

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

ОВЧАРЕНКО ДМИТРО МИКОЛАЙОВИЧ

УДК 658.26:620.9(477):005.584.1

**НАУКОВІ ЗАСАДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ
ЕФЕКТИВНОСТІ МЕНЕДЖМЕНТУ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ**

Спеціальність 08.00.04 – економіка та управління підприємствами
(за видами економічної діяльності)

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата економічних наук

Науковий керівник
Маценко Олександр Михайлович
кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри економіки та БА

Суми – 2016

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ МЕНЕДЖМЕНТУ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В УКРАЇНІ.....	11
1.1. Поняття, значення та роль менеджменту з енергозбереження у сучасній економіці України.....	11
1.2. Організаційно-економічний механізм державного регулювання енергозбереження.....	26
1.3. Аналіз сучасних світових тенденцій у сфері управління енергозбереженням.....	43
Висновки до першого розділу.....	57
РОЗДІЛ 2. НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	60
2.1. Фактори, що визначають рівень енергоефективності виробництва у ринковій економіці.....	60
2.2. Мотиваційний механізм енергозбереження на промисловому підприємстві.....	76
2.3. Розроблення методичного підходу до оцінки інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження.....	91
Висновки до другого розділу.....	107
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕНЕДЖМЕНТУ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	110
3.1. Комплексна оцінка інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження.....	110
3.2. Оптимізація системи енергозбереження на основі економіко-математичного моделювання.....	126
3.3. Практичні підходи до удосконалення механізму управління	

процесами енергозбереження.....	149
Висновки до третього розділу.....	170
ВИСНОВКИ.....	172
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	174
ДОДАТКИ.....	194

ВСТУП

Актуальність теми. Активізація інтеграційних процесів щодо входження України на світовий ринок та високий рівень залежності від постійно зростаючих у ціні імпортованих енергоресурсів стали каталізатором проблеми раціонального й ощадливого використання наявних енергетичних ресурсів. Вітчизняні товари та послуги, енергоємність виробництва яких у 2,6 раза перевищує середньосвітові показники, не можуть конкурувати з більш дешевими аналогами іноземного виробництва у межах відкритого ринку. За таких умов конкурентоспроможність вітчизняної продукції досягається зменшенням її собівартості за рахунок інших складових, передусім заробітної плати, що негативно впливає на розвиток вітчизняного людського капіталу. Водночас, викликані особливостями ведення господарської діяльності за пострадянських часів технологічна і технічна відсталість, відсутність модернізації енергетичних господарств промислових підприємств та неефективність відповідних систем управління не дають можливості реалізувати наявний потенціал енергозбереження для зменшення собівартості готової продукції лише за рахунок організаційних змін та маловитратних заходів на базі окремих структурних підрозділів підприємства. Перехід до ефективного використання енергетичних ресурсів, що відповідатиме показникам промислових підприємств провідних країн світу, можливий лише за рахунок комплексного підходу на основі цілеспрямованого управління процесами енергозбереження. Це потребує невідкладного розроблення наукових засад підвищення ефективності управління процесами енергозбереження на промислових підприємствах.

Дослідженню фундаментальних основ теорії і практики управління енергозбереженням економічних об'єктів різних рівнів присвячені праці О. І. Амоші, Є. М. Ахромкіна, М. П. Войнаренка, В. Волкері, В. Вонга, М. С. Данька, А. А. Долінського, Д. В. Зеркалова, М. П. Ковалка, Дж. Крейтса, В. Є. Матвіїшина, Л. Г. Мельника, В. В. Микитенка, О. В. Овсієнко, Р. Саутери, І. В. Сегеди, В. В. Стадник, О. Р. Сурменеляна, О. М. Суходолі, А. Тріанні, А. К. Шидловського та ін. Проблеми розроблення організаційно-економічних механізмів енергозбереження промислових підприємств та прийняття ефективних

управлінських рішень у цій сфері досліджені у працях В. В. Джеджули, К. І. Докуніна, Р. Кауфмана, О. М. Кітченко, Т. В. Сердюк, О. С. Синиці, І. М. Сотник, М. О. Ткаченка, Ю. І. Чистова, М. А. Юдіна, О. М. Ястремської та ін.

Зважаючи на вагомість та значущість досліджень вищезазначених науковців, актуальними залишаються питання створення доданої вартості на основі більш ефективного використання дефіцитних енергоресурсів з метою підвищення конкурентоспроможності вітчизняної продукції. Додаткових досліджень потребують проблеми, пов'язані з оцінкою інвестиційної привабливості конкретних проектів з енергозбереження в умовах неконкурентоспроможності продукції промислових підприємств, вибором ефективних методів мотивації персоналу до оптимізації витрат енергетичних ресурсів, а також з недосконалістю існуючих організаційно-економічних механізмів розподілу зекономлених енергоресурсів з метою максимізації ціни доданої вартості.

Актуальність зазначених вище питань, їх теоретична важливість і практична значущість для підвищення конкурентоспроможності промислових підприємств України обумовили вибір теми дисертаційного дослідження, визначили його мету, завдання, а також структурно-логічну побудову.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тематика дисертаційного дослідження відповідає темам науково-дослідних робіт Сумського державного університету та Національної металургійної академії України. Дисертант як співавтор брав участь у виконанні цих тем і програм, підготовці відповідних звітів, серед яких: «Формування системи соціально-економічної безпеки при розподілі та використанні водних ресурсів в Україні» (0111U003566), де автором досліджено підходи до оцінки еколого-економічної ефективності використання водних ресурсів в енергетичних господарствах підприємств; «Методологія управління підприємствами різних організаційно-правових форм та форм власності» (0107U001146), де автором досліджено вплив застосування різноманітних структур мотиваційного комплексу на рівень умотивованості персоналу до енергозбереження.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є розроблення науково-методичних засад підвищення економічної ефективності менеджменту з

енергозбереження промислових підприємств. Відповідно до поставленої мети було визначено такі завдання:

- проаналізувати передумови та потенціал енергозбереження промислових підприємств України;
- на основі систематизованих понять «менеджмент» та «енергозбереження» поглибити сутність поняття «менеджмент з енергозбереження»;
- удосконалити мотиваційний механізм енергозбереження промислових підприємств;
- розробити науково-методичний підхід до оцінки інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження в умовах невизначеності;
- удосконалити методичний підхід до формування сценаріїв енергозбереження промислових підприємств та вибору найоптимальнішого з них;
- удосконалити методичний підхід до прийняття ефективного управлінського рішення щодо вибору альтернативного проекту з енергозбереження.

Об'єктом дослідження є процеси управління енергозбереженням промислових підприємств.

Предметом дослідження є теоретичні та методичні засади, принципи і методи аналізу та управління діяльністю з енергозбереження промислових підприємств.

Методи дослідження. Методологічною основою дисертаційного дослідження є діалектичний метод наукового пізнання, системний підхід, фундаментальні положення сучасної економічної теорії, сучасні концепції управління енергозбереженням, закономірності суспільного розвитку, законодавчі та нормативні документи щодо регулювання діяльності у сфері енергоефективності, праці вітчизняних та зарубіжних учених, присвячені проблематиці прийняття господарських рішень. Для вирішення поставлених завдань дослідження були використані такі методи наукових досліджень: порівняльний і статистичний аналіз – під час дослідження поточного стану та перспектив розвитку енергозбереження на вітчизняних промислових підприємствах; абстрактно-логічний аналіз – під час дослідження сутності понять і визначень теорії енергозбереження; системно-структурний аналіз – під час формування сукупності критеріїв, що

визначають інвестиційну привабливість проекту з енергозбереження; парних порівнянь – під час визначення відносних вагомостей показників різних рівнів; економіко-математичне моделювання – під час побудови математичних моделей вибору оптимального сценарію енергозбереження промислового підприємства; економіко-математичний аналіз – під час розрахунку значень критеріїв оцінки інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження та комплексного економічного ефекту; логічних узагальнень – під час формулювання висновків дослідження. Інформаційну базу дослідження склали: законодавчі та нормативно-правові акти; офіційні статистичні дані; монографії та науково-аналітичні статті вітчизняних і зарубіжних авторів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у такому:

вперше:

– розроблено науково-методичний підхід до багатокритеріальної оцінки інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження на промислових підприємствах в умовах невизначеності, що базується на використанні нечіткої бази знань, визначеної системою логічних висловлювань про належність критеріїв оцінки одній із підмножин лінгвістичної терм-множини та врахування їх відносної вагомості;

удосконалено:

– науково-методичний підхід до формування сценаріїв енергозбереження промислового підприємства на основі моделі формального нейрона та прийняття управлінського рішення щодо вибору оптимального; підхід на відміну від існуючих враховує вплив різнорідних стейкхолдерів і дає можливість представити конфліктні ситуації, що виникають, у вигляді позиційної гри декількох гравців;

– методичний підхід до формування мотиваційного механізму енергозбереження на промисловому підприємстві, який на відміну від існуючих передбачає визначення оптимальної структури мотиваційного комплексу з позиції поєднання і узгодження застосування сукупності організаційно-економічних, соціально-психологічних та матеріально-технічних методів мотивації для досягнення поставлених цілей в існуючих умовах;

дістали подальшого розвитку:

– науково-методичний підхід до прийняття управлінського рішення щодо вибору альтернативного проекту з енергозбереження на основі розрахунку їх комплексних економічних ефектів, що на відміну від існуючих враховують зміну вартості експлуатації обладнання, зменшення ймовірності виникнення аварійних ситуацій, величину державних та позадержавних дотацій на його здійснення та ін.;

– змістовна і структурно-логічна сутність поняття «менеджмент з енергозбереження», під яким розуміється комплекс управлінських заходів спрямованих на удосконалення системи енергоспоживання в частині оптимізації обсягів енерговитрат, для забезпечення стійкого розвитку економічного об'єкту.

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що теоретичні та методичні положення, висновки і рекомендації дисертаційної роботи доведені до рівня практичних розробок, що сприяють удосконаленню систем управління енергозбереженням вітчизняних промислових підприємств. Основні положення та пропозиції впроваджено в практичну діяльність промислових підприємств м. Суми: пропозиції щодо вдосконалення механізму мотивації персоналу до енергозбереження на основі аналізу та прогнозування впливу факторів мотивації у діяльність ПАТ «Сумський завод насосного та енергетичного машинобудування «Насосенергомаш» (акт № 14-1637 від 08.09.2015 р.); пропозиції щодо здійснення попередньої оцінки доцільності інвестування у заходи з енергозбереження в умовах невизначеності впроваджено у діяльність ТОВ «Укрнафтозапчастина» (акт №126 від 19.10.2015 р.). Теоретичні та практичні положення дисертаційного дослідження використовуються у навчальному процесі Сумського державного університету під час викладання дисциплін «Мотиваційний механізм підприємства», «Стратегічне планування електроенергетичного виробництва» (акт № 1 від 16.11.2015 р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійно виконаною науковою працею. Сформульовані та науково обґрунтовані авторські положення, висновки і пропозиції дозволяють вирішувати важливе науково-прикладне завдання щодо розроблення, прийняття та реалізації ефективних управлінських рішень, спрямованих на оптимізацію обсягів енерговитрат вітчизняних промислових

підприємств. Висновки і рекомендації, що виносяться на захист, одержані автором самостійно. Особистий внесок автора у наукові праці, опубліковані у співавторстві, зазначено в списку публікацій.

Апробація результатів дисертації. Основні положення, висновки та рекомендації дисертаційної роботи доповідалися на профільних міжнародних наукових та науково-практичних конференціях, форумах різних рівнів, зокрема: Міжнародній науково-практичній конференції «Экономически эффективные и экологически чистые инновационные технологии» (м. Москва, 2013 р.); III Міжнародному конгресі з контролінгу «Green Controlling» (м. Санкт-Петербург, 2013 р.); Міжнародному форумі «Культура и экология – основы устойчивого развития России» (м. Єкатеринбург, 2013 р.); V Міжнародній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молодёжь и наука: реальность и будущее» (м. Кемерово, 2013 р.); II Міжнародній науково-практичній конференції «Инновации: проблемы, перспективы, достижения» (м. Москва, 2014 р.); VI Міжнародній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Молодёжь и наука: реальность и будущее» (м. Кемерово, 2014 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Инновационная экономика в условиях глобализации: современные тенденции и перспективы» (м. Мінськ, 2014 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми трансформації європейських стандартів в регіональну економіку і соціальну сферу України (у контексті Угоди про асоціацію між Україною та ЄС)» (м. Вінниця, 2014 р.); IV Міжнародній науково-практичній конференції «Економіка підприємства: сучасні проблеми теорії та практики» (м. Одеса, 2015 р.).

Публікації. Основні результати дисертаційного дослідження опубліковано у 19 друкованих працях (12 із них належать особисто автору), зокрема 1 підрозділ у колективній монографії, 8 статей у наукових фахових виданнях, 1 стаття в науковому виданні іншої держави, 9 публікацій у збірниках матеріалів конференцій. Загальний обсяг публікацій за темою дисертації становить 6,92 друк. арк., із них особисто дисертанту належать 5,95 друк. арк.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг дисертації

становить 207 сторінок, у тому числі основного тексту 166 сторінок, 32 таблиці на 21 сторінці, 20 рисунків на 14 сторінках, список використаних джерел із 198 найменувань на 21 сторінці, 3 додатки на 13 сторінках.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ МЕНЕДЖМЕНТУ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В УКРАЇНІ

1.1. Поняття, значення та роль менеджменту з енергозбереження у сучасній економіці України

Вектори розвитку сучасних економік більшості держав світу значно змінилися за останні десятиліття. Ці зміни викликані перебудовою самого постіндустріального суспільства та розумінням неможливості безкінечної розбудови економіки за рахунок збільшення споживання енергетичних ресурсів. Така модель економічного розвитку, за словами Генерального Секретаря ООН Пан Гі Муна, є «моделлю глобального самогубства». У зв'язку з цим була сформована інноваційна стратегія економічного розвитку. Вона передбачає розвиток економік усіх рівнів при безперервному зменшенні ними споживання енергоресурсів. Конкретним прикладом реалізації такої стратегії стали комплексні програми Європейського Союзу, що покликані зменшити споживання енергоресурсів на 13 % та скоротити викиди вуглецю на 20 % до 2020 року за умови подальшого збільшення промислових потужностей.

