економічний механізм енергозбереження на підприємстві – це поєднання організаційних і економічних важелів, які впливають на економічні та організаційні чинники економії енергії. Це сприяє підвищенню економічного потенціалу та покращенню ефективності діяльності підприємства. З огляду на те, виникає необхідність визначити сутність організаційно-економічного механізму енергозбереження на підприємствах і обґрунтувати критерії та принципи його формування [10].

Для реалізації концепції енергозбереження у виробничій сфері необхідно вирішити такі завдання: обґрунтувати мету та основні напрямки розробки організаційно-економічного механізму енергозбереження на підприємстві; визначити принципи, на яких базується механізм; сформулювати етапи побудови механізму; охарактеризувати методи ефективності впровадження енергозбереження; дослідити інструменти і ресурси реалізації; розробити засоби та методи моніторингу ефективності реалізації механізму.

Метою створення організаційно-економічного механізму енергозбереження у виробничій сфері є прибуток підприємства та його фінансова

стійкість завдяки економічно обґрунтованому раціональному використанню потенціалу енергозбереження [7].

Завданнями механізму є:

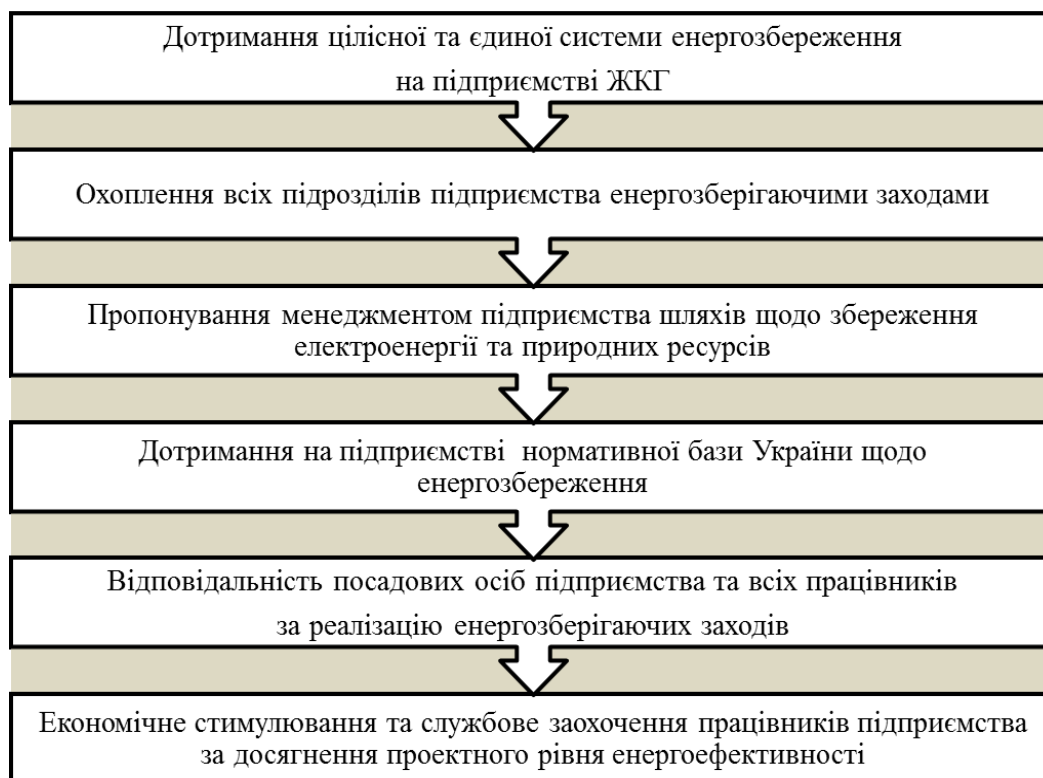
- формування технічних, організаційних, економічних і виробничих обмежень щодо нераціонального використання енергетичних ресурсів на підприємстві;

- мотивація і стимулювання працівників підприємства до економії електроенергії та пропонування менеджментом підприємства напрямів збереження електроенергії й природних ресурсів;

- реалізація економічно обґрунтованих заходів з енергозбереження;

- моніторинг процесу впровадження енергозберігаючих заходів.

В основі формування організаційно-економічного механізму енергозбереження мають бути покладені принципи, що представлені на рис. 2.1.

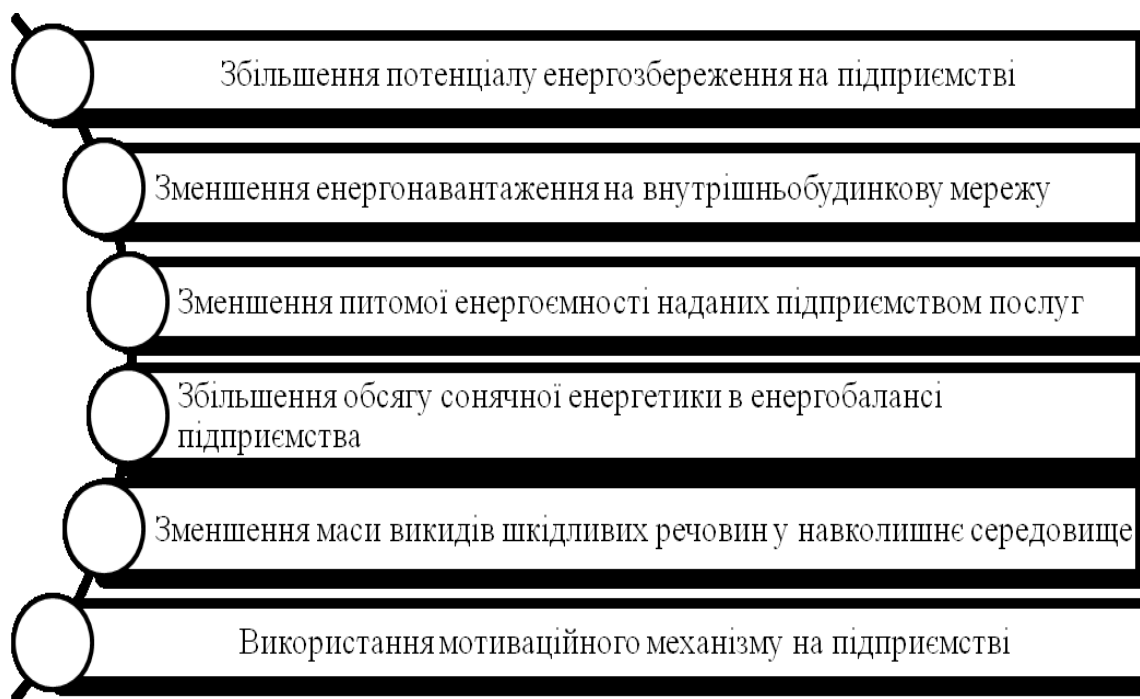


**Рис. 2.1. Схема принципів організаційно-економічного механізму**

У разі зміни режимів роботи підприємства, вартості спожитих енергоносіїв, обсягів виробництва повинно проводитися коригування управлінських рішень [11; 21].

На нашу думку, впровадження організаційно-економічного механізму енергозбереження підприємства має застосовуватися поетапно: перший етап – залучення до заходів із енергозбереження групи енергоменеджерів; другий етап –

створення інспекції з нагляду за використанням коштів із фонду енергозбереження; третій етап охоплює процес розробки та впровадження механізму у виробництво; четвертий етап – реалізація енергозберігаючих заходів; п'ятий – коригування параметрів організаційно-економічного механізму. Ефективність організаційно-економічних заходів із енергозбереження в побуті можна оцінити за допомогою критеріїв, перелік яких [11] подано на рис. 2.2.



**Рис. 2.2. Критерії оцінювання ефективності організаційно-економічного механізму**

Запропоновані критерії потрібно досліджувати і оцінювати комплексно, оскільки жоден із них самотійно не може бути абсолютним показником ефективності впроваджених енергозберігаючих заходів і організаційно-економічного механізму загалом.

Взявши до уваги припущення, що потенціал енергозбереження має лінійну залежність, процес надання послуг можна спрогнозувати на найближчі роки.

Впровадження альтернативних і відновлюваних джерел в енергобалансі підприємства дає змогу частково або повністю відмовитися від закупок електроенергії, вартість якої постійно зростає, не залежати від компаній-монополістів і зовнішніх умов. Зниження енергетичної залежності дає змогу не тільки збільшити прибутковість, але й зменшити операційний і фінансовий ризики.

Ефективне впровадження організаційно-економічних заходів може бути досягнуте двома способами [25].

1. Використання зовнішніх фінансових ресурсів (залучення коротко і довготермінових кредитів), випуск акцій і реалізація закордонних або місцевих інвестицій. Впровадити такий механізм можна за допомогою залучення енергоаудиторів та енергоменеджерів. Однак цей спосіб є вартісним і використовується лише у тому випадку, якщо на підприємстві не має власних фахівців відповідної кваліфікації або необхідно отримати незалежну оцінку стану енергоспоживання.

2. Використання власних і залучених коштів. На нашу думку, це найбільш оптимальне джерело інвестування енергозберігаючих заходів. Інструментом, який забезпечує впровадження на підприємстві організаційно-економічного механізму, є мотивація. Це передбачає застосування фінансових і заохочувальних засобів. Фінансовими засобами для підвищення мотивації є:

- нагородження працівників підприємства преміями, розмір яких пропорційний до вартості річної збереженої енергії;
- застосування бонусів;
- надання соціальних пакетів;
- нагородження цінними подарунками та путівками на відпочинок.

Заохочувальними засобами можна також вважати надання додаткових днів до відпустки, скорочення робочого дня, нагородження грамотами, подяками, пам'ятними знаками та ін.

Окрім мотиваційних інструментів, на підприємстві потрібно застосовувати систему стягнень, яка ґрунтується на штрафів, зменшенні величини премії, додаткових днів до відпустки та інших заходах, які не суперечать трудовому законодавству та погоджуються з керівництвом підприємства і профспілковим комітетом [22].

Процес впровадження організаційно-економічного механізму можна представити у вигляді структурної схеми, що охоплює три основних етапи: перший – це підготовка до запровадження, другий – вибір ресурсів, а третій – введення механізму в дію.

Перший етап має такі складові:

- підготовка об'єктів для впровадження та визначення термінів;
- аналіз результатів впровадження механізму на аналогічних підприємствах;
- формування групи експертів з нагляду за використанням коштів фонду енергозбереження та розроблення організаційно-економічного механізму.

Другий етап передбачає:

- вибір зовнішніх або внутрішніх, або зовнішніх і внутрішніх фінансових ресурсів для впровадження механізму;
- формування системи стимулів і стягнень за порушення процесу впровадження заходів енергозбереження.

Третій етап охоплює:

- процес введення в дію організаційно-економічного механізму та оформлення необхідної документації (накази, посадові інструкції, розпорядження);
- використання механізму з метою подальшого розширення об'єкту енергозбереження;
- аналіз роботи організаційно-економічного механізму (оптимізація його параметрів і внесення доповнень).

Реалізація вищезазначених етапів забезпечує успішне функціонування системи організаційно-економічного механізму [11].

Впровадження організаційно-економічного механізму буде ефективним лише за умови підтримки на всіх структурних рівнях підприємства, оскільки її відсутність може призвести до зменшення результативності енергозберігаючих заходів, що запроваджуються.

Формування організаційно-економічного механізму енергозбереження на підприємстві виробничої сфери відбувається за такими напрямками:

- енергетичне та економічне обстеження підприємства;
- визначення потенціалу енергозбереження та величини енергозбереження;
- впровадження запланованого обсягу заходів енергозбереження;
- техніко-економічне порівняння результатів проведених заходів із енергозбереження;
- моніторинг стану споживання енергії на підприємстві.

Визначення потенціалу енергозбереження є важливим завданням економіко-енергетичного обстеження підприємства. Воно знайшло відображення в організаційно-економічному механізмі, який передбачає такі дії: формування служби енергоменеджменту, аналіз стану споживання електроенергії, визначення потенціалу енергозбереження підприємства та контроль за дотриманням заходів із енергозбереження [11].

Процес впровадження організаційно-економічного механізму охоплює три основні періоди. Перший - це підготовка до впровадження; другий - передбачає вибір ресурсів для реалізації механізму; третій - це введення



механізму в дію. Процес впровадження механізму зображено схематично на структурній схемі рис. 2.3.



*Рис 2.3. Схема процесу реалізації організаційно-економічного механізму*

Для успішного впровадження організаційно-економічного механізму у виробництво необхідно попередньо провести такі заходи:

- усунення втрат енергетичних і природних ресурсів;
- впровадження організаційних механізмів підвищення енерго-ефективності виробництва;
- застосування заходів щодо відповідальності за нерациональне використання енергоресурсів;
- переведення підприємства на альтернативні та відновлювані джерела енергії;
- досягнення оптимальних режимів роботи устаткування;
- заміна застарілого та малоефективного устаткування на сучасне;
- вдосконалення контролю та обліку використання енергоресурсів;
- впровадження системи автоматичного моніторингу за розподілом енергоресурсів на підприємстві.

Формування ефективних організаційних і економічних механізмів енергозбереження підприємств виробничої сфери передбачає виконання комплексу заходів (рис. 2.4).



*Рис. 2.4. Організаційно-економічний механізм енергозбереження на підприємствах виробничої сфери*

Формування заходів із енергозбереження здійснюється за такими напрямками: економічні, організаційні, технічні та технологічні. Незважаючи на велику кількість можливих енергозберігаючих заходів, кожен з них має декілька варіантів реалізації.

Реалізація економічного напрямку базується на методах економічного стимулювання та мотивації працівників підприємства до енергозбереження. Визначення пріоритетних заходів енергозбереження, що ґрунтуються лише на економічних критеріях, є неповним і потребує уточнення.

Для впровадження організаційно-економічного механізму необхідно провести комплексне економічне та енергетичне дослідження, за результатами якого можна здійснити вибір пріоритетних заходів енергозбереження.

Це завдання передбачає необхідність розробки науково-методологічних підходів щодо комплексного економічного й енергетичного дослідження підприємства.

Однією з особливостей функціонування підприємств житлово-комунального господарства є специфіка умов ведення процесів надання послуг, зокрема, сезонність і нерівномірність їхнього виробництва. Це потребує створення резерву енергетичних ресурсів для забезпечення максимальної потреби в них у напружений період.

Організаційно-економічний механізм енергозбереження – це сукупність заходів, що забезпечують максимально ефективно використання потенціалу енергозбереження за мінімальних витрат енергоресурсів на виробництво послуг. Ці заходи повинні мати яскраво виражений стимулюючий характер і забезпечувати економію коштів, яка досягається у результаті підвищення енергоефективності надання послуг. Основними внутрішніми організаційно-економічними механізмами енергоефективного господарювання є планування, організація, контроль та стимулювання раціонального використання енергоресурсів. Планування – це обґрунтування і вибір цілей функціонування та розвитку підприємства і коштів для їхнього досягнення, розробка і встановлення системи кількісних і якісних показників розвитку, що визначають темпи, пропорції та тенденції розвитку як у поточному періоді, так і на перспективу.

На сьогодні Міністерство фінансів України [61] визначило такі пріоритетні напрями енергозбереження на підприємствах виробничої сфери (рис. 2.5).

Планування передбачає визначення кінцевих і проміжних цілей; окреслення задач, вирішення яких необхідне для досягнення цих цілей; встановлення обсягу коштів і способів їхнього отримання; виявлення потрібних ресурсів, їхніх джерел і способів розподілу тощо.

Наявність планів дає змогу об'єктивно оцінити діяльність підприємства шляхом порівняння фактичних і планових значень параметрів, забезпечує ефективну мотивацію і стимулювання трудової активності працівників.

Контроль базується на проведенні перевірок споживання кількості енергії, що забезпечує оптимальне використання енергоресурсів як для виробництва, так і для невиробничих потреб. Контроль називають також оберненим зв'язком. Впливаючи на об'єкт, суб'єкт управління отримує інформацію про новий стан цього об'єкта і на основі цієї інформації приймає коригуючі рішення. Ефективність контролю залежить: від призначення, ролі, цілей функції контролю в системі управління; прийнятих методик організації

функції контролю; системності й комплексності здійснення функції контролю; повноти аналізу виявлених причин відхилень [61].



*Рис. 2.5. Пріоритетні напрями енергозбереження у виробничій сфері*

Контроль найбільш яскраво характеризує системність кожної з функцій управління, їхній ієрархічний рівень. Основою функції контролю як системи є технологічний контроль, або контроль на рівні виробничих і технологічних процесів. Саме на цьому рівні закладені як можливі витрати, так і ресурси виробництва. Прогалини на цьому рівні не можуть бути скомпенсовані на будь-яких інших рівнях – вони перетворюються у витрати виробництва. На наступному рівні – трудовий процес – проводиться контроль за найбільш раціональними формами використання робочої сили, кваліфікованим складом і зростанням кадрів. На третьому рівні здійснюється контроль за виробничими процесами режимів роботи підрозділів, випуску продукції в необхідному обсязі та номенклатурі.

Стимулювання призначене для зменшення понаднормового використання енергоресурсів, впровадження заходів, спрямованих на зниження їхніх витрат. Важливим аспектом стимулювання є мотивація. Мотивація – це те, що спонукає працівників підприємства діяти в певному напрямку і бути наполегливими при виконанні виробничого завдання. Вчинки людей зумовлені не тільки

первинними потребами, але й більш складними причинами. Кожен індивідум отримує відчуття причетності та задоволення через взаємовідносини з іншими людьми. Відповідно з боку колег може бути більш ефективним засобом, ніж фінансові стимули або управлінський контроль.

Очікування робітників підприємства також здійснюють вплив на їх поведінку. Працівники зіставляють затрачені зусилля та результат. Якщо зусилля, які вимагаються від них, оцінюються як занадто великі порівняно з очікуваним виходом, їхня мотивація знижується. Вона також зменшиться, якщо інші працівники отримують більшу винагороду за такі ж самі затрачені зусилля.

1. Комплексне використання відновлюваних енергоресурсів та збільшення частки альтернативних видів енергії у структурі енергоспоживання передбачає необхідність:

1.1 будівництва об'єктів із виробництва альтернативних видів енергоресурсів на базі сонячних панелей (фотоелектричні перетворювачі на основі моно- та полікристалічного кремнію);

1.2 встановлення автономних систем освітлення на діючих об'єктах підприємств житлово-комунального господарства.

2. Для впровадження ресурсозберігаючих технологій та підвищення енергоефективності слід забезпечити:

2.1 реконструкцію та модернізацію діючого енергетичного устаткування;

2.2 впровадження установок комбінованого виробництва теплової та електричної енергії; заміщення котелень електростанціями зі спільним виробництвом теплової та електричної енергії.

3. Підвищення ефективності використання електричної енергії базується на:

3.1 удосконаленні механізмів ринку електроенергії та поширенні його на кінцевих споживачів, реальному використанні багатоставкових тарифів, диференційованих за зонами доби;

3.2 обліку, моніторингу та контролі втрат, встановлення цифрових приладів обліку електроспоживання;

3.3 регулюванні графіків споживання електричної енергії.

Основний гальмуючий вплив на розвиток ефективної енергозберігаючої економіки України здійснюють такі два чинники:

- технологічні умови зумовлені неефективними та застарілими технологіями вироблення, перетворення, передавання, розподілення та використання енергії;

- управлінські заходи спричиненні недосконалістю організаційної поведінки [11].

Для здійснення реального енергозбереження необхідні вагомі стимули, до яких насамперед належать заходи фінансово-економічного характеру. Фінансово-економічний вплив здійснюється через економічні механізми, технології проектування та експлуатації, ринкові механізми. Широке розповсюдження отримали такі форми нормативно-правового регулювання: введення та виконання обов'язкових і добровільних стандартів енергоефективності; сертифікація продукції, послуг і технологічних процесів за критерієм енергоефективності.

Одним із найбільш надійних засобів забезпечення енергозбереження є фінансово-економічні стимули. Передусім це стосується тарифів на електроенергію.

Система матеріального стимулювання, основною метою якої є здійснення режиму економії, раціонального розподілення і найбільш ефективного використання енергії, має базуватися на технічно та економічно обґрунтованих нормах витрат енергії. Нормуванню підлягають витрати електричної енергії на технічні потреби, а саме освітлення місць загального користування. Базою для розробки технологічних норм мають бути покладені електробаланси, у витратній частині яких визначається корисна складова витрат електроенергії.

Таким чином, основою сутності організаційно-економічного механізму енергозбереження на підприємствах виробничої сфери є ефективне використання організаційних, економічних і технічних заходів із енергозбереження.

## **2.2. Математична модель витрат електроенергії у виробничій сфері**

Домінуючими чинниками, які впливають на величину витрат електроенергії в місцях загального користування є потужність електроосвітлювальних приладів  $P$  (Вт) і тривалість освітлювання  $t$  (год) на добу.

З метою визначення інтенсивності впливу вищезгаданих чинників на величину витрат електроенергії було використано методику проведення багатофакторного експерименту [11].

Приймаючи до уваги те, що для освітлення місць загального користування в побуті використовують електролампи потужністю 60, 75 і 100 Вт, а відповідно до методики багатофакторного експерименту інтервал варіювання факторів повинен бути однаковий (в даному випадку 15 Вт), то у

випадку застосування ламп потужністю 100 Вт використовували регулятор потужності (типові побутові регулятори яскравості освітлення). Це дало можливість використовувати лампочки з потужністю 90 Вт.

На підставі проведених експериментів, було встановлено, що середній час освітлення місць загального користування для різних періодів року різний і становить:

- для літнього періоду 6 год.;
- для весняно-осіннього 11 год.;
- для зимового періоду 14 год.

Інтервал зміни середньочасового фактору приймаємо 2 год.

Оцінка енерговитрат  $E$  залежно від зміни даних факторів, а також для різних періодів року була реалізована шляхом побудови та проведення порівняльного багатофакторного експерименту типу ПФЕ  $P^k$ , де  $P$  – кількість рівнів варіювання фактора, а  $k$  – кількість факторів, які присутні в експерименті (ПФЕ  $3^2$ ).

З метою визначення регресійної моделі параметра оптимізації величину енерговитрат  $E$  приймали у вигляді функціонала  $E = f(x_1, x_2)$ ,

де  $E$  – енерговитрати від 1 до  $i$ -го випадку;

$x_1, x_2$  – натуральні незалежні змінні фактори, що вибрані до відповідного умовного плану багатофакторного експерименту, реалізацію якого проводили у такій послідовності.

Для визначення зміни енерговитрат  $E$ , у літньому ( $E_l$ , кВт), весняно-осінньому ( $E_{в-о}$ , кВт) та зимовому ( $E_з$ , кВт) періодах року незалежними змінними факторами приймали потужність ламп освітлення  $P$  (Вт), яку кодували індексом  $X_1$ , і час добового освітлення  $t$ , який кодували індексом  $X_2$ .

Зв'язок між кодovими та натуральними значеннями факторів встановлюється на підставі формули 2.1:

$$x_i = \frac{X_i - X_{i0}}{\Delta X_i}, \quad (2.1)$$

де  $x_i, X_i$  – відповідно кодове та натуральне значення  $i$ -го фактора;

$X_{i0}$  – натуральне значення  $i$ -го фактора на основному рівні;

$\Delta X_i$  – інтервал варіювання  $i$ -го фактора.

Відповідно до методики проведення багатофакторного експерименту для побудови план-матриці вводили кодовані позначення верхнього, нижнього та нульового рівнів варіювання кожним фактором, які позначали (+1), (0), (-1) [11]. Результати кодування змінних факторів і рівні їх варіювання представлені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Результати кодування факторів та рівні їх варіювання ПФЕ  $3^2$ 

| Фактори   | Позначення |          | Інтерв. варіюв. | Рівні варіювання, натур./кодовані |      |       |
|---|------------|----------|-----------------|-----------------------------------|------|-------|
|   | Натуральні | Кодовані |                 |                                   |      |       |
| Потужність електроосвітлювальних ламп $P$ , Вт  | $X_1$      | $x_1$    | 15              | 60/-1                             | 75/0 | 90/+1 |
| Час освітлення $t$ , год (літній період)        | $X_2$      | $x_2$    | 2               | 6/-1                              | 8/0  | 10/+1 |
| Час освітлення $t$ , год (веснян.-осін. період) | $X_2$      | $x_2$    | 2               | 12/-1                             | 14/0 | 16/+1 |
| Час освітлення $t$ , год (зимовий період)       | $X_2$      | $x_2$    | 2               | 16/-1                             | 18/0 | 20/+1 |

На підставі даних таблиці 2.3 було складено план-матрицю багатфакторного експерименту типу ПФЕ  $3^2$  для загального числа дослідів  $N = 3^2 = 9$ .

Одержані експериментальні дані середніх енерговитрат  $E$  за один місяць залежно від потужності електроламп  $P$  та часу освітлення  $t$  для різних періодів року, представлені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

## Витрати електричної енергії в місцях загального користування

| N дос. | Потуж. лампи, $P$ , Вт | Час освітлення, год. |                              |                     | Енерговитрати, кВт  |                              |                     |
|--------|------------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|
|        |                        | Літо, $t_{л}$ , год  | Весна-осінь, $t_{в-о}$ , год | Зима, $t_{з}$ , год | Літо, $E_{л}$ , кВт | Весна-осінь, $E_{в-о}$ , кВт | Зима, $E_{з}$ , кВт |
| 1      | 60                     | 4                    | 9                            | 12                  | 16766               | 28907                        | 48009               |
| 2      | 75                     | 4                    | 9                            | 12                  | 17886               | 30098                        | 50047               |
| 3      | 90                     | 4                    | 9                            | 12                  | 19003               | 32009                        | 54321               |
| 4      | 60                     | 6                    | 11                           | 14                  | 19766               | 30930                        | 94876               |
| 5      | 75                     | 6                    | 11                           | 14                  | 20076               | 32776                        | 98987               |
| 6      | 90                     | 6                    | 11                           | 14                  | 21876               | 34210                        | 110986              |
| 7      | 60                     | 8                    | 13                           | 16                  | 22907               | 91909                        | 205019              |
| 8      | 75                     | 8                    | 13                           | 16                  | 30124               | 125744                       | 227103              |
| 9      | 90                     | 8                    | 13                           | 16                  | 31298               | 159893                       | 246923              |



Обробку одержаних експериментальних даних, які отримали після проведення та обробітку проведених планових експериментів, проводили в такому порядку.

Функція відгуку ( $E$  енерговитрати) попередньо була представлена у вигляді повного квадратного полінома

$$E = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2 + b_1x_1^2 + b_2x_2^2, \quad (2.2)$$

де  $b_0; b_1; b_2; b_{12}$  – коефіцієнти відповідних значень змінних факторів у натуральних величинах  $x_i$ ,

$x_1; x_2$  – відповідні натуральні позначення кодованих змінних факторів.

В кожній  $i$ -тій точці визначали дисперсію  $S_u^2$

$$S_u^2 = \frac{1}{m_0 - 1} \sum_{i_n=1}^{m_0} (y_{i_n} - \bar{Y}_u)^2, \quad (2.3)$$

де  $i_n$  – номер повторюваності;

$Y_{i_n}$  – вихідний параметр при  $i_n$  повторюваності;

$\bar{Y}_u$  – середнє значення вихідного параметра в кожному досліді.

Перевірка відтворюваності експериментальних даних здійснюється за допомогою критерія Кохрена, значення якого визначається як відношення максимальної дисперсії до суми дисперсій:

$$G = S_{u \max}^2 / \sum_{u=1}^n S_u^2 \quad (2.4)$$

Процес відтворюється, у випадку якщо табличне значення критерія Кохрена  $G_T$  буде більшим, ніж розрахункове  $G$ , тобто  $G_T > G$ .

Оскільки процес відтворюється, то коефіцієнти регресії визначаємо із таких залежностей:

$$\begin{cases} e_0 = \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n \bar{Y}_u ; \\ e_i = \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n x_{iu} \bar{Y}_u ; \\ e_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n x_{iu} x_{ju} \bar{Y}_u , \end{cases} \quad (2.5)$$

де  $x_{iu}, x_{ju}$  – відповідно значення  $i$ -го та  $j$ -го кодованих факторів в  $u$ -му досліді.

Оцінка значущості коефіцієнтів регресії здійснюється за допомогою критерія Стюдента. Коефіцієнт вважається значущим, якщо виконується нерівність

$$|\varepsilon_a| \geq \Delta \varepsilon_a = t(0,05; f_y) \frac{S_y}{\sqrt{n}} \quad (2.6)$$

де  $\varepsilon_a$  – коефіцієнти  $\varepsilon_0, \varepsilon_i, \varepsilon_{ij}$  у формулах (2.5 – 2.6);

$\Delta \varepsilon_a$  – довірча границя;

$t(0,05; f_y)$  – критерій Стюдента при 5% рівні значущості та числі ступенів вільності дисперсії відтворюваності:  $f_y = n(m_0 - 1)$ .

Рівень значущості дорівнює  $1 - \alpha$ , де  $\alpha$  – довірча ймовірність.

Оскільки при 5%-му рівні значущості  $\alpha = 0,95$ , а  $f_y = 4(3 - 1)$ , то табличне значення  $t = 2,3$ .

В рівняннях регресії, у яких коефіцієнти є меншими ніж довірча границя, нехтуємо.

Коефіцієнти, які є меншими, але близькими до довірчої границі, можна залишити в рівнянні регресії з метою більш точного відображення енерговитрат на освітлення.

Для перевірки адекватності одержаних результатів, використовуємо критерій Фішера.

Адекватність має місце у випадку, коли виконується така нерівність

$$F = \frac{S_{ad}^2}{S_y^2} < F(0,05; f_{ad}; f_y), \quad (2.7)$$

де  $S_{ad}^2$  – дисперсія адекватності;

$F(0,05; f_{ad}; f_y)$  – критерій Фішера при 5 %-му рівні значущості;

$f_{ad}$  – число ступенів вільності:  $(f_{ad} = n - k - 1)$ ;

$k$  – число факторів у досліді.

Дисперсія адекватності визначається за формулою 2.7:

$$S_{ad}^2 = \frac{1}{n - k - 1} \sum_{u=1}^n (Y_T - Y_u)^2, \quad (2.8)$$

де  $Y_T$  – розрахункове значення відгуку в  $i$ -му досліді.

Рівняння регресії адекватно відтворює результати експерименту в такому випадку, якщо табличне значення критерія Фішера  $F_T$  буде більшим, ніж розрахункове  $F$ , тобто  $F_T > F$ .

Перетворення рівнянь регресії з кодованих в натуральні координати здійснюється з використанням залежності

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i \left( \frac{X_i - X_{i0}}{\Delta X} \right) \quad (2.9)$$

Для отримання рівнянь регресії застосовували пакет прикладних статистичних програм для ПК.

Використовуючи результати розрахунків, були одержані рівняння регресії енерговитрат за літній  $E_{л}$ , весняно-осінній  $E_{в-о}$  та зимовий  $E_3$  періоди року

$$E_{л} = 21043,1 + 340,1 P - 8564,1 t - 51,3 P t - 3,4 P^2 + 606,2 t^2, \quad (2.10)$$

$$E_{в-о} = 1,5 \cdot 10^6 - 5190,3 P - 2,7 \cdot 10^5 t + 540,7 P t + 0,5 P^2 + 11363,7 t^2, \quad (2.11)$$

$$E_3 = 1,6 \cdot 10^6 - 4311 P - 2,4 \cdot 10^5 t + 296,6 P t + 5,8 P^2 + 9238,5 t^2, \quad (2.12)$$

Отримані рівняння регресії (рис. 2.10 – 2.12) можуть бути використані для визначення енерговитрат на освітлення місць загального користування залежно від потужності  $P$  лампочок і часу освітлення у літньому  $t_{л}$ , весняно-осінньому  $t_{в-о}$  та зимовому  $t_3$  періодах року.

Рівняння регресії адекватно відображають процес енергоспоживання лише в діапазоні зміни їх абсолютних величин:  $60 \leq P \leq 90$  (Вт);  $4 \leq t_{л} \leq 8$  (год);  $9 \leq t_{в-о} \leq 13$  (год);  $12 \leq t_3 \leq 16$  (год).

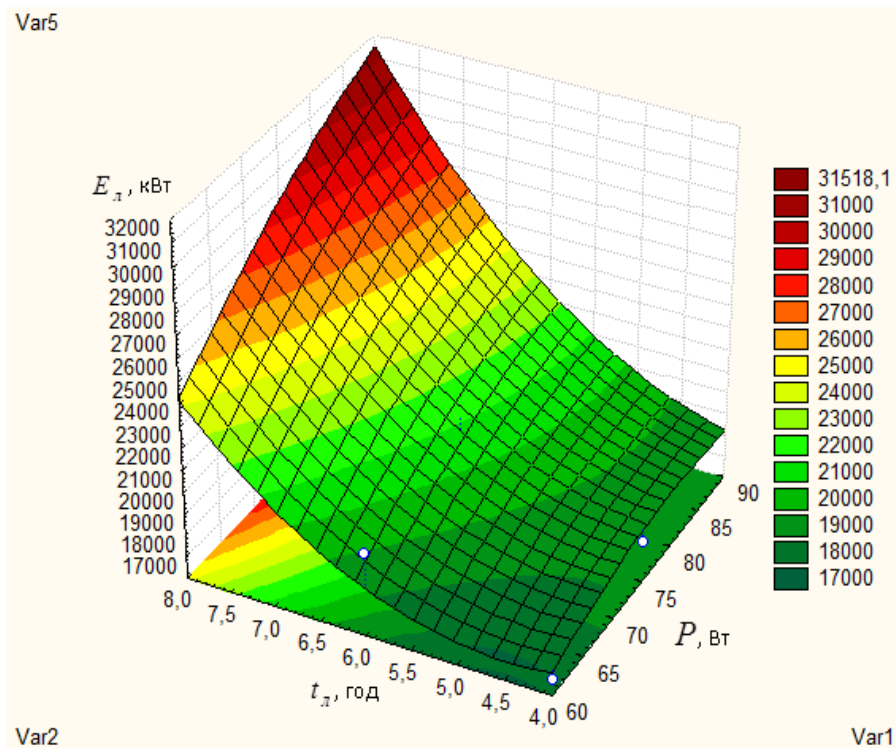
За допомогою прикладної програми побудовані графічні відтворення регресійних моделей у вигляді поверхонь відгуку, які відповідно зображено на рисунках 2.6–2.8 [11].

На рисунку 2.6 представлено поверхню відгуку зміни споживання електроенергії для літнього періоду у вигляді функціоналу  $E_{л} = f(P, t_{л})$ .

При проведенні аналізу поверхні відгуку  $E_{л} = f(P, t_{л})$ , а саме встановлення інтенсивності впливу даних факторів на енерговитрати попередньо визначали  $E_{л}$  при середніх значеннях  $P = 75$  Вт і  $t = 6$  год.

Розрахункове значення  $E_{л}$  для середньо статистичного літнього періоду становило 20078 кВт. Для цього значення спочатку при  $P = \text{const} = 75$  Вт визначали:  $E_{л}$  (при  $t = 4$  год) = 17889 кВт і  $E_{л}$  (при  $t = 8$  год) = 30124 кВт.

Далі для  $t = \text{const} = 8$  год визначали  $E_{л}$  (при  $P = 60$  кВт) = 22907 кВт і  $E_{л}$  (при  $P = 90$  кВт) = 31298 кВт.



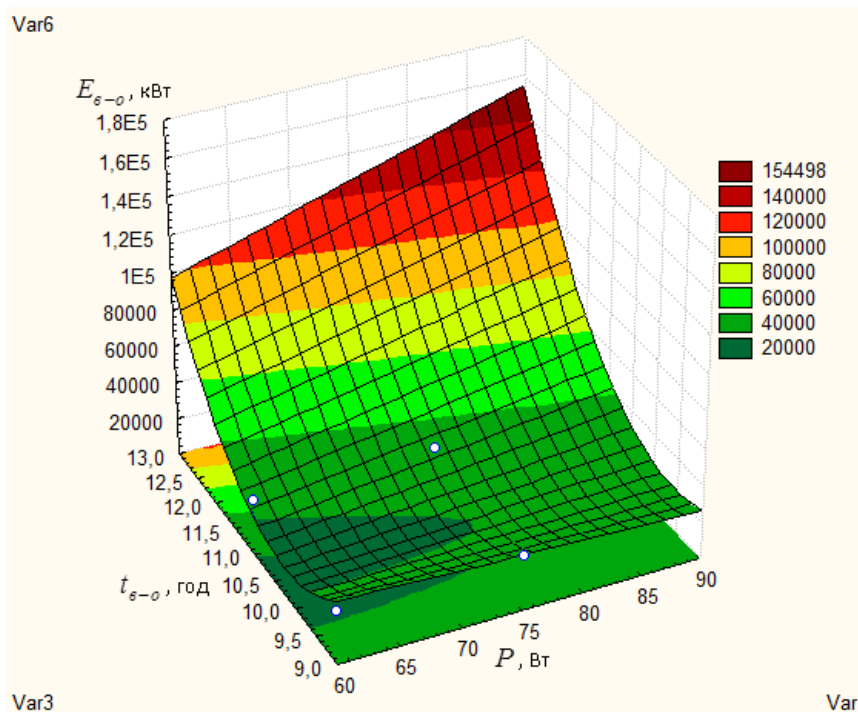
**Рис. 2.6. Поверхня відгуку зміни енерговитрат  $E_t$  залежно від потужності  $P$  електроламп та часу освітлення  $t_t$  для літнього періоду року**

На підставі отриманих значень встановлено, що домінуючим фактором, який впливає на енерговитрати, є час освітлення  $t_t$ , а наступним за впливом є потужність  $P$  електричних лампочок.

Зміна  $P$  в межах від 60 до 90 Вт приводить до зростання  $E_t$  на 2110 кВт. Таким чином, вплив часового фактору  $t$  у літній період на  $E_t$  є більшим у 1,68 рази ніж величина  $P$ .

На рис. 2.7 наведено поверхню відгуку зміни споживання електроенергії для весняно-осіннього періоду у вигляді функціоналу  $E_{e-o} = f(P, t_{e-o})$ .

На підставі аналізу статистичних даних та поверхні відгуку можна констатувати, що для весняно-осіннього періоду при  $P = \text{const} = 75$  Вт  $E_{e-o}$  (при  $t = 9$  год) становить 30098 кВт і  $E_{e-o}$  (при  $t = 13$  год) становить 125744 кВт. Для  $t = \text{const} = 11$  год  $E_{e-o}$  (при  $P = 60$  кВт) становить 30930 кВт і  $E_{e-o}$  (при  $P = 90$  Вт) = 34210 кВт.



**Рис. 2.7. Поверхня відгуку зміни енерговитрат  $E_{e-o}$  залежно від потужності  $P$  електроламп та часу освітлення  $t_{e-o}$  для весняно-осіннього періоду року**

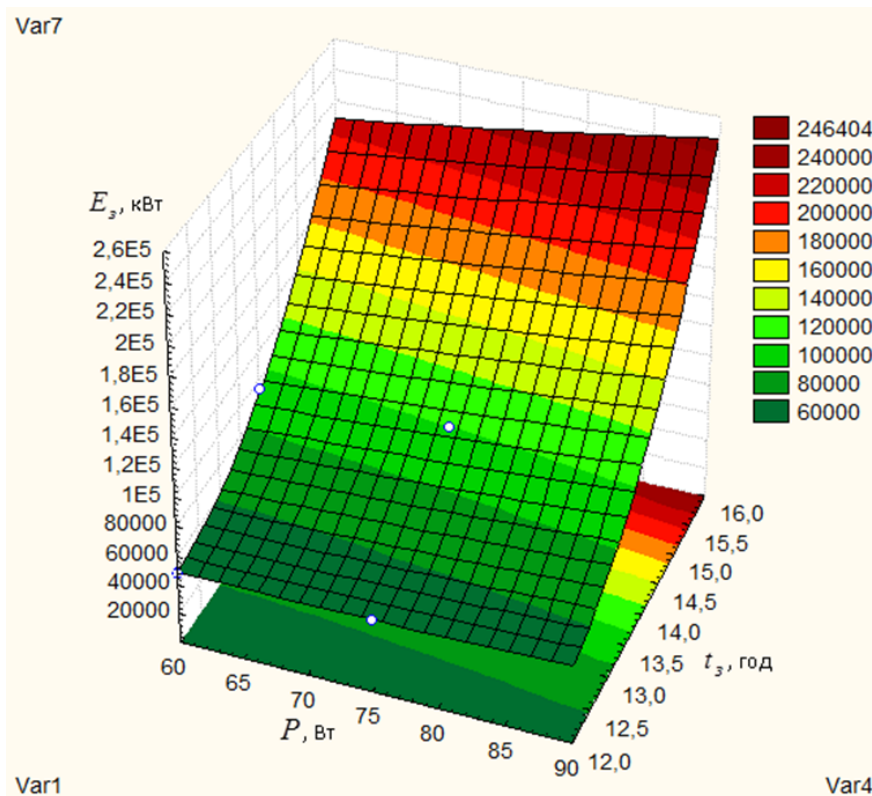
Аналіз отриманих значень свідчить про те, що аналогічно до попереднього випадку домінуючим фактором, який впливає на енерговитрати є час освітлення  $t$ , а наступним за впливом є потужність  $P$  електричних лампочок. Зміна  $P$  в межах від 60 до 90 Вт призводить до зростання  $E_{e-o}$  на 96646 кВт. Таким чином, вплив  $t$  у весняно-осінній період року на  $E_{e-o}$  є у 3,57 рази більшим, ніж  $P$ .

На рисунку 2.8 зображена поверхня відгуку зміни енерговитрат  $E_3$  залежно від потужності  $P$  електроламп та часу освітлення  $t_3$  для зимового періоду року.

Аналогічний до попереднього випадку проведемо аналіз поверхні відгуку  $E_3 = f(P; t)$ , при середніх значеннях  $P = 75$  Вт і  $t = 14$  год.

На підставі отриманих значень встановлено, що домінуючим фактором, який впливає на енерговитрати є час освітлення  $t$ , а наступним за впливом є потужність  $P$  електричних ламп.

Для даного діапазону величин  $P$  і  $t$  зміна  $t$  від 12 до 16 год (при  $P = 75$  кВт) призводить до зростання  $E_3$  на 177056 кВт, а зміна  $P$  (при  $t = 14$  год) в межах від 60 до 90 Вт - до зростання  $E_3$  на 16110 кВт.



**Рис. 2.8. Поверхня відгуку зміни енерговитрат  $E_3$  залежно від потужності  $P$  електролампочки та часу освітлення  $t_3$  для зимового періоду року**

Отже, за середньо статистичними значеннями вплив  $t$  на  $E_3$  є у 4,53 рази є більшим, ніж потужність  $P$ .

На підставі проведеного аналізу можна констатувати, що домінуючим фактором, який впливає на енерговитрати в місцях загального користування є час використання електроенергії, а наступним є потужність.

Якщо порівняти періоди споживання електроенергії, то очевидним є те, що для трьох періодів року умовний порівняльний коефіцієнт впливу часу споживання електроенергії перевищує вплив потужності електролампочок: для літнього періоду він становить  $k_{л} = 1,68$ ; для весняно-осіннього:  $k_{г-о} = 3,57$ , а для зимового:  $k_з = 4,53$ .

Таким чином, можна зробити висновок, що для економії електроенергії в місцях загального користування, необхідно зменшувати тривалість роботи освітлювальних приладів.

### **2.3. Методи оцінки ефективності інвестицій в енергозбереження**

В останні роки в Україні спостерігається зростання вартості енергоресурсів і збільшення енергоємності продукції, внаслідок чого гостро постає проблема енергозбереження та вибору пріоритетних напрямів інвестування коштів у проекти

підвищення енергоефективності підприємств. Одним із головних шляхів підвищення рентабельності підприємства є зниження собівартості продукції та надання послуг. Процес енергозбереження потрібно оцінювати всесторонньо, ураховуючи всі наслідки інвестування: організаційні, економічні, екологічні, технічні, комерційні та ін. Критеріями ефективності інвестиційних проектів є економічні показники за умови неодмінного дотримання технічних, технологічних, соціальних і екологічних обмежень. Як базовий варіант використовується початковий стан до прийняття організаційно-технічних заходів, а як кінцевий – ситуацію після реалізації розроблених заходів. Економічну ефективність організаційно-технічних заходів визначають як величину додаткового прибутку, що залишається в розпорядженні підприємства або іншого суб'єкта господарської діяльності в результаті розробки та проведення такого організаційно-технічного заходу [9]. Залежно від виду джерела економічного ефекту заходи з енергозбереження поділяють на такі групи: прямої, непрямой, балансової або структурної економії енергетичних ресурсів. Серед них необхідно виокремити організаційно-технічні заходи, що забезпечують пряму економію енергоресурсів. До них належать група організаційно-технічних заходів технологічного напрямку, що має забезпечувати економію енергетичних ресурсів під час їх використання, а також зменшення втрат.

До технологічних організаційно-технічних заходів належать:

- використання більш досконалих технологічних процесів одержання та використання енергетичних ресурсів, які ґрунтуються на широкому використанні новітніх досягнень науки і техніки;
- заміна неекономічного та застарілого устаткування;
- підвищення коефіцієнта корисної дії енергетичного устаткування в результаті удосконалення технологічних процесів і режимів роботи;
- впровадження комбінованих енерготехнологічних процесів із використанням енергетичного потенціалу продуктів технологічного процесу;
- удосконалення структури та оптимізація балансу енергоспоживання підприємства завдяки вибору найбільш ефективного виду енергоресурсу відповідно до конкретних умов енергоспоживання.

Прогнозуючи можливі наслідки розробки та впровадження організаційно-технічних заходів з енергозбереження, необхідно врахувати, що на фінансово-економічні показники роботи підприємства впливають як позитивні, так і негативні чинники.

До чинників, які позитивно впливають на результати виробничої діяльності підприємства, відносяться:

- можливість покращення виробничо-технологічних показників у результаті підвищення продуктивності праці та якості послуг, а також зменшення питомих енергозатрат на одиницю продукції (послуг);

- безпосередня економія енергоресурсів і зменшення частки енергетичної складової в собівартості послуг, що сприяє підвищенню їхньої конкурентоздатності;

- скорочення екологічних платежів за умови зменшення шкідливих викидів підприємства.

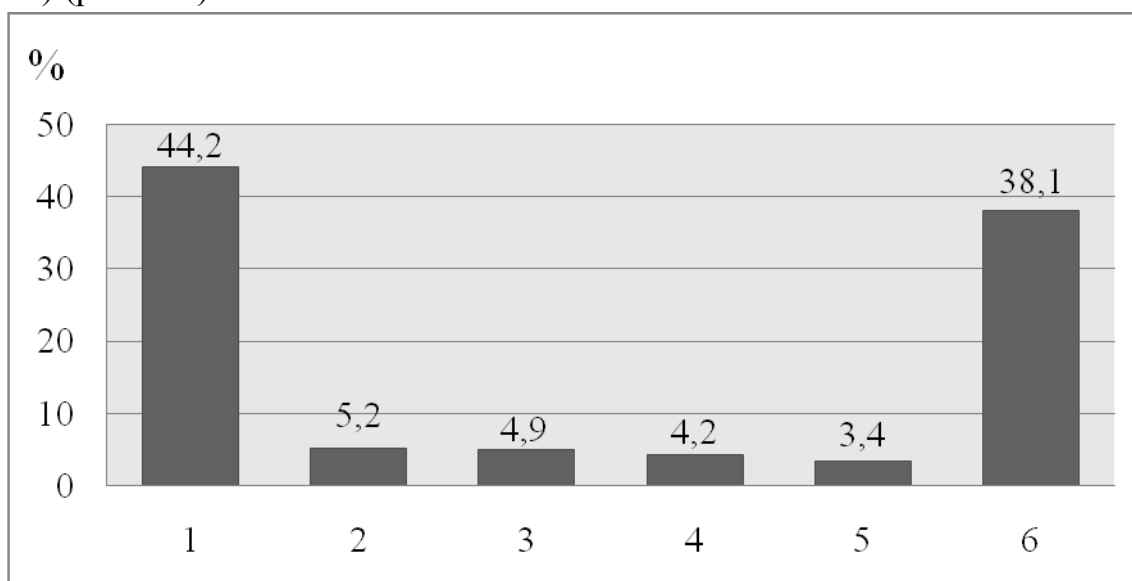
Негативними чинниками, які впливають на фінансово-економічні показники виробничої діяльності підприємства, є:

- додаткові витрати на проведення зовнішнього або внутрішнього енергоаудиту;

- придбання енергозберігаючого устаткування, технічних засобів для контролю та обліку витрат енергоресурсів, пристроїв і приладів для визначення стану енерготехнологічного устаткування;

- заходи пов'язані з монтажньо-налагоджувальними роботами та подальшим експлуатаційним обслуговуванням енергозберігаючої техніки.

Основними чинниками, які гальмують впровадження передових технологій у виробництво, згідно з даними роботи [24], є такі: обмежене фінансування (44,2%), відсутність науково-технічної підтримки (4,2%), низька кваліфікація персоналу (3,4%), організаційні та правові проблеми (5,2%), неспроможність керівників впровадити нові технології (4,9%) та інші чинники (38,1%) (рис. 2.9).



**Рис. 2.9. Чинники, які гальмують впровадження передових технологій у % від загальної кількості підприємств:**

1 – обмеженість фінансування; 2 – організаційні та правові проблеми; 3 – неспроможність керівників оцінити нові технології; 4 – відсутність науково-технічної підтримки; 5 – низькокваліфікований персонал; 6 – інші чинники.



Для стимулювання діяльності підприємства, спрямованої на економію та раціональне використання енергетичних ресурсів, стандартом ДСТУ 2155-93 [42] передбачено два види економічного впливу на енергоспоживачів:

– надання субсидій, дотацій, податкових, кредитних й інших пільг підприємствам, які активно розробляють і використовують енергозберігаючі технології та устаткування;

– застосування економічних санкцій до підприємств, які безгосподарно використовують енергетичні ресурси.

Вибір пріоритетних енергозберігаючих заходів при високій енергоємності підприємства є складним багатоваріантним завданням, що потребує ефективних критеріїв оцінювання.

Оскільки сучасне підприємство переважно обмежене у коштах, виникає потреба у моделюванні наслідків інвестування та детальному обґрунтуванні кожного критерію вибору заходу.

Сучасні наукові джерела містять необхідні методи розрахунку економічної ефективності, однак не охоплюють усіх критеріїв оцінювання для проведення аналізу. Недостатньо досліджене питання оцінювання економічних, організаційних, виробничих, технічних і екологічних критеріїв у сукупності, альтернативного порівняння вкладення коштів в інші інвестиційні проекти. Саме тому потребують подальшого дослідження критерії відбору інвестиційних проектів енергозбереження та удосконалення методології визначення ефективності енергозберігаючих заходів.

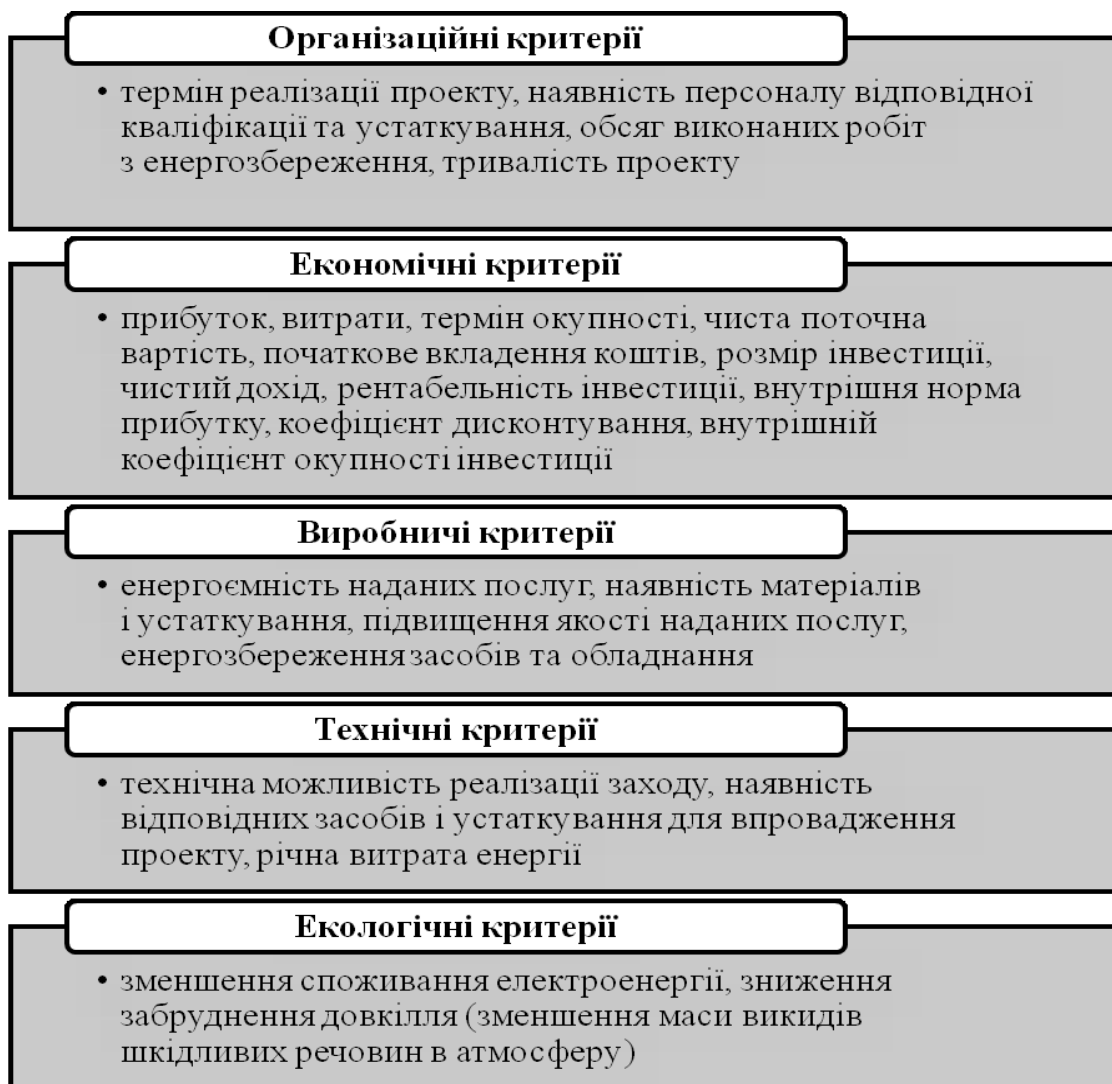
Першочерговим кроком для здійснення порівняння проектів є економічний критерій. Вихідними даними, які характеризують інвестиційний процес, є початкові капітальні затрати, фінансові результати проекту та експлуатаційні витрати на реалізацію цього проекту за певний період (кредитні й акціонерні відрахування, податки).

Як основний методом для порівняння альтернативних проектів енергозбереження пропонується чистий приведений дохід, який визначається за кількістю таких проектів, умови їхньої взаємозалежності та наявність фінансових обмежень.

Для вибору інвестиційних проектів енергозбереження на підприємстві можна використати критерії відбору, які представлені на рис. 2.10.

Запропоновані критерії дають змогу як найвдаліше відібрати інвестиційний проект для подальшого його впровадження на підприємствах виробничої сфери та житлово-комунального господарства. Вони передбачають

здійснення оцінки за найбільш вагомими показниками, зокрема: організаційними, економічними, виробничими, технічними та екологічними.



*Рис. 2.10. Критерії відбору інвестиційних проектів енергозбереження*

На нашу думку, наведені критерії дають змогу більш досконало здійснити вибір оптимальних інвестиційних енергозберігаючих проектів, для подальшої їх інтеграції на підприємствах [11].

Для порівняння економічних показників ефективності інвестування в енергозбереження стандартом пропонується враховувати прибуток підприємства до і після реалізації заходів з енергозбереження шляхом визначення із загальної частини прибутку тієї її частини, що залишається у розпорядженні підприємства. Методика, наведена в стандарті, ґрунтується на використанні показника внутрішньої норми ефективності. Він відповідає відсотку банківського кредиту, при якому такий кредит може бути погашений упродовж терміну реалізації заходів з енергозбереження. Пояснення щодо

знаходження цього показника у стандарті не наведено. Також ця методика не відображає сукупність економічних, технічних, організаційних, екологічних і виробничих ефектів. Не враховано зміну прибутку за роками і величину ліквідаційної вартості.

Принцип оцінювання ефективності вкладення коштів за приведеними витратами [11], полягає у мінімізації таких приведених витрат і використанні коефіцієнта відносної ефективності капітальних вкладень, значення якого невідоме.

Запропонований комплексний підхід до економічного оцінювання заходів з енергозбереження [52; 75], ґрунтується на теорії нечіткої логіки. За допомогою експертних висловлювань поєднуються якісні та кількісні характеристики проекту, що дає змогу охопити широкий спектр чинників впливу на прийняття відповідного рішення з інвестування проекту. Ця методика потребує ґрунтовного опрацювання експертної інформації. Її можна використовувати для аналізу та порівняння складних багатоваріантних проектів.

Чистий поточний ефект інвестиційного проекту та модифіковану внутрішню норму дохідності використовують як основні критерії оцінювання економічної ефективності й ризиків інвестицій в енергозбереження інвестиційного проекту [43]. Оцінювання ефективності інвестицій при формуванні грошового потоку в результаті реалізації енергозберігаючих заходів здійснюють шляхом визначення енергоємності однієї гривні продукції за окремими видами енергетичних ресурсів.

Для комплексного оцінювання економічної ефективності енергозберігаючого проекту використовують такі базові показники: дисконтного доходу з одночасним обчисленням відповідних термінів окупності та без дисконтного доходу з нарощуванням (капіталізацією) [6].

З метою всесторонньої оцінки ефективності інвестицій в енергозбереження на підприємствах, використовують методи [11], зокрема, метод визначення чистої поточної вартості, метод розрахунку рентабельності інвестиції та метод розрахунку внутрішньої норми прибутку.

Метод визначення чистої поточної вартості (ЧПВ) ґрунтується на визначенні чистої поточної вартості, тобто на яку величину може збільшитися прибуток фірми внаслідок впровадження інвестиційного проекту. Чиста поточна вартість ЧПВ – це різниця між сумою грошових надходжень (грошових потоків), одержаних внаслідок впровадження інвестиційного проекту, і дисконтованих до їх поточної вартості, та сумою дисконтованих

поточних вартостей всіх витрат (грошових потоків), які необхідні для реалізації цього проекту.

Для того, щоб записати це визначення у вигляді формули, необхідно допустити, що  $k$  – бажана норма прибутковості (рентабельності), тобто такий рівень прибутковості інвестованих коштів, який можна забезпечити при їх розташуванні в загальнодоступних фінансових структурах (банках, фінансових компаніях тощо), а не при їх використанні для даного інвестиційного проекту. Тобто,  $k$  – це ціна вибору (альтернативна вартість) комерційної стратегії, що допускає вкладення коштів у інвестиційний проект. Тоді формула розрахунку чистої поточної вартості буде мати такий вигляд:

$$ЧПВ = \sum_{i=1}^n \frac{ПК_i}{(1+k)^i} - П_0ВК, \quad (2.13)$$

де  $ПК_i$  – поступлення коштів(грошовий потік) в кінці  $i$ -того періоду;

$П_0ВК$  – початкове вкладення коштів.

Якщо чиста поточна вартість проекту ЧПВ позитивна, то це означає, що внаслідок впровадження цього проекту значущість фірми зросте і отже, інвестування піде їй на користь, тобто проект можна вважати прийнятним.

Однак інвестор може попасти в ситуацію, коли проект допускає не «разові витрати – тривалу віддачу», а «тривалі витрати – тривалу віддачу», тобто звичайну ситуацію, коли інвестиції здійснюються не в один момент, а частинами – протягом декількох місяців або навіть років. Тоді чиста поточна вартість визначається за формулою:

$$ЧПВ = \sum_{i=1}^n \frac{ПК_i}{(1+k)^i} - \sum_{i=1}^n \frac{ІВ_i}{(1+k)^i}, \quad (2.14)$$

де  $ІВ_i$  – інвестиційні витрати в  $i$ -тому періоді.

Особливою ситуацією є розрахунок ЧПВ у випадку вкладення коштів у проект, тривалість якого, очевидно, не обмежена. Характерними прикладами інвестицій можуть бути витрати для проникнення на новий ринок для підприємства, фірми (реклама, створення мережі дилерів тощо) або втрати пов'язані з придбанням контрольного пакета акцій іншої компанії з метою залучення її в холдинг. У таких випадках для визначення ЧПВ можна використати таку формулу:

$$ЧПВ = \sum_{i=1}^n \frac{ПК_1}{k \pm g} - П_0ВК, \quad (2.15)$$

де  $ПК_1$  – поступлення грошових коштів в кінці першого року після здійснення інвестицій;

$g$  – постійний темп, в якому, як очікується, в подальшому буде відбуватися щорічний ріст грошових поступлень.

Метод *ЧПВ* можна використовувати при різних комбінаціях початкових умов, при цьому можна знайти економічно раціональне рішення. Однак цей метод дає відповідь лише на питання, чи сприяє варіант інвестування, що аналізується, зростанню цінності підприємства, фірми або багатства інвестора взагалі, але ніяк не свідчить про відносну міру такого зростання. Ця міра завжди має неабияке значення для будь-якого інвестора. У зв'язку з цим використовують другий показник – метод розрахунку рентабельності інвестиції.

*Метод розрахунку рентабельності інвестиції.* Рентабельність інвестицій  $PI$  – це показник, який дає змогу визначити, в якій мірі росте цінність підприємства, фірми (багатство інвестора) у розрахунку на 1 грн. інвестицій. Цей показник визначають за формулою:

$$PI = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{ПК_1}{(1+k)^i}}{PI}, \quad (2.16)$$

де  $PI$  – початкові інвестиції;

$ПК_1$  – грошові поступлення першого року, що будуть одержані завдяки цим інвестиціям.

Якщо при визначенні чистої поточної вартості *ЧПВ* має місце «тривалі витрати – тривала віддача», то формула (2.17) матиме вигляд

$$PI_i = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{ПК_i}{(1+k)^i}}{\sum_{i=1}^n \frac{IB_i}{(1+k)^i}}, \quad (2.17)$$

де  $I_i$  – інвестиції  $i$ -того року.

У цьому випадку показник рентабельності інвестицій називають коефіцієнтом «прибуток-витрати».

Очевидно, якщо чиста поточна вартість додатна, то і показник рентабельності  $PI_i$  буде більший від одиниці і, відповідно, навпаки. Таким чином, якщо розрахунок показав, що  $PI_i > 1$ , то інвестиція є прийнятною.

Необхідно зазначити, що  $PI_i$  як показник абсолютної прийнятності інвестицій дає можливість дослідити інвестиційний проект ще в двох аспектах.

По-перше, з його допомогою можна визначити таку величину як «міра стабільності» проекту. Припустимо, що згідно розрахунку  $PI_i = 2$ . У цьому випадку розглянутий проект перестане приваблювати інвестора лише в тому разі, якщо його вигоди (майбутні грошові поступлення) зменшаться більше ніж у 2 рази. Це і буде «запасом міцності» проекту, що підтверджує правильність висновків аналітиків, навіть тоді коли вони оцінюють проект із повним оптимізмом.

По-друге,  $PI_i$  дає аналітикам надійний інструмент для ранжирування інвестицій за їхньою привабливістю, і цей аспект є дуже важливим.

*Метод розрахунку внутрішньої норми прибутку.* Внутрішня норма прибутку або внутрішній коефіцієнт окупності інвестицій (*ВКОІ*) – це рівень окупності коштів і за своєю природою близький до різного роду відсоткових ставок, які застосовують у різних аспектах фінансового менеджменту. Найближчими до внутрішньої норми прибутку можна вважати:

- дійсну (реальну) річну ставку прибутковості, яку пропонують банки за своїми заощадженими рахунками;
- справжню (реальну) ставку відсотка за позикою за рік, яка розрахована за схемою складних відсотків через неодноразове погашення заборгованості протягом року (наприклад, кожний квартал).

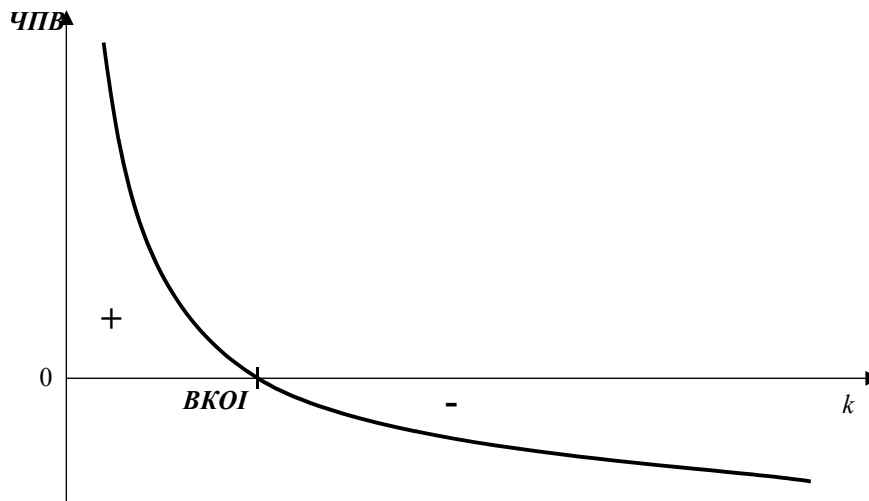
Якщо повернутися до рівнянь (2.13) і (2.14), то *ВКОІ* – це таке значення  $k$ , за якого *ЧПВ* дорівнюватиме нулю.

Для стандартних інвестицій справедливим є твердження, що чим вищий коефіцієнт дисконтування, тим менше *ЧПВ*.

Як видно з зображення, це та величина коефіцієнта дисконтування  $k$ , за якої крива зміни *ЧПВ* пересікає горизонтальну вісь, тобто *ЧПВ* дорівнює нулю. Визначити величину внутрішнього коефіцієнта окупності можна двома шляхами: розрахувати його з допомогою рівнянь розрахунку дисконтувальної вартості або знайти в таблицях коефіцієнтів приведення.

Як критерій оцінки інвестицій внутрішня норма прибутку використовується аналогічно показникам чистої поточної вартості та рентабельності інвестицій, а саме встановлює економічну межу прийнятності розглянутих інвестиційних проектів.

Залежність значення *ЧПВ* від рівня коефіцієнта дисконтування  $k$  зображено на рис. 2.11.



**Рис. 2.11. Залежність значення ЧПВ від рівня коефіцієнта дисконтування  $k$**

Це можна виразити рівністю:

$$\sum_{i=0}^n \frac{\Pi K_i}{(1+k)^i} - \Pi_0 K = 0, \quad (2.18)$$

яку розв'язують стосовно  $k$  (приблизно), користуючись при цьому методом відбору значень із таблиці, домагаючись прийняттого рівня похибки (тобто величини відхилення від нуля).

Формально внутрішній коефіцієнт окупності інвестицій визначається як коефіцієнт дисконтування, за якого ЧПВ дорівнює нулю, тобто інвестиційний проект не забезпечує зростання цінності підприємства, фірми, але і не веде до її зниження. У різних наукових джерелах внутрішню норму прибутку інколи називають перевірним дисконтом, оскільки вона дає змогу визначити граничне значення коефіцієнта дисконтування, що поділяє інвестиції на прийнятні та не вигідні. З цією метою внутрішній коефіцієнт окупності інвестицій порівнюють із тим рівнем окупності вкладів, який підприємство, фірма (інвестор) вибирає для себе як стандартний, враховуючи те, за якою ціною вона сама одержала капітал для інвестицій і який «чистий» рівень прибутковості хотіла б мати в разі його використання. Цей стандартний рівень бажаної рентабельності вкладів часто називають бар'єрним коефіцієнтом ( $БК$ ).

Принцип порівняння цих показників такий:

- якщо  $ВКОІ > БК$  – проект вигідний;
- якщо  $ВКОІ < БК$  – проект не вигідний;
- якщо  $ВКОІ = БК$  – можна приймати будь-яке рішення.

Іншими словами, якщо інвестиційний проект зводиться «по нулях» навіть при внутрішньому коефіцієнті окупності інвестицій більшому, ніж рівень

окупності вкладів (бар'єрний коефіцієнт), який фірма вибрала для себе як нормальний, то за бар'єрного коефіцієнта окупності чиста поточна вартість ЧПВ обов'язково буде позитивною, а рентабельність інвестицій – більшою від одиниці. Якщо рентабельність інвестицій  $PI$  буде меншою бажаного рівня окупності, то чиста поточна вартість за бар'єрного коефіцієнта буде від'ємною, а рентабельність інвестицій  $PI$  – меншою від одиниці.

Таким чином, внутрішній коефіцієнт окупності інвестицій є ситом, крізь яке відсіюються не вигідні проекти.

Крім того, цей показник може бути підставою для ранжування проектів за ступенем вигідності. Правда, це можна робити лише в тому випадку, коли основні вихідні параметри проектів, які порівнюються, тотожні:

- однакові суми інвестицій;
- однакова тривалість;
- однаковий рівень ризику;
- аналогічна схема формування грошових надходжень.

І, нарешті, цей показник є індикатором рівня ризику проекту: чим більше внутрішній коефіцієнт окупності інвестицій перевищує прийнятий підприємством, фірмою бар'єрний коефіцієнт (стандартний рівень окупності), тим більшим є запас міцності проекту і тим меншою є небезпека від можливих помилок при оцінюванні майбутніх грошових надходжень.

Таким чином, розрахунок привабливості на основі чистої вартості більш вірогідний. Необхідно зауважити, що в процесі реінвестування можна визначити рівні прибутковості, і тоді проблема не є актуальною хоча, і не зникає повністю.

Важливе місце у реформуванні підприємств ЖКГ займають органи місцевого самоврядування, зокрема вони повинні:

- розробляти та реалізовувати інвестиційно-інноваційні проекти у ЖКГ, які спрямовані на зменшення витрат і втрат енергоресурсів, сприяти застосуванню прогресивних енергозберігаючих технологій;

- залучати позабюджетні кошти для інвестування заходів енергозбереження на підприємстві ЖКГ;

- запроваджувати механізми економічного стимулювання енергозбереження на підприємствах житлово-комунального господарства;

- утворювати при місцевих органах самоврядування наглядові ради з питань енергозбереження та ефективної реалізації енергозберігаючих заходів.

Необхідною умовою ефективного розвитку підприємств є вкладання коштів в енергозберігаючі проекти. У Законі України «Про інвестиційну



діяльність» зазначено [45], що інвестиції – це всі види майнових та інтелектуальних цінностей, що вкладаються в об'єкти підприємницької та інші види діяльності, в результаті якої створюється прибуток (дохід) або досягається соціальний ефект. Не передбачають вкладень майнових цінностей лише організаційні (безвитратні) заходи. Водночас вони потребують витрат трудових й інтелектуальних ресурсів. Отримання прибутку від впровадження інвестицій у підприємство відбувається через певний проміжок часу, що є більш довготривалим ніж оборотний період виробництва.