Ефективне використання енергоресурсів вигідне не лише з точки зору збереження їх для наступних поколінь, а й для існуючих економічних суб'єктів. Саме енергоефективність як окремих підприємств, так і національних економік в цілому є запорукою енергетичної та економічної безпеки, а також визначальним фактором їх конкурентоспроможності на світовому ринку. Особливої актуальності питання ефективного використання енергоресурсів, як ключового елементу інноваційної стратегії розвитку економіки, набуло для України, де енергетична галузь цілковито перебуває у кризовому стані.

Низький рівень забезпеченості України енергоресурсами власного видобутку, що покриває потреби внутрішнього ринку лише частково: з нафти – на 10-12 %, з природного газу – на 20-25 %, з вугілля – на 85-90 %, є одним з головних факторів уповільнення темпів розвитку національної економіки [46]. Переведення з ринкової

у політичну площину можливості поставок енергоресурсів Російською Федерацією, як головним імпортером, взагалі ставить під загрозу існування більшість промислових підприємств з енергоємними циклами виробництва. Разом з тим, в Україні досить неефективною залишається і система перетворення первинних енергетичних ресурсів. Так, наприклад, чистий вихід електроенергії на один кілограм урану для енергоблоків ВВЕР-1000 не перевищує 41-43 МВт·доб/кг, тоді як на атомних електростанціях Західної Європи цей показник згідно діючих стандартів – не нижче 60 МВт·доб/кг [94]. Невиправданим є будівництво генеруючих потужностей альтернативних джерел енергії (АДЕ) через їх високу первісну вартість та експлуатаційні витрати, що сягають 4,1-15 млрд. дол. США за приведену потужність у 1000 МВт. Навіть за існуючих «зелених» тарифів строк окупності більшості АДЕ досягає 20 років [75].

Найбільш проблемною залишається система кінцевого використання енергоресурсів споживачами. За оцінками International Energy Agency енергоємність ВВП України є однією з найвищих у світі – 0,55 т.у.п./ тис. дол. США, тоді як даний показник для розвинених країн в середньому не перевищує 0,15 т.у.п./ тис. дол. США, Російської Федерації – 0,44 т.у.п./ тис. дол. США, Республіки Білорусь – 0,26 т.у.п./ тис. дол. США [185]. Таким чином, енергетична безпека України залишається на досить низькому рівні (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Стан енергетичної безпеки України [3]

Показник	Граничні значення	Значення для України
Зниження енергоємності ВВП	на 1-2 % щорічно	не змінюється
Річні інвестиції у ПЕК від вартості його основних фондів	4-5 %	менше 1 %
Зношеність виробничих фондів ПЕК	не більше 45 %	60 %
Диверсифікація зовнішніх джерел надходження енергоресурсів	не менше трьох	два джерела
Сумарний недовідпуск енергоресурсів за всіма категоріями споживачів	1-2 %	понад 10 %
Умовна повнота законодавства у галузі енергетики	80-90 %	65 %

Зростання соціально-економічного рівня розвитку України важко уявити при такому стані енергетичної безпеки. Адже нестача енергоресурсів та їх неефективне використання унеможливають чи роблять нерентабельним виробництво, роботу сільського господарства, транспорту, тощо. Підписання ж економічної частини «Угоди про асоціацію між Україною та ЄС» і формування єдиного ринкового простору стали причиною ще більшої актуалізації проблеми ефективного використання енергетичних ресурсів. Особливо актуальна ця проблема для промисловості, де частка енергоресурсів у собівартості готової продукції складає 15-40 %, а для деяких виробництв сягає 80 % [160, 99]. Разом з тим, реалізація соціально спрямованої політики держави призвела до перенесення тарифного тягаря з побутових споживачів енергоресурсів на промисловість. Так, тарифи на природний газ та електроенергію у період з 2008 по 2014 роки для промислових споживачів зросли у 3,2 та 1,8 рази відповідно (рис. 1.1).

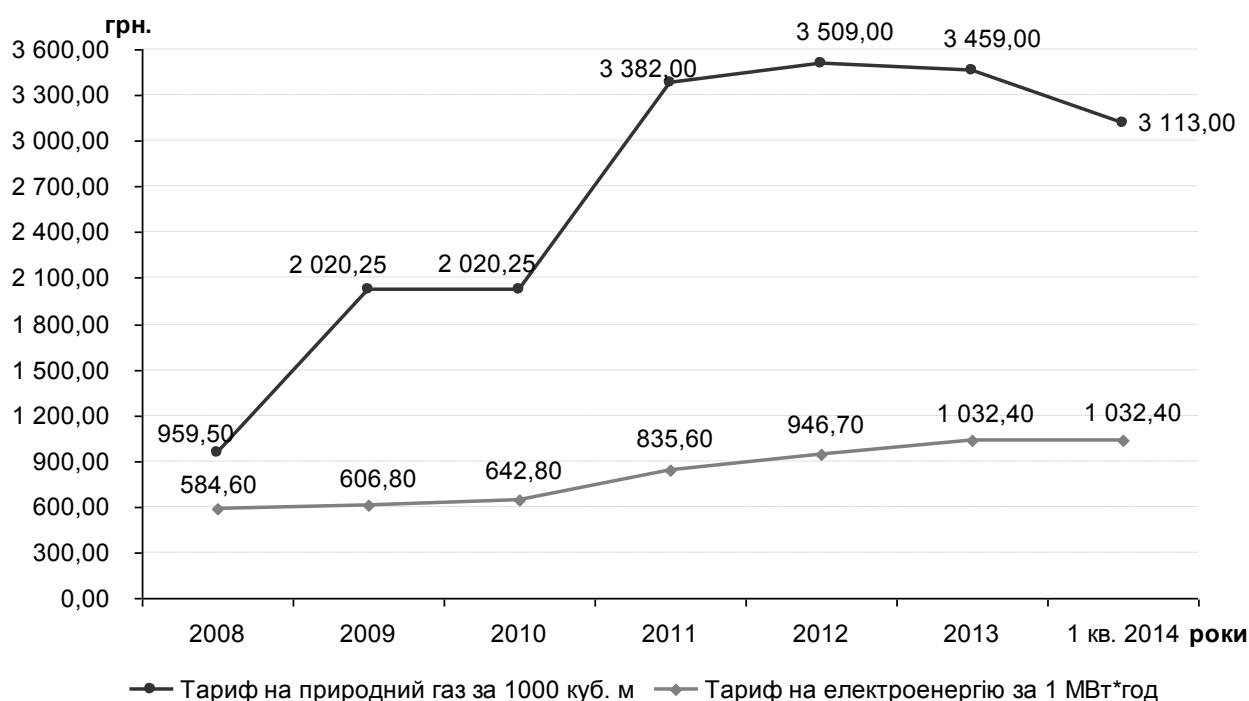


Рис. 1.1. Динаміка тарифів на природний газ та електроенергію для промислових споживачів, 2008-2014 рр. [74]

Ситуація, що склалася сьогодні в енергетичному секторі, у сукупності з надзвичайно високою енергоємністю промислового виробництва загрожує

банкрутством не лише підприємствам з найбільш енерговитратними виробничими циклами, а й економічній безпеці держави у цілому. За таких умов нагальною необхідністю є пошук ефективних інструментів для оптимізації споживання енергоресурсів, одним з яких є енергозбереження.

Слід зазначити, що саме розуміння терміну «енергозбереження» у пострадянських країнах та економічно розвинених державах світу досить сильно різняться. У країнах-членах ЄС, США та Японії, де енергозбереження є однією з ключових засад державної політики, а його необхідність у суспільній свідомості формувалася з 70-х років XX століття, воно сприймається як «п'ятий енергетичний ресурс». Енергозбереження для цих країн – запорука економічного та суспільного процвітання у майбутньому. У вітчизняній же суспільній свідомості, енергозбереження – це лише вид практичної діяльності, що направлений на впровадження нових технологій, які потребують менших витрат енергії. Тому не дивно, що реалізація проектів з енергозбереження як на виробництві, так і серед населення при кризових економічних умовах в Україні є непопулярною. Разом з тим, ресурс енергозбереження у нашій державі надзвичайно великий. Загальний потенціал енергозбереження за рахунок технічного та структурного факторів за оцінкою приведеною у «Енергетичній стратегії України на період до 2030 року» становить 318,36 млн. т.у.п. при необхідних капітальних вкладеннях у розмірі 102,3 млрд. грн. (табл. 1.2). Лише у промисловості щорічно непродуктивно використовується 3 млрд. кВт·год електричної та 6 млн. Гкал теплової енергії [121].

Таблиця 1.2

Прогнозований потенціал енергозбереження в Україні [30]

Складові енергозбереження	2015	2020	2030
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Енергозбереження, млн. т у.п.			
За рахунок технічного фактора	109,81	137,47	198,06
За рахунок структурного фактора	25,30	54,37	120,30
Разом	135,11	191,84	318,36
у тому числі:			
Паливо, млн. т у.п.			
За рахунок технічного фактора	71,28	95,38	128,42
За рахунок структурного фактора	20,00	45,31	102,88

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4
Разом	91,28	140,69	231,30
Електроенергія, млрд. кВт·год / млн. т у.п.			
За рахунок технічного фактора	70,99/24,84	72,45/24,63	108,72/35,88
За рахунок структурного фактора	7,88/2,76	13,79/4,69	27,90/9,21
Разом	78,87/27,6	86,24/29,32	136,62/45,08
Теплоенергія, млн. Гкал /млн. т у.п.			
За рахунок технічного фактора	86,24/13,69	112,62/17,46	231,87/33,76
За рахунок структурного фактора	16,00/2,54	28,18/4,37	56,41/8,21
Разом	102,24/16,23	140,80/21,82	288,28/41,97
Капітальні вкладення, млрд. грн.			
За рахунок технічного фактора	53,7	69,0	102,3
За рахунок структурного фактора	-	-	-
Разом	53,7	69,0	102,3

Дослідження в області енергозбереження доводять можливість скорочення споживання енергоресурсів у промисловості на 20-25 % без значних фінансових витрат. З урахуванням ж світового досвіду, реалізація всього комплексу проектів з ефективного використання енергоресурсів дозволяє на деяких об'єктах промисловості скоротити споживання ПЕР у 3-4 рази та підвищити їх прибутковість більш ніж на 10 % [144]. Так, за даними Аналітичного центру «Бюро економічних та соціальних технологій» реалізація такого комплексу проектів з енергозбереження для України та приведення стану її енергоспоживання до середньоєвропейського рівня дозволить щорічно економити 16,3 млрд. дол. США [23].

Слід зазначити, що за оцінками експертів International Energy Agency потенціал енергозбереження різних галузей промислового виробництва знаходиться у досить широких межах та становить 6-33 % (табл. 1.3). Тому реалізація однотипних проектів з енергозбереження на промислових підприємствах різного профілю не завжди є виправданою. З іншого боку, для деяких галузей, що мають достатньо великий ресурс енергозбереження, таких як целюлозно-паперова промисловість, реалізація проектів з енергозбереження можлива лише за рахунок технічних та технологічних факторів, що вимагає значних фінансових ресурсів, а отже є неможливою за даних економічних умов. Зважаючи на це, оптимальними

об'єктами для реалізації проектів з енергозбереження є підприємства машинобудування, що мають значний ресурс енергозбереження, реалізація якого можлива передусім за рахунок структурних змін.

Таблиця 1.3

Прогнозований потенціал економії енергоресурсів продукції промисловості повного циклу виробництва при застосуванні оптимального сценарію енергозбереження [197]

Вид готової продукції	Потенційно досяжний рівень економії енергоресурсів, $\times 10^{18}$ Дж / рік	Потенціал скорочення викидів CO ₂ в атмосферу, млн. т / рік	Загальний потенціал економії енергоресурсів, %
Хімічна та нафтохімічна продукція	5,0-6,5	370-470	13-16
Продукція машинобудування	2,3-4,5	220-360	9-18
Цемент	2,5-3,0	480-520	28-33
Целюлозно-паперова продукція	1,3-1,5	52-105	15-18
Продукція із алюмінію	0,3-0,4	20-30	6-8
Інші види продукції	0,5-1,0	40-70	23-25

Попри значний потенціал енергозбереження вітчизняної промисловості, масове впровадження відповідних проектів не можливе через обмеженість фінансових ресурсів. Більшість керівників підприємств через брак коштів вважають недоцільним вкладати значні фінансові ресурси у заходи з енергозбереження, що мають низький рівень економічної ефективності в умовах невизначеності. Виділення ж незначних коштів на реалізацію планів з енергозбереження обумовлено виконанням чинного законодавства у цій сфері. Залучення коштів на ці цілі за допомогою державних програм наразі є неможливим через відсутність фінансування. Не краща ситуація і з залученням іноземних інвестицій. Усі провідні світові рейтинги інвестиційної привабливості, такі як Institutional Investor, World Bank, Business Environment Risk Index (BERI), Moody's Investor Service, Tacis, на які орієнтується потенційний інвестор визначальну роль надають виробничому фактору (вагомість до 0,4) [76]. Зважаючи ж на високу енергоємність виробництва в Україні та відсутність позитивної динаміки щодо її зниження, показники виробничого

фактора є досить низькими. За таких умов залучення іноземних інвестицій у діючі виробництва є майже неможливим. Отже спостерігається явний брак коштів для реалізації проектів з енергозбереження.