За об'єктами інвестиції поділяють на нематеріальні, реальні та фінансові. Фінансові ресурси, що використовуються для створення, відновлення та розширення виробничих потужностей підприємства, називають реальними інвестиціями. Об'єктами інвестицій в енергозберігаючі заходи підприємств ЖКГ є технологічне устаткування, внутрішньобудинкові електричні мережі, трансформатори, системи енергетичного менеджменту та ін. Енергозберігаючі реальні інвестиції (капітальні вкладення) є виробничими. Фінансові інвестиції застосовуються для фінансування енергозберігаючих процесів, найчастіше у вигляді реінвестування отриманих прибутків у різні проекти й отримання додаткових ефектів від цього. Нематеріальні інвестиції можуть входити у склад загального інвестиційного потоку коштів, спрямованих на енергозбереження. Вони призначені для придбання об'єктів інтелектуальної власності, виконання досліджень на підприємстві з метою вивчення особливостей енергоспоживання, на проведення економіко-енергетичного дослідження та навчання персоналу.

Інвестиційні проекти розподіляються на три групи: короткотермінові (до трьох років), середньотермінові (чотири – п'ять років) і довготермінові – більше п'яти років. Енергозберігаючі інвестиційні проекти за ступенем зв'язку поділяють на альтернативні, взаємопов'язані та незалежні. Альтернативними називаються проекти, які можна реалізувати на підприємстві шляхом їхнього відбору із загальної кількості. Наприклад, загальним напрямком енергозбереження є економія електроенергії, а альтернативні проекти містять у собі пропозиції щодо способу її економії. Із альтернативних проектів реалізації підлягає тільки один, який за результатами економічного, екологічного, технічного й організаційного дослідження має найбільше переваг. Взаємопов'язані проекти – це сукупність енергозберігаючих заходів, коли впровадження одних із них потребує реалізації інших [11].

З метою оцінювання економічної ефективності впровадження енергозберігаючих заходів насамперед проводять їхній фінансовий аналіз відповідно до рекомендацій ДСТУ 2155-93 [42]. Це дає можливість прийняти

рішення про доцільність їхньої реалізації. Вибір ефективних енергозберігаючих заходів проводиться з урахуванням результатів техніко-економічного аналізу запропонованих варіантів. Оцінка економічної ефективності інвестицій в заходи з енергозбереження (капітальні вкладення) базується на визначенні показників виробничої діяльності (надання послуг) підприємства. Розмір капітальних вкладень і поточних витрат визначають відповідно до діючих тарифів, цін, норм і нормативів. Критеріями економічної ефективності можуть бути: затрати на розробку, впровадження та експлуатацію; економічний ефект від впровадження (прибуток, рентабельність, період окупності); співвідношення затрат та економічного ефекту, вираженого у певній формі.

Визначенню економічної ефективності інвестицій мають передувати обґрунтування критеріїв ефективності інвестування, насамперед економічних, виокремлення джерел фінансування, дослідження вартості власного капіталу. Особливістю енергозберігаючих заходів є те, що при фінансуванні вони не піддаються дробленню, тобто їх не можна фінансувати частково. При виборі джерел фінансування для впровадження енергозберігаючих заходів підприємство може використовувати: а) власні кошти; б) лише залучені кошти; в) власні та залучені кошти. Використання власних і залучених коштів може відбуватися у різних співвідношеннях. Як джерело фінансування заходів із енергозбереження можуть використовуватися:

- власні фінансові ресурси (прибуток, амортизаційні відрахування, кошти інвесторів);
- позичені кошти (випуск облігацій або отримання кредиту);
- інвестиції з місцевих бюджетів або державного бюджету;
- іноземні інвестиції від фізичних, юридичних осіб або банків і фінансових установ;
- комбінація зазначених джерел.

Реалізація всіх заходів енергозбереження тільки за рахунок власних коштів є малоімовірною, але це дає змогу мінімізувати фінансові ризики і зменшити термін окупності проектів. Значні кошти підприємство витрачає на теоретичні розробки енергозберігаючих заходів, виплати кредиту енергоаудиторській компанії та безпосередню реалізацію цих заходів. Оскільки на устаткування, матеріали, а також на монтажні та налагоджувані роботи, витрачаються великі кошти впровадження енергозберігаючих заходів потребує значних інвестиційних ресурсів [11].

Енергетичний аудит проведений енергосервісною компанією, є підставою для фінансування енергозберігаючих заходів, однак це супроводжується

ризиком щодо недотримання запланованої економії енергоресурсів і прибутку підприємства через зменшення споживання електроенергії та ін. Ці ризики зумовлені як суб'єктивними, так і об'єктивними чинниками. Суб'єктивними причинами є: недостатнє вивчення напрямів енергозбереження, формальний підхід при проведенні енергетичного аудиту, помилки при обґрунтуванні економічної ефективності енергозберігаючих проектів, а також у розрахунках і вимірюваннях.

До об'єктивних причин належать зміни вартості енергоресурсів, величини інфляції, курсу валют та ін. З метою захисту підприємства-замовника від помилок енергосервісної компанії, деякі автори пропонують використовувати напрям перфоманс-контрактів [11].

Особливістю взаємодії замовника та компанії, що проводить аудит, є те, що виплати за виконану роботу замовник робить безпосередньо компанії. При цьому використовуються такі варіанти:

- енергосервісна компанія проводить енергоаудит на підприємстві та впроваджує енергозберігаючі заходи, при цьому використовує власні або залучені кошти. Відповідно до перфоманс-контракту підприємство за рахунок економії коштів, здійснює виплати коштів компанії, які покривають її витрати за роботу та ризик, компенсацію інфляції, а також прибуток;

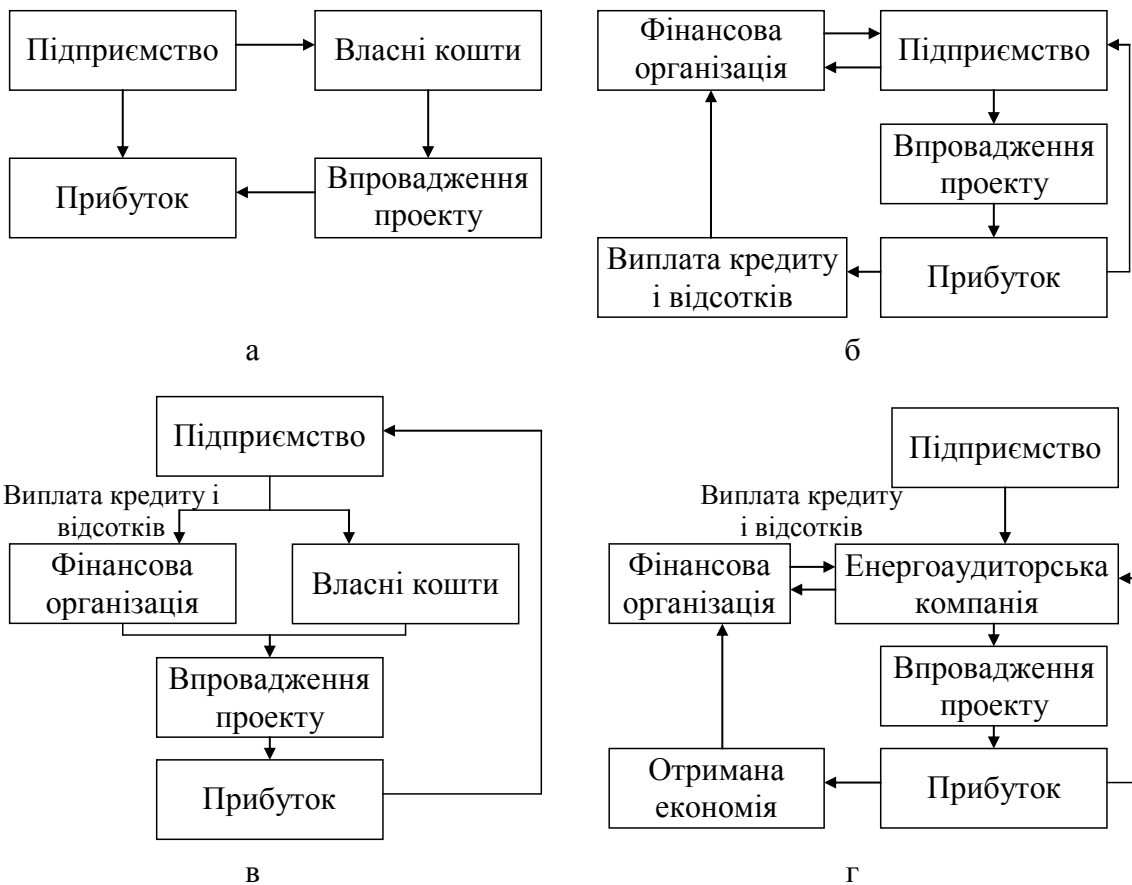
- виплати коштів енергосервісній компанії підприємство здійснює за спожиті енергоносії, які були зменшені на певний відсоток від суми, що витрачалась до реалізації енергозберігаючих заходів.

Енергосервісна компанія здійснює розрахунки з кредиторами та оплачує платіжки підприємства-замовника за спожиті енергоносії. Необхідно зазначити, що в такому разі прибуток енергосервісної компанії напряму залежить від обсягу економії енергоресурсів. Якщо економія становитиме менше 5 %, то це призводитиме до збитків, які покриватиме енергосервісна компанія.

Схеми фінансування енергозберігаючих проектів, характерних для підприємств, є основними. Проте можливі інші варіації, наприклад «замовник – фінансова організація – енергосервісна компанія».

Слід зауважити, що напрям перфоманс-контракту є актуальним і доцільним для підприємств ЖКГ, оскільки дає змогу знизити ризики підприємства й отримати позитивні результати від впровадження енергозберігаючих заходів.

На підставі запропонованих методів оцінювання ефективності інвестицій для вибору найбільш оптимальних енергозберігаючих проектів розроблено схеми для їхнього фінансування [11] на підприємствах ЖКГ (рис. 2.12).



**Рис. 2.12. Схеми фінансування енергозберігаючих проектів у побутовому секторі: а – фінансування за рахунок власних коштів; б – використання лише залучених коштів; в – фінансування з власних і залучених коштів; г – фінансування, яке здійснюється від економії коштів при енергозбереженні**

Фінансування за рахунок власних коштів, яке представлено на (рис. 2.12 а) є найменш ризиковим, але підприємство в цьому разі матиме великі затрати. Схема використання лише залучених коштів (рис. 2.12. б) відображає елементи кредитування, які охоплюють інвестиційний ресурс. Ефективною є схема, що зображена на (рис. 2.12. в), яка передбачає фінансування з власних і залучених коштів. Найбільш вигідним є фінансування, яке здійснюється на основі економії коштів при енергозбереженні (рис. 2.12. г).

Структура інвестиційного капіталу визначається менеджментом підприємства і фахівцями енергоаудиторської групи, висновки яких залежать від результатів фінансових аудитів і економіко-енергетичного обстеження. Це дає змогу визначити максимальний обсяг фінансування проекту та оптимальне співвідношення коштів. Також проводиться розрахунок щорічної витрати коштів на інфляційні процеси та оплату за ризики інвесторам.

Водночас здійснюються щорічні витрати на покриття відсотків за кредитами. Є ситуація, коли для фінансування енергозберігаючих заходів потрібно залучати кредитні кошти.

Однак на сучасному етапі отримати довготермінові кредити проблематично, тому більш популярними є короткотермінові позики.

Зменшення викидів шкідливих речовин у довкілля та економія коштів, яка отримана в цьому разі, визначаються відповідно до формули 2.19. Такий підхід дає можливість встановити повний економічний результат енергозберігаючого проекту та розподіл інвестиційного ресурсу за роками. Чиста економія коштів – це різниця між величиною економії коштів, отриманої підприємством у році  $t$  за рахунок реалізації  $i$ -го енергозберігаючого заходу, та податковими виплатами. Ринкова вартість енергозберігаючого проекту охоплює вартість устаткування, матеріалів і виробів з урахуванням рівня спрацювання.

Дохід інвестора ( $D_i$ ) від вкладених ним коштів в енергозберігаючий проект можна визначити за формулою:

$$D_i = k \times \Phi_p, \quad (2.19)$$

де  $k$  – ставка у відсотках за кредитом;

$\Phi_p$  – величина вкладених коштів.

Покриття збитків ( $Z_{in}$ ), яких зазнав інвестор внаслідок процесів інфляції, можна визначити за такою формулою:

$$Z_{in} = n \times \Phi_p, \quad (2.20)$$

де  $n$  – прогнозований середньорічний показник індексу споживчих цін.

Компенсацію втрат від інфляції можна не враховувати, оскільки цю величину коштів може перекривати зростання вартості електроенергії (2014–2017 рр.). Зростання вартості електроенергії дає змогу збільшити дохід підприємству від енергозберігаючих заходів. При цьому відбувається і певна зміна індексу споживчих цін, тому, на нашу думку, такі грошові потоки можуть нівелюватися.

Для розрахунку ризиків інвестиційного проекту науковці пропонують скористатися аналізом прогнозних сценаріїв прибутковості проекту. Для цього розраховується значення песимістичного, реалістичного й оптимістичного прибутку від заданого заходу і визначається відповідне значення повного економічного результату. На підставі таких результатів [11] можна визначити величину компенсації ризику інвестора. Виникає певна кількість незалежних,

взаємозалежних і альтернативних проектів. Кожен із них може складатися з одного або декількох взаємопов'язаних заходів енергозбереження.

Водночас кожний із проектів, який містить декілька взаємопов'язаних заходів, спрямований на максимальне використання потенціалу енергозбереження виробничої або допоміжної ланки підприємства. Відповідно кожний захід має свій повний економічний ефект і величину початкових інвестицій. Впровадити низку енергозберігаючих заходів підприємство здебільшого не може, тому перед керівництвом постає проблема вибору оптимального шляху інвестування в енергозбереження за умов обмеження інвестиційного ресурсу.

Енергозберігаючі заходи на підприємстві ЖКГ забезпечують зменшення споживання електроенергії та постійних витрат на обслуговування внутрішньобудинкової електромережі, що відповідно дає змогу підвищити прибутковість цього суб'єкта господарювання. Впровадження заходів з енергозбереження – це можливість для підприємства отримати низку позитивні результати у різних напрямках його розвитку. В економічному напрямку діяльності спостерігається зменшення обсягів споживання електроенергії та зростання фінансових показників, у технічному – підвищення експлуатаційного рівня внутрішньобудинкових електромереж, в екологічному – покращення екології довкілля в результаті зменшення викидів шкідливих речовин, у соціальному – забезпечення мотивації до енергозбереження працівників підприємства, у політичному – зменшення залежності від енергогенеруючих компаній-монополістів, а у психологічному – поліпшення умов та оплати праці працівникам підприємства.

Вищеописана методика оцінювання ефективності інвестицій в енергозбереження застосовується переважно на промислових підприємствах. На підприємствах житлово-комунального господарства, які надають послуги з обслуговування будинків, доцільно використовувати методику, розроблену на базі нормативно-правових актів [73].

Одним з економічних параметрів для попереднього оцінювання енергозберігаючих інвестицій є величина вартості за збережену 1 кВт×год електричної енергії. Капітальні та додаткові витрати, які виникають у процесі проведення енергозберігаючих заходів, охоплюють вартість зекономленої енергії. Інвестиційний проект з енергозбереження є економічно рентабельний у тому разі, якщо ціна на зекономлену електроенергію буде нижчою, ніж майбутня (розрахована). Ціна на електричну енергію, що є основою розрахунку, відображає вартість кВт×год.

У разі реалізації декількох варіантів проекту з практично однаковими показниками енергоефективності їхній порівняльний аналіз проводять шляхом зіставлення величин загальних коштів, що визначені методом капіталізованої вартості. Інвестиційний проект, при якому отримано найменше значення загальних коштів, вважається найбільш економічним.

Необхідно взяти до уваги, що економічна ефективність впровадження енергозберігаючих проектів оцінюється шляхом застосування таких показників: прибуток; рентабельність; період повернення витрачених коштів та приведені витрати. Якщо реалізація енергозберігаючих проектів здійснюється понад рік, використовується метод дисконтування, а якщо менше року – то простий метод без врахування фактору часу.

Головним критерієм оцінювання економічної ефективності впровадження енергозберігаючого проекту є прибуток ( $\Pi_{вен}$ ), одержаний підприємством за його реалізації. Так, із загальної величини  $\Pi_{вен}$  виділяється та частина прибутку, зміна якої зумовлена впровадженням енергозберігаючого проекту:

$$\Pi_{вен} = \Pi_{ip} - \Pi_{i\bar{0}3}, \quad (2.21)$$

де  $\Pi_{ip}$  і  $\Pi_{i\bar{0}3}$  – показники прибутку в  $i$ -му році з реалізацією та без реалізації енергозберігаючого проекту, що розглядається.

Прибуток за рахунок реалізації енергозберігаючих проектів в  $i$ -му році визначається як різниця витрат на заощаджену електричну енергію  $\Delta B_{ели}$  і суми поточних річних витрат, пов'язаних із придбанням, монтажем та обслуговуванням устаткування:

$$\Pi_{вен} = \Delta B_{ели} - (B_i + K_i), \quad (2.22)$$

де  $B_i$ ,  $K_i$  – поточні витрати на обслуговування устаткування в  $i$ -му році та капітальні вкладення для придбання та монтажу енергозберігаючого устаткування.

Величини витрат  $B_i$ ,  $K_i$  визначають за даними бухгалтерського чи приладного обліку або відповідно до паспортних характеристик устаткування.

Рентабельність впровадження енергозберігаючого проекту  $P$  (проста норма прибутку) є співвідношенням поточного річного прибутку  $\Pi_{вен}$  до величини капітальних вкладень, пов'язаних з реалізацією цього проекту:

$$P = \Pi_{вен} / \Delta K, \quad (2.23)$$

де  $\Delta K$  – капітальні вкладення для впровадження енергозберігаючого проекту з врахуванням вартості обслуговування устаткування, грн.

Рентабельність інвестор порівнює з прийнятною для нього нормою прибутку (тобто часткою капітальних вкладень, яка повертається щороку у вигляді прибутку). Для різних підприємств житлово-комунального господарства під час впровадження різних енергозберігаючих проектів норма прибутку може відрізнятися. Показник рентабельності використовується для оцінювання економічної ефективності впровадження енергозберігаючих проектів за постійним річним прибутком, витратами і доходами. Він призначений також для оцінювання загальної ефективності інвестицій. Зазначені вище критерії рекомендується використовувати для економічного порівняння альтернативних варіантів енергозберігаючих проектів.

Внутрішня норма рентабельності (*ВНР*) характеризує рівень рентабельності інвестицій: проект є прийнятним, якщо *ВНР* перевищує мінімальну (фактичну або очікувану) відсоткову ставку капіталу в країні (в межах 10–15%).

Важливим параметром впровадження енергозберігаючих проектів є термін окупності  $T_{ок}$ . За економічним змістом термін окупності енергозберігаючого проекту – це проміжок часу, за який кошти, витрачені на його впровадження, відшкодовуються за рахунок одержання додаткового прибутку від економії паливно-енергетичних ресурсів. Для отримання приблизної оцінки терміну окупності часто застосовують елементарний показник, який дорівнює оберненій величині рентабельності інвестицій  $P$ , витрачених на впровадження енергозберігаючого заходу:

$$T_{ок} = 1 / P, \quad (2.34)$$

Цей показник використовується для попереднього оцінювання інвестиційного проекту та свідчить про доцільність його подальшої реалізації. Термін окупності енергозберігаючого проекту застосовується як додатковий критерій ефективності спільно з іншими показниками.

Вкладення інвестицій в енергозберігаючий проект можна вважати ефективним у тому разі, якщо величина терміну окупності менша за термін його дії. Мірою ефективності вкладення інвестицій в енергозберігаючий проект  $M_e$  є співвідношення терміну його дії  $\Delta T$  до терміну окупності  $T_{ок}$ :

$$M_e = \Delta T / T_{ок}, \quad (2.25)$$



Використання цього критерію для оцінювання порівняльної ефективності декількох варіантів енергозберігаючих проектів не завжди дає змогу отримати коректні результати, тому що не враховуються можливі відмінності в прибутку за варіантами за межами періоду повернення. При вкладенні інвестицій у два чи більше альтернативні енергозберігаючі проекти більш ефективним є енергозберігаючий проект з вищим прибутком.

Капітальні вкладення визначаються сумою вартостей об'єктів, окремих елементів, робіт зі спорудження, модернізації, реконструкції існуючих технологій.

Капітальні вкладення містять такі основні складові:

- науково-дослідні та проектно-конструкторські роботи;
- устаткування основне і допоміжне;
- прилади контролю і засоби автоматики;
- монтажні (демонтажні) роботи;
- пусконаладжувальні роботи, випробування;
- інші витрати.

До складу щорічних витрат на утримання та експлуатацію енергозберігаючого обладнання і технологій належать такі:

- вартість електричної енергії;
- вартість витратних матеріалів;
- витрати на експлуатацію, в тому числі вартість ремонтів, заробітна плата та відрахування від неї (пенсійний фонд, страхові внески тощо), інші витрати, передбачені нормативними актами з розрахунку собівартості;
- інші витрати, які не враховані у собівартість;
- амортизаційні відрахування на реновацію основних фондів.

Бувають енергозберігаючі заходи з мінімальними щорічними капітальними втратами, як наприклад, заміна в системі освітлення приміщень ламп розжарювання на сучасні світлодіодні електролампи.

До складу доходів, які виникають у результаті впровадження енергозберігаючих заходів, зараховують усі види заощаджених ресурсів:

- електричної енергії, заробітної плати;
- кошти від продажу акцій та інших цінних паперів, випущених для фінансування інвестиційних енергозберігаючих проектів;
- кредити державних і комерційних банків;
- залишкова вартість основних фондів, які вибувають з експлуатації у відповідному році розрахункового періоду;
- інші надходження.

Річний економічний ефект ( $\Delta P_{e.e.}$ ) від впровадження енергозберігаючого проекту розраховується за формулою:

$$\Delta P_{e.e.} = \Delta P_{ел.е.} + \Delta E_{ef.} + \Delta E_{соц.} - \Delta B_{уст.}, \quad (2.26)$$

де  $\Delta P_{ел.е.}$  – економічний ефект від економії електроенергії, грн / рік;

$\Delta E_{ef.}$  – ефект від зниження забруднення навколишнього середовища, грн. /рік;

$\Delta E_{соц.}$  – соціальний ефект від економії квартплати мешканцями будинку, грн./рік;

$\Delta B_{уст.}$  – витрати на енергозберігаюче устаткування, грн / рік.

Вибір критерію, який використовується в кожному конкретному випадку, залежить від характеру завдання, яке вирішується. Згідно з методикою визначення економічної ефективності інвестицій в енергозберігаючі проекти, розрахунки за великими об'єктами з тривалими термінами будівництва та експлуатації доцільно виконати за декількома критеріями для додаткової перевірки стійкості результатів та їхньої наочності.

Під час виконання техніко-економічних розрахунків, особливо в умовах ринкових відносин, такі показники, як ціни (тарифи), перспективні навантаження споживачів, економічні нормативи (наприклад, норма прибутку), часто не можуть бути детерміновані однозначно. Відповідно для прийняття рішення про вигідність інвестицій і вибір певного варіанта в багатьох випадках необхідно неформально підраховувати значення критерію, а сукупність його очікуваних значень обмежувати можливими змінами початкових показників та економічних нормативів. Окупність інвестицій дає змогу визначити найбільш вигідні енергозберігаючі проекти на підприємствах житлово-комунального господарства.

# РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ РЕАЛІЗАЦІЇ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНОГО МЕХАНІЗМУ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

## 3.1. Роль організаційно-економічного механізму в енергозбереженні

Реалізація концепції енергозбереження у виробничій сфері вимагає удосконалення існуючих організаційно-економічних механізмів шляхом застосування комплексу заходів. Механізм енергозбереження має значну кількість складових елементів, узгодженість їх роботи та успішне впровадження енергозберігаючої політики, залежить від якісної роботи всіх його компонентів [51].

Пріоритетними напрямками удосконалення організаційно-економічного механізму енергозбереження на підприємствах виробничої та побутової сфери (рис. 3.1) є:

- формування заходів із енергозбереження на державному та регіональному рівнях;
- виокремлення категорій суб'єкта та об'єкта з управління енергозбереженням;
- окреслення принципів і критеріїв оцінки ефективності організаційно-економічного механізму;
- економіко-енергетичне обстеження підприємства та визначення потенціалу енергозбереження;
- моніторинг стану та врахування чинників впливу зовнішнього та внутрішнього середовищ [25].

Організаційний механізм охоплює такі основні складові: економіко-енергетичне обстеження об'єкта, формування і реалізація заходів із енергозбереження та його моніторинг.

Реалізація енергозбереження повинна здійснюватися відповідно до стратегії держави з енергозбереження та формування його на регіональному рівні [10].



**Рис. 3.1. Концептуальна модель організаційно-економічного механізму енергозбереження на підприємстві**

Основним результатом у впровадженні організаційно-економічного механізму є підвищення енергозбереження на підприємствах промислової сфери та житлово-комунального господарства, що приводить до зростання прибутку. Економічний механізм складається з таких елементів:

- зменшення питомої енергоємності праці працівників підприємства;
- стимулювання працівників підприємства за економію енергоресурсів;
- зменшення витрат і тарифу за надані послуги;
- розрахунок економії ресурсів внаслідок впровадження енергозберігаючого заходу або сукупності заходів.

Організаційний та економічний механізми супроводжуються постійним моніторингом і врахуванням чинників внутрішнього та зовнішнього середовища. До чинників зовнішнього середовища, що можуть впливати на організаційно-економічний механізм енергозбереження на промислових підприємствах, можна віднести: вартість енергоносіїв, кліматичні умови, стан

роботи енергопостачальних компаній та їх комунікацій, кредитні ставки у банках та інше. До внутрішніх умов можна віднести рівень енергоспоживання, мотиваційний рівень персоналу, графіки роботи підприємства та інші чинники, що впливають на процес реалізації організаційно-економічного механізму [10].

Для реалізації моніторингу необхідно впровадити на підприємстві систему енергетичного менеджменту [38], визначитися із системою показників ефективності застосування енергозберігаючих проектів і сформулювати критерії доцільності впровадження організаційно-економічного механізму.

Концептуальна модель організаційно-економічного механізму енергозбереження передбачає наявність таких категорій:

- суб'єкт управління процесом енергозбереження на підприємстві – керівництво підприємства, акціонери, менеджери, співробітники, тобто всі групи зацікавлені в процесі енергозбереження;

- об'єкт управління – бізнес-процеси підприємства (стратегічне управління, стандарти підприємства, система корпоративних відношень, організаційна структура, технологічні процеси, внутрішні бізнес-процеси).

Впровадження концептуальної моделі організаційно-економічного механізму енергозбереження дасть змогу підвищити рівень енергоефективності на підприємстві, з подальшою інтеграцією на регіональному та державному рівнях.

В основу організаційно-економічного механізму енергозбереження підприємства житлово-комунального господарства покладена низка принципів, зокрема пропонування менеджментом підприємства шляхів щодо збереження енергоресурсів, а саме електроенергії для освітлення місць загального користування. На сьогоднішній день існують різні шляхи розв'язання проблеми економії електроенергії [9; 11].

Одним із них є децентралізоване керування освітленням у місцях загального користування в багатоквартирних будинках, що обслуговуються підприємствами ЖКГ. Воно полягає в тому, що в різних місцях коридору чи під'їзду (біля кожних дверей) ставляться два вмикачі – пуск і стоп. Вони відповідно вмикають або вимикають реле управління світлом. Схема проста та відносно дешева, однак цей спосіб неефективний, оскільки для включення світла необхідно торкнутися на стіні вмикача, а потім не забути його вимкнути. Ось тут людський чинник зводить усі зусилля з економії електроенергії нанівець. Хтось забував вимкнути світло, хтось знехтував, а декому – байдуже.

Другим напрямом економії електроенергії в місцях загального користування є застосування таймерів виключення. Світло включається також

децентралізовано (біля кожної квартири), а вимикається через певний проміжок часу. У більшості випадків цього часу достатньо для того, щоб пройти коридор або декілька сходових площадок. Таким способом вдалося уникнути впливу людського чинника на тривалість освітлення. Однак проблема розв'язана лише частково, оскільки для включення таймера необхідно знайти на стіні вмикач.

Більш ефективним способом економії електроенергії є застосування датчиків руху. Конструкція датчика руху поєднує в собі всі позитивні якості попередніх способів. Декілька датчиків можуть включати будь-яку кількість ламп. Поки в секторі датчика є сигнал про рух – світло увімкнено. Як тільки рух припиняється, вмикається таймер зворотного відліку, наприклад мешканець намагається вставити ключ у замкову щілину. Після закінчення певного часу світло вимикається. Крім того, електронний сенсор включення освітлення обладнаний датчиком освітленості, оскільки вдень світла достатньо, то датчик вимикається.

Найбільший економічний ефект забезпечується за умови використання на сходових площадках і в під'їздах будинків датчиків руху. Вони реагують на рух особи, що виходить із ліфту або з квартири, а під час перебування її на площадці включають світло тільки на цьому поверсі. На інших поверхах освітлення не вмикається. Завдяки мікропроцесорній техніці датчики руху стійкі до оптичних, акустичних і електромагнітних перешкод і мають високу чутливість до власного теплового випромінювання людини.

На сьогоднішній день промисловість випускає різні марки датчиків руху, а саме: DSCLC-100PI, Grow Swan Quad, Grow SRPP lus, Vidicon Bingo, Grow SRP-600 і LX01 [18]. Всі вони надійні в роботі та стійкі до теплових перешкод, мають багатоканальні чутливі головки і складну систему обробки сигналу, що розташована в самому датчику руху. Датчики руху відрізняються один від одного лише розмірами (від  $60 \times 48 \times 33$  мм до  $106 \times 68,5 \times 57$  мм), вагою (від 40 до 90 г) і діаграмою направленості (від  $15 \times 15$  м для 90 град. до  $18 \times 18$  м для 105 град.). Вартість датчиків руху коливається в межах 150 – 250 грн, а гарантія на них становить у більшості випадків 12 місяців. Характеристики типів та світлотехнічних показників датчиків представлені в таблиці 3.1.

На підставі порівняльного аналізу технічних характеристик датчиків руху для впровадження інвестиційного проекту були вибрані датчики марки Grow SRP-600, із розрахунку, що один датчик руху встановлюється при вході в під'їзд і по одному на кожній сходовій площадці.

## Характеристика датчиків руху

| Характеристики                     | Vidicon Bingo          | Crow SRP-600                                  | Crow SRP Plus          | CrowSwan               | DSC LC-100             |
|------------------------------------|------------------------|---|------------------------|------------------------|------------------------|
| Тип виробу                         | Пасивний ІК-оповіщувач | Пасивний ІК-оповіщувач                        | Пасивний ІК-оповіщувач | Пасивний ІК-оповіщувач | Пасивний ІК-оповіщувач |
| Діаграма направлено сті            | 18×18 м, 90 град.      | 18×18 м, 105 град.                            | 15×22 м, 90 град.      | 15×22 м, 90 град.      | 15×15 м, 90 град.      |
| Час тривоги, сек.                  | 2                      | 1,6   | 1,2                    | 1,2                    | 2                      |
| Регулювання чутливості             | +                      | D1,1°C при 0,6м / сек                         | D1,1°C при 0,9м / сек  | D1,1°C при 0,9м /сек.  | +                      |
| Захист від р/ч випромінювання, МГц | 30 В/м, 10-1000 МГц    | 30 В/м, 10-1000 МГц                           | 30 В/м, 10-1000 МГц    | 30 В/м, 10-1000 МГц    | 30 В/м, 10-1000 МГц    |
| Час нагрівання, сек.               | 60                     | 30  | 20                     | 20                     | 60                     |
| Світлодіодний індикатор            | горить при спрацюванні | мигає при нагріванні і горить при спрацюванні | горить при спрацюванні | горить при спрацюванні | горить при спрацюванні |
| Живлення, Вт                       | DC 8,2-16              | DC 8,2-16                                     | DC 8-16                | DC 8-16                | DC 9,6-16              |
| Діапазон робоч. температур, С      | від 20 до +50          | від 20 до +60                                 | від 20 до +50          | від 20 до +50          | від 20 до+50           |

Для визначення ефективності застосування датчиків руху, нами був розроблений розрахунок вартості інноваційного проекту, що передбачає встановлення датчиків руху у місцях загального користування багатоквартирних будинків.

Результати проведених розрахунків показали, що загальна вартість інвестиційного проекту для типового багатоквартирного будинку, який обслуговується підприємствами ЖКГ, буде становити 25740 грн., включаючи витрати пов'язані із встановленням та настроюванням технічного устаткування.

Реалізація запропонованої концепції щодо формування енергозбереження на житлово-комунальних підприємствах потребує економіко-математичного моделювання на основі даних, які отримані в результаті економіко-

енергетичного обстеження підприємств ЖКГ. Запропоновані формули, дозволяють визначити низку показників ефективності від впровадження інноваційного енергозберігаючого проекту для підприємств ЖКГ.

Споживання електроенергії загального користування мешканцями будинку при використанні датчиків руху  $C_{ел.е.д.}$  визначається за формулою:

$$C_{ел.е.д.} = C_{ел.е.р.} / K_e, \quad (3.1)$$

де  $C_{ел.е.р.}$  – споживання електроенергії мешканцями мікрорайону при ручному регулюванні, кВт×год.;

$K_e$  – коефіцієнт, який змінюється залежно від етапу. На величину коефіцієнта  $K_e$  впливає частота включення датчика та його тривалість роботи, яка є найбільшою при I і IV етапах.

Економія електроенергії  $E$  (кВт×год) можна визначити за формулою:

$$E = C_{ел.е.р.} - C_{ел.е.д.}, \quad (3.2)$$

де  $C_{ел.е.р.}$  – споживання електроенергії мешканцями будинків при ручному регулюванні, кВт×год;

$C_{ел.е.д.}$  – споживання електроенергії мешканцями будинків при регулюванні датчиком руху, кВт×год.

Використовуючи формулу (3.2) визначаємо вартість зекономленої електроенергії  $E$  (грн.):

$$E = B_{сп.ел.р.} - B_{сп.ел.д.}, \quad (3.3)$$

де  $B_{сп.ел.р.}$  – вартість спожитої електроенергії мешканцями будинку (ручне регулювання), грн.;

$B_{сп.ел.д.}$  – вартість спожитої електроенергії мешканцями будинку при регулюванні датчиком руху, грн.

Для визначення окупності встановлення датчиків руху використовуємо формулу (3.4):

$$T_o = B_{ст.д.} / B_{сп.ел.д.}, \quad (3.4)$$

де  $T_o$  – термін окупності встановлення в будинках датчиків руху, роки;

$B_{сп.ел.д.}$  – вартість спожитої електроенергії з використанням датчиків руху, грн.;

$B_{ст.д.}$  – вартість встановлення датчиків руху, грн.



Споживання електричної енергії для освітлення місць загального користування в осінньо-зимовий період (з 1 листопада до 1 березня) при впровадженні енергозберігаючого проекту, який передбачає використання датчиків руху, не перевищує 8200,8 кВт×год. [11].

Водночас за цей же період (I етап) витрата електроенергії при ручному регулюванні (вмикають і вимикають мешканці будинку) досягає 147614,4 кВт×год.

Економія енергії в цьому періоді є найбільшою і відповідно складає 139413,6 кВт×год (табл. 3.2).

Одержані дані свідчать про те, що застосування енергозберігаючого проекту дає можливість заощадити до 95 % електроенергії та зменшити затрати на освітлення місць загального користування у 15-20 разів.

*Таблиця 3.2*

**Споживання електроенергії в місяцях загального користування при впровадженні енергозберігаючого проекту із датчиками руху**

| Етапи споживання енергії | Регулювання    |                   | Економія електроенергії |
|--------------------------|----------------|-------------------|-------------------------|
|                          | ручне, кВт×год | датчиком, кВт×год | кВт×год                 |
| I                        | 147614,4       | 8200,8            | 139413,6                |
| II                       | 88021,9        | 2829,37           | 85192,6                 |
| III                      | 50298,2        | 3143,6            | 47154,6                 |
| IV                       | 58362,4        | 1875,9            | 56486,4                 |
| Разом                    | 344296,9       | 16049,6           | 328247,2                |

Проведені базові розрахунки з економії коштів, отриманої від суттєвого зниження споживання електроенергії, свідчать про те, що затрати на застосування запропонованого проекту з енергозбереження окупляться менше, ніж за 3 р.

Економія електроенергії, яка одержана завдяки застосуванню інноваційного проекту, сприяє не тільки зниженню ставки тарифу та отриманні прибутку з економії коштів підприємством, але і впливає на екологію довкілля. Екологічний критерій на сьогодні має першочергове значення, оскільки екологічна складова є такою ж важливою, як фінансова і технічна. Зменшення викидів у довкілля дасть змогу знизити витрати на екологічний податок і

підвищити прибуток, а також покращити загальну екологічну ситуацію мікрорайону. Зменшення маси викидів твердих речовин у навколишнє середовище є результатом ефективності реалізації інвестицій. Водночас встановлено, що підприємства, які генерують теплову й електричну енергію, забруднюють атмосферу викидами вуглекислого газу та інших оксидів і золи. З огляду на те, що генеруючі підприємства енергетичної галузі впливають на екологічний стан довкілля, Міністерство енергетики України затвердило Типову методику «Загальні вимоги до організації та проведення енергетичного аудиту», в якій здійснено оцінювання впливу енергозберігаючих заходів на стан навколишнього середовища [44]. В методиці зазначено, що впровадження енергозберігаючих заходів є ефективним способом зменшення величини викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище, величина яких регулюється нормативно-правовими актами. Запропоновані заходи з енергозбереження необхідно оцінити з урахуванням впливу на екологію.

Енергетичні процеси є основою практично всіх технологічних процесів, а обсяг шкідливих викидів майже пропорційний до величини використаних енергоресурсів. При спалюванні природного газу в атмосферу викидається диоксид вуглецю  $\text{CO}_2$  і оксиди азоту  $\text{N}_x\text{O}_y$ . Величина викидів в атмосферу при виробленні 1 тис. кВт×год електроенергії становить [21]: викиди твердих частинок – 4,4 кг / тис. кВт×год.; оксиду вуглецю  $\text{CO}_2$  – 0,5 кг / тис. кВт×год.; оксидів азоту  $\text{N}_x\text{O}_y$  – 2,2 кг / тис. кВт×год. і оксидів сірки  $\text{SO}_x$  – 9,9 кг / тис. кВт×год.

Зменшення маси викидів шкідливих речовин  $M_{\text{вик.}}$  на підприємстві в результаті впровадження енергозберігаючих заходів визначається за формулою

$$M_{\text{вик.}} = \sum (P_{\text{вик.}j} \times E_{\text{ел}}), \quad (3.5)$$

де  $P_{\text{вик.}j}$  – питомі викиди шкідливих речовин, кг/тис. кВт×год для  $j$ -го споживача електричної енергії;

$E_{\text{ел}}$  – економія електричної енергії від впровадження енергозберігаючих заходів, тис. кВт×год/рік.

Застосування енергозберігаючого проекту з датчиком руху для регулювання освітлення місць загального користування в багатоквартирних будинках дозволяє зекономити протягом року 328247,2 кВт×год. Це дає змогу знизити величину викидів шкідливих речовин в атмосферу на 5580,08 кг, тим самим покращити екологічний стан довкілля (табл. 3.3).

**Зниження викидів в атмосферу при застосуванні датчика руху**

| <b>Викиди шкідливих речовин</b>            | <b>Маса викидів, кг</b> |
|--|-------------------------|
| Тверді частинки                            | 1444,2                  |
| Оксид вуглецю CO <sub>2</sub>              | 164,1                   |
| Оксиди азоту N <sub>x</sub> O <sub>y</sub> | 722,14                  |
| Оксид сірки SO <sub>2</sub>                | 3249,64                 |
| Всього                                     | 5580,08                 |

У процесі експлуатації датчиків руху в парі з лампочками розжарювання було встановлено, що часте вимикання та вмикання джерела світла (ламп розжарювання) приводить до виходу їх із ладу. В свою чергу, це призводить до затрат пов'язаних із обслуговуванням світлотехнічних пристроїв і частою заміною джерела освітлення, що викликає обурення та незадоволення у споживачів послуг підприємства ЖКГ.

Перегорання ламп розжарювання викликано тим, що вольфрамова спіраль працює в режимі термоциклювання (нагрів-охолодження). Під час нагрівання вольфраму домішки проникнення (вуглець, азот, кисень), які є в металі, дифундують із глибини металу по границях зерен до його поверхні, утворюючи при цьому карбідні та нітридні сполуки. Вони мають різні коефіцієнти термічного розширення і внаслідок цього утворюються мікротріщини в основному металі, що приводить до руйнування вольфрамової спіралі. Ресурс роботи ламп освітлення з вольфрамовою ниткою розжарювання невисокий і вимагає частої їх заміни. Необхідно зазначити, що вони гальмують розвиток освітлювальних пристроїв і впливають на зниження потенціалу енергозбереження. Все це спонукало вчених і інженерів до розроблення нових джерел світла, які б не мали цих недоліків і сприяли економії електроенергії.

Актуальною проблемою є пошук нових енергозберігаючих проектів, впровадження яких на підприємстві житлово-комунального господарства, забезпечить економію електроенергії в місцях загального користування [90].

Перспективним напрямком зменшення використання електроенергії для освітлення сходових площадок і входів у під'їзди може бути енергозберігаючий проект, який передбачає використання світлодіодного освітлення (LED – лампи) [11]. Це енергозберігаючі світлотехнічні вироби, які працюють на основі світлодіодів (LED) підвищеної яскравості. Головним елементом кожного світлодіода є штучний напівпровідниковий кристал, який перетворює

електричний струм у світло. У світлодіодах велика частина електроенергії перетворюється в світловий потік (втрати практично відсутні), оскільки напівпровідникові джерела світла не потребують нагрівання, на відміну від ламп розжарювання.

Світлодіодна лампа – це найбільш економне джерело світла, оскільки дозволяє економити до 90% електроенергії у порівнянні з використанням звичайних ламп розжарювання. Світлодіодні лампи, порівняно з лампами розжарювання, мають такі переваги [11]

- економно використовують електроенергію;
- їх ресурс роботи у 30 разів більший, ніж електроламп із W–ниткою розжарювання;
- мають малі розміри, незначне тепловиділення та безпечні в експлуатації;
- відсутність ультрафіолетового випромінювання та мале інфрачервоне випромінювання;
- безпечні та комфортні для очей і можна регулювати їх яскравість.

Основним недоліком світлодіодних ламп є їх висока вартість, а також вони потребують додаткового електронного вузла – джерела струму, оскільки для роботи світлодіоду необхідний номінальний робочий струм.

Необхідно зазначити, що світлодіодні лампи мають високі світлотехнічні характеристики. Комплекс переваг світлодіодних ламп дав можливість вибрати їх як ефективне джерело світла для освітлення місць загального користування.

Нами вперше був запропонований спосіб енергоощадливого освітлення місць загального користування багатопверхових будинків із використанням світлодіодних ламп і датчиків руху, який захищений патентом України на корисну модель № 99055 [37].

Світлодіодні лампи є енергоощадливим джерелом світла, а також сприяють зменшенню екологічного навантаження на довкілля. Вони можуть успішно використовуватися на підприємствах житлово-комунального господарства.

Водночас світлодіодні лампи можуть застосовуватися як окреме джерело світла, так і бути основним елементом світлотехнічних пристроїв. З метою запобігання можливих пошкоджень світлодіодних ламп при їх використанні для освітлення місць загального користування також можна застосовувати світлодіодні світильники 7 Вт.

Дослідження ефективності застосування світлодіодного світильника потужністю 7 Вт для освітлення місць загального користування на

підприємствах ЖКГ показали, що його використання дозволить забезпечити якісне освітлення сходових площадок і входів у під'їзди, а також запобігатиме можливому пошкодженню ламп (табл. 3.4).

Світлодіодні лампи є енергоощадливим джерелом світла, а також сприяють зменшенню екологічного навантаження на довкілля. Вони можуть успішно використовуватися на підприємствах житлово-комунального господарства.

Таблиця 3.4

**Споживання електричної енергії загального користування  
світлодіодним світильником для ЖКГ і лампочкою розжарювання**

| Етап  | Кількість спожитої електричної енергії, кВт х год |                               | Економія електроенергії |           |
|-------|---|-------------------------------|-------------------------|-----------|
|       | Лампа розжарювання 60 Вт                          | Світлодіодний світильник 7 Вт | кВт×год                 | грн.      |
| I     | 147614,4  | 17164,4                       | 130450                  | 68486,25  |
| II    | 88021,9   | 10235,1                       | 77786,8                 | 40838,07  |
| III   | 50298,2   | 5848,6                        | 44449,6                 | 23336,04  |
| IV    | 58362,4   | 6786,3                        | 51576,1                 | 27077,45  |
| Разом | 344296,9  | 40034,5                       | 304262,4                | 159737,76 |

Використання світлодіодних світильників для освітлення місць загального користування в багатоквартирних будинках, дозволяє зменшити величину викидів шкідливих речовин у повітря загальним обсягом 5409,89 кг, тим самим покращити екологічний стан навколишнього середовища.

Перспективним проектом для економії електроенергії загального користування є використання світлодіодних світильників із вмонтованими датчиками руху. Аналіз асортименту світлодіодних світильників із вмонтованим датчиком руху [91], які представлені на ринку України, дозволив нам запропонувати для освітлення місць загального користування «Світлодіодний світильник 5 Вт з датчиком руху».

Світлодіодний світильник для підприємств ЖКГ є аналогом звичайного світильника з лампою розжарювання від 60 до 100 Вт. Споживана потужність представленого світлодіодного світильника становить 5 Вт, який забезпечує світловий потік 800 Лм, і максимальну економію електроенергії.

Світлодіодний світильник з датчиком руху можна використовувати для місцевого освітлення внутрішньобудинкових технічних приміщень і прибудинкових територій, а також для освітлення коридорів і сходових площадок, горищ, територій біля входних дверей і переходів. Однією з вагомих переваг запропонованого світильника є можливість регулювання рівня освітленості, а також встановлення часу затримки періоду спрацьовування датчика.

Проведені розрахунки свідчать про те, що застосування на підприємстві ЖКГ світлодіодного світильника потужністю 5 Вт із вмонтованим датчиком руху дозволить зекономити за рік значний обсяг електроенергії та забезпечити надійне освітлення сходових площадок і входів у під'їзди, а також запобігатиме можливному пошкодженню лампи.

У випадку використання для освітлення місць загального користування в багатоквартирних будинках світлодіодного світильника з вмонтованим датчиком руху, економія електричної енергії сприяє зменшенню навантаження на внутрішньобудинкові мережі, що дає можливість знизити витрати підприємства на ремонтні роботи. Використання такого проекту дає можливість знизити величину викидів шкідливих речовин у повітря загальним обсягом 5830,12 кг і тим самим покращити екологічний стан навколишнього середовища.

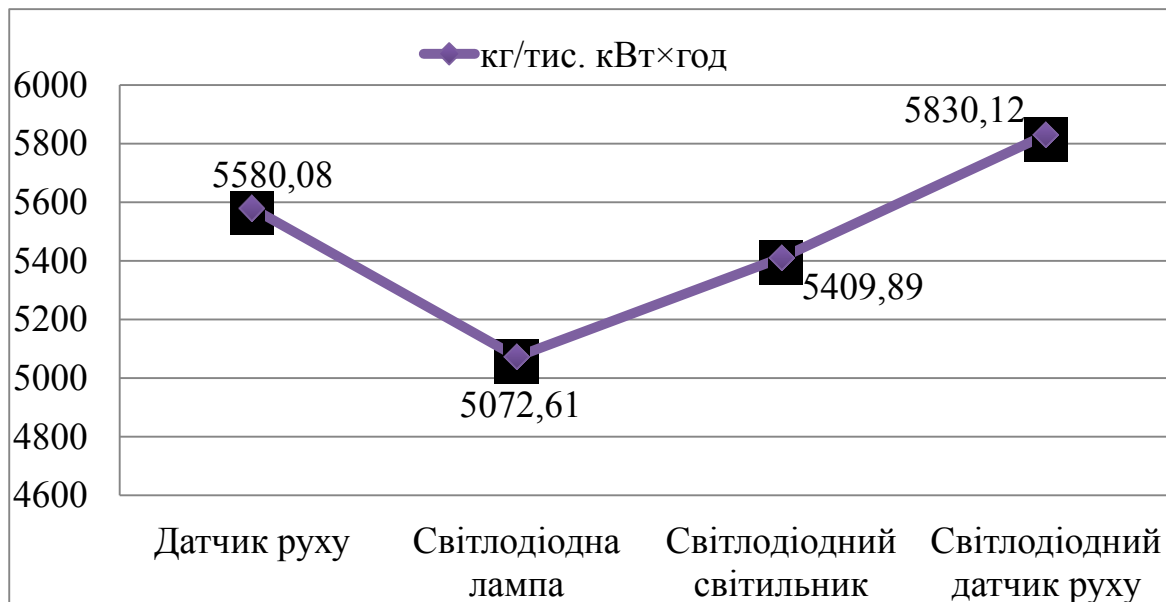
Програма розвитку ООН в Україні і трансформація ринку в напрямку енергоефективного освітлення передбачає пілотні проекти [74], зокрема в житлово-комунальній сфері, перспективним є використання «Nanolight» освітлення, що виводять освітлення на новий енергоефективний рівень. Порівняно з існуючими світлодіодними світлотехнічними пристроями, вони мають значно вищі техніко-освітлювальні характеристики. Лампочки нанолайт випромінюють яскраве, барвисте світло в усіх напрямках, що забезпечує рівномірний розподіл світла та максимальне освітлення. Крім цього, вони випромінюють на 50% менше теплової енергії ніж світлодіодні та є безпечними для використання в закритих світильниках (пристроях).

Вагомим чинником, що перешкоджає використанню проектів із застосуванням освітлення «Nanolight», є висока їх вартість, яка на сьогоднішній день коливається від 50 до 400 \$ [11].

Таким чином, тільки органічне поєднання переваг складових елементів інвестиційного проекту, а саме: світлодіодних світильників і вмонтованими датчиками руху, забезпечить значну економію електричної енергії, зменшення

викидів шкідливих речовин та ефективно їх використання під час освітлення місць загального користування на підприємстві ЖКГ.

Використання енергозберігаючих технологій у побутовій сфері, дасть можливість зекономити значну кількість електроенергії та зменшити навантаження на внутрішньобудинкові електромережі, водночас знизити величину викидів шкідливих речовин в атмосферу (рис. 3.2).



**Рис. 3.2. Вплив світлотехнічних пристроїв на величину викидів шкідливих речовин**

Застосування сучасних освітлювальних пристроїв покращить якість освітлення в житловому фонді міста, призведе до збільшення терміну експлуатації світильників та ламп, а також зменшення вартості їх обслуговування.

Вагомим економічним аспектом є зменшення витрат і тарифу на послугу і відповідно квартплати мешканцям, що надаються підприємствами ЖКГ.

Для визначення витрат коштів на електроенергію для освітлення місць загального користування в типовому багатоповерховому будинку (9 поверхів і 9 під'їздів), використано прогнозовану економіко-математичну модель. Для цього використовували статистичні дані витрат електроенергії (кВт×год) для освітлення сходових площадок і входу в під'їзд лампами розжарювання 60 Вт, світлодіодними світильниками 7 Вт, світлодіодними світильниками 5 Вт із вмонтованими датчиками руху та лампами 60 Вт із датчиками руху. При цьому враховували динаміку зміни тарифу на електроенергію на період 2014-2017 рр.

Економіко-математичну модель побудовано у вигляді часового ряду, оскільки амплітуда сезонних коливань витрат на електроенергію наближено стала, тому використовуємо адитивну модель часового ряду

$$y(t) = f(t) + s(t), \quad (3.6)$$

де  $y(t)$  – величина витрачених коштів на електроенергію в моменти часу  $t$ ,

$f(t) = a_0 + a_1t + a_2t^2$  – трендова складова часового ряду у вигляді полінома другого ступеня,

$s(t) = A\sin(\omega t) + B\cos(\omega t)$  – сезонна компонента ряду.

Невідомі параметри моделі визначаємо шляхом використання методу мінімізації функції

$$Q(a_0, a_1, a_2, A, B, \omega) = \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1t_i - a_2t_i^2 - A\sin(\omega t_i) + B\cos(\omega t_i))^2$$

при відомій вибірці  $\{(t_i; y_i), i = 1, 2, \dots, n\}$ .

Таким чином, отримаємо наступні економетричні моделі витрат коштів на електроенергію для освітлення місць загального користування вищезгаданого будинку з:

а – лампочками розжарювання з потужністю 60 Вт:

$$y_1 = 511,553 + 7,299t + 0,862t^2 - 67,887\sin 125,15t + 469,412\cos 125,15t, \quad R^2 = 0,88;$$

б – світлодіодні світильниками з потужністю 7 Вт:

$$y_2 = 59,824 + 0,886t + 0,099t^2 - 10,051\sin 125,15t + 49,806\cos 125,15t, \quad R^2 = 0,88;$$

в – світлодіодними світильниками з потужністю 5 Вт із вмонтованими датчиками руху:

$$y_3 = 3,556 + 0,108t + 0,006t^2 - 2,085\sin 125,14t + 4,114\cos 125,14t, \quad R^2 = 0,81;$$

д – лампочками з потужністю 60 Вт із вмонтованими датчиками руху:

$$y_4 = 42,729 + 1,288t + 0,07t^2 - 25,003\sin 125,14t + 49,417\cos 125,14t, \quad R^2 = 0,81,$$

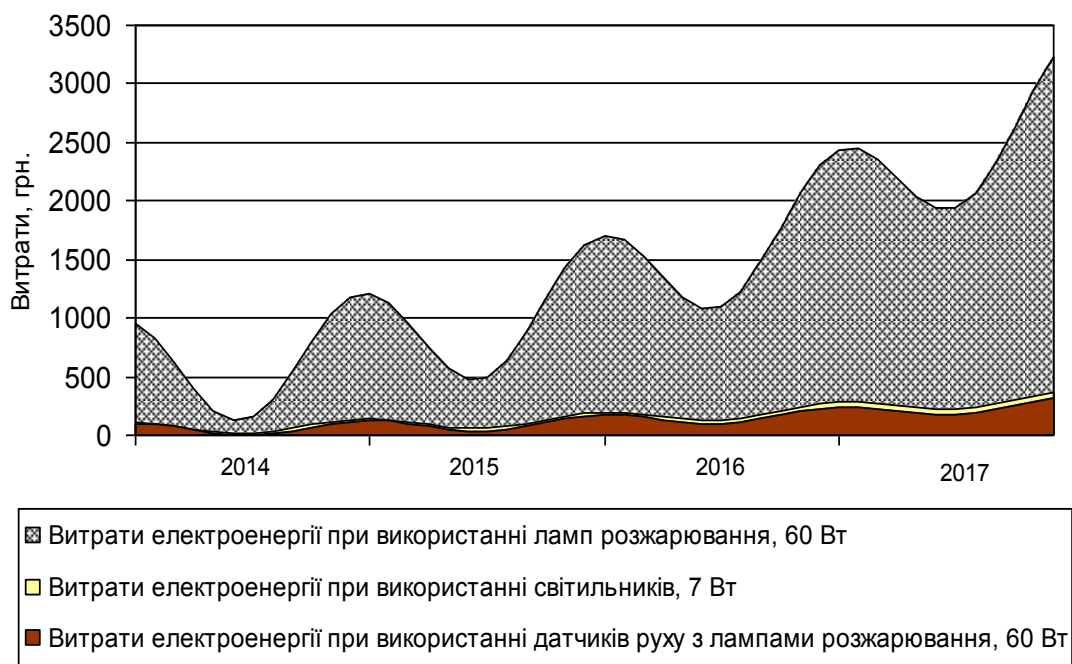
де  $t$  – час (місяць).

Ефективність впровадження інноваційних технологій визначаємо шляхом знаходження відношення площ фігур, які описуються функціями  $y_1 - y_4$  (рис.3.3).

На підставі аналізу вищенаведених графічних залежностей та проведених розрахунків встановлено, що у випадку застосування світлодіодних світильників з датчиками руху та потужністю 5 Вт витрати електроенергії знизяться в порівнянні:



з лампами розжарювання – у 126 разів; зі світильниками – у 14,7 разів; з лампами розжарювання та датчиками руху – у 12 разів.



а



б

**Рис. 3.3. Схема залежності витрат електроенергії від застосування різних джерел енергії та їх потужності**

Площа фігур прогнозу витрат коштів на електроенергію при встановлених світлотехнічних пристроях (лампочки розжарювання 60 Вт) визначається за формулою:

$$S_1 = \int_1^{48} y_1 dt = 64224,2 \text{ грн.},$$

при встановлених світлодіодних світильниках з потужністю 7 Вт:

$$S_2 = \int_1^{48} y_2 dt = 7477,7 \text{ грн,}$$

при встановлених світлодіодних світильниках з потужністю 5 Вт із вмонтованими датчиками руху:

$$S_3 = \int_1^{48} y_3 dt = 506,6 \text{ грн,}$$

при встановлених лампочках з потужністю 60 Вт із вмонтованими датчиками руху:

$$S_4 = \int_1^{48} y_4 dt = 6078,3 \text{ грн.}$$

На підставі одержаних результатів дослідження визначаємо коефіцієнти ефективності використання коштів за електроенергію при застосуванні енергозберігаючих технологій у порівнянні з використанням ламп розжарювання 60 Вт [37]:

$$k_{7Bm} = 1 - \frac{S_2}{S_1} = 0,88; \quad k_{датч. руху} = 1 - \frac{S_3}{S_1} = 0,90; \quad k_{5Bm} = 1 - \frac{S_4}{S_1} = 0,99.$$

Результати проведених досліджень свідчать про те, що найбільший коефіцієнт ефективності використання коштів  $k = 0,99$  одержується у випадку застосування світлодіодних світильників з потужністю 5 Вт із вмонтованими датчиками руху.

Будуємо модель формування оптимальної інвестиційної програми впровадження енергозберігаючих технологій для типового будинку при умовному бюджеті. У моделі цільовою функцією є вартість капіталу, в якому при заданих обмеженнях необхідно сформулювати та визначити інвестиційну програму.

Для побудови моделі робимо такі припущення:

- представлені на вибір інвестиційні проекти рівнозначні;
- фінансові ресурси неможливо залучити в необмеженій кількості за вказаною відсотковою ставкою;
- інвестиційна програма визначається тільки на початок планового періоду, а початкові витрати при цьому не перевищують умовний бюджет.

Введемо наступні позначення:  $i$  – індекс інвестиційного проекту,  $i = \overline{1, n}$ ;  $C_i$  – вартість капіталу  $i$ -го об'єкта;  $V_{i0}$  – затрати на реалізацію  $i$ -го інвестиційного проекту;  $Q$  – загальний обсяг бюджетних коштів;  $x_i$  – частка

реалізації  $i$ -го інвестиційного проекту. Якщо припускати, що інвестиційні проекти реалізуються як єдине ціле, то  $x_i$  є бінарною змінною ( $x_i = \{1; 0\}$ , тобто для  $i$ -го інвестиційного проекту виділене фінансування чи ні).

Необхідно знайти такий розв'язок  $\{x_i \geq 0, i = \overline{1, n}\}$ , який забезпечить сумарну максимальну вартість інвестиційної програми:

$$Z = \sum_{i=1}^n C_i x_i \rightarrow \max, \quad (3.7)$$

при умовах:

- з використанням наявного обсягу бюджетних коштів

$$\sum_{i=1}^n V_{i0} x_i \leq Q; \quad (3.8)$$

- з обсягу реалізації інвестиційних об'єктів

$$x_i \leq 1, i = \overline{1, n}, \quad (3.9)$$

Якщо  $x_i$  є бінарною змінною, то умова 2 матиме вигляд

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{якщо } i\text{-й інвестиційний проект фінансується повністю;} \\ 0, & \text{якщо } i\text{-й інвестиційний проект не фінансується.} \end{cases}$$

Отриману задачу лінійного програмування можна розв'язувати методами цілочисельного програмування.

Розглянемо три інвестиційні проекти (1 – встановлення світильників з потужністю 7 Вт; 2 – встановлення світлодіодних світильників з потужністю 5 Вт із вмонтованим датчиками руху; 3 – встановлення ламп з потужністю 60 Вт і датчиків руху), які розраховані на 7 р. (2014-2020 рр.). Затрати на їх реалізацію на початок планового періоду ( $t=0$ ) та нетто-платежі у наступні періоди ( $t = \overline{1, 7}$ ) представлені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

**Платіжні нетто-ряди для інвестиційних об'єктів і вартість капіталу**

| Інвестиційні проекти | Затрати на реалізацію П | Нетто-платежі в момент часу, тис. грн. |       |       |       |       |       |       | Вартість, тис. грн. |
|----------------------|-------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
|                      |                         | $t=0$                                  | $t=1$ | $t=2$ | $t=3$ | $t=4$ | $t=5$ | $t=6$ |                     |
| П <sub>1</sub>       | - 29,7                  | 5,8                                    | 8,7   | 14,7  | 22,0  | 22,04 | 22,0  | 22,0  | 22,71               |
| П <sub>2</sub>       | - 36,6                  | 6,6                                    | 9,9   | 16,8  | 25,1  | 25,11 | 25,1  | 25,1  | 23,05               |
| П <sub>3</sub>       | - 25,7                  | 5,9                                    | 8,9   | 15,1  | 22,6  | 22,65 | 22,6  | 22,6  | 28,10               |

Нетто-платежі подано із прогнозованих розрахунків економії електроенергії при встановленні енергозберігаючого устаткування та зменшення нарахування виплат за електроенергію на 10 % по відношенню до виплат, які здійснювали споживачі на початок планового періоду. Обсяг бюджетних коштів становить 60 тис. грн., розрахункова відсоткова ставка для всіх планових періодів не перевищує 20 %. Вважаємо, що після 2017 р. зміна тарифу на електроенергію не планується. Застосуємо модель (1) - (3) для визначення обсягів фінансування інвестиційної програми впровадження енергозберігаючих заходів для багатоквартирного будинку.

Вартість капіталу для  $i$  - го інвестиційного проекту на початок планового періоду знайдемо за формулою:

$$C_i = V_{i0} + \sum_{t=1}^T (d_{it} - v_{it})q^{-t} \quad (3.10)$$

де  $V_{i0} = d_{i0} - v_{i0}$  - затрати на реалізацію  $i$  - го інвестиційного проекту;  $t$  - індекс планового періоду,  $t = \overline{1, T}$ ;  $d_{it}$  ( $v_{it}$ ) - поступлення (виплати) для  $i$  - го інвестиційного проекту в момент часу  $t$ ;  $q^{-t} = (1+r)^{-t}$  - коефіцієнт дисконтування для моменту часу  $t$  з відсотковою ставкою  $r$ .

Нехай  $x_1, x_2, x_3$  - невідомі величини, що вказують на можливу реалізацію відповідно першого, другого та третього проектів.

Для побудови числової економіко-математичної моделі задачі знайдено за формулою (3.10) значення вартості капіталу інвестиційних проектів:

$$C_1 = -29,7 + 5,788 \cdot 1,2^{-1} + 8,683 \cdot 1,2^{-2} + 14,729 \cdot 1,2^{-3} + 22,049 \cdot 1,2^{-4} + 22,049 \cdot 1,2^{-5} + 22,049 \cdot 1,2^{-6} + 22,049 \cdot 1,2^{-7} = 22,708 \text{ тис.грн.}$$

$$C_2 = -36,63 + 6,591 \cdot 1,2^{-1} + 9,888 \cdot 1,2^{-2} + 16,773 \cdot 1,2^{-3} + 25,11 \cdot 1,2^{-4} + 25,11 \cdot 1,2^{-5} + 25,11 \cdot 1,2^{-6} + 25,11 \cdot 1,2^{-7} = 23,053 \text{ тис.грн.}$$

$$C_3 = -25,74 + 5,946 \cdot 1,2^{-1} + 8,92 \cdot 1,2^{-2} + 15,124 \cdot 1,2^{-3} + 22,657 \cdot 1,2^{-4} + 22,657 \cdot 1,2^{-5} + 22,657 \cdot 1,2^{-6} + 22,657 \cdot 1,2^{-7} = 28,104 \text{ тис.грн.}$$

Для отримання результатів розрахунків потрібно знайти:

$$Z = 22,708x_1 + 23,053x_2 + 28,104x_3 \rightarrow \max$$

при виконанні умов:

$$29,7x_1 + 36,63x_2 + 25,74x_3 \leq 60000,$$

$$0 \leq x_i \leq 1, \quad i = \overline{1, 3},$$

$$x_1 + x_2 \leq 1.$$

Остання додаткова нерівність дозволяє врахувати взаємозамінність устаткування різної потужності.

Результатом розв'язування є інвестиційна програма, яка складається з реалізації першого проекту на 34,2%, другого проекту на 65,8% та повної реалізації третього проекту:

$$x_1 = 0,342; x_2 = 0,658; x_3 = 1.$$

Реалізація інвестиційної програми буде виконуватися при загальних витратах на інвестиційні проекти обсягом 60 тис. грн. ( $25,5 + 15,57 = 40,77$ ) і сумарній вартості капіталу розміром 50,031 тис. грн. ( $22,708 \cdot 0,342 + 23,053 \cdot 0,658 + 28,104 = 51,031$ ).

Вигідність інвестиційної програми знайдемо через величину нормативу вартості капіталу (НВК):

$$\text{НВК} = \frac{[\text{Сумарна вартість капіталу}]}{[\text{Обсяг витрат на реалізацію}]} = \frac{50,031}{60} = 0,85.$$

Якщо обсяг бюджетних коштів збільшити до 70 тис. грн., то результатом розв'язування є інвестиційна програма, до якої входять другий та третій проекти:

$$x_1 = 0; x_2 = 1; x_3 = 1.$$

Тоді загальні витрати на інвестиційні проекти досягають 62,37 тис. грн. ( $29,7 + 36,63 = 62,37$ ), при сумарній вартості капіталу розміром 51,157 тис. грн. ( $23,05 + 28,10 = 51,15$ ). При цьому НВК = 0,82.

Результати економічних розрахунків свідчить про те, що застосування організаційно-економічного механізму щодо впровадження енергозберігаючих заходів сприяє росту величин показників економічної ефективності процесу енергозбереження.

Удосконалення існуючих організаційно-економічних механізмів дозволить досягнути визначених показників питомого енергоспоживання, збільшити потенціал енергозбереження, примножити прибуток підприємства та його фінансову стійкість. В ході дослідження вдалося сформулювати принципово новий організаційно-економічний механізм енергозбереження підприємств житлово-комунального господарства, що ґрунтується на проведенні економіко-енергетичного обстеження, за результатами якого здійснюється моделювання інвестиційної привабливості заходів із енергозбереження.

### **3.2. Реалізація організаційно-економічного механізму енергозбереження на підприємстві**

Орієнтація країни на викопні джерела енергії може призвести до серйозної енергетичної залежності від найбільших світових постачальників сировини для різних секторів енергетики і вже сьогодні ставить під загрозу економічну безпеку нашої держави. Тому, актуальною стає проблема переходу до альтернативних джерел енергозабезпечення. Зрозуміло, що альтернативні джерела енергії не вирішать у найближчі роки всі енергетичні проблеми, але орієнтація на них дає реальні можливості підвищити енергетичну безпеку України.

Світова тенденція зміщення акцентів у напрямку альтернативної енергетики свідчить про те, що в 2014 р. інвестиції в неї склали по всьому світу більше 100 мільярдів доларів США, а загальносвітовий обсяг електроенергії, що генерується за допомогою відновлюваних джерел, за оцінками експертів, досяг рівня 240 ГВт. Ці цифри відповідають 50 відсотковому зростанню альтернативної енергетики в порівнянні з даними 2012 р. На сьогоднішній день альтернативні джерела енергії складають за різними оцінками від 5 до 9% загального обсягу світової енергетики.

Міжнародне енергетичне агентство вважає, що в 2030 р. в усьому світі енергія, одержана від сонця, вітру, води, тепла землі, а також із біомаси, збільшиться в два рази порівняно із сьогоднішнім днем і складе 16 відсотків від всього виробництва. Ще оптимістичніше оцінює ситуацію Європейський галузевий союз відновлюваних джерел енергії. На його думку, до 2030 р. частка альтернативної енергії виросте до 35 відсотків. Європейська комісія вважає, що в 2020 р. в Європі п'ята частина енергії вироблятиметься з екологічно безпечних джерел. Федеральний союз відновлюваних джерел енергії передбачає, що у Німеччині, як в одній із найбільш орієнтованих на альтернативні джерела енергії країн, частка відновлюваної енергії може скласти 40% відсотків, а у виробництві електричної – близько 67% [10].

На сьогоднішній день одне з найпомітніших місць серед альтернативних джерел енергії займає сонячна енергетика. Крім того, цей сектор енергетики є одним із найбільш швидко зростаючих, що спонукає фахівців приділяти йому особливу увагу. За оцінками експертів, світовий ринок сонячних елементів щорічно зростає більш ніж на 30 відсотків. За інформацією, оприлюдненою Європейською Асоціацією фотоелектричної промисловості в Європейському Союзі, за сприятливих умов, до 2018 р. обсяги електроенергії, виробленої

шляхом перетворення сонячної енергії, можуть перевищити показник 2014 р. більш ніж у тричі [11].

Однією із переваг такої енергетики є те, що сонячна енергія доступна в кожному кутку нашої планети, розрізняючись по щільності потоку випромінювання не більше ніж удвічі. Тому вона приваблива для всіх країн, відповідаючи їх інтересам в плані енергетичної незалежності. По-друге, сонячна енергія – це екологічно чисте джерело, що дозволяє використовувати його у все зростаючих масштабах без негативного впливу на навколишнє середовище. Крім того, сонячна енергія – це практично невичерпне джерело енергії, яке буде доступне людству і через мільйони років.

Для повного задоволення потреби всього Євросоюзу в електроенергії при нинішньому технічному рівні розвитку сонячної енергетики необхідно освоїти близько 0,7% від його загальної площі. Проте ці площі не конкурують із корисними землями, оскільки для розміщення сонячних батарей використовуються дахи, фасади будівель, шумові загороди автобанів та інші об'єкти. Тобто наявність вільного простору не є обмежуючим чинником для розвитку сонячної енергетики. Значною перевагою є їх модульність, що дає можливість швидкого монтажу в місцях експлуатації, відсутність експлуатаційного шуму і джерел шкідливих викидів.

Світовий досвід показує, що бурхливий розвиток альтернативної енергетики, зокрема сонячної, став можливим в першу чергу завдяки належній підтримці на рівні держав. Так, наприклад, прийнятий сенатом США законопроект вимагає перевести не менше 10% електроенергії, що виробляється в країні, на поновлювані джерела.

За оцінками фахівців, загальний об'єм «сонячного» сектора енергетики в нашій країні складає близько 2 млрд. кВт×год електроенергії на рік. Є величезний потенціал розвитку даного напрямку, починаючи від початкової сировини до готових систем. І можливості для розвитку ланцюжка по перетворенню сонячного випромінювання в електричну енергію, починаючи сировиною для виробництва кремнію і закінчуючи монтажем закінчених систем, в Україні також є. Такий підхід сьогодні спостерігається в стратегії розвитку ВАТ «Квазар», яке замикає велику частину виробничого циклу від вирощування напівпровідникового матеріалу до інсталяції готових фотоелектричних систем електропостачання [40].