Зважаючи на приведені обставини, особливої уваги заслуговує менеджмент з енергозбереження як комплексний підхід до вирішення проблеми оптимізації споживання енергоресурсів за умов обмеженості фінансових ресурсів. Інтеграція елементів менеджменту з енергозбереження у систему управління є інноваційною для підприємств пострадянського простору. Питанням управління та організації енергозбереження присвячено досить багато досліджень. Серед них особливу увагу заслуговують праці О. М. Суходолі [140-142], В. В. Микитенка [77], Т. В. Сердюк [131], М. Д. Корінька [58], І. М. Сотник [135], О. Р. Сурменеляна [139], М. П. Ковалка [54], О. В. Овсієнко [89], О. А. Крутя [61]. Питань же організації менеджменту з енергозбереження до останніх років вітчизняні науковці практично не торкалися. Більш того, згідно опитування проведеного Інститутом економічних досліджень та політичних консультацій 20,5 % респондентів з числа керівників промислових підприємств вищих рівнів взагалі не знають, що собою представляє менеджмент з енергозбереження [64]. Тоді як дослідження проведені ДБУ СО «Інститут енергозбереження» показали, що ефективність програм розроблених у рамках менеджменту з енергозбереження складає 28,221 т.у.п./тис. дол. США, а звичайних заходів з енергозбереження – лише 12,646 т.у.п./ тис. дол. США [6].

Закон України «Про енергозбереження» декларує орієнтацію роботи підприємств на раціональне використання ПЕР і встановлює поняття «менеджмент з енергозбереження». Чинне законодавство визначає менеджмент з енергозбереження як систему управління, спрямовану на забезпечення раціонального використання споживачами паливно-енергетичних ресурсів [41]. Однак, крім приведеного поняття українське законодавство не має ні норм, ні стандартів, які б визначали, що є представляє собою менеджмент з енергозбереження на різних рівнях економіки, які його цілі та структура.

Досить схожий підхід до проблеми визначення поняття «менеджмент з енергозбереження» і у інших країнах колишнього СРСР. Так, Законом Республіки Казахстан «Про енергозбереження та підвищення енергоефективності», а також аналогічним Законом Російської Федерації встановлюється поняття «менеджмент у сфері енергозбереження та підвищення енергоефективності». Воно визначається як комплекс адміністративних заходів, спрямованих на забезпечення раціонального споживання енергетичних ресурсів та підвищення енергоефективності об'єкта управління, що включає розробку і реалізацію політики енергозбереження та підвищення енергоефективності, планів заходів, процедур і методик моніторингу, оцінки енергоспоживання та інших дій, спрямованих на підвищення енергоефективності [36]. Разом з тим, законодавство Республіки Казахстан та Російської Федерації також не мають нормативних документів, що визначали б механізми функціонування менеджменту з енергозбереження.

Більш інформативними є нормативні документи Європейського Союзу та міжнародні стандарти. Директива ЄС 2006/32/ЕС визначає поняття «менеджмент у сфері енергозбереження» як систематичну процедуру, метою якої є отримання повної інформації про існуючу специфіку енергоспоживання підприємства, кількісного визначення можливостей економії електроенергії, а також постійного удосконалення механізмів енергозбереження [181]. Механізм здійснення менеджменту з енергозбереження визначено стандартом DIN EN 16001. Він є основою для сертифікації систем менеджменту у сфері енергозбереження, визначає перелік вимог до їх створення та безперервного покращання, що направлене на більш ефективне використання енергетичних ресурсів.

Отже, зважаючи на високу актуальність та нагальність проблеми організації та функціонування менеджменту з енергозбереження, не існує навіть єдиного загальноприйнятого визначення даного поняття. До того ж усі наведені вище визначення поняття «менеджмент з енергозбереження», на нашу думку, мають один істотний недолік: вони не визначають його як системну економічну категорію.

Оскільки поняття, що розглядається, поєднує у собі дві економічні категорії,

то для більш глибокого його розуміння доцільно розглянути різні наукові погляди щодо сутності понять «менеджмент» та «енергозбереження» (табл. 1.4, 1.5).

Таблиця 1.4

Наукові погляди на сутність поняття «менеджмент»

Джерело/Автор	Трактування поняття	Посилання
1	2	3
Oxford English Dictionary	Менеджмент – спосіб, манера поведінки з людьми, влада і мистецтво управління, особливого роду вміння та адміністративні навички, орган управління, адміністративна одиниця.	[187]
Герчікова І. Н.	Менеджмент – це самостійний вид професійної діяльності, направлений на досягнення визначених цілей шляхом раціонального використання матеріальних, фінансових і трудових ресурсів з обов'язковим застосуванням економічних методів управління.	[16]
Комарницький І. Ф.	Менеджмент – цілеспрямований вплив на колектив працівників або окремих виконавців з метою виконання поставлених завдань та досягнення визначених цілей організації.	[28]
Федоренко В. Г.	Менеджмент визначається як система економічного управління виробництвом, що включає сукупність принципів, методів, форм і прийомів управління.	[154]
Самигін С. І., Столяренко Л. Д.	Менеджмент – уміння домагатися поставлених цілей, використовуючи працю, інтелект, мотиви поведінки інших людей.	[125]
Моргулець О. Б.	Менеджмент – це управління підприємством з метою отримання прибутку.	[81]
Скібіцька Л. І.	Менеджмент – це особливий вид самостійної діяльності у фірмі будь-якого напрямку діяльності, що працює в умовах ринкових відносин для забезпечення поставлених цілей при раціональному, економному використанні матеріальних і трудових ресурсів на основі господарського й економічного механізму ринкових відносин.	[132]

Продовження таблиці 1.4

1	2	3
Нечаюк Л. І. Телеш Н. О.	Менеджмент – це інтеграційний процес, за допомогою якого професійно підготовлені управлінці створюють підприємства й управляють ними шляхом визначення певної мети й віднайдення способів її досягнення.	[87]
Корольов В. І.	Менеджмент – це особлива система управління організацією з метою підвищення ефективності її діяльності.	[96]

Таблиця 1.4

Наукові погляди на сутність поняття «енергозбереження»

Джерело/Автор	Трактування поняття	Посилання
1	2	3
Закон України «Про енергозбереження»	Енергозбереження – діяльність (організаційна, наукова, практична, інформаційна), яка спрямована на раціональне використання та економне витрачання первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів в національному господарстві і яка реалізується з використанням технічних, економічних та правових методів.	[41]
Літвінов О.С., Літвінова В. О.	Енергозбереження – це напрям дій щодо підвищення енергетичної ефективності, спрямованих на зниження втрат енергії.	[69]
Долінський А. А.	Енергозбереження – найважливіший додатковий енергоресурс та найоптимальніший спосіб зниження техногенного навантаження.	[25]
Бойко І. Б.	Енергозбереження розглядається як складний процес раціонального використання енергоресурсів, не тільки під час виробництва та споживання енергії, а й під час видобування, транспортування та переробки паливно-енергетичних ресурсів, який впливає на усі сфери життєдіяльності людини.	[11]

Продовження таблиці 1.5

1	2	3
Малярєнко В. А., Немировський І. А.	Енергозбереження – це ефективне використання енергії на кожному етапі її виробництва і перетворення.	[71]
Кошева Г. О.	Енергозбереження – це процес раціонального використання енергетичних ресурсів і залучення у господарський оборот відновлюваних джерел енергії з метою забезпечення енергоефективності економічного розвитку і поліпшення соціальної ситуації в країні, а також збереження екосистеми й не поновлюваних джерел енергії для майбутніх поколінь.	[59]
Асланян Г. С., Молодцов С. Д.	Енергозбереження розглядається як фактор економічного розвитку, який на практиці показав, що у багатьох випадках дешевше здійснити заходи щодо економії енергії або взагалі уникнути їх використання, ніж збільшити їх виробництво.	[1]
Докуніна К. І.	Енергозбереження – це комплекс визначених та послідовних дій, в результаті яких досягається позитивний (економічний) результат використання енергоресурсів.	[24]
Данилов О. Л., Костюченко П. А.	Енергозбереження – це система правових, організаційних, наукових, виробничих, технічних та економічних заходів, направлених не лише на ефективне використання первинних енергетичних ресурсів, але й на залучення у господарський обіг для зменшення споживання органічного палива відновлюваних джерел енергії.	[18]
Сергієв М. Н.	Енергозбереження – це реалізація організаційних, правових, економічних, технічних, технологічних та інших заходів, спрямованих на зменшення обсягу використовуваних ПЕР при збереженні відповідного корисного ефекту від їх використання, а також залучення в господарський обіг поновлюваних і нетрадиційних джерел енергії, інших заходів, які носять енергозберігаючий характер та економічний ефект від яких перевищує витрати, пов'язані з додатковою витратою ПЕР.	[130]

Для виділення власного визначення сутності терміну «менеджмент з енергозбереження» ми вважаємо за доцільне детально розглянути особливості, цілі, структуру та механізм його здійснення.

Цілі менеджменту з енергозбереження формуються виходячи з того, що він є ключовим інструментом рішення комплексної глобальної проблеми «енергетика-економіка-екологія». Енергетика через наявність прямих та зворотних зв'язків тісно пов'язана з економікою та екологією. Проблеми, що виникають у енергетиці призводять до появи проблем в економіці та навпаки. Енергетика є одним з головних джерел забруднення навколишнього середовища. Так, наприклад, за даними Державної служби статистики України у 2011-2012 роках серед викидів забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел, на енергетику в цілому припадало 52-54%, або у середньому 2300 тис. тон на рік [13].

Таким чином, менеджмент з енергозбереження не слід ототожнювати лише із завданням скорочення витрат енергоресурсів. Його цілі носять більш глобальний характер та визначаються сучасними тенденціями розвитку енергетики, а саме: енергозабезпеченням (надання якісних енергоресурсів за умов їх безперебійного постачання), енергодоступністю (енергоресурси повинні мати ринково обґрунтовану ціну за умов енергоощадливості споживачів), енергоприйнятністю (забезпечення мінімального впливу на екологію).

Отже на мікроекономічному рівні можна виділити такі основні завдання менеджменту з енергозбереження:

- забезпечення зростання рівня ефективності виробництва та розширення обсягу й номенклатури продукції у результаті впровадження енергоефективної техніки та устаткування;
- визначення, економічна оцінка, розробка і впровадження енергозберігаючих заходів;
- створення картини споживання енергоресурсів та проведення аналізу енерговикористання з ціллю виявлення потенційних можливостей його економії і як результат, зниження собівартості готової продукції;

- зниження негативного впливу процесів виробництва та використання енергоресурсів на навколишнє природне середовище [14].

Досягнення поставлених цілей можливе лише за рахунок застосування досконалих механізмів управління енергозбереженням. Менеджмент з енергозбереження є частиною загальної системи управління підприємством та має свою організаційну структуру, процедури, процеси, ресурси для формування і досягнення цілей сучасної політики енергозбереження. Він представляє собою впорядковану сукупність взаємопов'язаних та взаємодіючих елементів, що призначені для досягнення зазначених цілей.

Механізм реалізації менеджменту з енергозбереження на підприємстві базується на застосуванні основних організаційних принципів енергоефективного проектування, енергетичного аудиту та енергетичного менеджменту (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Складові менеджменту з енергозбереження на підприємстві (узагальнено автором)

Основою ефективної політики енергозбереження на підприємстві є енергетичний аудит. Головною його метою є пошук можливостей енергозбереження та допомога суб'єктам господарювання у визначенні напрямів ефективного енерговикористання. Енергетичний аудит як складова частина менеджменту з

енергозбереження призначений для визначення потенціалу енергозбереження та фінансової оцінки енергозберігаючих заходів.

Призначення енергетичного менеджменту як ключового елементу менеджменту з енергозбереження полягає у навчанні та мотивації персоналу до енергозбереження, плануванні енергозберігаючої політики у цілому, контролі та моніторингу стану енергетичних ресурсів [19].

Ефективність менеджменту з енергозбереження на підприємстві забезпечується повторюванням циклу PDCA «Планування – Виконання – Перевірка – Покращання» (цикл Шухарта-Демінга). Він дозволяє удосконалювати систему управління енергозбереження за умов виконання передбачених кроків (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Узагальнена схема здійснення менеджменту з енергозбереження на підприємстві за циклом Шухарта-Демінга (розроблено автором)

На першому етапі визначаються цілі енергозбереження, проводиться збір та аналіз необхідної інформації про енергобаланс та енергобазис підприємства.

Отримані дані є інформаційною базою для планування ефективних проектів з енергозбереження та формування відповідних програм.

На етапі реалізації зусилля уповноважених осіб направлені на проведення організаційних та маловитратних заходів ціллю яких є оптимізація системи споживання енергетичних ресурсів на підприємстві. Слід зазначити, що попри свою орієнтацію на організаційні заходи, менеджмент з енергозбереження не може бути ефективним без застосування іншої складової енергозбереження – реалізації технічних заходів. Їх реалізація передбачає значні капіталовкладення, а отже ефективний менеджмент з енергозбереження є неможливим без застосування методів аналізу та оцінки економічної доцільності таких заходів.

Третій етап реалізації менеджменту з енергозбереження передбачає проведення перевірки відповідності отриманих результатів та поставлених цілей, а також визначення фактичної економії фінансових ресурсів підприємства у результаті реалізації кожного конкретного проекту з енергозбереження. Аналіз сформованих у результаті цього звітів є основою для визначення основних недоліків діючої системи енергозбереження підприємства та внесення відповідних змін до неї на наступний період.

Зважаючи на все вищезазначене, під поняттям «менеджмент з енергозбереження» доцільно розуміти комплекс управлінських заходів, спрямованих на удосконалення системи споживання енергетичних ресурсів в частині застосування узгоджених за видами та часом інструментів оптимізації обсягів енерговитрат, що забезпечує сталий розвиток економічного об'єкту.