Для вироблення і втілення в життя національної стратегії розвитку сонячної енергетики в Україні є все: сировина, досвід, технічні і технологічні напрацювання, підготовка відповідних кваліфікованих кадрів у системі вищої

освіти. Справа залишається за наданням галузі ефективної державної підтримки, що дозволить привернути так необхідні сонячній енергетиці інвестиції. Потрібна програма, яка б на державному рівні координувала участь всіх зацікавлених сторін: окремих громадян, бізнес структури, урядові установи, наукові, промислові та громадські організації.

Досвід промислово розвинених країн свідчить про те, що особлива увага повинна бути приділена таким питанням:

- фінансовому стимулюванню галузі (сприяння в доступі до пільгових кредитів, безвідсоткових позик та інших інструментів фінансового забезпечення);

- навчанню і розповсюдженню інформації про наявний досвід інших країн у виконанні аналогічних програм;

- об'єднанню зусиль щодо реалізації екологічних і соціальних проектів, а також підтримка програм на загальнодержавному рівні.

Метою дослідження енергоспоживання підприємства є дослідження енергетичних потоків, визначення найбільш енергоємних ланок споживання, встановлення шляхів заміни традиційних енергоресурсів на відновлювальні, оцінка технічно досяжного потенціалу енергозбереження. Дослідження може проводитися шляхом складання енергетичних балансів на основі аналітичної та експериментальної інформації. В подальшому, ґрунтуючись на отриманій інформації, формуються економічно доцільні шляхи технічного і структурного енергозбереження. Після формування зазначених шляхів виконується їх економічна оцінка з метою створення сукупності економічно доцільних енергозберігаючих заходів [11].

Альтернативні джерела енергії сьогодні викликають значну увагу, і пов'язано це, в першу чергу, зі зростанням вартості і вичерпністю первинних органічних і мінеральних природних ресурсів. Сучасне виробництво не може розвиватися без поновлювальних джерел [70].

В Україні лише з кінця 90-х років відбулося помітне зменшення енергоємності ВВП із одночасним його зростанням. Але така динаміка обумовлена не впровадженням енергозберігаючих заходів, а в більшій мірі фізичним і моральним зносом технологічного устаткування.

Концептуальна модель організаційно-економічного механізму енергозбереження для підвищення енергоефективності підприємства передбачає застосування сонячної енергетики, як одного із видів відновлюваних джерел енергії.

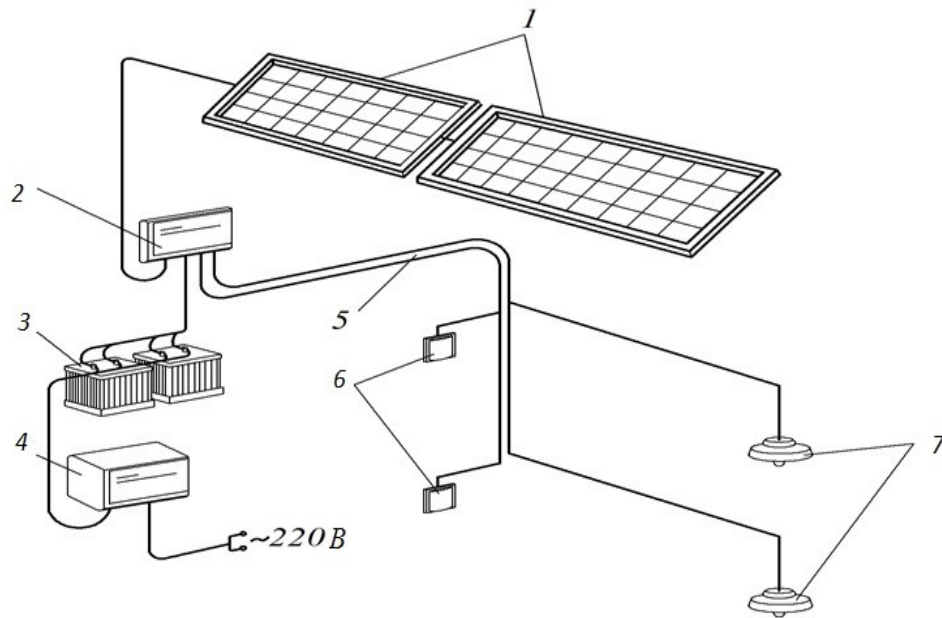


Підприємства ЖКГ України належать до найбільш енерговитратних об'єктів народного господарства країни. Проведені нами дослідження свідчать про те, що можна зекономити значну кількість електроенергії, що витрачається для освітлення місць загального користування, шляхом використання енергоефективних джерел світла та автоматичних регулювальних пристроїв [11]. Однак застосування на практиці такого проекту лише частково розв'язує проблему економії електроенергії в житлово-комунальній сфері, оскільки для функціонування побутових приладів і освітлення приміщень мешканці будинків використовують електроенергію, що подається від центрального постачальника. Необхідно зазначити, що в даному випадку мешканці міста залежать від компаній монополістів, які постачають електроенергію і не зацікавлені в її економії.

Одним із напрямів економії електроенергії є використання відновлюваних джерел енергії, а саме сонячної енергії. Практичний досвід розвинених країн Європи та світу свідчить про те, що використання енергії Сонця дозволяє економити дорогу електроенергію, яка постачається в багатоквартирні будинки енергетичними компаніями. З цією метою широко використовують індивідуальні сонячні електростанції [11]. Для ефективного енергозбереження ринок пропонує різні варіанти сонячних батарей. Батарея призначена для прямого перетворення сонячної енергії в електричну, що здійснюється за допомогою фотоелектричних перетворювачів (ФЕП). Нами вперше була запропонована схема автономної системи освітлення місць загального користування на базі ФЕП (рис. 3.4), яка складається з таких елементів: модулі ФЕП, розподільник енергії, контролер заряду акумуляторних батарей (АКБ), інвертор-перетворювач напруги, шини, датчики руху та світлодіодні електролампочки [36].

Контролер заряду АКБ забезпечує автоматичний заряд акумуляторних батарей, а також здійснює контроль і стабілізацію струму та напруги при виході з ФЕП. У денний час доби при повному зарядженні АКБ забезпечується переключення виходу з ФЕП безпосередньо на інвертор.

У нічний час доби або у мало хмарну погоду, контролер АКБ комутує вихід збірок АКБ на інвертор залежно від контролюючих сигнальних значень освітленості. Інвертор забезпечує перетворення рівнів напруги і струму з 12-45 В до 220 В частотою 50 Гц, а також перетворює постійний струм у змінний. Коефіцієнт ефективності перетворення інвертора складає 90–95%.



**Рис. 3.4. Схема живлення електричною енергією місць загального користування:**

**1 – сонячні батареї; 2 – розподільник енергії; 3 – акумуляторні батареї; 4 – інвертор-перетворювач напруги; 5 – шини; 6 – датчики руху; 7 – світлодіодні електролампочки.**

Від розподільника струм передається до датчиків, які керують роботою світлодіодних ламп.

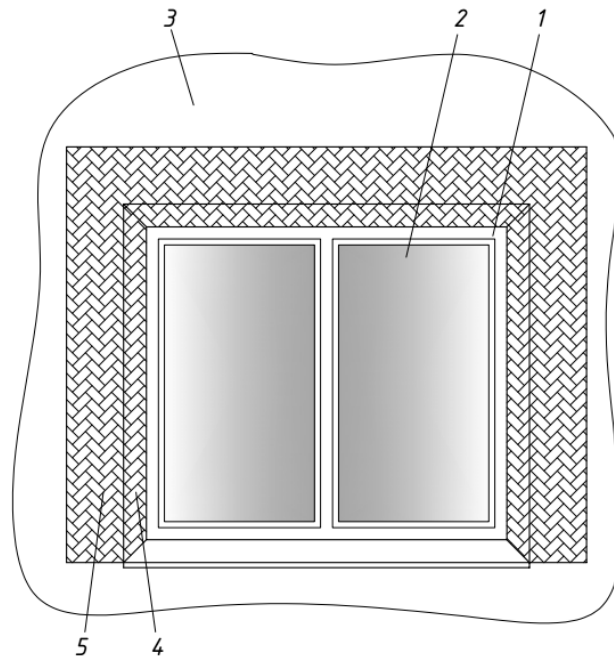
Схема автономної системи освітлення місць загального користування на базі ФЕП захищена патентом України на корисну модель № 79185 [36].

Для забезпечення електроенергією мешканців мікрорайону міста, що обслуговується, підприємством ЖКГ, нами вперше було запропоновано використання сонячних панелей на бокових відкосах віконного блока, а також на торцевій поверхні стін будинків, що знаходяться на південній стороні. Інноваційне рішення «Сонячна панель віконного блока» підтверджене патентом на корисну модель № 97086 [54].

Інноваційний проект передбачає використання екологічно чистих і автономних джерел освітлення. У процесі його реалізації відбувається перетворення світлового випромінювання і сонячної радіації в електричну енергію, її акумулявання та відтворення в світловому спектрі через сонячні панелі, які розташовані на зовнішній поверхні стіни будинку та по периферії вікна. Сонячні панелі можуть виконуватися з різним візерунком зовнішньої поверхні, а також з різними кольоровими відтінками. Це дозволяє більш повно використовувати сонячну енергію та ефективно здійснювати експлуатаційні та ремонтні роботи, водночас покращити дизайн будинку. На рисунку 3.5 зображено сонячну панель віконного блока на фоні фасаду будинку.

Сонячна панель віконного блока містить віконну раму 1, у міжрамковому просторі якої встановлений склопакет 2, а сама рама закріплена у віконному отворі стіни будинку 3. На бокових відкосах віконного блока, а також на торцевій поверхні стіни будинку рівномірно навколо вікна закріплені бокові 4 та торцеві 5 сонячні панелі.

Одержані результати свідчать про те, що для освітлення місць загального користування типового багатоквартирного будинку протягом року витрачається 24484,8 кВт×год електроенергії.



**Рис. 3.5. Сонячна панель віконного блока:**

**1 – віконна рама; 2 – склопакет; 3 – віконний отвір стіни будинку;  
4 – бокові сонячні панелі; 5 – торцеві сонячні панелі.**

Попередньо проведені нами дослідження показали, що при встановленні світлодіодних світильників із вмонтованими датчиками руху можна зекономити значну кількість електроенергії. При використанні світлодіодних світильників із вмонтованими датчиками руху для типового будинку обсяг споживання електроенергії становитиме 168 кВт×год у рік, а це дозволяє використати автономну систему освітлення потужністю сонячного масиву – 1000 Вт. Така система виробляє 1098,6 кВт×год електроенергії в рік і зможе забезпечити електроенергію для освітлення місць загального користування в побутовому секторі (табл. 3.6).

Проведені нами економічні розрахунки показали, що затрати на встановлення системи з фотоелектричним перетворювачем і світлодіодними світильниками, з вмонтованими датчиками руху, окупляться через 7 років.

Таблиця 3.6

**Споживання електроенергії у типовому багатоповерховому будинку для освітлення місць загального користування**

| Об'єкт                   | Спожита електроенергія, кВт×год | Вартість електроенергії, грн. | Спожита електроенергія світлодіодним світильником із датчиком руху, кВт×год | Окупність встановлення автономної системи, роки. |
|--------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---|--|
| Багатоквартирний будинок | 24484,8                         | 20064,4                       | 168   | 7  |

Відповідно до Закону України «Про електроенергетику» передбачено, що оптовий ринок електричної енергії України у кожному розрахунковому періоді зобов'язаний купувати у суб'єктів господарювання, яким встановлено «зелений» тариф, та здійснювати повну оплату вартості електричної енергії, виробленої на об'єктах електроенергетики з альтернативних джерел енергії [72].

«Зелений» тариф встановлюється національною комісією, яка здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг на електричну енергію, вироблену на об'єктах енергетики, у тому числі на введених в експлуатацію електричних станцій із альтернативних джерел енергії. Для сонячних електростанцій, розміщених на даху він становить 0,172 євро за кВт×год.

«Зелений» тариф – це спеціальний тариф, за яким закуповується електрична енергія, вироблена на об'єктах електроенергетики, у тому числі з альтернативних джерел енергії [72]. В межах дії цього Закону державна політика в електроенергетиці базується на принципі сприяння розвитку альтернативної енергетики шляхом встановлення «зеленого» тарифу та оплати електростанціям, які виробляють електричну енергію з використанням альтернативних джерел, всієї виробленої ними електричної енергії в повному обсязі у грошовій формі, без застосування будь-яких видів заліків погашення заборгованості за електроенергію.

Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики та комунальних послуг постановила: встановити «зелений» тариф на електричну енергію для приватних домогосподарств, які виробляють

електричну енергію з енергії сонячного випромінювання об'єктами електроенергетики, що встановлені на дахах або фасадах приватних будинків, будівель і споруд, величина встановленої потужності яких не перевищує 30 кВт, які введені в експлуатацію:

- з 01 січня 2016 року по 31 грудня 2016 року – 481,70 коп/кВт×год
- з 01 січня 2017 року по 31 грудня 2019 року – 458,50 коп/кВт×год;
- з 01 січня 2020 року по 31 грудня 2024 року – 412,11 коп/кВт×год;
- з 01 січня 2025 року по 31 грудня 2029 року – 367,08 коп/кВт×год.

Електроенергія за «зеленим» тарифом може бути продана Державному підприємству «Енергоринок» (яке зобов'язане закуповувати електроенергію, вироблену з відновлюваних джерел) або напряму споживачам. Однак в останніх відсутні будь-які економічні та регуляторні стимули на закупівлю електроенергії за підвищеними «зеленими» тарифами.

Діаграма зміни величини генеруючої потужності сонячних батарей і спожитої електроенергії залежно від пори року, представлена на рисунку 3.6.



**Рис. 3.6. Зміна величини генеруючої потужності сонячних батарей і спожитої електроенергії залежно від пори року: 1 – січень – 12 – грудень**

Аналіз результатів зміни величини генеруючої потужності залежно від пори року свідчить про те, що найбільша потужність сонячних батарей припадає на 5–8 місяці року, в яких світловий день є найбільшим, а споживання

електроенергії для освітлення місць загального користування є найбільшим в зимову пору року.

В зв'язку зі збільшенням світлового дня використання електроенергії для освітлення місць загального користування в літні місяці мінімальне.

Встановлено, що підприємство має можливість продавати надлишок генеруючої потужності сонячної електроенергії за «зеленим» тарифом і одержати прибуток 4827 грн. (табл.3.7).

Таблиця 3.7

**Вартість проданої сонячної електроенергії за «зеленим» тарифом**

| <b>Багатоквартирний будинок</b> | <b>Генерація, кВт×год</b> | <b>Споживання електроенергії, кВт×год</b> | <b>Дохід, грн.</b> |
|---------------------------------|---------------------------|---|--------------------|
| Разом                           | 1100                      | 168                                       | 4827               |

Запропонована автономна сонячна електростанція виробляє 1098,6 кВт×год електроенергії. Водночас для забезпечення освітлення місць загального користування світлодіодними світильниками з вмонтованими датчиками руху необхідно 168кВт×год електроенергії.

Надлишок електричної енергії обсягом 932 кВт×год може бути проданий за «зеленим» тарифом Державному підприємству «Енергоринок».

Це дасть можливість використати одержані кошти на покриття витрат, пов'язаних із придбанням та встановленням сонячної електростанції, тим самим зменшити термін її окупності з 7 до 5 років [11].

Необхідно зазначити, що на сьогоднішній день уся світова енергетика розвивається в напрямі використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Промислово розвинені країни світу планують у першій половині ХХІ століття збільшити долю ВДЕ в загальному енергетичному балансі до 50% [69]. У порівнянні з різними видами ВДЕ сонячна енергія має низку переваг, а саме: їхня невичерпність, нешкідливість для довкілля, відсутність необхідності у видобуванні, переробці та транспортуванні палива, не має потреби в охолодженні, відсутність відходів (золи та продуктів розпаду), не має потреби в дефіцитних високотемпературних матеріалах, за винятком сонячних концентраторів тепла, можуть працювати без обслуговування та не має потреби у транспортуванні енергії.

Таким чином, використання сонячної енергії дасть можливість підприємствам частково стати незалежними від генеруючих компаній і зовнішніх умов та забезпечити освітлення місць загального користування. Впровадження автономних систем освітлення сприяє скороченню витрат, які

пов'язані з обслуговуванням світлотехнічних приладів, а продаж надлишкової електроенергії передбачає отримання стабільного пасивного доходу.

### **3.3. Мотиваційний механізм енергозбереження на підприємстві**

З метою забезпечення ефективності впровадження енергозберігаючих заходів організаційно-економічним механізмом передбачено економічне стимулювання та службове заохочення працівників підприємства за досягнення проектного рівня енергоефективності.

Стимулювання енергозбереження в Україні здійснюють шляхом надання податкових пільг підприємствам, виробникам енергозберігаючого устаткування, техніки і матеріалів, засобів вимірювання, контролю та управління витратами паливно-енергетичних ресурсів, а також виробникам устаткування, які забезпечують застосування у виробничих процесах нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива. Підприємствам надається пріоритетне кредитування заходів для забезпечення раціонального використання та економії паливно-енергетичних ресурсів і встановлення підвищених норм амортизації енергозберігаючих основних фондів. Юридичним і фізичним особам також надаються субсидії, дотації, податкові, кредитні та інші пільги для стимулювання використання енергозберігаючих технологій, устаткування та матеріалів.

Усі фінансові стимули загалом охоплюють два напрямки – економічне використання традиційних енергетичних ресурсів і розвиток альтернативної енергетики. Основними інструментами стимулювання розвитку відновлюваної енергетики в Україні є: встановлення «зеленого» тарифу на електричну енергію, вироблену з альтернативних джерел, та надання митних і податкових пільг.

На сьогодні можна стверджувати, що в бюджетній сфері немає ефективних стимулів щодо енергозбереження. Навпаки, існуюча практика зменшення видатків із бюджету на утримання бюджетних установ, які зменшили споживання енергоносіїв та зекономили кошти внаслідок реалізації енергозберігаючих програм, не стимулює керівництво і працівників цих установ до подальшого енергозбереження. Адже установа не отримує зекономлених коштів і не має права ними розпоряджатися. Найкращим варіантом могло б стати створення механізму реалізації енергозберігаючих проектів у бюджетній сфері, використовуючи як кошти державного бюджету, так і приватні інвестиції з поверненням коштів завдяки отриманій економії паливно-енергетичних ресурсів. Оскільки значну частку енергоносіїв споживає побутовий сектор, то необхідні дієві стимули до енергозбереження, які держава

гарантуватиме населенню. В Україні за останні десятиліття склалася така ситуація, при якій житлово-комунальні господарства за природні енергетичні ресурси платили за заниженою ціною. Наприклад, населення за газ платило у 5 разів менше, ніж промисловість, а споживало близько 40 % природного газу. Витрати населення на енергоносії субсидіювала держава. Тому нещодавне підвищення їх вартості стало одним із стимулів ефективнішого використання енергоносіїв.

Прикладом використання цінового інструменту у стимулюванні енергозбереження також є диференціація вартості енергоносіїв залежно від обсягу їх споживання. Насамперед це стосується електроенергії. В Україні сьогодні діють різні тарифи на електроенергію для населення при використанні багатозонних лічильників, які дають змогу сплачувати на 50% менше за електроенергію, спожиту вночі. Однак для значної частини населення вартість встановлення таких лічильників є вагомим, тому вони поки що не набули масового застосування. Наша держава є однією з небагатьох країн світу, де досі можливе споживання енергоносіїв без прямого обліку споживання, що базується на середніх нормах споживання ресурсів на площу помешкання чи одну особу.

Зменшення споживання енергетичних ресурсів, поліпшення екологічної ситуації, зниження постійних витрат підприємства ЖКГ і, як наслідок, підвищення рентабельності можна досягнути шляхом впровадження енергозберігаючих заходів. Інвестування в енергозбереження є вигідне для підприємств, тому що одночасно зі зростанням прибутковості вирішуються питання екології, поліпшення внутрішнього мікроклімату, зменшення соціальної напруженості та інше. Реалізація енергозберігаючих заходів потребує зацікавленості менеджменту підприємства, мотивації персоналу, наявності кваліфікованих кадрів, фінансових можливостей та інших чинників [25].

Економічний механізм мотивації впровадження енергозберігаючих технологій у ЖКГ ґрунтується на положеннях законодавчого та нормативного забезпечення енергозбереження, державного контролю і регулювання, які відповідають вимогам зниження енергоємності житлово-комунальних послуг. Все це вимагає державної інвестиційної та фінансової підтримки енергозбереження шляхом створення фондів енергозбереження для фінансування відповідних проектів і програм розвитку самоінвестування. Ціноутворення повинно відображати дійсне співвідношення витрат на виробництво, транспортування енергоносіїв і платоспроможність споживачів.

Ефективне управління і самоврядування має сприяти раціональному використанню енергії, інформаційному забезпеченню та популяризації



передового національного та зарубіжного досвіду, навчання виробничого персоналу і населення щодо економного використання енергоресурсів при обслуговуванні та експлуатації житлового фонду.

Сучасна наука володіє низкою наукових теорій, які описують мотиваційні аспекти та їх вплив на працівника. Найважливішими мотивами є фінансові, коли вплив на людину здійснюється завдяки матеріальним заохоченням. Але як показали дослідження, людина матеріально вмотивована тільки до досягнення певного рівня благополуччя, після чого одними фінансовими інструментами збільшити трудовий потенціал дуже важко. Таким чином, формується певна сукупність факторів, які дозволяють впливати на мотиваційний механізм людини через його потреби.

Теорія мотивації Маслоу [59] ґрунтується на потребах людини, які можна згрупувати і представити у вигляді ієрархії. До основних потреб належать: фізіологічні потреби, потреби у безпеці та впевненості у майбутньому, потреби визнання та поваги, належності до певної соціальної групи, потреби у самовираженні. Але задоволення першочергових потреб не завжди приводить до потрібного результату, потреби високого рівня впливають на потреби більш низьких рівнів, але рух від потреби до потреби завжди відбувається лише знизу догори. Потреби проявляються по-різному залежно від багатьох чинників. Альдефер [85] пропонував групувати потреби на потреби існування, зв'язку та росту і рух між потребами відбувається в обидві сторони. Мак-Клелланд [57] розглядає людські потреби більш високих рівнів і пропонує їх поділяти на потреби досягнень, співучасті і влади.

Велику увагу менеджменту підприємства необхідно приділяти збереженню мотивації у працівника, тому що несправедливий або непрозорий розподіл матеріальних заохочень між працівниками призведе до зниження мотивації, а в деяких випадках і до зворотного ефекту – ображений несправедливістю працівник підприємства може навмисно шкодити. Проблеми професійної мотивації стали темою праць Мак-Грегора [92]. Для уникнення цих проблем деякими вченими пропонується залучати працівників до управління підприємством і, таким чином, формувати у них повну картину процесів, що відбуваються. Обізнаність у проблемах і успіхах, участь у перерозподілі фінансів дозволить працівникам уникнути проблем пов'язаних з несправедливістю.

Напрямок мотивації у сфері енергозбереження є відносно новим і потребує значної уваги зі сторони вчених, що займаються питаннями енергозбереження та енергоефективності.

На підставі проведених досліджень авторами запропоновано блок-схему формування мотиваційного механізму для працівників підприємства в процесі впровадження заходів із енергозбереження (рис. 3.7).



*3.7. Застосування мотиваційного механізму на підприємстві*

Метою формування мотивації є стимулювання та підтримка поведінкової активності працівників у напрямку енергозбереження, що в свою чергу призводить до зростання прибутку підприємства внаслідок впровадження заходів із енергозбереження. Після інформування працюючих щодо заходів енергозбереження, які обрані для впровадження, колектив підприємства зобов'язаний сприяти їх реалізації та чітко дотримуватися вказівок керівництва.

У випадку систематичного ігнорування поставлених задач і нерационального використання енергії керівництво підприємства може накладати стягнення у вигляді штрафів, залишення без премій, обговорення провини працівника на колективних зібраннях. При злісному нехтуванні пропонується пониження працівника у посаді, переведення на іншу роботу, винесення догани, а в особливих випадках – звільнення із займаних посад.

Політика економії електроенергії на підприємстві вимагає комплексного та цілеспрямованого підходу, який повинен передбачати стимулюючі та заохочувальні заходи.

Одним із найбільш ефективних заходів, що сприяє підвищенню рівня енергозбереження на підприємстві, є запровадження такої системи оплати праці працівникам, яка буде спонукати їх до економії енергоресурсів.

В умовах ринкової економіки підприємство має значно більші права в сфері господарської діяльності і може матеріально стимулювати своїх співробітників за результати роботи, зокрема за економію енергоресурсів, а також притягувати їх до фінансової відповідальності за перевитрати енергоносіїв. Однак на підприємствах така практика не має широкого застосування.

На сьогоднішній день законодавством передбачено матеріальне стимулювання колективів і окремих працівників підприємств, організацій та установ за економію енергетичних ресурсів в суспільному виробництві стимулювання персоналу підприємства за економію енергоресурсів [74]. Кошти, використані підприємством для матеріального стимулювання за економію енергоносіїв, зараховуються до валових витрат. Загальна сума коштів, що спрямовуються на матеріальне стимулювання, не повинна перевищувати 30 % вартості зекономлених енергоресурсів. Підставою для матеріального стимулювання трудових колективів і окремих працівників підприємства є розрахунок вартості зекономлених енергоносіїв. Розрахунок проводиться за даними бухгалтерської звітності з використанням як допоміжної інформації даних оперативного обліку в підрозділах підприємства. Для підприємств обов'язковою умовою застосування цього Положення є наявність

затверджених у встановленому порядку питомих норм витрат паливно-енергетичних ресурсів.

Економією енергоресурсів вважаються як пряма економія енергоносіїв на технологічні потреби, так і економія енергоносіїв, витрачених на надання послуг, але на практиці це положення не застосовується.

Ефективність системи матеріального стимулювання енергозбереження охоплює низку принципів, які покладені в її основу, а саме [66]:

- матеріальна зацікавленість персоналу підприємства в економії енергоресурсів;

- комплексна оцінка діяльності підрозділів підприємства щодо одержаних результатів економії енергоносіїв;

- вдосконалення процесів використання енергоресурсів підрозділами підприємства з метою енергозбереження;

- техніко-економічне обґрунтування норм витрат енергоресурсів і затвердження планів щодо їх покращення;

- матеріальна відповідальність працівників підприємства за невиконання заходів щодо економії енергоресурсів і їх неефективне використання.

У системі матеріального стимулювання енергозбереження повинно бути передбачено, що величина оплати залежить від результатів економії енергоресурсів персоналом підприємства. З метою виявлення та реалізації як поточних, так і перспективних резервів економії енергоносіїв необхідно провести аналіз чинників, які впливають на енергозбереження, оскільки діяльність, яка направлена на економію енергоресурсів, створює умови для використання коротко- і довготермінових резервів енергозбереження та підтримує економічну стійкість підприємства. Для успішного існування на ринку підприємство повинно реалізовувати політику енергозбереження і це є його стратегічним завданням, оскільки постійно не вистачає інвестиційних коштів на проведення енергозберігаючих заходів. З огляду на те, доцільним є, на нашу думку, акумулювання коштів, які одержані від економії енергоресурсів, у спеціальний фонд енергозбереження. Він слугуватиме джерелом для фінансування енергозберігаючих заходів. Створення на підприємстві фонду енерго- та ресурсозбереження забезпечить економічну базу для проведення комплексу робіт із енергозбереження. Утворення такого фонду на підприємстві буде сприяти [11]:

- акумулюванню коштів для впровадження енергоефективних проектів і реалізації програм із енергозбереження;

- стимулюванню персоналу підприємства за впровадження енергозберігаючих заходів;
- покращенню матеріально-технічної бази енергетичної служби підприємства;
- фінансуванню науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, присвячених проблемі енергозбереження;
- поверненню банкам кредитів, одержаних для впровадження енергозберігаючих заходів.

Таким чином, наявність на підприємстві фонду енергозбереження дозволить вирішити низку виробничих задач.

Економічне стимулювання впровадження енергозберігаючих заходів на підприємстві визначається механізмом економічного стимулювання [91].

В ході дослідження сформовано низку термінів, які мають наступне значення, зокрема:

*система економічного стимулювання енергозбереження* – це система організаційних, технічних, нормативно-правових та інших відносин між місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами житлово-комунального господарства, енергосервісними компаніями та іншими учасниками економічного стимулювання цих підприємств до реалізації енергозберігаючих заходів, яка базується на багатосторонніх договірних засадах;

*фонд енергозбереження підприємств* – це спеціальний (цільовий) фонд підприємства, який має окремий рахунок (або субрахунок) у межах фінансових ресурсів підприємства, призначених для покриття витрат, пов'язаних із реалізацією інвестиційних енергозберігаючих заходів;

*енергосервісна компанія* – це суб'єкт господарювання, що здійснює енергозберігаючі заходи в рамках договору енергоефективного підряду повністю чи частково за рахунок власних, позикових або залучених коштів і забезпечує гарантоване досягнення економії паливно-енергетичних ресурсів упродовж терміну реалізації енергозберігаючих заходів;

*термін реалізації енергозберігаючих заходів* – це відрізок часу, визначений договором енергоефективного підряду, впродовж якого кошти, отримані від економії, будуть використовуватися як стимул для впровадження цих заходів. Термін розпочинається з дати початку реалізації енергозберігаючих заходів і закінчується на момент виконання сторонами умов договору;

*кредитування енергозберігаючих заходів* – це довготермінове кредитування енергозберігаючих заходів під майбутні доходи, що має одержати підприємство, за рахунок яких забезпечуватиметься повернення кредиту, яке передбачає як оцінку заходів щодо їх фінансової самоокупності, так і практичної реалізації;

*економія енергоресурсів* – це розрахункова величина, яка визначається підприємством в цілому або в окремій дільниці як відносне скорочення витрат паливно-енергетичних ресурсів, що виявляється у зниженні їх питомих витрат на виробництво продукції або надання послуг встановленої якості.

На прикладі багатоквартирного будинку (9 поверхів і 9 під'їздів), нами запропоновано метод стимулювання економії електроенергії загального користування мешканцями мікрорайону міста [11], шляхом зменшення оплати за послуги, що надаються підприємством ЖКГ, який визначається за формулою 3.11.

$$C_q = (B_1 - B_2) / N, \quad (3.11)$$

де  $C_q$  – стимулюючий чинник, грн.;

$B_1$  – річна вартість електроенергії з використанням лампочки розжарювання, грн.;

$B_2$  – річна вартість електроенергії з використанням світлодіодних датчиків руху, грн.;

$N$  – кількість квартир, шт.

Таким чином, заощаджені кошти можуть бути направлені керівництвом житлово-комунального підприємства на зменшення квартплати, що є особливо вагомим для малозабезпечених верств населення [74].

Економічне стимулювання реалізації енергозберігаючих заходів на підприємствах здійснюється із врахуванням таких чинників:

- залучення пільгового кредитування, компенсації позикового відсотка, надання субсидій, капітальних трансфертів тощо, а також надходжень місцевого бюджету;

- використання фінансових, матеріальних, інтелектуальних ресурсів енергосервісних компаній та інших учасників до фінансування енергозберігаючих заходів із поверненням вкладених ними коштів унаслідок отриманої економії енергоресурсів;

- підвищення ефективності використання власних ресурсів підприємства шляхом впровадження спеціального порядку реалізації самоокупних енерго-

зберігаючих заходів, які забезпечують економію енергоресурсів, що перевищує витрати на реалізацію цих заходів;

- здійснення місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, дієвого управління та контролю за потоками грошових і капітальних активів, спрямованих на реалізацію енергозберігаючих заходів на підприємстві у межах створеної місцевої системи економічного стимулювання енергозбереження;

- гарантування енергосервісним компаніям і іншим учасникам фінансування енергозберігаючих заходів погашення зобов'язань, пов'язаних із залученням інвестицій і позикових коштів в енергозбереження;

- встановлення на період дії програми енергозбереження рівня цін і тарифів, що забезпечують відшкодування витрат на залучення інвестицій, які направлені на енергозберігаючі заходи.

Отже, тільки органічне поєднання згаданих вище чинників забезпечить економічне стимулювання процесу проведення енергозберігаючих заходів на підприємстві.

Поряд із економічним стимулюванням працівників підприємства щодо проведення енергозберігаючих заходів перспективним, як свідчать результати наших досліджень, є застосування сучасних світлотехнічних і автоматичних пристроїв. Вони дозволяють зекономити велику кількість електроенергії, що витрачається на освітлення місць загального користування багатоквартирних будинків, а також підвищити екологічний стан довкілля шляхом зменшення маси викидів шкідливих речовин у повітря та навантаження на внутрішньобудинкові електромережі, особливо в зимовий період року.

Проведений об'єм досліджень свідчить про те, що використання складових елементів організаційно-економічного механізму енергозбереження на підприємстві сприятиме підвищенню енергоефективності, яка може бути реалізована внаслідок застосування енергоощадливих технологій, економічних методів стимулювання, екологічного аспекту енергозбереження та застосуванням сонячної енергетики (рис. 3.8).

На підставі проведених досліджень можна зробити висновок, що енергозбереження на підприємствах реалізується, шляхом використання складових організаційно-економічного механізму.

Зокрема, впровадження енергозберігаючих технологій, які передбачають використання інвестиційно-інноваційних проектів, із застосуванням ефективних світлотехнічних пристроїв для освітлення місць загального користування.

## ПІДПРИЄМСТВО ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА

### Мотиваційні механізми:

- зменшення питомої енергоємності праці працівників підприємства; стимулювання працівників за економію електроенергії;
- накладення штрафів на працівників, залишення їх без премії, винесення догани, повторне прослуховування лекцій із енергозбереження.

### Енергоощадливі технології:

- застосування датчиків руху;
- встановлення світлодіодних джерел освітлення;
- використання світлодіодних світильників із захисним покриттям;
- встановлення світильників із датчиками руху.

### Екологічний аспект енергозбереження:

- зменшення шкідливих викидів у довкілля;
- покращення якості освітлення місць загального користування;
- зменшення шкідливого впливу на здоров'я працівників.

### Застосування сонячної енергетики:

- використання автономної сонячної електростанції;
- генерація сонячної електроенергії; продаж надлишку електричної енергії за «зеленим тарифом» місцевим електромережам.

*Рис. 3.8. Складові елементи організаційно-економічного механізму енергозбереження на підприємстві*

Мотиваційний механізм передбачає зменшення питомої енергоємності праці при наданні послуг, а також стимулювання та стягнення з працівників підприємства. Екологічний аспект відіграє важливу роль у процесі енергозбереження та досягається шляхом зменшення маси викидів шкідливих речовин у довкілля. Одним із напрямів ефективного енергозбереження є використання відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячної енергетики. Сонячні батареї забезпечують освітлення місць загального користування, а надлишок електроенергії підприємство може продавати за «зеленим» тарифом. Впровадження таких складових організаційно-економічного механізму сприятиме зростанню прибутку підприємства та підвищенню його енергоефективності.



## **РОЗДІЛ 4. ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ. СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА**

### **4.1. Сонячні енергетичні установки та їх конструктивні особливості**

Приймаючи до уваги природно-екологічні та економічні чинники, енергоефективність стає важливим критерієм функціонування енергетичного ринку, який охоплює такі складові: енергозбереження, енергодостатність, універсальність, енергоприйнятність, безперервність, безпечність і стійкість. Висока енергоємність української продукції зумовлена марнотратним витрачанням паливно-енергетичних ресурсів внаслідок відставання нашої промисловості від рівня країн ЄС і високим ступенем зношеності основних фондів (70%). Стратегічними напрямками енергоефективної політики України повинні бути:

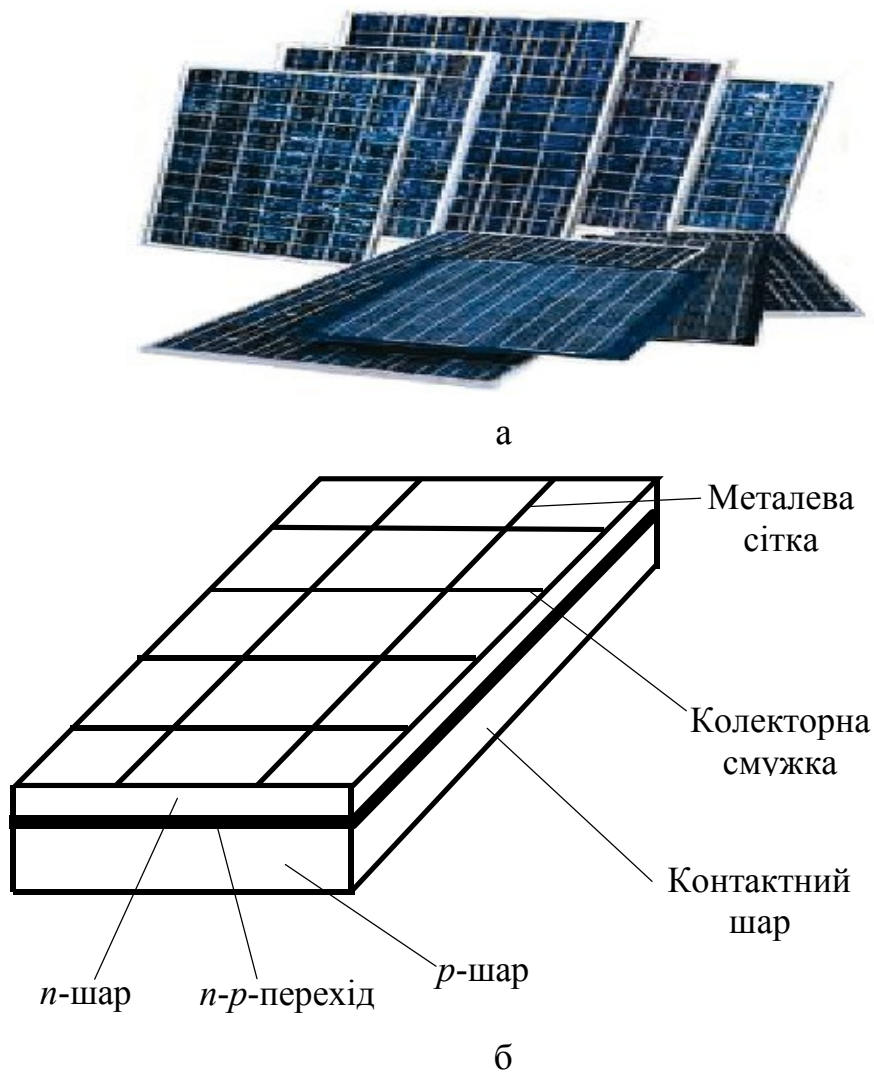
- збільшення обсягів власного видобутку нафти і газу на основі нових технологій;
- модернізація транспортної інфраструктури;
- диверсифікація енергоносіїв;
- зменшення частки енергоємних виробництв і формування світогляду економіки енергоресурсів у суспільстві.

Кількість енергії, що надходить за тиждень від Сонця до поверхні Землі, перевищує енергію одержану від світових запасів нафти, газу, вугілля та урану. В зв'язку з тим, розвиток сонячної енергетики є одним із першочергових завдань сьогодення. Сонячна енергетика та енергозбереження – це є загальносвітова тенденція. Лідерами за обсягами генерації сонячної електроенергії до недавня були Німеччина, США і Великобританія, а вже в 2015 р. їх випередили Японія і Китай. В перспективі очікується, що в 2017 р. Індія стане другою країною в світі за обсягами виробництва сонячної електроенергії. Активно розвивається сонячна енергетика в Мексиці, Чилі, Австралії, Бразилії, Пакистані [64]. За останні тридцять років вартість електроенергії, яку отримують від сонячних батарей, зменшилась більш ніж у сто разів. Сонячні енергопанелі для встановлення на даху і стінах будинків вже випускаються серійно і є у вільній продажі. Наприклад, у Німеччині діє урядова програма, що надає податкові пільги виробникам сонячних батарей, які монтуються на дахах будинків. У США середньорічний приріст потужностей сонячної енергетики становить приблизно 30%. Україна за кліматичними

умовами належить до регіонів із середньою інтенсивністю сонячної радіації, кількість якої на одиницю площі протягом року становить 1000–1350 кВтхгод/м<sup>2</sup>. Реалізовані в останні роки експериментальні проекти показали, що в умовах України кожного року виробляється теплової енергії на 500–600 кВтхгод/м<sup>2</sup>. Приймаючи до уваги продуктивність сонячних установок для умов України, щорічні ресурси сонячного гарячого водопостачання та опалення можуть скласти 28 млрд. кВтхгод теплової енергії. Реалізація цього проекту дозволить заощадити 34 млн. тонн умовного палива (т.у.п.) на рік, оскільки на сьогоднішній день комунальне господарство України споживає щорічно близько 76 млн. т.у.п.

Швидкий розвиток сонячної енергетики дозволить демонополізувати ключові сегменти енергоринку та забезпечити його прозорість і прогнозованість, що сприятиме раціональному використанню енергоресурсів. Одним із напрямів економії електроенергії є використання сонячної енергії. Сонячна енергетика – це пряме перетворення сонячної радіації в електричну енергію за допомогою фотоелектричних перетворювачів. Досвід розвинених країн світу свідчить про те, що використання енергії Сонця дозволяє економити дорогу електроенергію, яка постачається генеруючими компаніями. З цією метою широко використовують індивідуальні сонячні електростанції [11]. Для ефективного енергозбереження ринок пропонує різні варіанти сонячних батарей, які за допомогою фотоелектричних перетворювачів (ФЕП) перетворюють сонячну енергію в електричну. Принцип дії їх ґрунтується на використанні внутрішнього фотоефекта в напівпровідниках і ефекту ділення фотогенерованих носіїв зарядів (електрони, дірки) або потенційним бар'єром типу метал – діелектрик – напівпровідник. Фотоефект відбувається в тому випадку, коли промінь світла падає на елемент, який складається з двох матеріалів із різними типами провідності (діркова або електронна). Промінь світла, попадаючи на такий матеріал, вибиває електрон із його середовища, внаслідок цього утворюється вільний від'ємний заряд і дірка. Це приводить до порушення рівноваги так званого *p-n*-переходу і в матеріалі виникає електричний струм. Чутливість фотоелемента залежить від довжини хвилі падаючого світла та прозорості верхнього шару елемента. В ясну сонячну погоду кремнієві елементи виробляють електричний струм силою до 25мА з напругою 0,5 В із 1см<sup>2</sup> площі елемента, тобто 12–13 мВт. Практична ефективність кремнієвих елементів досягає 20%. Кремнієві елементи з'єднують між собою і утворюють сонячну батарею. На сьогоднішній день промисловість серійно випускає сонячні батареї потужністю до 200Вт. Термін служби

фотоелектричної станції досягає 20–30 років, а експлуатаційні витрати мінімальні. Недоліком плоских кремнієвих фотоелементів для одержання електричної енергії є їх висока вартість (до 5 дол. США/Вт) та необхідність великих площ для розташування фотоелектростанції. Для підвищення ефективності фотоелектричного перетворювання як основний матеріал почали використовувати арсенід галія ( $\text{AsGa}$ ), який має значно менші фотоелектричні втрати ніж кремній. Лабораторні зразки сонячних елементів на основі арсеніда галія мають ККД до 40%. [48]. На основі арсеніда галія створені дво і три каскадні елементи з високою ефективністю роботи, які представлені на рис. 4.1.



**Рис. 4.1. Фотоелектричні панелі (а) та схема кремнієвого фотоелемента (б)**

Спеціалісти в галузі фотоелектричного перетворення сонячного випромінювання вважають, що найбільш перспективними будуть концентратори з  $k = 1000$ , які працюють із багато каскадними арсенідгалієвими сонячними елементами нового покоління [48]. Одним із ефективних способів використання

фотоелементів є фотоелектричний транспорт. На сьогоднішній день багато фірм працюють над створенням автомобілів на сонячних фотоелементах.

З метою вдосконалення фотоенергетики створюють концентратори фотоелементів. Система концентрації сонячної енергії складається безпосередньо з концентраторів і системи слідкування за положенням Сонця, оскільки концентратори сприймають тільки пряме сонячне випромінювання. Для створення концентруючих сонячних елементів використовують кремній.

«Фотогальванічні комірки» – це напівпровідникові фотоелементи, які призначені для перетворення світлового випромінювання у видимому та ближньому інфрачервоному спектральному діапазоні у електричний струм за допомогою явища внутрішнього фотоефекту. ФЕП перетворюють енергію за схемою: *енергія оптичного випромінювання → електрична енергія*. Основною характеристикою ФЕП є ефективність фотоелектричного перетворення. Коефіцієнт корисної дії (ККД) для промислових ФЕП є в межах від 7% до 18 %, а в лабораторних зразках він сягає 39–43%. Перевагами сонячних фотоенергетичних установок є [48]:

- доступність і невичерпність сонячного випромінювання як джерела енергії;

- повна екологічна безпека для довкілля;

- економічність використання ФЕП;

- мінімальне технічне обслуговування та висока надійність.

Водночас сонячні фотоелектричні системи, незважаючи на їх переваги, мають низку недоліків, а саме:

- залежність від погоди, часу доби та пори року, і як наслідок, необхідність акумуляції енергії;

- висока вартість конструкції (до 3–5 \$/1Вт потужності всієї системи), але цей показник постійно знижується;

- необхідність періодичного очищення поверхні від пилу та атмосферних опадів.

Однак, незважаючи на недоліки, переваг сонячних батарей значно більше і це було оцінено світовими розробниками новітніх технологій та оптоелектроніки. Нині у світі існує близько 700 компаній виробників сонячних панелей для промислового та побутового секторів.

На даний час широкого поширення отримали 3 види фотоелектричних перетворювачів і сонячних батарей на їх основі [76]:

- ФЕП на основі монокристалічного кремнію;

- ФЕП на основі полікристалічного кремнію;

- Тонкоплівкові ФЕП на основі аморфного кремнію (у вигляді тонкої плівки кремнію).

У більшості ФЕП основним елементом є аморфний кремній, який дозволяє досягати ККД до 7–12%. У якісних ФЕП, з яких будують промислові сонячні енергосистеми, використовується монокристалічний або полікристалічний кремній із технологічним ККД 17,3–18,7% (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

### Значення ККД для монокристалічних і полікристалічних ФЕП

| Тип ФЕП для сонячних батарей    | ККД фотоелектричного перетворення, % |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| Кремній монокристалічний        | 18,7                                 |
| Кремній полікристалічний        | 17,3                                 |
| Кремній тонкоплівковий          | 13,6                                 |
| Композиція – індій-телур-кадмій | 10,4                                 |

Різниця між монокристалічними та полікристалічними кремнієвими ФЕП складає 1–3% ККД. Це можна пояснити тим, що монокристалічні фотопластини більш толерантні до косих, а не ортогональних світлових промінів (краще сприймають розсіяне та кутове світло), середній виробіток у таких типах ФЕП практично однаковий, як і їх вартість.

Експлуатаційні характеристики різних типів фотоелектричних перетворювачів представлені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2

### Експлуатаційні характеристики фотоелектричних перетворювачів

| Тип ФЕП                              | Переваги   | Недоліки  | Область застосування  |
|--------------------------------------|--|---|---|
| 1                                    | 2  | 3   | 4   |
| На основі моно-кристалічного кремнію | - високий ККД (17 – 19 %);<br>- висока надійність (25-50 років роботи);<br>- стабільність параметрів протягом тривалого часу (падіння потужності до 80% після 25 років експлуатації) | - висока вартість (3 – 5 \$/Вт);<br>- низька технологічність;<br>- висока чутливість до рівня та кута джерела світла;<br>- висока енергозатратність технології виготовлення | 1) промислові сонячні енергосистеми;<br>2) сонячні електростанції;<br>3) системи живлення космічних апаратів;<br>4) високоякісні приватні сонячні енергосистеми |

| 1                                    | 2  | 3   | 4  |
|--------------------------------------|--|---|--|
| На основі полі-кристалічного кремнію | - низька вартість (2,1 – 2,8 \$/Вт);<br>- висока технологічність;<br>- стабільність параметрів | - низький ККД (15 – 17 %);<br>- низька стабільність експлуатаційних параметрів                            | 1) забезпечення якісних сонячних енергосистем;<br>2) малі електростанції;<br>3) розташування на дахах будинків;<br>4) фотоелектричні побутові пристрої |
| На основі аморфного кремнію          | - висока технологічність<br>- низька вартість (1,5 – 2,4 \$/Вт)                                | - низький ККД (7 – 11 %);<br>- нестабільність параметрів;<br>- низька надійність;<br>- ресурс 5 - 8 років | 1) застосування в приватних сонячних енергосистемах;<br>2) системи світлодіодного побутового освітлення;   |

Встановлено, що ФЕП на основі монокристалічного кремнію мають високий ККД (17–19%) і високу надійність (25–50 рр. роботи), однак мають більш високу вартість і меншу технологічність. Фотоелектричні перетворювачі на основі полікристалічного кремнію та аморфного кремнію мають високу технологічність і більш низьку вартість порівняно з ФЕП на основі монокристалічного кремнію.

Однак ці типи фотоелектричних перетворювачів мають низький ККД і нестабільність експлуатаційних параметрів, а ФЕП на основі аморфного кремнію мають низьку надійність і короткий термін служби [93].

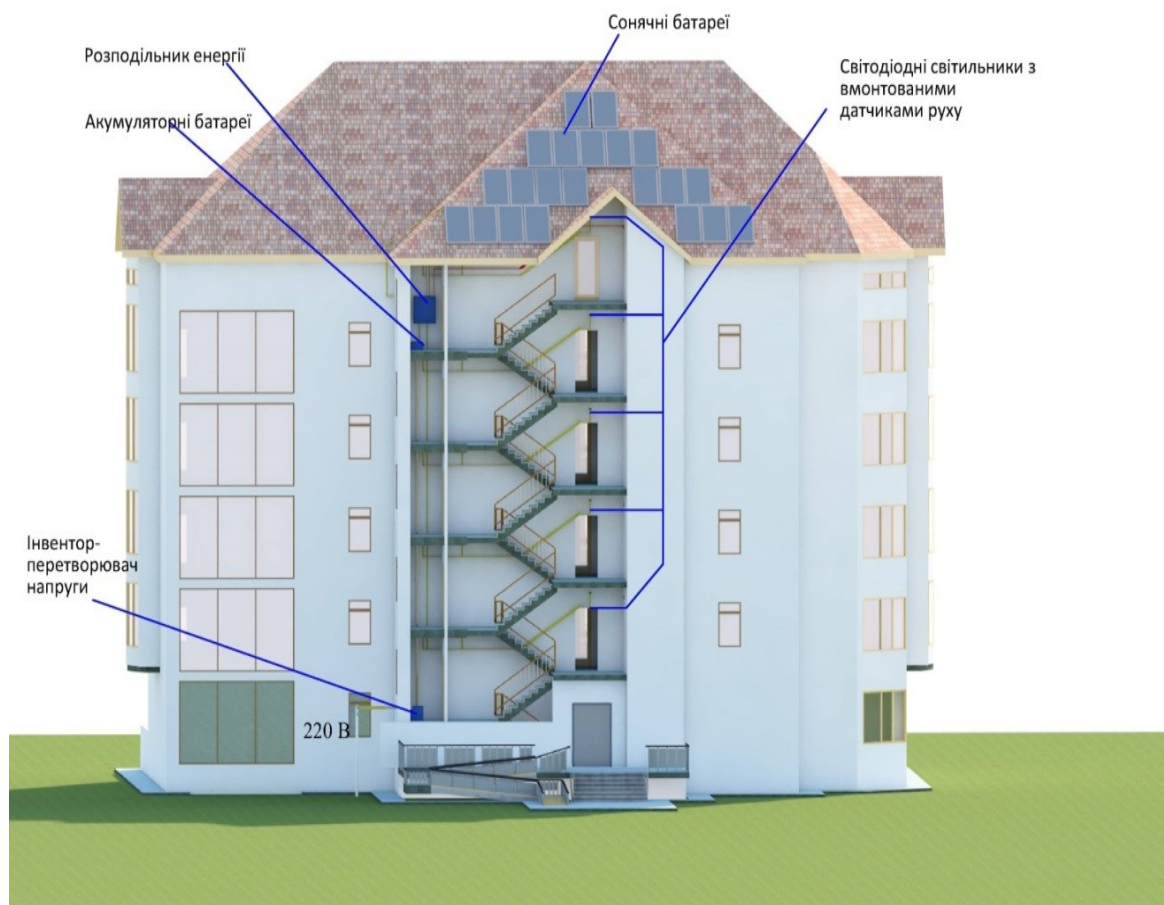
У Південній Кореї була розроблена принципово нова RGB-технологія тонкоплівкових модулів, яка може сприяти їх масовому поширенню внаслідок зменшення вартості модулів та збільшення їх енергоємності. Сонячні елементи складаються з 3 кольорових шарів наногранул із диоксиду титану. Завдяки кількості шарів нові сонячні елементи можуть збирати видиме світло в трьох найбільш активних спектральних областях довжин хвиль – червоній, синій і зеленій. У результаті сонячні фотоелементи виробляють електроенергії майже в 1,5 рази більше, ніж звичайні тонкоплівкові фотоелектричні панелі. Високе світлопропускання дозволяє їх розташовувати на дахах і вікнах житлових будинків, що не перешкоджає природному освітленню. Для створення цих елементів використовувався метод хроматографії і зовсім не використовується кремній. Це робить виробництво недорогим і не залежним від вичерпних природних ресурсів. Товщина готової плівки складає всього 20 нанометрів, вона здатна забезпечити до 30 міліампер електроенергії з кожного квадратного сантиметра. ККД ФЕП на основі RGB-технології складає 25–27% [11].

На підставі порівняльного аналізу експлуатаційних характеристик фотоелектричних перетворювачів, для освітлення місць загального користування, авторами були запропоновані ФЕП на основі монокристалічного кремнію. Кожний модуль сонячної батареї складається з 36, 72 або 96 окремих елементів.

Приведені схеми сонячних батарей для промислового та побутового використання найчастіше застосовуються у вигляді модульних конструкцій, які монтуються на технологічних площадках і дахах будівель (рис. 4.2; рис. 4.3).

Залежно від ККД матеріалу, різні типи сонячних панелей будуть мати різні робочі площі для отримання одного для всіх умовного значення потужності.

Промислові батареї збираються з окремих елементів, які з'єднуються провідниками.



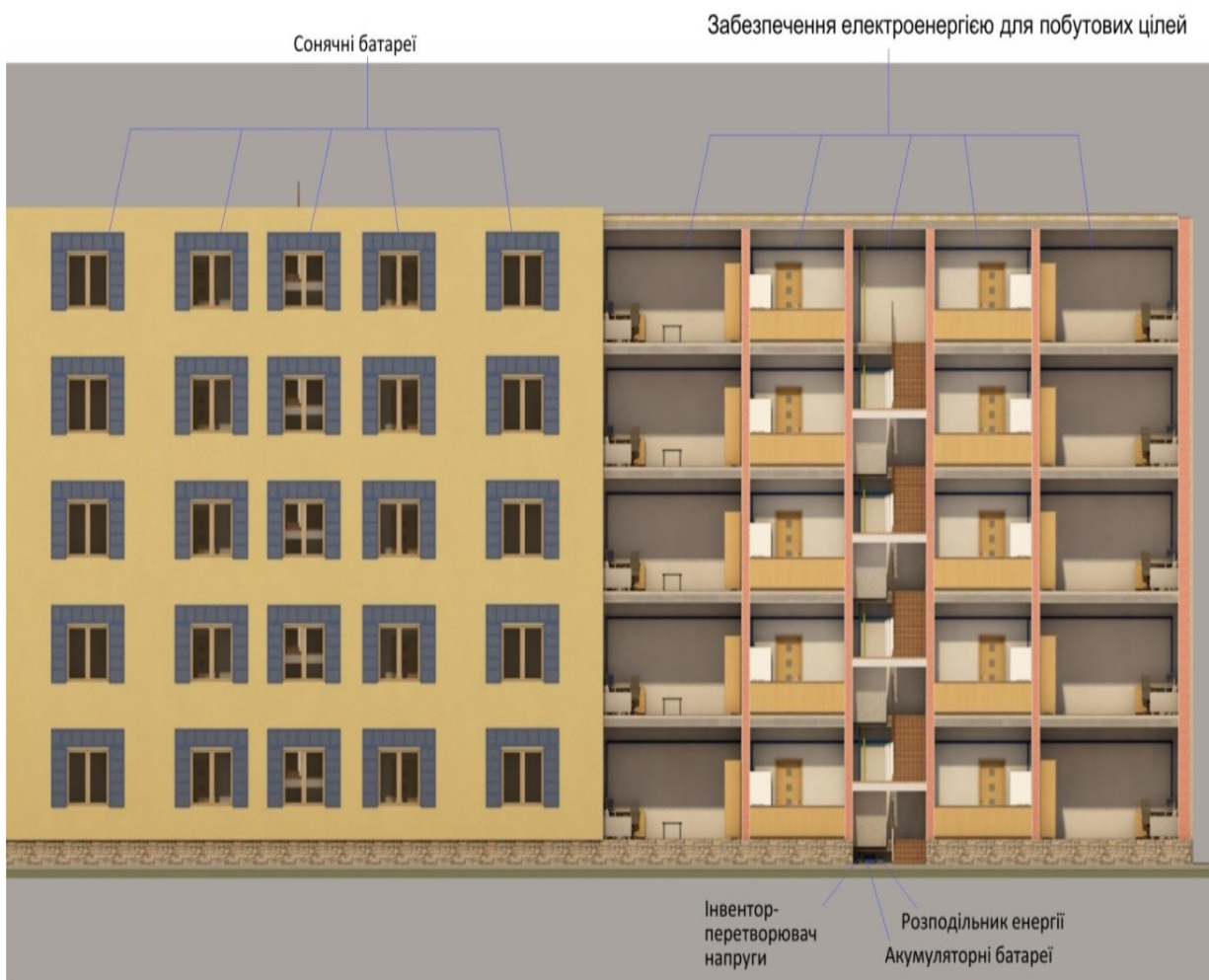
**Рис. 4.2. Схема розміщення сонячних батарей потужністю до 1 кВт×год на даху багатоквартирного будинку**



Їх розміщують між скляними пластинами та захисною полімерною плівкою.

Тонкоплівкові елементи випускають у готових герметичних корпусах, що забезпечують автоматичне позиціонування комірок ФЕП. Ціна батареї складає близько 2–3 \$ на 1 Вт номінальної потужності.

При промисловій генерації електрики за допомогою фотоелементів ціна за кВт×год складе 0,2–0,25 дол. Європейська Асоціація Фотовольтаїки ЕРІА (European Photovoltaics Association) вважає, що до 2020 р. вартість електроенергії, виробленої «сонячними батареями», знизиться до рівня менше ніж 0,10 € за 1 кВт×год для промислових установок і менше 0,15 € за 1 кВт×год для установок у житлових будинках [11].



**Рис. 4.3. Схема розміщення сонячних батарей потужністю до 1 кВт на торцевій поверхні стіни будинку, що розташована на південній стороні**

Тонкоплівкові батареї набагато толерантніше відносяться до затемнення та до вищих робочих температур, що характерні для роботи під яскравим



сонцем. Однак тонкоплівкові ФЕП мають суттєвий недолік. Щоб одержати такий же рівень енергії, який забезпечується кристалічними батареями, потрібно велика площа поверхні, оскільки в них низький ККД. Для промислового і побутового використання найчастіше застосовуються модулі з полікристалічного та монокристалічного кремнію. Кожна сонячна батарея складається з набору окремих сонячних елементів, площа яких досягає приблизно 125 мм<sup>2</sup>. Для того щоб сумарна напруга батареї була достатньо високою елементи з'єднуються в батарею.

Нами вперше була запропонована схема автономної системи освітлення місць загального користування житлових будинків на базі ФЕП, яка складається з таких елементів: модулі ФЕП, розподільник енергії, контролер заряду акумуляторних батарей (АКБ), інвертор-перетворювач напруги, шини, датчики руху та світлодіодні електролампочки [36]. Функції контролера заряду АКБ передбачають автоматичний заряд акумуляторних батарей, а також здійснюють контроль і стабілізацію струму та напруги при виході з ФЕП. У денний час доби при повному зарядженні АКБ забезпечується переключення виходу з ФЕП безпосередньо на інвертор. У нічний час доби або у мало хмарну погоду, контролер АКБ комутує вихід збірок АКБ на інвертор залежно від контролюючих сигнальних значень освітленості. Інвертор забезпечує перетворення рівнів напруги і струму з 12–45 В до 220 В частотою 50 Гц, а також перетворює постійний струм у змінний. Коефіцієнт ефективності перетворення інвертора складає 90–95%. Від розподільника струм передається до датчиків, які керують роботою світлодіодних ламп [11]. Для забезпечення електроенергією мешканців мікрорайону міста, нами вперше було запропоновано використання сонячних панелей на бокових відкосах віконного блока, а також на торцевій поверхні стін будинків, що знаходяться на південній стороні (рис. 4.2). Інноваційне рішення «Сонячна панель віконного блока» підтвержене патентом на корисну модель № 97086 [54]. Інноваційний проект передбачає використання екологічно чистих і автономних джерел освітлення. У процесі його застосування відбувається перетворення світлового випромінювання та сонячної радіації в електричну енергію, її акумуляування і відтворення в світловому спектрі через сонячні панелі, які розташовані на зовнішній поверхні стіни будинку та по периферії вікна. Поставлена задача інноваційного проекту передбачає вдосконалення сонячної панелі, шляхом розташування її на бокових відкосах віконного блока, а також на торцевій поверхні стіни будинку рівномірно навколо вікна. Сонячні панелі можуть виконуватися з різним візерунком зовнішньої поверхні, а також із різними

кольоровими відтінками. Це дає змогу повніше використовувати сонячну енергію та ефективно здійснювати експлуатаційні та ремонтні роботи, водночас покращити дизайн будинку.

Таким чином, використання сонячної енергії на виробництві та побуті дасть можливість підприємствам і мешканцям забезпечити потреби в електроенергії та частково стати незалежними від генеруючих компаній і зовнішніх умов. Впровадження автономних систем освітлення сприяє скороченню витрат, які пов'язані з обслуговуванням світлотехнічних приладів, а продаж надлишкової електроенергії передбачає отримання стабільного пасивного доходу.

## **4.2. Розвиток сонячної енергетики в Україні**

Сонячні електростанції найбільш ефективні в районах із високим рівнем сонячної радіації та малою хмарністю. Їх ККД може досягати 20%, а потужність 100 МВт. В Україні є сприятливі кліматичні умови для використання сонячної енергії, оскільки її енергетичний потенціал еквівалентний 6 млн.т.у.п. і його використання дозволило б замінити 5 млрд. м<sup>3</sup> природного газу.

Перша промислова сонячна електростанція (СЕС-5) побудована в Криму в 1985 р. потужністю 5 МВт. За 10 р. роботи вона дала 2 млн кВт×год. електроенергії. Однак в середині 90-х років її закрили. До 2010 року в Україні не було побудовано ні однієї потужної сонячної електростанції. Лише в 2011 р. в країні запрацювали сонячні батареї потужністю 67,55 МВт. Зокрема, в Криму був побудований потужний сонячний парк, який є одним із найбільших у Європі. За короткий проміжок часу наша країна вийшла в перші ряди за темпами розвитку фотовольтаїки. Австрійська компанія Activ Solar у Сакському районі (АР Крим) ввела в експлуатацію сонячну електростанцію «Омао Солар» потужністю 20 МВт. Вона складається з 90 тис. кристалічних сонячних модулів, які розташовані на площі 40 га. Електростанція забезпечує електроенергією 5 тис. домашніх господарств. Компанія Activ Solar у 2011 р. в АР Крим побудувала сонячну електростанцію потужністю 80 МВт, яка за потужністю займає третє місце в Європі. [5].

Фотоелектричні панелі щорічно виробляють близько 4,8 млн кВт×год електроенергії і забезпечують енергією понад 1,3 тис. домогосподарств із щомісячним споживанням 300 кВт×год.

Потужність сонячних електростанцій в Україні починаючи з 2010 р. зростає від 10 МВт до 568 МВт у 2016 р. Фотоелектричні батареї забезпечують електричною енергією маяк на острові Зміїному (рис. 4.4).



***Рис. 4.4. Фотоелектрична система енергопостачання на о. Зміїний потужністю 10 кВт***

В Україні у 2015 р. були введені в експлуатацію 3 нові потужні сонячні електростанції. Генеральний менеджер компанії JinkoSolar Френк Нідорф зазначив, що український ринок сонячної енергетики є найбільш успішним і компанія буде вкладати кошти в побудову в Україні сонячних електростанцій нового покоління [94].

Статистичні дані підтверджують перспективність розвитку сонячної енергетики в Україні. На 01.03. 2016 р. по «зеленому» тарифу було використано 1492 МВт потужності сонячних електростанцій. Побудова в Україні сонячних електростанцій на протязі 2011–2017 рр. представлена в таблиці 4.3 [2].

За цей час в нашій країні введено в експлуатацію низку сонячних електростанцій і збільшено їх потужність.

Використання сонячної енергії на виробництві та побуті дає можливість забезпечити потреби в електроенергії та водночас стати споживачам незалежними від генеруючих компаній і зовнішніх умов. Розвиток сонячної енергетики в нашій країні зробить українську енергетику більш конкурентоспроможною. Міжнародне агентство з відновлювальних джерел енергії (IRENA) зробило висновок, що підвищене використання сонячної енергії у період до 2030 р. зменшить загальні витрати української енергетичної системи. З огляду на те, буде спостерігатися позитивний вплив на екологію та стан здоров'я населення, оскільки знижується рівень смогу та зменшується обсяг викидів шкідливих речовин.

## Сонячні електростанції України

| № п/п | Місце розташування, область | Потужність, МВт | Введення в експлуатацію, роки |
|-------|-----------------------------|-----------------|-------------------------------|
| 1.    | Вінницька                   | 67,5            | 2012 – 2016                   |
| 2.    | Дніпровська                 | 8,06            | 2013 – 2016                   |
| 3.    | Донецька                    | 1,02            | 2014                          |
| 4.    | Закарпатська                | 28,41           | 2012 – 2017                   |
| 5.    | Запорізька                  | 23,52           | 2012 – 2017                   |
| 6.    | Івано-Франківська           | 29,0            | 2013 – 2017                   |
| 7.    | Київська, м. Київ           | 8,4             | 2013 – 2017                   |
| 8.    | Кропивницька                | 37,1            | 2012 – 2016                   |
| 9.    | Крим                        | 219,01          | 2011 – 2012                   |
| 10.   | Луганська                   | 15,01           | 2012                          |
| 11.   | Львівська                   | 25,03           | 2013 – 2017                   |
| 12.   | Миколаївська                | 87,07           | 2013 – 2017                   |
| 13.   | Одеська                     | 187,5           | 2012 – 2017                   |
| 14.   | Рівненська                  | 0,5             | 2016                          |
| 15.   | Сумська                     | 5,6             | 2017                          |
| 16.   | Тернопільська               | 1,58            | 2014                          |
| 17.   | Харківська                  | 30,27           | 2012 – 2014                   |
| 18.   | Херсонська                  | 178,3           | 2012 – 2016                   |
| 19.   | Хмельницька                 | 25,1            | 2012 – 2016                   |
| 20.   | Черкаська                   | 0,28            | 2012 – 2016                   |
| 21.   | Чернівецька                 | 26,0            | 2012 – 2016                   |

Україна прискорює ріст виробництва електричної енергії на основі сонячної енергії. У 2016 р. уряд розпочав будівництво об'єктів сонячної енергетики із загальною потужністю 120,6 МВт. Якщо Україна відновить контроль над підприємствами з виробництва сонячної електричної енергії (загальною потужністю 408 МВт), які вже існують у незаконно анексованому Криму, то загальна потужність відновлювальної енергетики в країні сягне 1,6 ГВт.

На сьогоднішній день в Україні впроваджується низка проектів у галузі сонячної енергетики, які фінансуються іноземними компаніями.

Зокрема, канадська фірма TIU будує в Нікополі (Дніпровська обл.) сонячні батареї вартістю 10 мільйонів євро. Нікопольський сонячний енергетичний комплекс буде мати потужність 10,5 МВт і є першим інвестиційним проектом, який буде реалізований у рамках Угоди про вільну торгівлю між Канадою та Україною. Електрична енергія, вироблена в країні з сонячної енергії, має особливе значення для енергетичної безпеки України. Відповідно до Енергетичної стратегії України на період до 2035 р. «Безпека,

енергоефективність, конкурентоспроможність», відновлювальна енергетика повинна досягнути рівня 25% у загальній структурі виробництва електричної енергії. За даними Міністерства енергетики та вугільної промисловості в Україні потужними джерела електричної енергії є вугілля (30%), природний газ (28,9%), ядерна енергетика (25,5%), а також нафта та нафтопродукти (11,6%) [40]. Україна прискорює ріст відновлювальної енергетики, зокрема, виробництва електричної енергії на основі сонячної енергії. У 2016 р. уряд розпочав будівництво об'єктів із виробництва відновлювальної енергії із загальною потужністю 120,6 МВт, 99,1% з них – це об'єкти сонячної енергетики.

Розвиток сонячної енергетики в нашій країні можна розглядати як провідника інновацій в енергетичній галузі, оскільки Україна пропонує привабливі можливості для міжнародних компаній. Політика уряду в галузі сонячної енергетики сприяє створенню більш децентралізованої, розподіленої, більш безпечної та стійкої мережі генерування електроенергії. Щорічний приріст потужностей становить близько 40–50% на рік. У 2010 р. сумарна потужність всіх сонячних станцій становила 40,3 ГВт, то вже в 2015 р. вона досягла 230 ГВт. Лише за 2016 р. в експлуатацію було введено сонячних електростанцій потужністю 76 ГВт. Сонячна енергетика, на думку аналітиків компанії Shell, повинна стати «нафтою 21 століття». За прогнозами фахівців, вже до 2070 р. енергія Сонця стане основним джерелом електрики на землі, а до початку наступного століття за своїми обсягами сонячна енергетика в 3,5 рази перевищуватиме нафтову галузь, і в 6 разів - атомну.

Енергія сонячного випромінювання фактично невичерпна і є безкоштовним ресурсом.

Сучасні технології дозволяють отримувати сонячні панелі, які при мінімальних експлуатаційних витратах і обслуговуванні забезпечать генерацію електрики як мінімум на 30 р. Кількість сонячного випромінювання на квадратний метр поверхні Землі в більшості областей України перевершує аналогічні показники Німеччини, яка є одним із світових лідерів у галузі сонячної енергетики. Сприятливе правове поле стимулює інвестування в сонячну енергетику, а зелений тариф, за яким держава викупує електрику, вироблену сонячними електростанціями, є один із найвищих в Європі. Постійне зростання вартості електроенергії робить виправданим інвестиції в генерацію сонячної електрики.

Необхідно зазначити, що зараз можна говорити про паритет цін між альтернативною і традиційною електроенергетикою. Використання поворотних

(рухливих) двовісний трекерів дозволяє підвищити річне виробництво сонячної електроенергії на 30–40%. Собівартість сонячної електроенергії вже зараз нижча за тарифи на електрику в загальній мережі. Устаткування, встановлене компанією Рентехно, забезпечить собівартість 1 кВт × год в межах 5–7 євроцентів залежно від географії та потужності станції. Термін окупності інвестицій залежно від типу і потужності сонячної станції, становить 5–7 років, а для приватних (домашніх) сонячних електростанцій – до 10 р. Сонячні електростанції мають низькі експлуатаційні витрати, оскільки потребують мінімальну кількість обслуговуючого персоналу за рахунок високої автоматизації і незначних витрат на техобслуговування.