Ефективність менеджменту з енергозбереження на підприємстві формується під впливом як внутрішніх, так і зовнішніх факторів. Рівень підготовки енергоменеджменту, структурні зміни, стан мотиваційної підсистеми та впровадження інноваційних енергоощадних технологій визначають економічну ефективність системи енергозбереження підприємства. Разом з тим, сформовані на основі державної політики зовнішні фактори, такі як: нормативно-правове забезпечення, ставлення суспільства до проблеми енергозбереження та рівень стабільності ринку енергетичних ресурсів, є вирішальними при визначенні її

масштабу. Отже, існує необхідність у проведенні аналізу стану організаційно-економічного механізму державного управління енергозбереженням.

1.2. Організаційно-економічний механізм державного регулювання енергозбереження

Головні завдання державної політики у сфері енергозбереження визначені в «Енергетичній стратегії України на період до 2030 року» [30] та інших програмних документах. На сьогодні найбільш актуальними серед них є: підвищення енергетичної безпеки держави, підвищення ефективності споживання та використання енергоресурсів, збільшення ВВП України за рахунок економічно ефективного розвитку ПЕК, зменшення техногенного навантаження на навколишнє середовище. Виконання поставлених стратегічних завдань у рамках національного господарства забезпечується, передусім, функціонуванням ефективного механізму державного регулювання енергозбереження.

Перші спроби до економічного обґрунтування необхідності енергозбереження на формування відповідних механізмів управління на рівні держави були зроблені ще за часів СРСР у 30-ті роки XX століття, але, нажаль, носили виключно формальний характер. Такий формальний підхід до проблеми енергозбереження зберігався увесь період існування СРСР. Як результат, у той час коли після двох енергетичних криз 70-х років XX століття для провідних країн світу питання енергозбереження стало одним з найбільш нагальних, у СРСР споживання енергоресурсів лише зростало. Так, наприклад, енергоспоживання у 80-ті роки XX століття зросло на 18 % порівняно з 1979 роком при незначному рості чисельності населення та зростанні обсягів промислового виробництва у країні [116]. Така ситуація виникла унаслідок штучного стримування ціни на енергоресурси, а як результат – має місце значне відставання рівня розвитку вітчизняної економіки від провідних економік світу.

Зміна форм господарювання, що сталася після проголошення незалежності України, призвела до руйнування існуючої неефективної системи державного

регулювання енергозбереження. Разом з тим, перехід до ринкових відносин зробив енергоефективність чи не найголовнішим критерієм конкурентоздатності національного виробництва. У період 1990-1996 років енергоємність ВВП України зросла на 38,6 % порівняно з рівнем 1989 року, а вартісна складова енергоресурсів у структурі затрат на виробництво готової продукції досягла 42 % [116]. За таких умов одним з найважливіших питань стало створення нового механізму державного регулювання та стимулювання енергозбереження, що відповідав би вимогам ринкової економіки.

Система державного управління енергозбереженням усе ще перебуває у стані трансформації, що, безумовно, не може не позначитися на її ефективності. Однак, у цілому в Україні сформовані інституційні основи для дієвих методів державного регулювання: прийнята нормативно-правова база, створені структури, що відповідають за реалізацію стратегії енергозбереження, формально діють відповідні економічні механізми [88].

Нормативно-правова база України у сфері енергозбереження сьогодні складається з 11 Законів України, 15 Указів Президента, 170 рішень Уряду та інших підзаконних актів. Серед них основними є: Закони України «Про енергозбереження», «Про електроенергетику», «Про теплопостачання», «Про альтернативні види палива», «Про основи містобудівної діяльності», «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо стимулювання заходів з енергозбереження», рішення Ради національної безпеки і оборони «Про стан енергетичної безпеки України та основні засади державної політики у сфері її забезпечення».

Метою усієї сукупності законодавчих та нормативних актів у сфері енергозбереження є регулювання відносин між господарськими суб'єктами, а також державою, юридичними і фізичними особами у сфері енергозбереження, пов'язаних з повним циклом переробки та споживання ПЕР, їх зацікавлення у впровадженні проектів з енергозбереження та визначення відповідальності економічних суб'єктів у цій сфері [35].

Базуючись на аналізі розвитку українського законодавства у сфері енергозбереження та енергоефективності можна умовно поділити процес формування відповідної нормативно-правової бази на чотири етапи:

- 1994-1997 роки – формування та становлення державної політики у сфері енергозбереження. Цей етап пов'язаний із визначенням основних напрямів державної політики та створенням адміністративної системи регулювання енергозбереження;
- 1997-2005 роки – удосконалення системи державного регулювання енергозбереження. Протягом цього періоду було закладено підґрунтя для розвитку стандартизації, правові та економічні засади використання альтернативних джерел енергії, сформовані економічні механізми енергозбереження;
- 2005-2014 роки – структурні трансформації державних органів влади. Цей період пов'язаний зі структурними змінами у системі державного управління енергозбереженням, закріпленням на законодавчому рівні економічної відповідальності споживачів та постачальників енергоресурсів, а також бюджетною підтримкою програм з енергозбереження;
- з 2014 року – зміна механізму державного регулювання та стимулювання енергозбереження за умов введення надзвичайного стану в енергетичному секторі України.

Законодавство у сфері енергозбереження, як галузь національної правової системи була започаткована прийняттям Закону України №74/94-ВР від 01.07.94 р. «Про енергозбереження» [41]. Цей Закон є базовим нормативно-правовим актом у сфері енергозбереження. Він визначає економічні, правові, екологічні та соціальні основи енергозбереження для усіх господарських суб'єктів України. Законом України «Про енергозбереження» визначені основні принципи державної політики задля забезпечення ефективної цілеспрямованої діяльності у сфері енергозбереження, а саме:

- створення державою економічних та правових умов зацікавленості в енергозбереженні юридичних та фізичних осіб;

- здійснення державного регулювання діяльності у сфері енергозбереження на основі застосування економічних та нормативно-правових заходів управління;
- пріоритетність вимог енергозбереження при здійсненні господарської, управлінської або іншої діяльності;
- створення енергозберігаючої структури матеріального виробництва на основі комплексного вирішення питань енергозбереження з урахуванням екологічних вимог;
- популяризація економічних та екологічних переваг енергозбереження;
- поєднання методів економічного стимулювання та фінансової відповідальності задля раціонального використання енергоресурсів;
- стимулювання раціонального використання енергоресурсів шляхом когенерації;
- масове застосування приладів обліку та енергетичного маркування електрообладнання.

Крім того, Законом передбачена розробка та прийняття державних цільових, регіональних, місцевих та інших видів програм у сфері енергозбереження, а також включення до програм навчальних закладів курсів з питань ефективного використання енергетичних ресурсів. Законом України «Про енергозбереження» визначено порядок проведення енергетичної експертизи, енергетичного аудиту та засади здійснення державного контролю.

Важливим етапом розвитку національного законодавства у сфері енергозбереження стала постанова КМУ від 15 липня 1997 року №751, якою було затверджено програму заходів щодо скорочення споживання природного газу [113]. Одночасно з розвитком законодавчої бази у сфері стимулювання економії ПЕР забезпечується правова підтримка впровадження альтернативних джерел енергії. Постановою КМУ від 17 січня 1996 року №100 була затверджена Державна програма «Екологічно чиста геотермальна енергетика України» [104], а Постановою КМУ від 3 лютого 1997 року №137 – затверджена Комплексна програма

будівництва вітрових електростанцій та створено відповідну координаційну раду [109].

Введення нормування питомих витрат енергетичних ресурсів у суспільному виробництві України з ціллю їх раціонального використання та економії було передбачено Постановою КМУ від 15 липня 1997 року №786 [112]. Слід зауважити, що згідно Постанови нормування питомих витрат енергоресурсів не передбачає прямого втручання держави у господарську діяльність підприємств.

Постановою КМУ від 15 липня 1998 року №1094 було затверджено Положення про державну експертизу з енергозбереження [103]. Ним визначено систему заходів щодо встановлення відповідності законодавству з питань енергозбереження, нормативам та стандартам виробничої діяльності підприємств, установ і організацій. Проведення обов'язкової передпроектної експертизи стало запорукою використання інноваційних енергоефективних технологій.

Законом України «Про електроенергетику» №575\97-ВР від 16.10.1997 встановлено правові та економічні засади здійснення діяльності в електроенергетиці, а також визначено конкретні стимулюючі заходи щодо раціонального споживання виробленої електричної енергії та застосування когенераційних технологій [40]. Аналогічні стимулюючі заходи щодо впровадження енергозберігаючих технологій у системи видобутку, переробки, транспортування та використання природного газу і нафтопродуктів були передбачені Законом України «Про нафту і газ» №2665-111 від 12.07.2001 року [44].

Задля реалізації ефективної енергозберігаючої політики на національному рівні у вітчизняному законодавстві особливу увагу приділено правовій підтримці міжнародної співпраці у цій сфері. Важливим кроком у цьому напрямі стала Постанова КМУ від 19 березня 1997 року №244 [108]. Нею передбачено поступове впровадження в Україні вимог Директив та стандартів Європейського Союзу, у тому числі і у сфері забезпечення енергозберігаючої діяльності. Проте, виконання Постанови обмежилося лише впровадженням стандартів, що до теперішнього часу не носять обов'язкового характеру. Важливим етапом міжнародної співпраці стало затвердження Постанови КМУ від 20 грудня 1997 року №1422, згідно якої було

створено Українську енергозберігаючу сервісну компанію (УкрЕСКО) [114]. Фінансування проектів з енергозбереження які виконувала УкрЕСКО надавалося Європейським банком реконструкції та розвитку шляхом авансування, а повернення коштів – за результатами досягнутого економічного ефекту. У результаті реалізації енергозберігаючих проектів на 19 підприємствах України, що були проведені компанією за рахунок 20 млн. євро кредиту від ЄБРР, було досягнуто таких показників: економія електричної енергії склала 50 млн. кВт·год/рік; економія природного газу – 5 млн. м³/рік; щорічна економія тепла, пари та гарячої води – 12 млн. грн.

З прийняттям Закону України №89/98-ВР від 06.02.98 року «Про ратифікацію Договору до Енергетичної Хартії та Протоколу до Енергетичної Хартії з питань енергетичної ефективності і суміжних екологічних аспектів» Україна зобов'язалася проводити роботу у галузі подальшого підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів [45].

Схвалення у 1997 році Комплексної державної програми енергозбереження України (КДПЕУ) стало одним з найважливіших кроків до оптимізації використання енергетичних ресурсів у різних галузях суспільного виробництва, а її реалізація – одним з найбільш масштабних проектів за період незалежності України [56]. Стратегічною метою програми став вихід України на рівень провідних країн світу щодо енергоємності ВВП та окремих виробництв. На жаль, перші результати реалізації КДПЕУ у складних економічних умовах виявилися незадовільними. Постановою КМУ від 27 червня 2000 року №1040 були схвалені заходи щодо застосування економічного механізму стимулювання раціонального використання енергетичних ресурсів, доопрацювання Комплексної державної програми енергозбереження та пріоритетного виділення коштів з державного бюджету на фінансування проектів енергозбереження [111]. Попри це, по закінченню строку дії КДПЕУ у 2010 році, не було виконано навіть песимістичного сценарію розвитку енергозбереження в Україні.

Наразі у державі реалізуються галузеві та регіональні програми енергозбереження та енергоефективності. Для промислових підприємств особливе

значення має Галузева програма енергоефективності та енергозбереження на період до 2017 року [15]. Вона визначає організаційні та технічні заходи задля заощадження енергетичних ресурсів у різних галузях промисловості, їх фінансове та законодавче забезпечення.

Подальше удосконалення національного законодавства у сфері енергозбереження було направлено на розвиток нетрадиційних та поновлюваних джерел енергії, збільшення когенераційних потужностей, впровадження енергоефективних технологій та стимулювання ефективного використання енергетичних ресурсів. Так, у 2002 році був прийнятий Закон України №40-IV «Про інноваційну діяльність» [42]; у 2003 році – Закон України №555-IV «Про альтернативні джерела енергії» [37]; у 2005 – Закон України №2509-IV «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерації) та використання скидного потенціалу» [43]; у 2007 році – Закон України №760-V «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо стимулювання заходів з енергозбереження» [38].

Результатом посилення енергетичної кризи в Україні через конфронтацію з Російською Федерацією став новий етап розвитку енергозбереження. Ухвалений Верховною Радою у першому читанні Законопроект №4117-а «Про особливий період у паливно-енергетичному комплексі» передбачає можливість тимчасового припинення чи обмеження постачання енергетичних ресурсів з метою їх економії. При цьому господарська діяльність підприємств, установ та організацій повинна здійснюватись за умов активізації зусиль щодо раціонального використання енергетичних ресурсів і скорочення енерговитрат.

Уся сукупність розглянутих нормативних актів та документів, шляхом прямого чи опосередкованого правового впливу на відносини у сфері енергозбереження, дала змогу створити структуру державного управління та контролю у сфері енергозбереження [47].

Розвиток інституційного механізму регулювання у сфері енергозбереження України тісно пов'язаний з становленням структури державних органів влади.

Верховна Рада України шляхом законодавчого регулювання відносин у сфері енергозбереження визначає напрями державної політики у ній [157].

Державне управління енергозбереженням здійснюється Кабінетом Міністрів України та уповноваженим ним органом. До повноважень Кабінету Міністрів України належить виконання Законів у сфері енергозбереження, управління енергетичними активами держави та затвердження енергетичної політики направленої на раціональне використання енергетичних ресурсів. Крім того, до планування та реалізації державної політики у цій сфері залучені галузеві міністерства і відомства, органи місцевого самоврядування, а також науково-дослідні інститути та організації.

Задля забезпечення безпосередньої реалізації засад державної політики, визначених Законом України «Про енергозбереження», у 1995 році було створено Державний комітет України з енергозбереження. Указом Президента України від 06.10.95 року №918 були визначені основні функції комітету, а саме: реалізація всебічної державної політики у сфері ефективного використання енергетичних ресурсів; підвищення ефективності заходів з енергозбереження; координація діяльності державних органів влади усіх рівнів щодо питань ефективного використання енергетичних ресурсів [65].

Постановою КМУ від 29.05.1996 року №575 (втратила чинність) [102] було створено Державну інспекцію з енергозбереження та її територіальні підрозділи з метою здійснення контролю щодо забезпечення нормативів витрат енергетичних ресурсів. Державна інспекція отримала статус урядового органу державного управління, що діяв у складі Державного комітету України з енергозбереження та йому підпорядковувався. Постановою КМУ від 28.03.2011 року №346 у рамках процесу оптимізації системи центральних органів виконавчої влади Державну інспекцію з енергозбереження було ліквідовано [110].

У 2005 в рамках адміністративної реформи було ліквідовано Державний комітет з енергозбереження, а його функції були покладені на Міністерство палива та енергетики України (Міністерство енергетики та вугільної промисловості України). Слід зазначити, що на думку більшості експертів Міністерство як власник

енергетичних активів не могло ефективно реалізовувати державну політику у сфері енергозбереження [116, 166].

Указом Президента України від 31.12.2005 року №1900/2005 на базі ліквідованого комітету було створено Національне агентство з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів (НАЕР). У 2011 році НАЕР було переформатовано у Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України [150]. Наразі Держенергоефективності України виконує такі функції: формування єдиної державної політики у сфері ефективного використання енергетичних ресурсів; бере участь у розробленні проектів Державних програм економічного та соціального розвитку, Державного бюджету України; розробляє державні цільові та погоджує регіональні програми у сфері ефективного використання енергетичних ресурсів.

Відбір найбільш ефективних енергозберігаючих проектів та прийняття рішень щодо їх реалізації на державному рівні виконує спеціалізований робочий орган при Кабінеті Міністрів України – Міжвідомча робоча група з координації здійснення особливо важливих енергозберігаючих проектів. Крім того, на неї покладені завдання щодо внесення пропозицій про фінансування проектів з енергозбереження та проведення аналізу ефективності впровадження енергозберігаючих технологій господарюючими суб'єктами.

Постановою КМУ від 09.01.1996 року №20 було передбачено створення у структурі обласних державних адміністрацій та інших місцевих органах самоврядування спеціальних відділів, що займалися б питаннями енергозбереження [115]. Перед територіальними підрозділами з енергозбереження ставляться завдання освоєння економічно досяжних регіональних джерел енергетичних ресурсів та ліквідації їх дефіциту шляхом реалізації заходів з енергозбереження, а також прийняття відповідних програм [133].

Таким чином, сформований інституційний механізм регулювання енергозбереження, що складається з органів державної виконавчої влади, органів контролю та нагляду, спеціальних підрозділів в органах місцевої влади та суб'єктів господарювання (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Інституційний механізм регулювання енергозбереження в Україні (узагальнено автором)

Підсумовуючи цілі державної політики у сфері енергозбереження можна виділити такі ключові напрями її діяльності:

- 1) стимулювання ринкового механізму енергозбереження;
- 2) непряме регулювання та стимулювання енергоефективної поведінки господарюючих суб'єктів;
- 3) пряма підтримка програм з енергозбереження шляхом фінансування з державного бюджету.

Державне регулювання у сфері енергозбереження реалізується за допомогою відповідного механізму (рис. 1.5) [93]. Він представляє собою сукупність способів, методів, важелів та стимулів через які держава впливає на об'єкти управління для досягнення поставлених цілей [21].

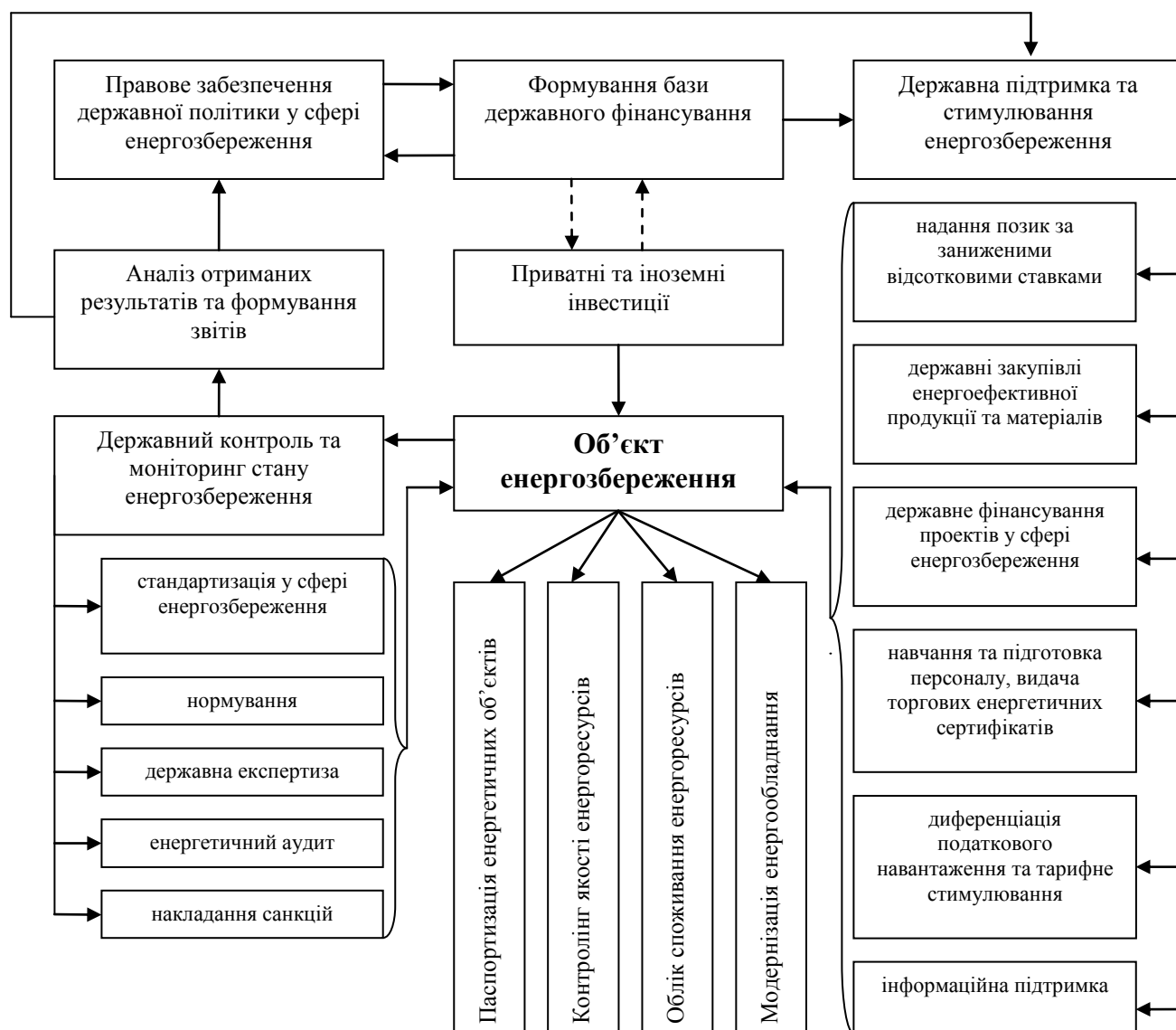


Рис 1.5. Механізм державного регулювання у сфері енергозбереження (узагальнено автором)

Існуючий механізм державного регулювання енергозбереження поєднує у собі адміністративні та економічні методи впливу. Адміністративні методи регулювання представляють собою систему вимог, стандартів та розпоряджень по відношенню до суб'єктів господарювання, а економічні методи регулювання направлені на інтенсифікацію процесів, пов'язаних з підвищенням ефективності використання енергетичних ресурсів. Слід зазначити, що у вітчизняній системі державного управління більшого розповсюдження набули адміністративні методи регулювання, оскільки вони простіші у застосуванні та вимагають менших фінансових витрат з боку держави.

Класифікуючи заходи, що застосовуються державними органами виконавчої влади у рамках діючого механізму енергозбереження, можна виділити заходи державної підтримки та стимулювання енергозбереження, а також заходи направлені на здійснення державного контролю та моніторингу ефективного використання енергетичних ресурсів.

Надання державних позик за заниженими відсотковими ставками, як ефективний метод стимулювання раціонального використання енергетичних ресурсів, НАЕР, а пізніше Держенергоефективності України, застосовувало з 2008 року. Постановою КМУ від 13.04.2011 року №436 затверджено чинний Порядок використання коштів, передбачених у державному бюджеті у рамках програми державної підтримки заходів з енергозбереження через механізм здешевлення кредитів [106]. Порядок передбачає спрямування бюджетних коштів на компенсацію витрат, пов'язаних зі сплатою відсотків за користування кредитами, залученими суб'єктами господарювання для реалізації проектів з енергозбереження. Державна фінансова підтримка надається на конкурсній основі у розмірі облікової ставки НБУ, що діє на дату нарахування відсотків. Причому, бюджетні кошти не можуть бути спрямовані на сплату штрафу чи пені, що нараховані за умовами кредитної угоди.

Стимулювання розвитку раціонального використання енергоресурсів шляхом фінансування проектів з енергозбереження та державних закупівель енергоефективної продукції наразі практично не застосовується через брак коштів та інфляцію. Хоча Державною цільовою економічною програмою енергоефективності на 2010-2015 роки і передбачено виділення 7,7 млрд. грн з державного бюджету на фінансування проектів з модернізації об'єктів комунального господарства та технічне переоснащення енергоємних виробництв [105].

Особливої уваги заслуговують заходи державних органів влади щодо диференціації податкового навантаження та тарифного стимулювання енергозбереження. Податковим кодексом України та Законом України «Про Єдиний митний тариф» передбачено стимулювання суб'єктів господарювання у сфері енергозбереження шляхом [166, 26]:

- звільнення імпортованого енергозберігаючого обладнання від сплати ввізного мита (ставка – 10 %);
- звільнення імпортованого енергозберігаючого обладнання від сплати податку на додану вартість (ставка – 20 %);
- надання пільг у обсязі до 80 % від розміру податку на прибуток підприємства, отриманого від реалізації власної енергоефективної продукції та матеріалів;
- надання 50 % пільги при оподаткуванні прибутку підприємств, що впроваджують проекти з енергозбереження;
- зменшення податку на землю, де розміщений об'єкт енергетики, що використовує альтернативні джерела енергії, до 25 % від установленого розміру;
- застосування «зеленого» тарифу, а також звільнення від оподаткування прибутку підприємств з продажу електроенергії, виробленої альтернативними джерелами енергії та з видобування метану вугільних родовищ строком на 10 років (починаючи з 1 січня 2011 року).

Надання інформаційної підтримки, навчання та підготовка персоналу, а також видача енергетичних сертифікатів на продукцію підприємств є специфічними заходами реалізації державної політики стимулювання енергозбереження. Їх реалізація покладена на Державну експертно-аналітичну систему управління процесом енергозбереження та її підрозділи – Координаційний і Регіональні інформаційні центри з енергозбереження. Головними завданнями цих органів державної виконавчої влади є популяризація та пропаганда енергозбереження, проведення інформаційно-роз'яснювальної роботи серед громадян щодо ефективного використання енергетичних ресурсів та надання інформаційної підтримки і супроводу проектів з енергозбереження. Так, Розпорядженням КМУ від 25.11.2009 року №1425-р [122] було заплановано проведення заходів направлених на формування у суспільстві свідомого ставлення до необхідності підвищення енергоефективності, а саме: рекламних кампаній в засобах масової інформації, проведення тижнів енергоефективності, конкурсів, виставок, конференцій, курсів,

навчально-практичних семінарів, міжнародних інвестиційних форумів з питань енергоефективності, тощо.

Підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів у промисловості не можливе без застосування заходів державного контролю та моніторингу. Ключовими серед них є державна експертиза з енергозбереження та енергетичний аудит. Метою державної експертизи є запобігання впровадженню неефективних технологій та виготовленню енергетично неефективної продукції. Проведення експертизи є обов'язковим у процесі будь-якої діяльності, пов'язаної з видобуванням, переробкою, транспортуванням, зберіганням та споживанням паливно-енергетичних ресурсів. Відповідно до Статті 23 Закону України «Про енергозбереження» державну експертизу з енергозбереження проводить Держенергоефективності України із залученням інших організацій. Згідно схваленого постановою КМУ від 11.05.2011 року №560 Порядку було встановлено обов'язковість державної експертизи для інвестиційних програм та проектів будівництва незалежно від джерел фінансування [107]. Крім того, проведення експертизи є обов'язковим для підприємств, що споживають за рік понад 1000 т.у.п. Законом України «Про енергозбереження» передбачено проведення енергетичного аудиту, що покликаний деталізувати енергетичні баланси підприємств та установ, а також надати рекомендації щодо зниження рівня енергоспоживання. Правовою основою здійснення енергетичного аудиту на підприємстві є Тимчасове положення про порядок проведення енергетичного обстеження і атестації спеціалізованих організацій на право його проведення [84].

Важливими чинниками провадження ефективної державної енергозберігаючої політики є стандартизація та нормування. На даний час у сфері енергозбереження діють 50 національних стандартів, що встановлюють вимоги до рівня ефективності використання енергетичних ресурсів. Щодо норм, то їх розробляє Держенергоефективності України для кожного підприємства окремо. Наступним кроком є узгодження їх застосування з керівництвом підприємств і здійснення контролю за дотриманням цих норм. До суб'єктів господарювання, що

перевищують встановлені норми, можуть бути застосовані адміністративні чи фінансові санкції.