### 4.3. Перспективні напрями застосування сонячних енергетичних установок

Інститутом Відновлюваної енергетики Національної академії наук України розроблено Дорожню карту розвитку сонячної енергетики на період до 2020 р., оскільки сонячна енергетика є одним із найбільш перспективних напрямів розвитку відновлюваної енергетики в Україні. Мета Дорожньої карти – це збільшення частки енергії виробленої з сонячної енергії у валовому кінцевому обсязі споживання і енергоресурсів у 2020 р., шляхом введення додаткових електро- та теплогенеруючих потужностей за рахунок залучених інвестиційних коштів. Науковцями Інституту було розраховано енергетичний потенціал енергії Сонця на всій території України (табл. 4.4) та розроблено Атлас енергетичного потенціалу сонячного випромінювання [78].

Таблиця 4.4

#### Сумарний річний потенціал сонячної енергії на території України

| № п/п | Області           | Потенціал сонячної енергії<br>МВт×год/рік  |  |  |
|-------|-------------------|--|--|--|
|       |                   | Загальний потенціал<br>(×10 <sup>9</sup> ) | Технічний потенціал<br>(×10 <sup>7</sup> ) | Дорцільно-економічний потенціал<br>(×10 <sup>5</sup> ) |
| 1     | 2                 | 3  | 4  | 5  |
| 1     | Вінницька         | 30,8                                       | 14,8                                       | 2,3  |
| 2     | Волинська         | 21,8                                       | 10,5                                       | 1,6  |
| 3     | Дніпропетровська  | 37,6                                       | 18   | 2,8  |
| 4     | Донецька          | 33   | 15,8                                       | 2,5  |
| 5     | Житомирська       | 32,3                                       | 15,5                                       | 2,4  |
| 6     | Закарпатська      | 15,5                                       | 7,5  | 1,2  |
| 7     | Запорізька        | 34,8                                       | 16,7                                       | 2,6  |
| 8     | Івано-Франківська | 16,4                                       | 7,9  | 1,2  |
| 9     | Київська          | 31,5                                       | 15,5                                       | 2,4  |

Продовження табл. 4.4

| 1  | 2              | 3     | 4     | 5    |
|----|----------------|-------|-------|------|
| 10 | Кіровоградська | 28,8  | 13,8  | 2,2  |
| 11 | Луганська      | 34    | 16,3  | 2,5  |
| 12 | Львівська      | 25,4  | 12,2  | 1,9  |
| 13 | Миколаївська   | 32,5  | 15,6  | 2,4  |
| 14 | Одеська        | 45,4  | 21,8  | 3,4  |
| 15 | Полтавська     | 31,9  | 15,3  | 2,4  |
| 16 | Рівненська     | 21,8  | 10,5  | 1,6  |
| 17 | Сумська        | 26    | 12,5  | 2,0  |
| 18 | Тернопільська  | 16,3  | 7,8   | 1,2  |
| 19 | Харківська     | 35,4  | 17    | 2,7  |
| 20 | Херсонська     | 38,4  | 18,4  | 2,9  |
| 21 | Хмельницька    | 24,3  | 11,6  | 1,8  |
| 22 | Черкаська      | 24,2  | 11,6  | 1,8  |
| 23 | Чернівецька    | 9,6   | 4,6   | 0,7  |
| 24 | Чернігівська   | 34,2  | 16,4  | 2,6  |
| 25 | АР Крим        | 36,5  | 17,5  | 2,7  |
|    | Всього         | 718,4 | 345,1 | 53,8 |

\*Технічно-досяжний потенціал сонячної енергії регіону – це середня багаторічна сумарна енергія, що може бути отримана в регіоні від сонячного випромінювання та перетворена в корисну енергію при сучасному рівні розвитку науки і техніки та при дотриманні екологічних норм.

За останні роки інтенсивно впроваджуються у виробництво фотоелектричні сонячні установки. Загальна потужність фотоелектричних систем у світі досягла 222,3 ГВт. На кінець 2015 р. лідерами з впровадження сонячних фотоелектричних систем були такі країни як Китай (40 ГВт), Німеччина (39,6 ГВт), Японія (33,3 ГВт), США (25,5 ГВт) та Італія (18,9 ГВт). У 2015 р. безумовним лідером із сонячної енергетики став Китай, ним було встановлено фотоелектричних сонячних установок потужністю 14,8 ГВт.

У країнах, де є високий рівень приросту обсягів впровадження сонячних колекторів, існують державні програми, які охоплюють повне нормативно-методичне забезпечення реалізації сонячної енергетики та її економічну підтримку. Створено розгалужену інфраструктуру, підрозділи якої доведено до рівня територіальних громад. Розташування геліоустановки на даху будинку чи підігрівання води в басейні є вигідним та престижним.

Приймаючи до уваги кліматичні особливості нашої країни та наявність потужних підприємств (виробників напівпровідникових матеріалів, мікроелектронних і електротехнічних пристроїв), то це все сприяє суб'єктам підприємницької діяльності отримувати додатковий прибуток при виробництві електроенергії з використанням фотоелектричних технологій.

Перетворення сонячної енергії за допомогою фотоелектричних пристроїв в електроенергію, є одним із найперспективніших напрямів розвитку відновлювальної енергетики України. Фотоелектричне устаткування успішно експлуатується протягом усього року, але найбільш ефективно з квітня по жовтень у південних регіонах і з травня по вересень у північних. Загальна потужність сонячних установок, які експлуатуються в приватному секторі та працюють за «зеленим» тарифом, станом на 1 січня 2016 р., становила 2,6 МВт. Сонячними установками в 2015 р. вироблено 410268 кВт×год електричної енергії. Це в 11 разів більше порівняно з 2014 р.

Постачання електроенергії сонячними електростанціями, які знаходяться на тимчасово окупованій території АР Крим, до ОЕС України припинено з квітня 2014 р. На території автономії залишилось 23 фотоелектростанції сумарною потужністю 407 МВт.

Сонячна енергія успішно використовується для забезпечення теплом як виробничих об'єктів, так приватного сектору. Застосовуються майже всі напрямки сонячних теплотехнологій: теплопостачання (включаючи гаряче водопостачання та опалення), холодопостачання, кондиціонування повітря, отримання прісної води, сушка матеріалів і виробів та інш.

Досвід експлуатації систем сонячного теплопостачання свідчить, що у системах сонячного гарячого водопостачання може заміщуватися 75–100% літньої та 40–60% річної потреби у паливно-енергетичних ресурсах, а в системах сонячного опалення заміщується від 20 до 50% потреб в органічному викопному паливі (рис. 4.5). «Пасивні» системи опалення будівель знижують витрати традиційних енергоресурсів на опалення будівель до 25–40%, а сезонне акумулюванням теплової енергії збільшує частку сонячної радіації та покриває річні витрати енергії на теплопостачання до 45–75%.

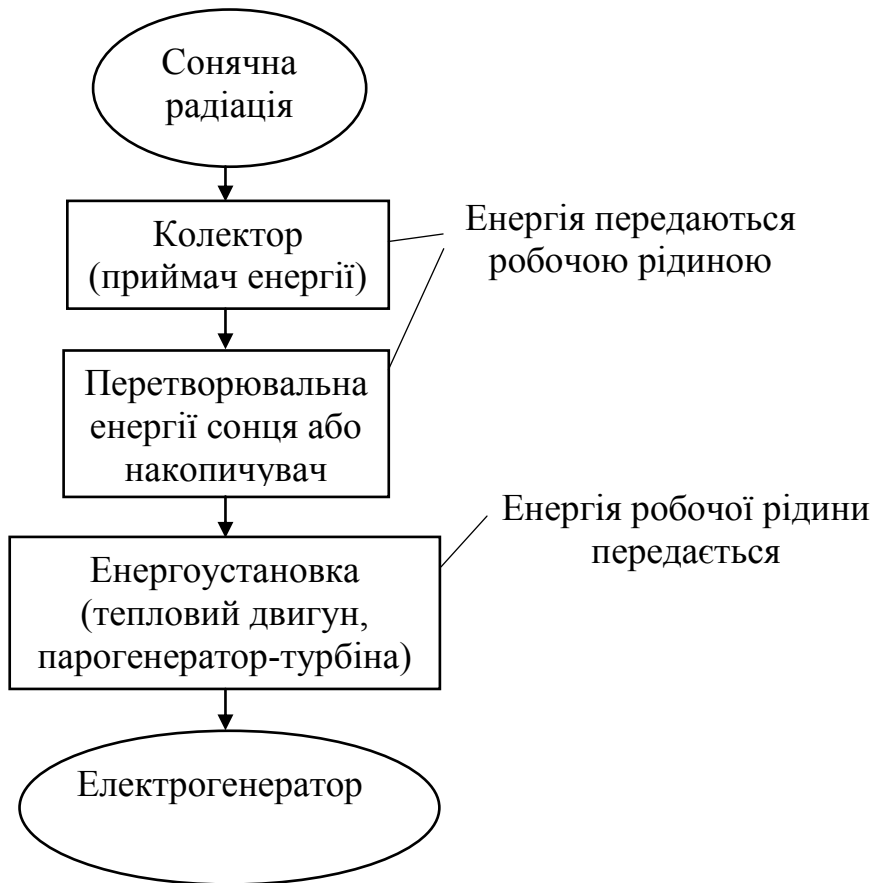
Існують сонячні теплоелектростанції трьох типів [78]:

- баштового типу з центральним приймачем-парогенератором, на поверхні якого концентрується сонячне випромінювання від плоских дзеркал-геліостатів;

- параболічного (лоткового) типу, де в фокусі параболічно-циліндричних концентраторів розміщуються вакуумні приймачі-труби з теплоносієм;

- тарілкового типу, в фокусі параболічного тарілкового дзеркала розташовується приймач сонячної енергії з робочою рідиною.





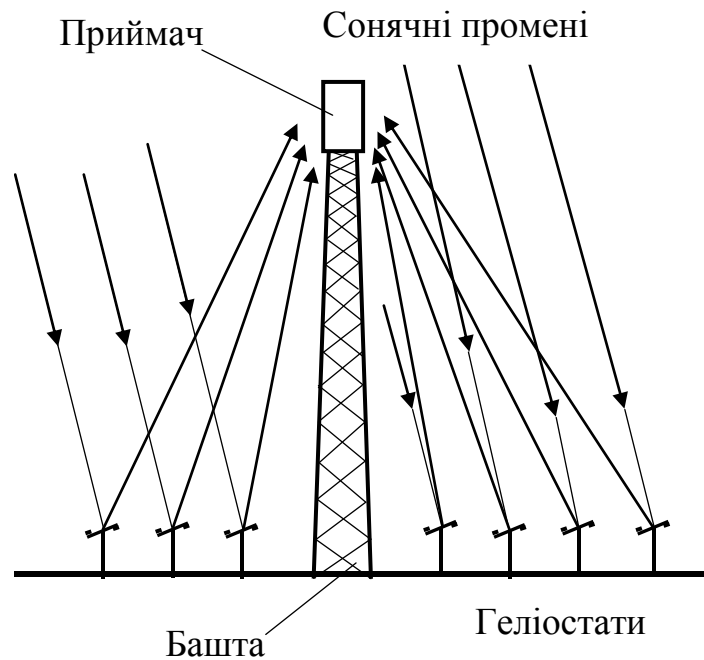
**Рис. 4.5. Принципова блок-схема сонячної теплоелектростанції**

Станції баштового типу складаються з п'яти основних елементів: оптичної системи, автоматичної системи управління дзеркалами і станцією в цілому, парогенератора, башти і системи перетворення енергії, яка включає теплообмінники, акумулятори енергії і турбогенератори. Принципова схема сонячної електростанції баштового типу показана на рис. 4.6.

Оскільки у такій електростанції використовується пряме сонячне випромінювання, концентруючі геліостати повинні мати систему слідкування за Сонцем, при цьому кожний з геліостатів орієнтується в просторі індивідуально.

На вершині башти з допомогою дзеркальних концентраторів можна отримати температуру від 300 до 1500°C. Один модуль дає потужність до 200 МВт.

На вершині башти з допомогою дзеркальних концентраторів можна отримати температуру від 300 до 1500°C. Один модуль дає потужність до 200 МВт.



**Рис.4.6. Схема електростанції баштового типу**

Світова практика експлуатації станцій баштового типу довела їх технічну можливість та працездатність. Основним недоліком таких установок є значна площа, яку вони займають. Наприклад, для розміщення баштової електростанції потужністю 100 МВт необхідна площа 200 га. Пуск сучасної сонячної електростанції баштового типу відбувся 30 березня 2007 р. в районі Санлукар-ла-Майор недалеко від Севільї (Іспанія). Бетонна башта має висоту 115 м і 624 дзеркала геліостатів площею 120 м<sup>2</sup> кожне. Забезпечує парою паротурбінну установку потужністю 11 МВт, яка постачає електроенергію 6000 будівель. Вона економить за рік 18 тис. тон викидів вуглецевих сполук. Демонстраційна сонячна термодинамічна електростанція «Solar Two» (рис. 4.7) працювала з 1981 по 1999 рр. в пустелі Мохаве (Каліфорнія, США).

Її потужність перевищувала 10 МВт. Сонячну башту станції оточували 1926 геліостатів загальною площею 83000 м<sup>2</sup>.

Необхідно зазначити, що сонячне світло гріло теплоносії – розплавлену суміш натрію і калію. Від неї закипала вода і пара подавалася дотурбін. У 1999 р. вчені перебудували цю станцію у гігантський детектор черенковського випромінювання для вивчення космічних променів на атмосферу.



*Рис. 4.7. Сонячна термодинамічна електростанція «Solar Two»*

Світло від сотень великих дзеркал настільки яскраве, що викликає свічення пилу і вологи в повітрі (рис. 4.8).

На передньому плані розташовані поряд із дзеркалами фотоелектричні панелі з концентраторами.

Поруч із цією станцією будується ще одна потужна станція – 20 МВт.

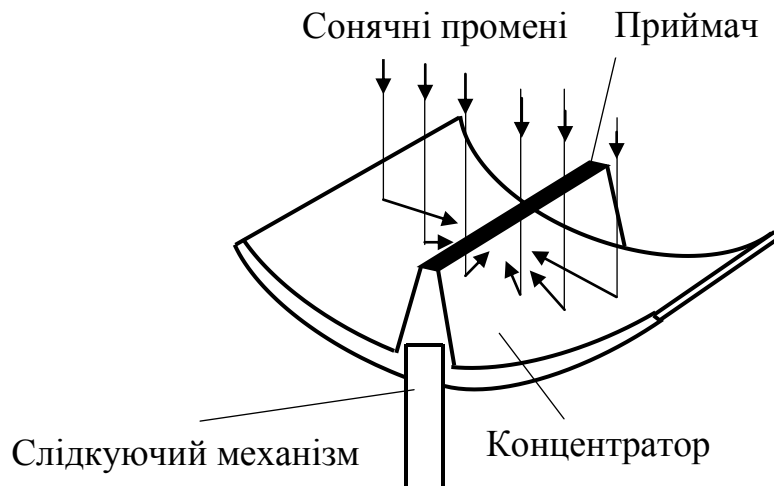
Пуск другої станції зменшить викиди CO<sub>2</sub> в атмосферу на 54 тис. тонн за рік і забезпечить електроенергією біля 18 тис. будівель.



*Рис. 4.8. Сонячна електростанція в Севільї (PS1), Іспанія*

У сонячних електростанціях параболічного типу (рис. 4.9) використовуються параболічні дзеркала (лотки), що концентрують сонячну

енергію на приймальних трубках, які розташовані в фокусі конструкції і вміщують у собі рідинний теплоносій.



**Рис. 4.9. Схема сонячної електростанції параболічного типу**

Ця рідина нагрівається приблизно до  $400^{\circ}\text{C}$  і прокачується через низку теплообмінників, при цьому виробляється перегріта пара, яка приводить в дію звичайний турбогенератор для вироблення електричної енергії. Станції параболічного типу використовуються все ширше завдяки більш простій системі слідкування за Сонцем і меншій металоемності. Питома вартість станцій параболічного типу близька до питомої вартості АЕС.

В установках тарілкового типу (рис. 4.10) використовуються параболічні тарілкові дзеркала, які фіксують сонячну енергію на приймачі, розташованому в фокусі кожної тарілки.



**Рис. 4.10. Сонячна установка тарілкового типу: а – схема сонячної установки тарілкового типу; б – сонячна установка потужністю 10 кВт.**

Рідина в приймачі нагрівається до 1000°C і її енергія використовується для вироблення електричної енергії в двигуні Стирлінга або в установці, що працює за циклом Брайтона. Установки мають систему слідування за Сонцем. Максимальний діаметр тарілок не перевищує 20 м при потужності до 60–75 кВт. Питома вартість сонячної електростанції тарілкового типу може бути меншою, ніж електростанцій баштового і параболічного типів.

Сонячні електростанції найбільш ефективні в районах із високим рівнем сонячної радіації і малою хмарністю. Їх ККД може досягати 20 %, а потужність 100 МВт.

Державна підтримка розвитку сонячної енергетики (Розпорядження Кабінету Міністрів України від 01.01.2014 № 902-р.) передбачає збільшення встановленої потужності об'єктів сонячної енергетики до 2020 р., які генерують електроенергію – до 2300 МВт і генерують теплову енергію – до 1190 МВт.

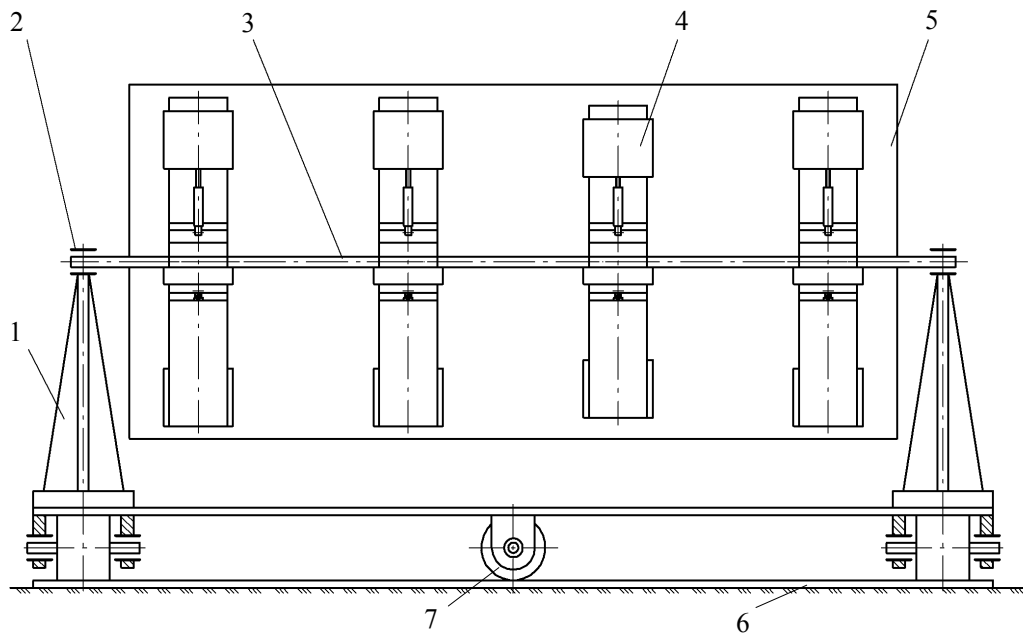
Національний план дій із відновлюваної енергетики відповідає прийнятому Україною державному курсу на інтеграцію в Євросоюз, умови якого вимагають досягнення певного рівня використання енергії відновлюваних джерел у валовому кінцевому споживанні в 2020 р.

Для залучення інвестицій у сонячну енергетику держава надає підтримку, яка закріплена на законодавчому рівні. Оптовий ринок електричної енергії зобов'язаний купувати у суб'єктів господарювання, яким встановлено «зелений» тариф, та здійснювати повну оплату вартості електричної енергії, незалежно від величини встановленої потужності чи обсягів її відпуску. Впровадження фотоелектричних станцій є найбільш ефективним в Одеській, Херсонській, Харківській, Дніпровській, Запорізькій, Донецькій, Чернігівській, Луганській областях та в АР Крим.

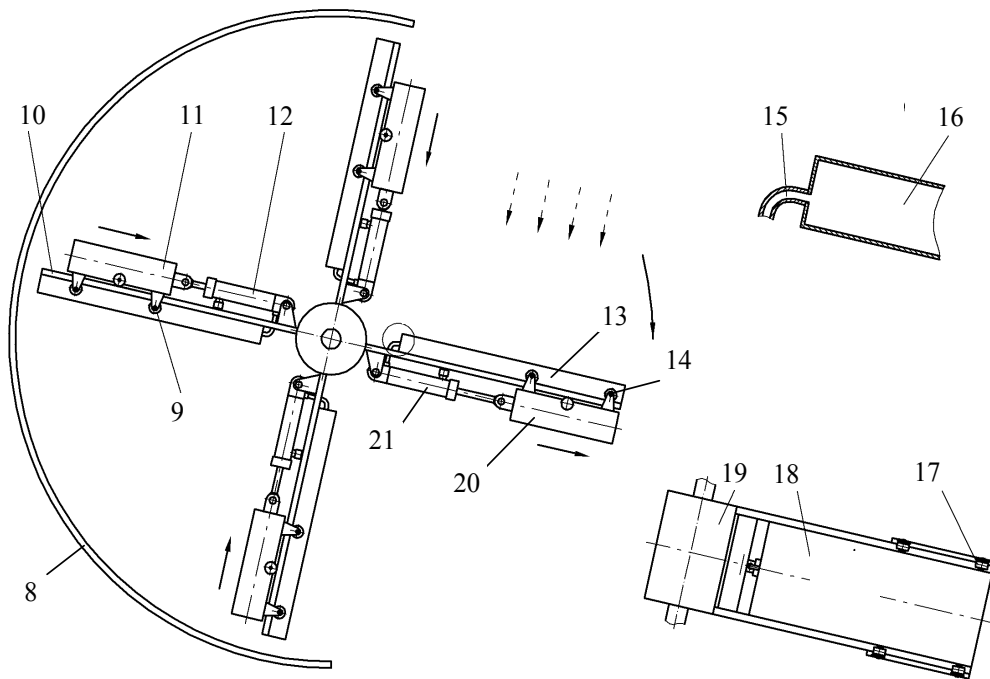
На сьогоднішній день місцеві органи виконавчої влади та місцевого самоврядування готові виділяти наявні в регіоні вільні земельні ділянки несільськогосподарського призначення, які можна використовувати для будівництва об'єктів сонячної енергетики.

Досвід промислово розвинених країн світу свідчить про те, що за допомогою фотоелектричних перетворювачів і геліоустановок можна перетворювати сонячне випромінювання в електричну або теплову енергію.

Проведені нами дослідження показали, що за допомогою спеціальних пристроїв сонячна енергія може бути перетворена в механічну роботу. Цей процес реалізується шляхом використання сонячного двигуна, конструкція якого була захищена патентом України на винахід [12] і представлена на рис. 4.11.



а



б

**Рис. 4.11. Загальний вигляд сонячного двигуна – а; б – вигляд збоку валу ротора з радіальними лопатями колекторних батарей**

1 – бокова стійка, 2 – опора, 3 – вал ротора, 4 – теплові робочі елементи, 5 – охолоджувальний сектор, 6 – основа, 7 – опорні ролики, 8 – охолоджувальний сектор, 9 – ролики, 10 – радіальна лопать, 11 – дисбалансний вантаж, 12 – гідроциліндр, 13 – колекторна батарея, 14 – ролик, 15 – з'єднувальна трубка, 16 – плоска колекторна батарея, 17 – ролик, 18 – колекторна батарея, 19 – обгінна муфта, 20 – дисбалансний вантаж, 21 – гідроциліндр

Сонячний двигун складається з вала ротора 3, який обертається навколо власної осі та послідовно проходить через зони нагрівання (сонячні промені) та охолодження (охолоджувальний сектор 8).

Вал розташований в опорах 2 бокових стійок 1, які за допомогою опорних роликів 7 можуть провертатися відносно нерухомої основи 6. Вал ротора 3 обладнаний тепловими робочими елементами 4, які зв'язані з дисбалансними вантажами 11, розташованими в статичному стані на однаковій відстані від осі обертання вала ротора 3. Теплові робочі елементи 4 послідовно розташовані на валу ротора 3 у вигляді каскаду секцій і виконані у вигляді радіальних лопатей 10, на яких зі сторони попадання сонячного проміння закріплені плоскі колекторні батареї 13. Батареї заповнені рідиною з високим коефіцієнтом теплового розширення і з'єднані трубками 15 з робочими камерами гідроциліндрів 12. Гідроциліндри 12 закріплені з протилежної сторони радіальних лопатей 10 і штоками з'єднані з дисбалансними вантажами 11. Основа секцій теплових робочих елементів з'єднана з валом ротора 3 за допомогою обгінної муфти 19. Дисбалансні вантажі 11 переміщуються по направляючих радіальних лопатей за допомогою роликів 14 і підтискаються до гідроциліндрів 12 пружинами стискання.

Сонячний двигун працює наступним чином. Сонячне проміння нагріває робочу поверхню плоских колекторних батарей 10, що призводить до збільшення об'єму рідини, яка знаходиться в них. Це спричиняє її перетікання по трубках 11 у робочі камери гідроциліндрів 12. Збільшення рідини у робочих камерах гідроциліндрів 12, за допомогою штоків, призводить до переміщення в радіальному напрямку дисбалансних вантажів 11 в сторону від осі обертання вала ротора 3. Інші дисбалансні вантажі 11 з частиною лопатей 10, які знаходяться в зоні охолоджувального сектора 8 залишаються нерухомими. Це призводить до утворення крутного моменту, оскільки плече розташування дисбалансних вантажів 11 у зоні нагрівання є більшим ніж в зоні охолодження. Завдяки цьому відбувається провертання вала ротора 3 за годинниковою стрілкою. При попаданні нагрітої лопаті в зону охолодження відбувається охолодження рідини у колекторних батареях 10 і дисбалансні вантажі 11 вертаються в початкове положення.

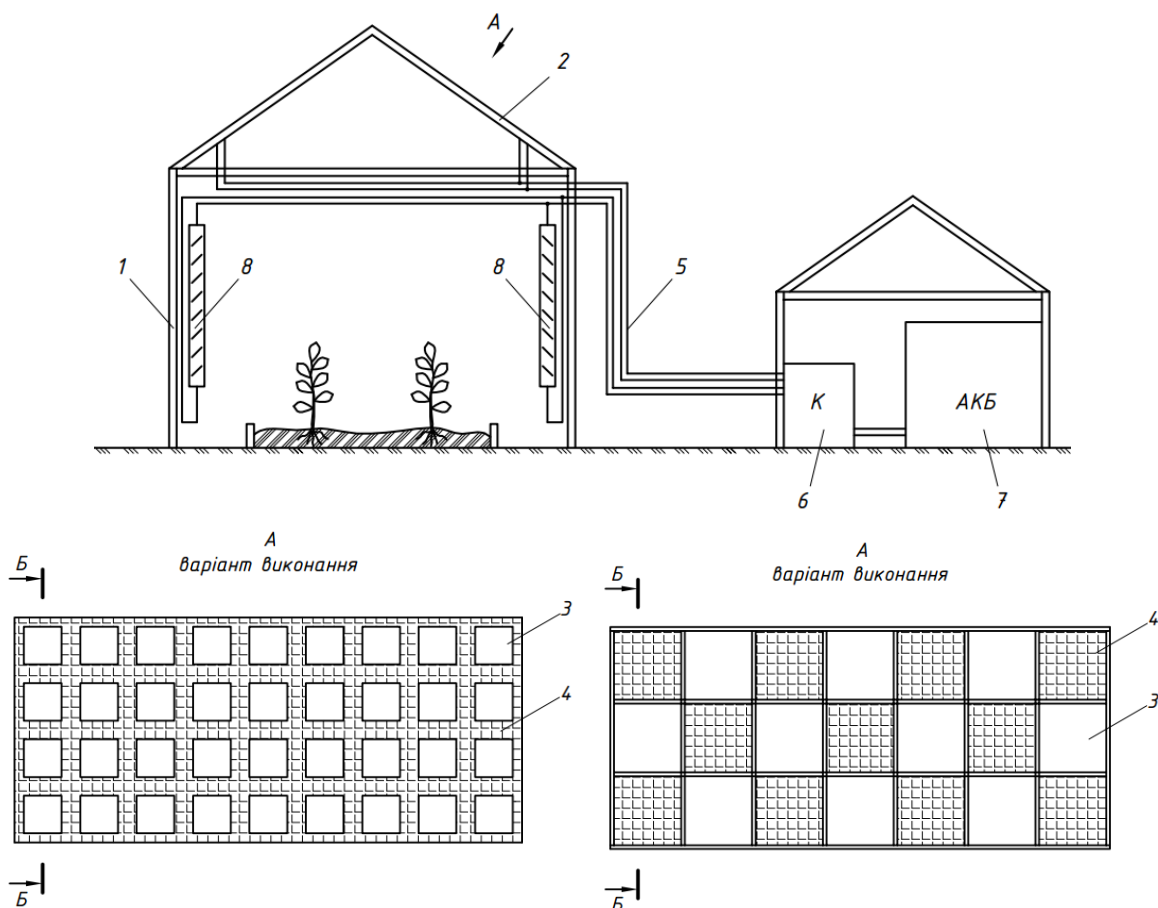
Для пришвидшення повертання дисбалансних вантажів у початкове положення вони можуть бути підтиснуті пружинами стискання. У зв'язку з тим, що окремі секції, які послідовно розташовані на валу ротора у вигляді каскаду, можуть працювати не синхронно, то основа теплових робочих елементів секції з'єднана з валом ротора 3 за допомогою обгінної муфти 19. Для зменшення

зусиль тертя при переміщенні дисбалансних вантажів 11 останні можуть переміщатися по направляючих радіальних лопатей за допомогою роликів 14. Для відслідковування положення Сонця бокові стійки 1 за допомогою опорних роликів 7 можуть провертатися відносно нерухокої основи 6. Оскільки за допомогою трубок 15 відбувається перетікання рідини із великого об'єму плоских колекторних батарей 16 у малий об'єм робочих камер гідроциліндрів 12, то це сприяє підвищенню ККД сонячного двигуна та є його перевагою.

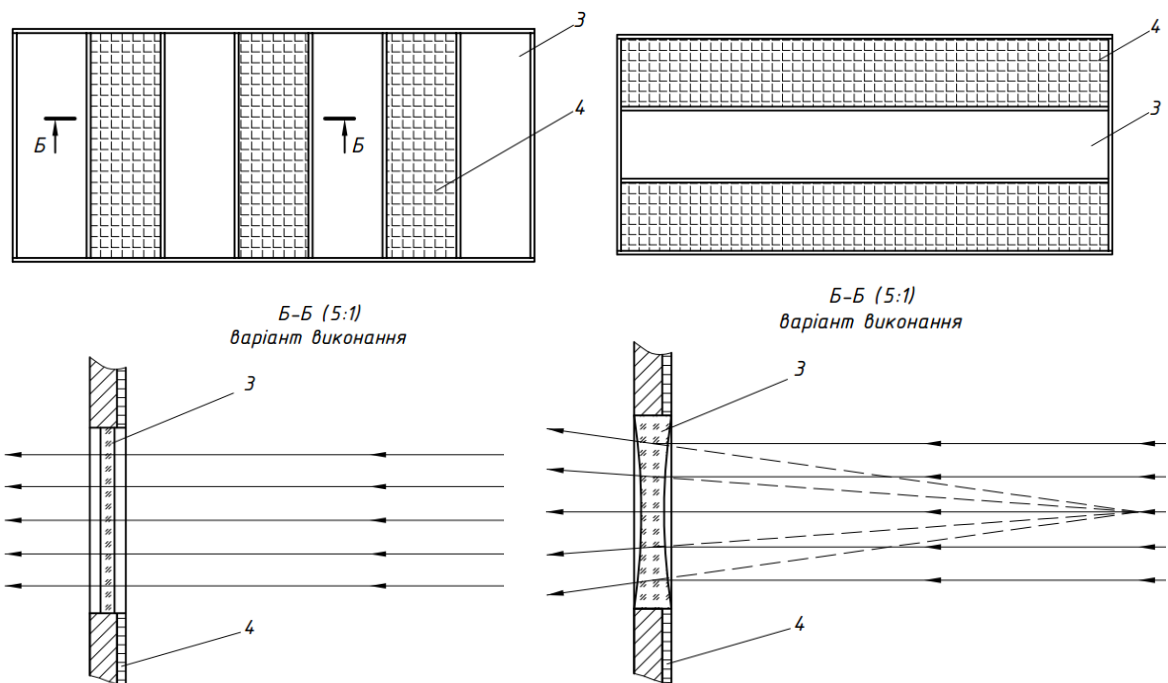
Ефективне використання сонячної енергії на протязі доби за допомогою сонячних панелей, комутаторів і акулюючих пристроїв запропоновано в технічному рішенні «Енергоощадна теплиця» [14].

Вона містить світлопроникні огорожувальні елементи 1, дах теплиці 2, який виконаний у вигляді почергово розташованих окремих світлопроникних вікон 3 та сонячних панелей 4 з різним їх виконанням та розташуванням. (рис. 4.12).

Сонячні панелі 4 через провідники 5 та комутатор енергії 6 зв'язані з аккумуляторною батареєю 7, яка через комутатор енергії 6 та провідники 5 з'єднана з нагрівальними елементами 8, що розташовані всередині теплиці.







**Рис. 4.12. Загальний вигляд енергоощадної теплиці та варіанти виконання її елементів: 1 – світлопроникні огорожувальні елементи; 2 – дах теплиці, 3 – світлопроникні вікна, 4 – сонячні панелі, 5 – провідники, 6 – комутатор енергії, 7 – акумуляторна батарея, 8 – нагрівальні елементи**

У світлу погоду сонячні промені через світлопроникні огорожувальні елементи 1 та світлопроникні вікна 3 даху 2 потрапляють на рослини, які ростуть всередині теплиці. При цьому, сонячні панелі 4 в цей час акумулюють енергію, яка за допомогою провідників 5 через комутатор енергії 6 акумулюється в батареях 7.

У темний або холодний період доби накопичена електрична енергія з акумуляторної батареї 7 через комутатор енергії 6 та провідники 5 подається на нагрівальні елементи 8, які розташовані всередині теплиці та перетворюють її в теплову енергію. Таким чином забезпечується надійний оптимальний мікроклімат для вирощування тепличних культур упродовж всієї доби.

В залежності від зони розташування теплиці, кількості сонячних днів в році та інших ґрунтово-кліматичних умов співвідношення між площею світлопроникних отворів та площею сонячних панелей може змінюватись, а також мати різну форму. За необхідності сонячні промені можуть проходити всередину теплиці без розсіювання або з розсіюванням (нижній рисунок).

Перевагою запропонованого технічного рішення є те, що дах теплиці монтується з окремих сонячних панелей та світлопроникних вікон, які

виготовляються промисловістю, а це в свою чергу здешевлює собівартість виготовлення теплиці та відповідно вирощеної продукції.