Задля посилення державного впливу на суб'єкти господарювання у сфері стимулювання енергозбереження чинним законодавством передбачено введення адміністративно-господарських санкцій за нераціональне та марнотратне використання енергетичних ресурсів. Такими санкціями можуть бути: вилучення прибутку, адміністративний штраф чи стягнення обов'язкових платежів. Крім того, Законом України «Про внесення змін до Кодексу України про адміністративні правопорушення щодо встановлення відповідальності за порушення законодавства про енергозбереження» передбачено накладання штрафу безпосередньо на керівників підприємств та інших посадових осіб у розмірі до п'ятнадцяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян за недотримання вимог щодо ефективного використання ПЕР [38]. До 2011 року питання накладання адміністративно-господарських санкцій за нераціональне використання енергоресурсів знаходилися у компетенції Державної інспекції з енергозбереження. Лише за 2010 рік на підставі перевірок підприємств територіальними підрозділами інспекції було складено 1175 Постанов про застосування штрафних санкцій за виявлені факти неефективного використання енергетичних ресурсів на загальну суму 92,6 млн. грн.

Здійснення державного впливу у сфері енергозбереження шляхом накладання адміністративно-господарських санкцій Державним агентством з енергоефективності та енергозбереження України наразі не застосовується через значне ускладнення процедури: Держенергоефективності видає приписи щодо усунення фактів нераціонального використання енергетичних ресурсів суб'єктами господарювання; у разі невиконання Припису, агентство звертається до Держенергонагляду; за результатами перевірки інспектори Держенергонагляду можуть прийняти рішення про накладання штрафних санкцій. Через завантаженість інспекторів Держенергонагляду перевірка фактів невиконання припису займає значний проміжок часу. Зважаючи на це, Держенергоефективності практично не доводить справу до накладання штрафних санкцій, а їх приписи носять виключно

попереджувальний характер. Отже, на даний час через недосконалість розподілу повноважень та координацію роботи державних органів виконавчої влади один з дієвих інструментів забезпечення державної політики у сфері енергозбереження практично не застосовується, що не може не позначитися на її ефективності.

Ще однією нагальною проблемою реалізації ефективного механізму державного регулювання енергозбереження є недостатнє фінансування. Так, наприклад, Комплексна програма енергозбереження, що реалізовувалася у 1997-2010 роках, була виконана лише на 30 % через відсутність фінансування [118]. Аналогічна ситуація спостерігається сьогодні й з іншими державними та регіональними програмами у сфері енергозбереження. Слід зазначити, що зміни внесені у 2012 році постановами Верховної Ради України до Закону України «Про енергозбереження» де-факто взагалі залишили Державний фонд енергозбереження без фінансування. Якщо раніше Законом передбачалося передання коштів отриманих від накладання фінансових санкцій на суб'єкти господарювання за нераціональне та марнотратне використання енергетичних ресурсів на фінансування заходів з енергозбереження, а також надання дотацій з бюджету, то наразі Державний фонд з енергозбереження фінансується лише за рахунок добровільних внесків та доходів, отриманих від видання документів дозвільного характеру.

Іншою проблемою є недієвість мотиваційних механізмів енергозбереження, що застосовує держава до приватних суб'єктів господарювання. Адже саме на них припадає основний тягар фінансового навантаження по впровадженню програм з енергозбереження (табл. 1.6) [63].

Таблиця 1.6

Обсяги та джерела фінансування програм з енергозбереження в Україні

Джерела фінансування	Обсяги фінансування за роками, млрд. грн		
	2013	2014	2015
Державний бюджет	5,82	6,14	6,38
Місцеві бюджети	2,65	2,95	3,3
Приватні інвестиції	39,49	58,75	65,52

Передбачені Податковим та Митним кодексами України пільги для стимулювання реалізації заходів з енергозбереження на практиці не діють через

правові колізії та незадовільну координацію роботи державних органів виконавчої влади. В той же час, накладання адміністративно-господарських санкцій на суб'єкти господарювання за нераціональне використання енергетичних ресурсів Держенергонаглядом не стимулює подальший розвиток енергозбереження, оскільки отримані кошти перераховуються до державного бюджету та не направляються на фінансування проектів з енергозбереження. Отже, діяльність Держенергонагляду, як регулюючого органу з правом накладання штрафних санкцій, носить виключно фіскальний характер. З іншого боку, для промислових підприємств вигіднішим є оплачувати помірні штрафи за нераціональне використання енергетичних ресурсів, ніж впроваджувати фінансово- та ресурсоємні проекти з енергозбереження.

Недосконалою залишається і нормативно-правова база, що не дозволяє синхронізувати роботу різних органів державної влади у сфері енергозбереження, систематизувати державну фінансову та інформаційну підтримки суб'єктів господарювання, узгодити державні програми енергозбереження з відповідними проектами міжнародних фондів та таке інше. Через невизначеність системи національних стандартів групи «енергозбереження» суб'єкти господарювання змушені самі тлумачити вимоги щодо раціонального використання енергетичних ресурсів. Так, наприклад, із 50 діючих національних стандартів лише 15 мають конкретні орієнтири, що стосуються рівня енергоспоживання обладнання та енергоємності матеріалів [53].

Крім того, за результатами проведеного аудиту, Рахункова палата України відзначила такі недоліки функціонування національної системи енергозбереження: відсутність єдиної державної політики у сфері енергозбереження; безсистемне та непослідовне адміністративно-правове і фінансово-економічне забезпечення раціонального використання енергетичних ресурсів; відсутність централізованої координації енергозбереження за галузями промисловості; невідповідність державних цільових програм чинним вимогам законодавства; неефективне та безсистемне використання бюджетних коштів [32].

Вищезазначене дозволяє зробити висновок, що попри створені в Україні інституційну основи здійснення ефективного державного управління

енергозбереження, вітчизняний механізм регулювання у цій сфері вимагає доопрацювання. Не викликає сумнівів, що процес євроінтеграції України з поступовим впровадженням економічних та соціальних стандартів вимагатиме реалізації більш ефективної державної політики у сфері енергозбереження. Отже, доцільним є дослідження закордонного досвіду управління енергозбереженням як найбільш вірогідного шляху розвитку механізму державного регулювання та стимулювання ефективного використання енергетичних ресурсів в Україні.

1.3. Аналіз сучасних світових тенденцій у сфері управління енергозбереженням

Енергозбереження стало нагальною необхідністю для провідних країн світу у 70-ті роки XX століття. В результаті четвертої Арабо-ізраїльської війни у жовтні 1973 року Лігою арабських держав було введено ембарго на продаж нафти для Ізраїлю і його союзників (США та країн Західної Європи). Протягом року ціни на нафту зросли з 3 до 12 дол. США за барель [33]. Аналогічне зростання ціни відбулося і для інших енергетичних ресурсів, що жорстко прив'язані до вартості нафти. Високий же рівень залежності економічно розвинутих країн від імпорту енергетичних ресурсів, що становив, наприклад, для Європейського Співтовариства 63%, ще більше поглибив енергетичну кризу. Другим ударом для національних економік країн Західної Європи, США та Японії став «нафтовий шок» 1979 року викликаний поваленням правління іранського шаха Мохаммеда Рези Пехлеві. Після перевороту відбулося різке зменшення обсягів видобутку іранської нафти, а світові ціни на нафтопродукти зросли на 150 %. На початку 1981 року нафту продавали по 32 дол. США за барель, а в кінці року – по 34 дол. США за барель [27].

Дві енергетичні кризи 1973 року та 1979-1980 років стали стимулом створення ефективної системи енергозбереження для провідних країн світу як на національному рівні, так і на рівні міжнародних об'єднань. Так, завдяки структурній перебудові економіки у країнах Північної Америки та Західної Європи наприкінці 80-тих років XX століття споживання енергетичних ресурсів скоротилося на 5 %

порівняно з 1979 роком. У цілому ж проведення цими країнами активної державної політики у сфері енергозбереження протягом останніх сорока років забезпечило їм до 40% економії ПЕР [116].

Основою для ефективного функціонування механізму управління енергозбереженням розвинутих країн є наявність оптимального правового поля. Першим кроком до створення законодавчої бази у сфері енергозбереження стала зустріч представників урядів країн Європейської Співдружності у грудні 1973 року в Копенгагені. На ній були обговорені шляхи розвитку енергетичних політик країн-учасниць у зв'язку з новими тенденціями на ринку енергетичних ресурсів. Як результат, 17 грудня 1974 року було підписано Резолюцію щодо енергетичної політики Європейського Співтовариства до 1985 року [176]. Резолюція ставила за мету зменшення залежності країн-учасниць від імпортованих енергетичних ресурсів на 40% до 1985 року. У той же день було підписано Резолюцію Ради Міністрів Європейського Співтовариства щодо раціонального використання енергії [177]. Нею передбачалося вдосконалення системи корисного використання енергетичних ресурсів шляхом зменшення втрат та поступового зниження рівня неефективного споживання. Ці нормативно-правові акти стали основою для розвитку національних законодавств країн Європейського Співтовариства у сфері енергозбереження. Вже у 1976 році Німеччиною був прийнятий «Закон про економію енергії в будівлях», у 1980 році Францією – «Зведення законів про економію енергії», а у 1990 році Нідерландами – «Меморандум про енергозбереження» [116]. Слід зазначити, що рішення, резолюції, постанови та директиви у сфері енергозбереження інституцій Європейського Союзу, а раніше – Європейської Співдружності, є добровільними та можуть бути адаптовані до особливостей національних законодавств країн-учасниць.

Одночасно з становленням законодавства європейських країн у сфері енергозбереження, розвивалося і правове поле у США та Японії. У 1976 році в США було прийнято Закон «Про енергозбереження та виробництво енергії». Ним вводилися нормативи споживання енергетичних ресурсів у побуті. Законом США «Про національну політику енергозбереження», прийнятим 1978 року, було закріплено пріоритетність вимог ефективного використання енергетичних ресурсів

на національному рівні [196]. Міністерством енергетики США у 1992 році розроблено комплексний документ Energy Act, що був покликаний визначити основні проблеми енергозбереження та шляхи їх вирішення [167]. У 1979 році в Японії почав діяти досить унікальний Закон «Про раціональне використання енергії» [192]. Він стосувався лише промислових підприємств, які тоді споживали 70 % ПЕР. Поряд з необхідністю розробки заходів по зниженню рівня споживання електроенергії Закон приписував здійснювати раціоналізацію виробничих процесів, зменшувати втрати теплової енергії під час транспортування та мінімізувати запаси енергетичних ресурсів, що не будуть використані у короткостроковій перспективі. На підприємства, що не виконували дані вимоги накладалися штрафи. Через свою надзвичайну ефективність Закон «Про раціональне використання енергії» в Японії діє і зараз практично без змін. Лише у 1999 році були введені більш жорсткі санкції за його порушення, а у 2003 році було розширене поле його діяльності. Сьогодні він розповсюджується на усіх великих споживачів енергетичних ресурсів.

Важливим підґрунтям для становлення національних законодавств європейських країн у сфері енергозбереження стала Рекомендація Ради Міністрів Європейського Співтовариства від 25 жовтня 1977 року щодо раціонального використання енергетичних ресурсів промисловими підприємствами [173]. В ній приводилися поради щодо поширення інформації та підвищення рівня обізнаності з питань ефективного використання енергетичних ресурсів, закріплення у законодавстві необхідності створення енергетичних відділів у межах організацій та проведення енергетичних обстежень.

Нові напрями дій з енергозбереження були визначені у Резолюції Ради Міністрів Європейського Співтовариства від 9 червня 1980 року [178]. В ній надавалися рекомендації щодо розробки базових програм з енергозбереження, критерії формування ціни на енергоресурси та створення системи заходів для заохочення раціонального їх використання. Резолюцією від 15 січня 1985 року було передбачено удосконалення програм енергозбереження країн-членів Європейської Співдружності [174]. Згідно з нею Європейською Комісією були розроблені індикативні базові стандарти для енергетичного обладнання та програми

енергозбереження за секторами економіки. Для підвищення конкурентоспроможності промисловості 15 вересня 1986 року було ухвалено Резолюцію щодо підвищення енергоефективності промислових підприємств країн-членів Європейської Співдружності [175]. Основна увага приділялася питанню розширення інвестування у сектор енергетики з метою реалізації проектів енергозбереження та утилізації промислових відходів.

Подальший розвиток правового поля Європейського Союзу та національних законодавств її країн-членів у сфері енергозбереження був орієнтований на зміцнення інфраструктури ефективного використання енергоресурсів, забезпечення диверсифікації внутрішнього ринку, створення умов для розповсюдження альтернативних джерел енергії та інше. Ефективна реалізація законодавчих ініціатив забезпечувалася шляхом впровадження багаторічних програм з розвитку енергоефективності, таких як: SAVE, SAVE II, ALTENER-1, ALTENER-2. Наразі у цій сфері діє затверджена Європейським Парламентом 26 червня 2006 року рамкова багаторічна програма «Розумна енергія для Європи». Вона складається з трьох частин та має на меті удосконалення енергетичної ефективності та раціонального використання енергоресурсів у секторі промисловості і будівництва, а також сприяння розвитку відновлюваних джерел енергії.

Проаналізувавши розвиток законодавства країн-членів ЄС, США та Японії у сфері енергозбереження можна виявити певну тенденцію – перехід від прямого регулювання у 70-90-х роках XX століття до все більшого застосування інструментів економічного заохочення реалізації заходів з підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів суб'єктами господарювання у сьогоденні. В цілому ж ефективна державна політика цих країн у сфері енергозбереження забезпечується застосуванням різноманітного інструментарію, такого як: фінансове стимулювання, встановлення норм та стандартів, широкомасштабне впровадження енергозберігаючої техніки та технологій, інформаційні компанії, освітні програми, науково-дослідні роботи та інше.

Реалізація ефективної державної політики у сфері енергозбереження передбачає наявність відповідної інституційної та правової інфраструктури. Тому

крім державних органів управління у сфері енергозбереження активно діють комерційні та некомерційні підприємства, фонди та науково-дослідні організації, що здійснюють інформаційну, фінансову та технічну підтримки.

Базовим елементом функціонування ефективного механізму управління енергозбереженням провідних країн залишається адміністративне управління. Воно реалізується шляхом застосування адміністративних інструментів впливу, що є системою примусових заходів призначених для виконання законодавчо закріплених норм та ініціатив у сфері енергозбереження. До таких адміністративних інструментів управління відносяться: маркування, сертифікація, стандартизація, нормування, заборона на застосування певної техніки чи технологій. Слід зазначити, що ефективність адміністративного управління енергозбереженням у провідних країнах значною мірою обумовлена високим рівнем законослухняності суб'єктів господарювання.

Маркування енергоефективності обладнання стало застосовуватися у країнах Західної Європи з 1990 року. Наразі маркування є обов'язковим у 50 країнах Світу, а у країнах-членах ЄС клас енергоефективності присвоюється навіть будівлям, що експлуатуються. Крім того, що маркування виконує інформаційну функцію, воно є ефективним інструментом адміністративного управління. Так, наприклад, в країнах Європейського Союзу введена заборона на продаж енергетичного обладнання класів F і G, а також тимчасове обмеження на класи D і E. Політика витіснення з внутрішніх ринків продукції з високим рівнем енергоспоживання та заміною її більш енергоефективною характерна і для США. В цій країні надаються державні знижки на придбання інженерного обладнання, що отримало почесну марку Energy Guide [86].

Сертифікація як адміністративний інструмент знайшла широке застосування у системах управління енергозбереженням розвинутих країн. В Європейському Союзі застосування сертифікації у сфері енергозбереження пов'язано з реалізацією ринкового механізму. Так, були створені системи «зелених» (Tradable Green Certificate) та «білих» (Tradable Certificates for Energy Savings) сертифікатів. Введення перших направлено на стимулювання застосування генеруючими

компаніями відновлюваних джерел енергії, а других – на скорочення споживання енергетичних ресурсів та викидів парникових газів в атмосферу [146]. Державні органи влади встановлюють обов'язково необхідну кількість сертифікатів та визначають механізм надання пілг для окремих груп компаній, передусім енергетичного та промислового секторів. Для промисловості особливе значення має система «білих» сертифікатів. Підприємство бере на себе обов'язки щодо модернізації виробництва з метою зменшення споживання енергетичних ресурсів і в разі їх виконання отримує певну кількість сертифікатів. Важливим елементом функціонування системи сертифікації країн-членів ЄС з можливістю продажу їх надлишкової кількості третій стороні. Ця особливість забезпечує додаткове заохочення реалізації заходів з енергозбереження суб'єктами господарювання. Інша система сертифікації застосовується в Японії. У цій країні обов'язковій сертифікації у Міністерстві зовнішньої торгівлі та промисловості підлягають спеціалісти з енергоменеджменту. Така система гарантує високий рівень підготовки спеціалістів, що реалізують заходи з підвищення енергоефективності виробничих процесів промислових підприємств, де служба енергетичного менеджменту є обов'язковою.

Стандартизація та нормування у сфері енергозбереження проводяться для встановлення комплексу обов'язкових нормативів, правил та вимог до раціонального використання енергетичних ресурсів. Порушення встановлених стандартів та нормативів у провідних країнах світу є приводом до застосування економічних санкцій.

Введення прямої заборони на використання конкретних видів техніки та технологій, що не відповідають поточним вимогам енергоефективності, державними органами влади провідних країн світу застосовуються досить рідко, але все ж мають місце. Так, наприклад, з 2012 року в Європейському Союзі заборонений продаж та використання у державних установах ламп розжарювання. Цей крок дозволив скоротити споживання електричної енергії на 3-5 % та щорічно економити 5-10 млрд. євро [153].

У провідних країнах світу широкого застосування набув економічний інструментарій стимулювання енергозбереження, як найбільш м'який та гнучкий по

відношенню до суб'єктів господарювання. Останнім часом у цих країнах спостерігається прагнення до надання легітимності економічним інструментам шляхом внесення змін до існуючої нормативно-правової бази у сфері регулювання енергозбереження. Для забезпечення виконання цілей енергозбереження у світовій практиці застосовуються такі економічні інструменти:

- диференціювання податкового навантаження;
- бюджетне та позабюджетне фінансування заходів з енергозбереження;
- пільгове кредитування;
- державні закупівлі;
- диференціювання тарифів та цін на енергоресурси і енергоефективну продукцію;
- фінансові інструменти;
- передача прав власності.

У країнах-членах Європейського Союзу найбільш популярним економічним інструментом для стимулювання ефективного використання енергетичних ресурсів є диференціювання податкового навантаження. Воно передбачає зміну податкових ставок в залежності від обсягів споживання енергетичних ресурсів чи звільнення від сплати податку взагалі, субсидіювання, а також застосування режиму прискореної амортизації енергозберігаючого обладнання.

Податки як економічний інструмент для стимулювання енергозбереження застосовуються у багатьох країнах Західної Європи. У Фінляндії застосовуються різні ставки податків на споживання електричної енергії у залежності від того з яких джерел вона була отримана. У Нідерландах споживання електроенергії, що отримана від відновлюваних джерел енергії, взагалі не підлягає оподаткуванню [101]. Податкова система Скандинавських країн у сфері стимулювання ефективного використання енергетичних ресурсів є однією із найефективніших. Група енергетичних податків Норвегії, Швеції, Данії та Фінляндії починаючи з 1992 року включає податки за викиди CO₂ та SO₂. Щорічні надходження від неї складають від 2,1% ВВП у Норвегії до 2,8% у Швеції. Отримані кошти направляються на державне фінансування заходів з енергозбереження [171].

Програми субсидіювання з ціллю забезпечення енергозбереження у провідних країнах реалізується по-різному: через систему зниження цін, через систему ваучерів та грантів, або ж через систему «все-або-нічого». Остання особливо популярна в Італії, де підприємства беруть зобов'язання на зменшення рівня споживання базових енергетичних ресурсів, а у разів їх виконання отримують субсидію. У цілому ж за оцінками експертів щорічний обсяг енергетичних субсидій у світі складає 250-300 млрд. дол. США [190].

У деяких країнах, таких як Німеччина та Люксембург, застосовуються норми прискореної амортизації – можливість підприємствам списувати інвестиції у проекти з енергозбереження швидше, ніж інші капіталовкладення.

Досить широко у розвинутих країнах застосовується політика фінансування та кредитування проектів енергозбереження з боку держави чи приватних фондів. В Австрії фінансування заходів з енергозбереження промислових підприємств та модернізації обладнання ТЕЦ здійснюється через спеціальний банк, що створений та існує за рахунок коштів федерального бюджету. У Франції, Бельгії та Данії створені фонди фінансування заходів з енергозбереження, які надають кредити на пільгових умовах. Здійснюється кредитування проектів з енергозбереження на будівництві та у промисловості за рахунок коштів державного бюджету і в Японії. У штаті Коннектикут США діє програма спрямована на підвищення енергоефективності бізнесу, що передбачає надання знижок від енергозбутових компаній та безвідсоткового кредиту для закупівлі нової техніки та технологій [127]. Також надаються кредити на пільгових умовах для реалізації проектів з енергозбереження багатьма банківськими установами та приватними спеціалізованими фондами Європи та Північної Америки.

В умовах високого рівня інформатизації суспільства особливого значення набувають інструменти інформаційної підтримки та популяризації енергозбереження. Вони передбачають вирішення цілого ряду взаємопов'язаних завдань. Надання інформаційної підтримки та пропаганда енергозбереження покликані забезпечити інформацією споживачів про вигоди економії енергії, наявність різних технологічних рішень та типів енергозберігаючого обладнання,

послуг щодо реалізації заходів з підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів. Ефективність цих інструментів у провідних країнах забезпечується шляхом поєднання розважального, інформаційного та переконуючого компонентів.

До популяризації енергозбереження через ЗМІ зверталися практично усі розвинені країни у період дефіциту генеруючих потужностей. Застосування масових інформаційних компаній дозволило скоротити споживання енергоресурсів на 4 % за три дні у Швеції, а у штаті Каліфорнія США цей показник досягнув 14 % за два місяці. Аналогічні інформаційні компанії мали місце у Японії, Бразилії та Новій Зеландії [65].

У провідних країнах світу приділено багато уваги навчанню населення у сфері реалізації заходів з енергозбереження. Навчальні програми учбових закладів усіх рівнів країн-членів ЄС передбачають заняття на яких навчають способам заощадження енергії. У Японії під патронатом Міністерства зовнішньої торгівлі та промисловості створені комплексні освітні центри у сфері енергозбереження, що здійснюють підготовку та підвищення кваліфікації спеціалістів з енергетичного менеджменту. Крім того, в усіх розвинених країнах функціонують консультаційні центри з питань енергозбереження.

Значної популярності у розвинених країнах набули заходи, що покликані стимулювати підвищення енергоефективності у промисловості. До них належить [17]:

- введення обов'язкових енергетичних аудитів, що є необхідною умовою для виділення державних дотацій, субсидій чи інших видів допомоги для реалізації заходів з енергозбереження;
- впровадження обов'язкового подання звітів з виконання планів організаційно-технічних заходів по зменшенню споживання енергетичних ресурсів на виробництві;
- введення стандартів енергоспоживання на окремі види технічного обладнання та технологічні процеси;

- створення сприятливого цінового режиму та надання державних дотацій для спільного фінансування впровадження енергозберігаючих технологій і обладнання.

Наразі державна політика у сфері стимулювання енергозбереження промислових підприємств провідних країн світу носить здебільшого вибірковий характер. Все частіше заходи з підвищення ефективності використання енергоресурсів здійснюються у межах окремо обраної енергоємної галузі промисловості, групи підприємств, або навіть орієнтовані на технічне переоснащення певного технологічного процесу. Такий підхід дозволяє максимізувати економічний ефект від виділення коштів з державного бюджету чи позабюджетних спеціалізованих фондів. Реалізація цих заходів здійснюється у межах державних рамкових програм з енергозбереження.

За оцінками фахівців, найбільш економічно ефективною програмою енергозбереження у промисловості на державному рівні є Energy Savings Opportunity Scheme [180], що реалізується за підтримки державного департаменту енергетики та кліматичних змін Сполученого Королівства Великої Британії та Північної Ірландії. Ця програма діятиме до 2030 року і орієнтована на надання консультативної допомоги керівникам підприємств щодо прийняття ефективних управлінських рішень спрямованих на енергозбереження. Щорічно до неї приєднуються близько 4-7 тис. промислових підприємств країни. Починаючи з 2015 року очікуваний економічний ефект від її реалізації повинен у середньому щорічно складати 5,3 млрд. дол. США.

Досить успішними є комплекс програм, що реалізуються державним департаментом енергетики США (U. S. DOE). Вони передбачають проведення обов'язкового енергетичного аудиту, спеціальне навчання для енергоменеджерів промислових підприємств та застосування економічних механізмів стимулювання дотримання відповідних стандартів ISO. Реалізація цих заходів дозволяє у середньому зекономити 1,2 млн. дол. США для великого промислового підприємства та 165 тис. дол. США для середніх та малих підприємств [185].

Державна програма з енергозбереження Німеччини Energy Efficiency – Made in Germany (Energy Efficiency in Industry, Building Service Technology and Transport) спрямована на надання державних дотацій для технічного переоснащення окремих енергоємних виробничих циклів [179]. Так, наприклад, надаються дотації на закупівлю обладнання для рекуперації тепла від процесів лиття під тиском у розмірі 54,8 тис. дол. США на одну виробничу лінію, а результатом є енергозбереження у розмірі 3,45 дол. США за кожну виробничу операцію (термін окупності капіталовкладення не перевищує 4 роки).

Програма Top-1000 Enterprises Energy-Saving Program, яку реалізовує влада КНР з 2006 року, показала свою надзвичайну ефективність. Застосовуючи важелі жорсткого державного управління у сфері енергозбереження підприємств 9 найбільш енергоємних галузей промисловості, на які припадає 47 % усього споживання енергоресурсів, КНР домоглася скорочення енерговитрат на 150 млн. т.у.п. чи економії у розмірі 34,2 млрд. дол. США [186].

Таким чином, реалізація ефективної державної політики у сфері енергозбереження дозволила країнам Західної Європи, Північної Америки та Східної Азії досягти значного економічного ефекту. Починаючи з 1970-х років споживання ПЕР цими країнами значно зменшилося, а їх ВВП зріс у 1,5-2 рази. Сьогодні закордонні вчені та політики цих країн вбачають можливість подальшого розвитку енергозбереження у посиленні інтеграційних процесів у сфері енергетичного забезпечення потреб економік, узагальненні та оптимізації досвіду управління системами ефективного використання енергоресурсів, а також продовженні технічного переоснащення енергоємних виробництв.

Україна на шляху набуття членства у Європейському Союзі та виходу на світовий ринок змушена буде провадити активну державну політику у сфері стимулювання енергозбереження, передусім у найбільш енергоємних галузях, таких як промисловість, ЖКГ та транспорт. Це означає, що подальший розвиток системи державного управління енергозбереженням в Україні буде базуватися на досвіді країн, що вже протягом десятиріч реалізують державну енергозберігаючу політику. Разом з тим, аналіз цього досвіду, а також дослідження MIT Sloan Management

Review та The Boston Consulting Group [194] дають підстави стверджувати, що Україна зіштовхнеться з бар'єрами, які заважатимуть підвищенню ефективності використання енергетичних ресурсів, а саме:

- ринкові: структура ринку, цінові спотворення та високі трансакційні спотворення;
- інформаційні: недостатня поінформованість про вигоди підвищення енергоефективності;
- технічні: обмежений доступ до технологій через нестачу відповідних фахівців для їх впровадження;
- інституційні: розмір тарифів на енергоресурси, що не стимулює впровадження заходів з енергозбереження;
- фінансові: відсутність інтересу у представників фінансових інститутів до інвестування в підвищення енергоефективності економіки.