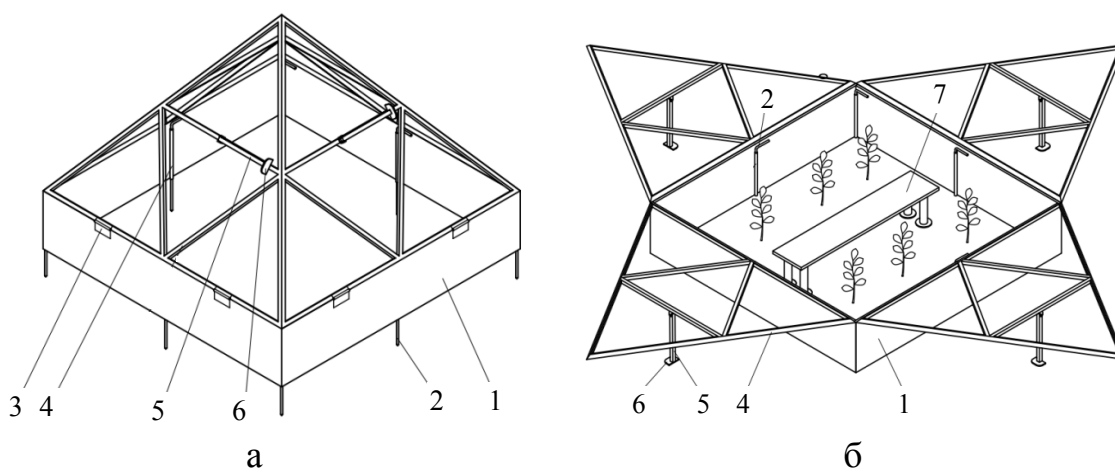
Запропонована конструкція енергоощадної теплиці дозволяє використовувати замість традиційних джерел енергії, енергію сонячних променів, створювати оптимальний мікроклімат та освітлення для вирощування тепличних культур, тим самим сприяє збільшенню урожайності тепличних культур та підвищенню їх якості.

Одним з напрямків використання сонячної енергії є застосування ефекту пірамід. Встановлено, якщо піраміда гранями зорієнтована на північ, південь, схід і захід, то вона перетворюється в акумулятор космічної енергії [16].

Аналіз відомих результатів робіт свідчить про те, що енергія пірамід позитивно впливає на проходження фізичних і хімічних процесів в об'єктах неживої природи. З-поміж проведених досліджень перспективним є вивчення впливу конструкції піраміди на її енергетичні можливості. З огляду на це, була сконструйована теплиця у вигляді піраміди з дотриманням геометричних розмірів відповідно до пропорцій піраміди Хеопса.

Довжина основи піраміди була більшою від її висоти в 1,6 рази. Таке співвідношення відповідає пропорції «золотого перерізу». Піраміду можна фіксувати у ґрунті за допомогою кріпильних елементів.

З метою вдосконалення конструкції пірамідальної теплиці розроблено варіанти розкладних пірамідальних теплиць із відповідними боковими гранями [15].



**Рис. 4.13. Загальний вигляд пірамідальної теплиці:**

**а – у зібраному вигляді; б – з відкидними гранями; 1 – основа; 2 – стержні; 3 – шарнірні з'єднання; світлопроникні вікна, 4 – бокові грані; 5 – відкидні опори; 6 – пятки**

Пірамідальна розкладна теплиця містить основу, виконану у вигляді квадратного коробу 1, до кожної бокової сторони якого кріпляться стержні 2 для його фіксації на поверхні ґрунту. До кожної верхньої поверхні бокової сторони коробу за допомогою шарнірних з'єднань 3 закріплені трикутноподібні бокові грані 4, які виконані у вигляді зовнішніх, а також внутрішніх ребер, які утворюють подібний вписаний трикутник з оберненою основою, причому всі чотири трикутники подібні.

У складеному вигляді бокові грані утворюють правильну піраміду. Вони, завдяки шарнірному кріпленню до квадратного коробу, мають можливість повертатися в напрямку від основи. На зовнішній поверхні кожної бокової грані з можливістю повертання та фіксації шарнірно закріплені відкидні опори 5 з п'ятками 6.

Перебування людини [16] в середині пірамідального простору на протязі 10...15 хвилин сприяє оздоровленню організму, отриманню позитивної енергії. Для цього посередині теплиці на поверхні ґрунту, паралельно та перпендикулярно до бокових сторін квадратного коробу можна встановлювати лавку з шириною плоскої дошки не менше 60 см.

Таким чином, така конструкція пірамідальної теплиці має два функціональні призначення, а саме: вирощування рослин і оздоровлення людини.

Пірамідальна теплиця з двома розкладними гранями має чотири трикутноподібні бокові грані, причому дві з них жорстко з'єднані з основою – квадратним коробом, а дві інші бокові грані шарнірно закріплені до квадратного коробу. Дві нерухомі бокові грані контактують між собою у вершинах. Каркаси основи і трикутноподібних бокових граней виконані з дерева, а самі грані – зі світлопроникного матеріалу.

Дані розробки потребують глобальних та детальних досліджень.

Чинники, що вимагають розширення впровадження сонячної енергетики в Україні:

1. Відсутність достатніх обсягів власних паливно-енергетичних ресурсів, залежність від їх імпорту, висока їх вартість на світовому ринку та проблеми із зовнішнім постачанням.

2. Негативний стан у паливно-енергетичному комплексі та зношеність основних фондів.

3. Необхідність виконання міжнародних зобов'язань щодо зменшення обсягів викидів у довкілля шкідливих речовин.

4. Прийняття Україною зобов'язань, які відповідають Протоколу про приєднання нашої країни до Енергетичного Співтовариства, який ратифікований Законом України від 15 грудня 2010 року № 2787-VI.

На підставі аналізу стану сонячної енергетики в Україні можна зробити такі висновки:

- в Україні існують політичні та економічні передумови і є науково-технічний потенціал для розвитку сонячної енергетики;

- напрацьована нормативно-правова база сприяє розвитку сонячної енергетики;

- для впровадження у виробництво сонячної енергетики використовуються іноземні інвестиції;

- розвиток сонячної енергетики підвищить енергетичну та економічну незалежність нашої країни, зменшить залежність від імпорту традиційних енергоресурсів і сприятиме збереженню довкілля.

Однак, на сьогоднішній день у нашій країні є низка бар'єрів, які гальмують інтенсивне впровадження сонячної енергетики як у виробництво, так і побут, зокрема:

- економічні – висока вартість сонячних систем і тривалий період їх окупності; відсутність обігових коштів у підприємств, які виготовляють сонячні батареї;

- відсутність мотиваційних механізмів для виробників, які розширюють виробництво сонячних установок (надання субсидій, пільг і звільнення від податків);

- відсутність державної політики у сфері розвитку сонячної енергетики та інформації про впровадження піонерських проектів.

Необхідно зазначити, що на широке впровадження сонячної енергетики у виробництво та побут впливають такі чинники, а саме:

- запровадження у практику механізмів стимулювання виробничої діяльності у сфері розробки та виготовлення сонячних установок (надання субсидій, пільг та звільнення від податків);

- розробка, впровадження у практику сучасних, новітніх сонячних батарей; створення на державному рівні структур, які будуть сприяти розвитку та впровадженню сонячної енергетики як у виробництво, так і в побут;

- створення інформаційної бази даних щодо розробки нових зразків сонячних установок і методів використання сонячної енергії в різних сферах економіки країни;

- проведення реклами та маркетингу щодо використання сонячної енергії та роз'яснювальної роботи з населенням [77].

Розвиток сонячної енергетики в нашій країні можна розглядати як провідника інновацій в енергетичній галузі. Водночас Україна пропонує привабливі можливості для міжнародних гравців. Політика держави у галузі відновлювальної енергетики сприяє створенню децентралізованої, безпечної та стійкої мережі генерування електроенергії. Стрімкий розвиток технологій використання сонячної енергії вивів енергетичну галузь на новий якісний рівень. Спостерігається зростання ефективності сонячних панелей при одночасному здешевленні технологій та розширенні сфер їх застосування.

В Україні згідно Національного плану дій із відновлюваної енергетики на період до 2020 року сонячна енергетика має досягти 2,3 ГВт (при показниках 1 кварталу 2017 р. в 590 МВт) та 5 ГВт до 2035 р. відповідно до проекту Енергостратегії [40]. Досягнення планових показників залежить у першу чергу від державних гарантій щодо стимулювання розвитку енергетичного сектору економіки та інвестиційного клімату в країні.

## ВИСНОВКИ

1. Енергетика є основою економіки і забезпечує функціонування всіх галузей народного господарства та вносить суттєвий вклад у формування дохідної частини бюджету. Енергетичний сектор країни потребує ліквідації диспропорцій і розробки виваженої та ефективної політики щодо забезпечення енергією всіх споживачів.

2. Україна має можливість здійснювати системні та скоординовані дії на всіх рівнях влади в рамках виваженої державної енергетичної політики, а проведення енергозберігаючих заходів повинно бути пріоритетним державним завданням.

3. Входження Об'єднаної енергетичної системи (ОЕС) України в енергетичну систему Європи дозволяє збільшити експорт електроенергії в 3–4 рази та підвищити надійність електроенергетичної системи нашої країни. Функціонування атомних, теплових і гідроелектростанцій дає змогу повністю покривати потреби України в електричній енергії, надлишки якої експортують за кордон. Необхідною умовою прийняття України в ЄС є наявність власної енергетичної стратегії. Реалізація Енергетичної стратегії має забезпечити перетворення паливно-енергетичного комплексу України із проблемного, що потребує постійної державної підтримки, на сучасну та ефективну галузь, яка буде локомотивом модернізації економіки та сприятиме її сталому розвитку у довгостроковій перспективі.

4. Ефективна політика енергозбереження може бути реалізована на основі концепції сталого розвитку та застосування світового досвіду розвинених країн, який передбачає соціальну відповідальність всіх учасників процесу управління: держави, місцевих органів влади, громадського сектору та населення. Ефективним механізмом управління енергозбереженням у розвинених країнах світу є адміністративне управління. Воно охоплює: маркування, сертифікацію, стандартизацію, нормування, заборону на застосування певної техніки та технологій.

5. Енергозбереження повинно бути пріоритетом економічного розвитку держави. Розвиток енергетики в нашій країні може бути забезпечений шляхом використання енергоефективних технологій та інвестицій, а сталий розвиток енергетичної галузі має стати першим кроком для оздоровлення та росту економіки України.

6. До основних напрямів зменшення енергоємності ВВП і підвищення енергоефективної діяльності виробничих підрозділів підприємства можна

віднести: вдосконалення організаційно-економічних механізмів енергозбереження; проведення енергетичного аудиту на підприємстві; управління процесами енергозбереження; впровадження енергозберігаючих заходів і енергоефективних технологій та зменшення питомих витрат енергоресурсів на виробництво одиниці продукції.

7. На підставі аналізу наукових джерел, присвячених проблемі дослідження поняття «організаційно-економічний механізм», запропоновано формулювання сутності організаційно-економічного механізму енергозбереження, що охоплює реалізацію організаційних і економічних цілей, впровадження мотиваційного механізму та виконання управлінських рішень, спрямованих, на енергозбереження з використанням інструментів і методів управління. Це сприятиме зниженню енергозалежності, зростання конкурентоспроможності та підвищенню ефективності використання інноваційних технологій щодо енергозберігаючих заходів у виробничій сфері та в побутовому секторі.

8. Впровадження організаційно-економічного механізму буде ефективним лише за умови підтримки на всіх структурних рівнях підприємства, оскільки її відсутність може призвести до зменшення результативності енергозберігаючих заходів, що запроваджуються.

9. Організаційно-економічний механізм енергозбереження – це сукупність заходів, що забезпечують максимально ефективно використання потенціалу енергозбереження за мінімальних витрат енергоресурсів на виробництво продукції. Ці заходи повинні мати яскраво виражений стимулюючий характер і забезпечувати економію коштів, яка досягається у результаті підвищення енергоефективності виробничого процесу. Основними внутрішніми організаційно-економічними механізмами енергоефективного господарювання є планування, організація, контроль та стимулювання раціонального використання енергоресурсів.

10. З метою всебічного оцінювання ефективності інвестицій в енергозбереження на промислових підприємствах запропоновано використовувати такі методи як метод визначення чистої поточної вартості, метод розрахунку рентабельності інвестиції та метод розрахунку внутрішньої норми прибутку. Зважаючи на особливості інвестування заходів із енергозбереження в побутовому секторі розроблено методичку, яка узагальнена на підставі нормативно-правових актів, що дає змогу визначити найбільш вигідні енергозберігаючі проекти у сфері житлово-комунального господарства.

11. Організаційно-економічний механізм сприяє підвищенню економії електроенергії на підприємствах житлово-комунального господарства. Він дозволяє застосовувати на підприємстві сучасні світлотехнічні та автоматичні пристрої, що забезпечує підвищення ефективності використання електричної енергії та зменшення енергетичного навантаження на внутрішньобудинкові електромережі, особливо в зимовий період року.

12. Економія електроенергії, яка одержана завдяки застосуванню інноваційного проекту, сприяє не тільки зниженню ставки тарифу та отриманні прибутку з економії коштів підприємством, але і впливає на екологію довкілля. Екологічний критерій на сьогодні має першочергове значення, оскільки екологічна складова є такою ж важливою, як фінансова і технічна. Зменшення викидів у довкілля дасть змогу знизити витрати на екологічний податок і підвищити прибуток, а також покращити загальну екологічну ситуацію мікрорайону.

13. Удосконалення існуючих організаційно-економічних механізмів дозволить досягнути визначених показників питомого енергоспоживання, збільшити потенціал енергозбереження, примножити прибуток підприємства та його фінансову стійкість.

14. Концептуальна модель організаційно-економічного механізму енергозбереження для підвищення енергоефективності підприємства передбачає застосування сонячної енергетики, як одного із видів відновлюваних джерел енергії.

15. Енергозбереження на підприємствах реалізується шляхом використання складових організаційно-економічного механізму. Зокрема, впровадження енергозберігаючих технологій, передбачає використання інвестиційно-інноваційних проектів із застосуванням ефективних світлотехнічних пристроїв для освітлення місць загального користування.

16. Мотиваційний механізм передбачає зменшення питомої енергоємності праці при наданні послуг, а також стимулювання та стягнення з працівників підприємства. Екологічний аспект відіграє важливу роль у процесі енергозбереження та досягається шляхом зменшення маси викидів шкідливих речовин у довкілля. Одним із напрямів ефективного енергозбереження є використання відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячної енергетики. Сонячні батареї забезпечують освітлення місць загального користування, а надлишок електроенергії підприємство може продавати за «зеленим» тарифом. Впровадження таких складових організаційно-економічного механізму



сприятиме зростанню прибутку підприємства та підвищенню його енерго-ефективності.

17. Широке впровадження сонячної енергетики у виробництво та в побут підвищить енергетичну і економічну незалежність нашої країни, зменшить залежність споживачів від імпорту традиційних енергоресурсів, генеруючих компаній та сприятиме збереженню довкілля.

18. Розвиток сонячної енергетики в нашій країні свідчить про успішне впровадження інновацій в енергетичний сектор економіки.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Аналіз енергетичних стратегій країн ЄС та світу і ролі в них відновлюваних джерел енергії [Електронний ресурс] / Аналітична записка БАУ № 13.– Режим доступу: <http://www.uabio.org/img/files/docs/uabio-position-paper-13-ua.pdf>.
2. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії України [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://www.intelcenter.com.ua/rus/library/atlas\\_alten\\_UA.htm](http://www.intelcenter.com.ua/rus/library/atlas_alten_UA.htm).
3. Большой экономический словарь: 25000 терминов / под ред. А. Н. Азрилияна. – [7-е изд., доп.] – М.: Институт новой экономики, 2010. – 1472 с.
4. Брич В. Я. Проблеми застосування сонячної енергії в сфері житлово-комунального господарства / В. Я. Брич, Б. Р. Гевко // Інноваційна економіка. – 2016. – № 1-2 (61).– С. 152–158.
5. Брич В. Я. Проблеми трансформації підприємств природних монополій енергетичної галузі та напрями їх вирішення / В. Я. Брич, Т. О. Артемчук // БІЗНЕСІНФОРМ. – 2016. – № 4. – С. 156–161.
6. Брич В. Я. Методи управління ризиками енергопостачальної компанії: монографія / В. Я. Брич, О. Л. Шпак, З. І. Домбровський, А. М. Тибінь, М. З. Домбровський. – Тернопіль : ТНЕУ, 2013. – 304 с.
7. Брич В. Я. Розбудова ринку енергосервісних послуг: світовий досвід та українські реалії / В. Брич, М. Федірко, Л. Франчук, В. Микитюк // Вісник Тернопільського національного економічного університету. – 2017. – № 3. – С. 7–20.
8. Брич В. Я. Трансформація організаційної структури енергокомпанії / В. Я. Брич, М. М. Федірко, Т. О. Артемчук // Економічний аналіз, 2017. – Т. 27.– № 3.– С. 167–172.
9. Брич В. Організаційно-економічні передумови реінжинірингу бізнес-процесів на ринку комунальної теплоенергетики України / В. Брич, М. Федірко, І. Янік // Вісник Тернопільського національного економічного університету, 2016. – № 2.– С. 7–19.
10. Гевко Б. Р. Організаційно-економічний механізм енергозбереження на підприємстві, його сутність та концептуальна модель / Б. Р. Гевко // Економічний вісник. – 2016. – № 2 (54). – С. 99–106.

11. Гевко Б. Р. Організаційно-економічний механізм енергозбереження на підприємстві: дис...канд. економ. наук: спец. 08.00.04 / Гевко Богдан Романович: Терн. нац. економ. ун-т. – Тернопіль, 2016. – 258 с.

12. Гевко Р. Б. Сонячний двигун. Патент України на винахід № 103860, F24J 2/42, F24J 3/06, F01K 25/02 / Р. Б. Гевко, В. Я. Брич, І. Г. Ткаченко, Б. Р. Гевко, Р. Ф. Бруханський, Ю. В. Дзядикевич, Г. Ю. Ткаченко. Заявка № а201300013. Заявл. 02.01.2013. Опубл. 25.11.2013. Бюл. № 22.

13. Гевко Р. Б. Віконний блок із сонячною панеллю. Патент України на корисну модель № 113731, МПК E06B 7/00, F24J 2/00 / Р. Б. Гевко, Я. С. Янишин, І. Г. Ткаченко, Ю. В. Дзядикевич, О. М. Стрішенець, Б. В. Погріщук, О. С. Никеруй. Заявка № u201702141. Заявл. 06.03.2017. Опубл. 10.07.2017. Бюл. № 13.

14. Гевко Р. Б. Енергоощадна теплиця. Патент України на корисну модель № 94619, МПК A06G 9/14, F24J 2/00 / Р. Б. Гевко, С. С. Никеруй, О. М. Стрішенець, О. Р. Губанова, І. Г. Ткаченко, Г. І. Пиріг, Б. Р. Гевко. Заявка № u201405009. Заявл. 12.05.2014. Опубл. 25.11.2014. Бюл. № 22.

15. Гевко Р. Б. Пірамідальна розкладна теплиця. Патент України на корисну модель № 108783, МПК A06G 9/16, A06G 3/02 / Р. Б. Гевко, Ю. В. Дзядикевич, І. Г. Ткаченко, Б. О. Сидорук, О. М. Стрішенець, Р. І. Розум, Б. Р. Гевко, Н. Ю. Малевич. Заявка № u201601955. Заявл. 29.02.2016. Опубл. 25.07.2016. Бюл. № 14.

16. Гевко Р. Б. Напрямки використання енергії пірамід / Р. Б. Гевко, Ю. В. Дзядикевич, І. С. Брошак, І. Г. Ткаченко, Б. В. Погріщук, Н. А. Малевич // Вісник Інженерної академії України. Київ. – 2017. – № 1. – С. 135–140.

17. Гуменюк В. Я. Трансформування економічних механізмів управління вищою освітою: монографія / В. Я. Гуменюк, І. Я. Рощик. – Рівне: НУВГП, 2012. – 219 с.

18. Датчики руху [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.elektromobile.com.ua>.

19. Державне підприємство «Національна енергетична компанія «Укренерго» – 2017. – Режим доступу: <http://www.ukrenergo.energy.gov.ua/Pages/main.aspx>.

20. Державне регулювання енергетики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.icps.com.ua/>.

21. Джеджула В. В. Енергозбереження промислових підприємств: методологія формування, механізм управління: монографія / В. В. Джеджула. – Вінниця: ВНТУ, 2014. – 347 с.

22. Джеджула В. В. Організаційно-економічний механізм забезпечення енергоефективності промислових підприємств / В. В. Джеджула // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2012. – № 11 (182), ч. 1. – С. 124–127.
23. Джеджула В. В. Організаційно-економічні проблеми формування енергоефективності промислових підприємств / В. В. Джеджула // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2011. – № 168, ч. 1. – С. 212–215.
24. Джеджула В. В. Оцінка економічної ефективності інвестицій в енергозберігаючі проекти / В. В. Джеджула // Економічний простір. – 2011. – № 54. – С. 124–130.
25. Джеджула В. В. Формування мотивації працівників промислових підприємств до впровадження інновацій / В. В. Джеджула, І. Ю. Єпіфанова // Стан та проблеми розвитку національної економіки в умовах перманентних кризових явищ / ред. О. О. Непочатенко. – Умань: Вид. «Сочінський», 2015.
26. Джеджула В. В. Формування організаційно-економічного механізму підвищення енергоефективності промислових підприємств / В. В. Джеджула // Економічний аналіз. – 2013. – Вип. 12, ч. 3. – С. 116–118.
27. Дзяди́кевич Ю. В. Економія споживання електроенергії в сфері ЖКГ / Ю. В. Дзяди́кевич, Б. Р. Гевко, Ю. С. Никеруй // Економічний аналіз. – 2011. – № 8, Ч. 1. – С. 62–65.
28. Дзяди́кевич Ю. В. Напрями економії електроенергії в місцях загального користування житлово-комунального господарства / Ю. В. Дзяди́кевич, Б. Р. Гевко // Інноваційна економіка. – 2013. – № 3 (41). – С. 11–15.
29. Дзяди́кевич Ю. В. Теоретичні і практичні аспекти ресурсозбереження / Ю. В. Дзяди́кевич, Б. Р. Гевко // Інноваційна економіка. – 2016. – № 3-4 (62). – С. 103–107.
30. Дзяди́кевич Ю. В. Економія електроенергії загального користування шляхом використання енергоощадних джерел світла / Ю. В. Дзяди́кевич, Б. Р. Гевко // Інноваційна економіка. – 2014. – № 4. – С. 236–240.
31. Дзяди́кевич Ю. В. Перспективи покращення енергетичної безпеки України / Ю. В. Дзяди́кевич // Інноваційна економіка. – 2015. – № 1. – С. 5–11.
32. Дзяди́кевич Ю. В. Енергетична безпека України та шляхи її реалізації / Ю. В. Дзяди́кевич // Сталій розвиток економіки. – 2014. – № 2. – С. 5–11.
33. Дзяди́кевич Ю. В. Економіка довкілля і природних ресурсів: монографія / Ю. В. Дзяди́кевич, Б. О. Язлюк, Р. Б. Гевко та ін. – Тернопіль: Астон, 2016. – 392 с.
34. Дзяди́кевич Ю. В. Управління процесами ефективного енергозбереження / Ю. В. Дзяди́кевич, Р. Б. Гевко, Р. І. Розум, М. В. Буряк // Інноваційна економіка. – 2010. – № 3(17). – С. 151–154.

35. Дзяди́кевич Ю. В. Енергетичний менеджмент: підручник/ Ю. В. Дзяди́кевич, Р. Б. Гевко, М. В. Буряк, Р. І. Розум. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2014. – 336 с.
36. Дзяди́кевич Ю. В. Спосіб живлення електричною енергією місць загального користування. Патент України на корисну модель № 79185, МКП H02J 3/00 / Ю. В. Дзяди́кевич, Б. Р. Гевко. Заявка № u201212850. Заявл. 12.11.2013. Опубл. 10.04.2013. Бюл. № 1.
37. Дзяди́кевич Ю. В. Спосіб енергоощадного освітлення в сфері ЖКГ. Патент України на корисну модель № 99055, МКП H02J 3/00 / Ю. В. Дзяди́кевич, Б. Р. Гевко. Заявка № u20150052. Заявл. 05.01.2015. Опубл. 12.05.2015. Бюл. № 9.
38. Дзяна Г. Теоретичні основи державної політики у сфері енергозбереження / Г. Дзяна, Р. Дзяний // Ефективність державного управління. – 2010. № 23. – С. 72–79.
39. Досвід США із збереження енергії в будівлях. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://wt.com.ua/archive/11opit.php>).
40. Енергетична стратегія України на період до 2030 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.epravda.com/publications/2013/09/26/396298/view-pri>.
41. Енергоефективність як ресурс інноваційного розвитку: Національна доповідь про стан та перспективи реалізації державної політики енергоефективності / С. Ф. Єрмілов, В. М. Геєць, Ю. П. Ященко, В. В. Григоровський, В. Е. Лір. – К.: НАЕР, 2009. – 93 с.
42. Енергозбереження. Методи визначення економічної ефективності заходів по енергозбереженню: ДСТУ 2155-93. – К.: Держстандарт України, 1993. – 13 с.
43. Єфімова Г. В. Оцінка економічної ефективності інвестицій в енергозбереження в промисловості (на прикладі машинобудування): дис. канд. економ. наук: спец. 08.07.01 / Г. В. Єфімова. – Одеса, 2002. – 21 с.
44. Загальні вимоги до організації та проведення енергетичного аудиту: Типова методика, затверджена наказом НАЕР № 56 від 20.05.2010 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://naer.gov.ua/normativno-pravovi-akti>.
45. Закон України «Про інвестиційну діяльність»: від 18.09.1991, № 1560–XII. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1560-12>.
46. Закон України «Про ратифікацію Договору до Енергетичної хартії та Протоколу до Енергетичної хартії з питань енергетичної ефективності і

суміжних екологічних аспектів»: К.: № 8998–ВР від 06.02.1998р. // Відомості ВР України – 1998.

47. Захаров В. С. Зарубіжний досвід та механізми фінансування розвитку енергетики / В. С. Захаров // Економіка та держава. – 2017. – № 3. – С. 93–96.

48. Кожем'яко В. П. Аналітичний огляд сучасних технологій фотоелектричних перетворювачів для сонячної енергетики / В. П. Кожем'яко, В. Г. Домбровський, В. Ф. Жердецький та ін. // Оптико-електронні пристрої та компоненти в лазерних і енергетичних технологіях. – 2011. – № 2. – С. 142–157.

49. Козаченко Г. В. Організаційно-економічний механізм як інструмент управління підприємством / Г. В. Козаченко // Економіка. Менеджмент. Підприємство. – 2003. – № 11. – С. 37–42.

50. Концепція вдосконалення державного регулювання природних монополій. Указ Президента України № 921/2007 від 27.09.2007 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.president.gov.ua/documents/6767.html> 3.

51. Концепція про функціонування оптового ринку електричної енергії. Постанова Кабінету Міністрів № 1789 від 16.11.2002 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://mre.kmu.gov.ua>.

52. Корсікова Н. М. Організаційно-економічний механізм управління інноваційним розвитком підприємства в сучасних умовах / Н.М. Корсікова // Економіка харчової промисловості. – 2009. – № 3. – С. 8–11.

53. Кравцова Л. В. Економічний механізм мотивації впровадження енергозберігаючих технологій у житлово-комунальне господарство: дис. канд. економ. Наук: спец. 08.10.01 – «Розміщення продуктивних сил і регіональна економіка» / Л. В. Кравцова.– Донецьк, 2006. – 237 с.

54. Крисоватий А. І. Сонячна панель віконного блока Патент України на корисну модель № 97086 Україна, МКП Е06В 7/00 / А. І. Крисоватий, Б. Р. Гевко, В. Я. Брич, І. Г. Ткаченко. Заявка № u201411078. Заявл. 10.10.2014. Опубл. 25.02.2015. Бюл. № 4.

55. Кулик М. Стратегічні перспективи розвитку енергетики України / М. Кулик, Б. Стогній // Світогляд. – 2009. – № 3. – С. 41–45.

56. Маевский В. Логистика и финансы / В. Маевский // Финансовый директор. – 2005. – № 6. – С. 13–17.

57. Мак Клелланд Д. Мотивация человека / Д. Мак Клелланд. – С-Пб.: Питер, 2007. – 672 с.

58. Макогон Ю. В. Деякі аспекти реалізації політики енергозбереження в Україні: монографія / Ю. В. Макогон. – Донецьк: ДонНТУ, 2012. – 200 с.

59. Маслоу А. Мотивация и личность / А. Маслоу. – СПб.: Евразия, 1999. – 478 с.

60. Микитенко В. В. Енергоефективність промислового виробництва: монографія / В. В. Микитенко. – К.: Об'єднаний ін-т економіки, 2004. – 281 с.

61. Наказ Міністерства фінансів України № 631 від 4 липня 2006 р. Про визначення пріоритетних напрямів енергозбереження: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: // <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0865-06>.

62. Нова Енергетична Стратегія України до 2035 року: «Безпека, Енергоефективність, Конкурентоспроможність» – червень 2017 року. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.google.com.ua/search?q>.

63. Овчаренко Д. М. Закордонний досвід організації ефективного менеджменту з енергозбереження промислових підприємств / Д. М. Овчаренко // Інвестиції: практика та досвід. – 2014. – № 23. – С. 69–74.

64. Пабат А. Сутність і основні поняття енергетичної безпеки як економічної безпеки / А. Пабат // Проблеми науки. – 2011. – № 8. – С. 26–30.

65. Пархоμεць М. К. Організаційно-економічний механізм забезпечення дохідності сільськогосподарських підприємств: теорія, методика, практика: монографія / М. К. Пархоμεць, В. В. Гудак.– Тернопіль: ТНЕУ, 2014. – 255 с.

66. Положення про матеріальне стимулювання колективів і окремих працівників підприємств, організацій та установ за економію паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві: затв. наказом Держкоменергозбереження та Мінекономіки України № 47 /127 від 21.06.2000 р.

67. Полозова В. Т. Сутність організаційно-економічного механізму функціонування підприємств промисловості / В. Т. Полозова, Ю. В. Овсюченко, Т. В. Полозова // Вісник МСУ, Економічні науки. – Том VIII, 2005. – № 1-2. – С. 63–65.

68. Постанова Кабінету Міністрів України від 14.03.2001 N 241 «Про Порядок відбору проектів з енергозбереження і здійснення видатків на їх виконання за рахунок державного бюджету» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=555-15>.

69. Пріоритети національного економічного розвитку в контексті глобалізаційних викликів [За ред. В. М. Гейця, А. А. Мазаракі]. – К: КНТУ. – 2008. – 389 с.

70. Про альтернативні види палива: Закон України від 14.01.2000 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/mai№.cgi?nreg=1391-14>.

71. Про альтернативні джерела енергії: Закон України від 20.02.2003 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=555-15>.
72. Про електроенергетику: Закон України № 575/97-ВР від 16.10.1997 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/575/97-%D0%B2%D1%80>.
73. Про енергозбереження: Закон України №74/94ВР від 01.07.1994 р., ред. від 09.04.2015 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80>.
74. Програма розвитку ООН в Україні. Трансформація ринку в напрямку енергоефективного освітлення: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://lamrochki.org.ua/dokumenty>.
75. Ратушняк О. Г. Управління змістом інноваційних проєктів термомодернізації будівель: монографія / О. Г. Ратушняк. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 128 с.
76. Солнечная энергетика: обзор отрасли (по материалам компании Nitols Solar Limited). [Електронний ресурс] – Режим доступу: WorldWideWeb: <http://nitolsolar.com/rusolarenergy/>.
77. Сонячна енергетика: теорія та практика: монографія / Й. С. Мисак, О. Т. Возняк, О. С. Дацько, С. П. Шаповал. Міністерство освіти і науки України, Нац. ун-т «Львівська політехніка». – Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2014. – 340 с.
78. Сонячна теплоелектроенергетика. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://msd.in.ua/sonyachna-teploelektroenergetika/>.
79. Стратегія енергозбереження в Україні. Т. 2 / За ред. В. А. Жовтянського. – К.: Академперіодика, 2006. – 600 с.
80. Телюк К. Ф. Енергозбереження як складова системи вдосконалення суспільного виробництва / К. Ф. Телюк, М. С. Білокриницька, В. І. Кравчук // Регіональна економіка. – 2017. – № 2. – С. 46–54.
81. Тимофеев В. Н. Энергоменеджмент и энергосбережение – общность и отличия / В. Н. Тимофеев, И. А. Немировский // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2007. – № 5. – С. 32–37.
82. Федорова В. А. Перспективи зміцнення енергетичної безпеки України / В. А. Федорова // Вісник Дніпропетровського університету. Сер. Економіка. – 2012. – Вип.6. – С. 50–55.



83. Шевченко М. Г. Економічний розвиток: методологія, еволюція теорій, перспективи дослідження: монографія / М. Г. Шевченко, О. О. Шевченко.– Краматорськ: ДДМА, 2014. – 312 с.

84. Язлюк Б. О. Теоретичні та прикладні аспекти економічної безпеки України / Б. О. Язлюк, Р. Б. Гевко, Ю. В. Дзяди́кевич // Інноваційна економіка. – 2015. – № 4 (59). – С. 301–310.

85. Alderfer C. Existence, Relatednes and Growth / C. Alderfer. – New York: FreePress, 1972. – 230 p.

86. Department of Energy – All Gov // [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.allgov.com/departments/departments-of-en>[http://ballotpedia.org/United States House of Representatives Committee on Energy and Commerce](http://ballotpedia.org/United_States_House_of_Representatives_Committee_on_Energy_and_Commerce).

87. Energy Policies of IEA Countries//[Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/us2007.pdf>.

88. Energy Savings Opportunity Scheme / Department of Energy and Climate Change. – London: Williams Lea Group, 2014. – 72 p.

89. Energy Policy Act of 2005/ [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-109publ58/html/PLAW-109publ58.htm>.

90. Hevko B. Promising Projects of Energy Saving in Housing and Communal Services of Ukraine / B. Hevko // The Advanced Science Journal. – 2015. – ISSUE 01. – P. 103–105.

91. Let there be light / Energy and technology [Електронний ресурс]. – Режим доступу :<http://www.economist.com/news/special-report/21639014-thanks-better-technology-and-improved-efficiency-energy-becoming-cleaner-and-more>.

92. McGregor D. The Human Side of Enterprise / D. Mc Gregor. – New York: McGraw-Hill, 1960. – 239 p.

93. Solar energy / Wikipedia [Електронний ресурс] – Режим доступу: WorldWideWeb: [http://en.wikipedia.org/wiki/Solar\\_energy](http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_energy).

94. What inhibits market growth for solar panels in the EU? Frank Niendorf shares his insights [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.pveurope.eu/News/Markets-Money/What-inhibits-market-growth-for-solar-panels-in-the-EU-Frank-Niendorf-shares-his-insights>.

95. World watch Institute and Center for American Progress (2006). American Energy: The renewable path to energy security // [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://images1.americanprogress.org/files/web20037/american\\_energy\\_now/American\\_Energy.Pdf](http://images1.americanprogress.org/files/web20037/american_energy_now/American_Energy.Pdf).

Наукове видання

**Ю. В. Дзядикевич**  
**В. Я. Брич**  
**В. В. Джеджула**  
**Р. Б. Гевко,**  
**Б. Р. Гевко,**  
**І. Ю. Єпіфанова,**  
**І. В. Любезна**

## **ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ МЕХАНІЗМ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

**Монографія**

Підписано до друку 8.05.2017 р.  
Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Гарнітура Times.  
Папір офсетний. Друк на дублюванні.  
Умов. друк. арк. 9. Облік.-вид. арк. 10.  
Тираж 300 прим.

Видавець та виготовлювач  
Тернопільський національний економічний університет  
вул. Львівська, 11, м. Тернопіль 46004

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи  
до Державного реєстру видавців ДК № 3467 від 23.04.2009 р.*

Видавничо-поліграфічний центр «Економічна думка ТНЕУ»  
вул. Львівська, 3, м. Тернопіль 46004  
тел. (0352) 47-58-72  
E-mail: [edition@tneu.edu.ua](mailto:edition@tneu.edu.ua)