Нівелювання впливу приведених вище перепон для розвитку енергозбереження в Україні можливе шляхом переходу від практики поступового розвитку до стрибкоподібних, якісних змін усієї системи державного управління з залученням найкращого, перевіреного часом досвіду провідних країн світу у цій сфері. Необхідним, перш за все, є внесення змін до законодавства України та приведення його у відповідність до законодавчої бази Європейського Союзу за основними положеннями. Головним критерієм таких перетворень є переорієнтація нормативно-правової бази з регулювання відносин, що склалися у результаті видобування, переробки, транспортування та розподілу ПЕР на регулювання суспільних відносин між виробниками та споживачами енергетичних ресурсів. Це дозволить у повній мірі реалізувати ресурс енергозбереження споживачів енергоресурсів за рахунок ринкового механізму.

Особливістю законодавства України у сфері енергозбереження порівняно з нормативно-правовими базами країн ЄС є його несистемність. Законодавча база України є сукупністю спеціальних законів та підзаконних актів, що регулюють лише окремі напрями енергозбереження. Створення системних засад регулювання у сфері енергозбереження України вимагає розробки та прийняття відповідного цілісного

правового пакету. Зважаючи на досвід країн ЄС, базовим документом цього пакету має стати Концепція енергоефективності України, а вже до вимог викладених у ній мають бути приведені інші законодавчі акти.

Важливим є впровадження у вітчизняне законодавство правових засад для регулювання відносин у сфері використання усіх видів енергоресурсів, як це було зроблено в Європейському Союзі Директивою 93/76/ЄЕС від 13 вересня 1993 року. Слід зазначити, що такі зміни до законодавства були передбачені Проектом Закону України «Про ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів» від 12.08.2013 року [120], який мав на меті замінити Закон «Про енергозбереження», але так і не був прийнятий.

Іншим напрямом розвитку національного законодавства у сфері енергозбереження має бути стимулювання здійснення заходів моніторингу та контролінгу, а одночасно з тим – введення адміністративної відповідальності за їх ефективність. За аналогією з Директивою Європейського Парламенту 2006/32/ЄС від 5 квітня 2006 року, у Закон України «Про енергозбереження» слід внести поправки щодо можливості залучення недержавних установ та організацій для здійснення моніторингу споживання енергетичних ресурсів, а також введення адміністративної відповідальності з боку Держенергоефективності за невиконання вимог, що стосуються покращання раціонального використання енергоресурсів підприємствами.

Необхідним є удосконалення вітчизняного законодавства у сфері здійснення енергетичного менеджменту та енергетичного аудиту. Нормативно-правовою базою України хоч і передбачено обов'язкове створення підрозділів енергетичного менеджменту на великих підприємствах, але підтримка їх на законодавчому рівні відсутня. Тому доцільно внести зміни до чинного законодавства, взявши за основу Рекомендацію Ради Міністрів Європейського Співтовариства 77/713/ЄЕС від 25 жовтня 1977 року у частині здійснення заохочення промислових підприємств до створення відділів з енергозбереження чи запрошення експертів з інших організацій.

Крім внесення змін до законодавчої бази України для здійснення ефективної державної політики у сфері енергозбереження необхідним є удосконалення

інституційного механізму та інших елементів управління на основі досвіду розвинених країн світу, а саме:

1. Розширення повноважень Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України у частині фінансування відповідних заходів.
2. Відхід від застосування заходів зовнішньої негативної мотивації енергозбереження з боку Держенергонагляду, що носить відверто фіскальну функцію.
3. Систематизація впровадження проектів з енергозбереження на промислових підприємствах, що фінансуються за державний рахунок.
4. Узгодження державних програм енергозбереження з проектами міжнародних фондів, що працюють у цій сфері.
5. Розширення заходів з державного контролінгу енергозбереження та енергоаудиту промислових підприємств.

Разом зі створенням умов до енергозбереження на державному рівні важливим елементом забезпечення раціонального використання енергетичних ресурсів є перейняття досвіду провідних країн світу щодо удосконалення відповідних систем на рівні окремих промислових підприємств. Зважаючи на це, для формування ефективного менеджменту з енергозбереження вітчизняних промислових підприємств необхідним є:

1. Проведення аналізу результативних факторів енергозбереження на етапі планування, що дозволить визначати найбільш перспективні з економічної точки зору напрями діяльності уповноважених осіб та підрозділів.
2. Внесення змін до діючих механізмів мотивації персоналу до енергозбереження, що дозволить збільшити їх ефективність за рахунок формування сукупності стимулюючих впливів на основі аналізу індивідуальних та групових мотивів працівників.
3. Впровадження системи оцінки інвестиційної привабливості витратних заходів з енергозбереження з урахуванням як кількісних, так і якісних показників.

Отже, базуючись на результатах проведеного аналізу розвитку системи енергозбереження провідних країн світу, можна стверджувати, що внесення змін у національну систему управління енергозбереженням за вказаними напрямками дозволить значно підвищити її ефективність, передусім, для промисловості. Ефективна ж державна політика у сфері стимулювання енергозбереження промислових підприємств дасть змогу активізувати діяльність підрозділів з енергетичного менеджменту та прискорити процес модернізації застарілих, енергоємних виробництв.

Висновки до першого розділу

1. Проаналізовано сучасний стан та тенденції розвитку вітчизняної економіки, що дало змогу зробити висновок про її значну залежність від рівня забезпеченості енергетичними ресурсами та ефективності їх використання. Незадовільний стан енергетичної безпеки України, передусім, через невелику долю паливно-енергетичних ресурсів власного видобутку у структурі споживання та одну з найбільших енергоємностей ВВП у світі, ставить під загрозу подальший розвиток національної економіки. Більш того, ситуація, що склалася, загрожує банкрутством окремих промислових підприємств із найбільш енергоємними циклами виробництва.

2. Досліджено етапи становлення енергозбереження в Україні як ефективного інструменту оптимізації споживання енергоресурсів, а значить – зниження енергоємності ВВП. Проаналізовано загальний потенціал енергозбереження за рахунок технічного та структурного факторів, а також визначено досяжний рівень економії енергетичних ресурсів у різних галузях промисловості. Дослідження показали, що реалізація заходів з енергозбереження на промислових підприємствах за рівнем економічної ефективності значно поступається програмним заходам у рамках менеджменту з енергозбереження, який є комплексним підходом до вирішення проблеми енергоефективності в умовах обмеженості фінансових ресурсів.

3. Проаналізовано різні трактування поняття «менеджмент з енергозбереження», визначені законодавствами України, Російської Федерації та Європейського Союзу. На основі виявлених закономірностей та всебічного аналізу тлумачень понять «менеджмент» і «енергозбереження» різних авторів розвинуто сутність поняття «менеджмент з енергозбереження». Визначені завдання та цілі менеджменту з енергозбереження як ключового інструменту рішення комплексної глобальної проблеми «енергетика-економіка-екологія».

4. Проаналізовано особливості реалізації менеджменту з енергозбереженням промислових підприємств Західної Європи та Північної Америки. Аналіз показав, що він впорядкованою сукупністю взаємопов'язаних та взаємодіючих елементів, які базуються на організаційних принципах енергетичного менеджменту, енергетичного аудиту та енергоефективного проектування. Ефективність менеджменту з енергозбереження забезпечується його реалізацією у рамках циклу Шухарта-Демінга.

5. Визначено сукупність зовнішніх та внутрішніх факторів, які забезпечують ефективне провадження менеджменту з енергозбереження на базі промислового підприємства. Аналіз показав, що визначальним фактором такої ефективності є засади державної політики у сфері енергозбереження.

6. Розглянуто сучасний стан системи державного управління енергозбереженням в Україні. Визначено, що вона усе ще перебуває у стані трансформації, хоча й були сформовані інституційні основи для дієвих методів державного регулювання. Проаналізувавши розвиток нормативно-правової бази України у сфері енергозбереження можна умовно виділити чотири етапи її становлення. Наразі вітчизняне законодавство спрямоване на стимулювання ринкового механізму енергозбереження, непряме регулювання енергоефективної поведінки суб'єктів господарювання, пряму підтримку програм з енергозбереження шляхом їх фінансування та розширення співпраці з країнами-членами ЄС та США у сфері забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів. Безсистемність та непослідовність фінансово-економічного та адміністративно-правового забезпечення, а також відсутність єдиної державної

політики України у сфері енергозбереження роблять її вкрай неефективною. За умов же виходу України на світовий ринок та поступового набуття членства у Європейському Союзі така ситуація є неприпустимою, а отже, можна стверджувати, що у найближчому майбутньому державну політику у сфері енергозбереження чекають зміни основою яких буде досвід провідних країн.

7. Було проаналізовано умови створення ефективних систем державного регулювання у сфері енергозбереження провідних країн світу. Визначені основні засади здійснення державної політики енергозбереження країн-членів ЄС, США та Японії. Виявлені основні тенденції подальшого розвитку енергозбереження у цих країнах, а саме: посилення інтеграційних процесів у сфері забезпечення потреб економік енергетичними ресурсами, узагальнення та оптимізація досвіду управління системами енергоефективності та продовження технічного переоснащення енергоємних виробництв. Аналіз показав, що ефективність державної політики у сфері енергозбереження провідних країн забезпечується застосуванням різноманітного інструментарію. Основою державного регулювання у цих країнах є адміністративне управління, однак крім сертифікації, стандартизації, маркування та введення прямої заборони широкого застосування набули і економічні інструменти, а саме: диференціювання податкового та тарифного навантаження, пільгове кредитування, державне фінансування та інше. Крім того, значної уваги заслуговують інструменти інформаційної підтримки та популяризації енергозбереження.

8. На основі проведених досліджень були визначені бар'єри з якими, вірогідно, зіштовхнеться Україна на шляху впровадження досвіду провідних країн у сфері енергозбереження. У результаті аналізу законодавства та інституційного механізму енергозбереження Європейського Союзу були представлені необхідні зміни правової та організаційної підсистем державного регулювання України у сфері ефективного використання енергетичних ресурсів, що направлені на нівелювання впливу цих перепон.

Основні результати дисертаційного дослідження, наведені у даному розділі, були опубліковані у наукових статтях [74, 93, 94, 95].

РОЗДІЛ 2

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

2.1. Фактори, що визначають рівень енергоефективності виробництва у ринковій економіці

Автори [145, 151] пов'язують прогресивний характер змін на підприємстві, як атрибут його сталого розвитку, з розширенням масштабів діяльності підприємства, його економічним зростанням, із збільшенням потенціалу підприємства, з позитивною динамікою показників фінансового стану, а також з підвищенням ефективності діяльності та використання виробничих ресурсів підприємства. Отже, в якості факторів забезпечення сталого розвитку підприємства можуть виступати інструменти підвищення ефективності використання виробничих ресурсів – засобів та предметів праці. Зважаючи ж на різноманіття напрямів застосування енергетичних ресурсів, особливо промисловими підприємствами з енергоємними циклами виробництва, питання ефективного їх використання як важливого фактору забезпечення сталого розвитку стає все більш актуальним.

Діяльність з підвищення ефективності використання енергоресурсів промисловими підприємствами поряд із заходами з енергозбереження є частиною загальної системи менеджменту з енергозбереження підприємства та передбачає досягнення економічно виправданої ефективності використання енергетичних ресурсів при існуючому рівні техніки та технологій. На відміну від заходів з енергозбереження, що спрямовані головним чином на зменшення енергоспоживання, заходи з підвищення енергоефективності покликані раціоналізувати використання енергетичних ресурсів підприємства. Слід зазначити, що освоєння як потенціалу енергозбереження, так і потенціалу енергоефективності виробництва пов'язано з обмеженнями, що мають місце у кожний конкретний момент часу, а саме:

- фінансовими (недостатня кількість наявних фінансових ресурсів у розпорядженні суб'єктів господарювання для реалізації відповідних заходів);
- інформаційними (недосконалість системи руху інформаційних потоків процесів енергозбереження та енергоефективності);
- мотиваційними (недостатня мотивація у деяких споживачів енергетичних ресурсів різних рівнів);
- інституційними (виникають як результат процесу формування на підприємстві системи менеджменту з енергозбереження);
- часовими (виникають у світлі невідкладності реалізації деяких заходів, що безпосередньо впливають на стан енергоефективності виробництва).

Зважаючи на перелічені вище обмеження можна стверджувати, що реалізація усього спектру заходів з енергозбереження та енергоефективності, які доступні для кожного конкретного виробництва, є неможливою. Отже, доцільним є проведення дослідження факторів енергоефективності та рівня їх впливу на загальний економічний стан підприємства з метою раціоналізації його енергетичної політики шляхом вибору та реалізації найбільш оптимальних заходів з підвищення енергоефективності та енергозбереження.

Укрупнено фактори енергозбереження та енергоефективності можна розділити на зовнішні та внутрішні. До зовнішніх факторів відносяться фактори, що формуються у макроекономічному середовищі та залежать від чинної енергетичної політики держави, серед них: темпи росту національної та світової економіки, динаміка цін на енергоресурси на внутрішньому ринку, рівень забезпеченості енергетичними ресурсами та інші.

Внутрішні фактори енергозбереження та енергоефективності можна розділити на дві групи: фактори забезпечення та результативні фактори, що щільно взаємопов'язані і взаємообумовлені. Фактори забезпечення безпосередньо визначаються енергетичною політикою кожного конкретного підприємства, хоча опосередковано на них і впливає відповідний державний механізм, а їх ціллю є забезпечення умов для здійснення заходів з енергозбереження та підвищення

енергоефективності виробництва. В свою чергу фактори забезпечення включають групу техніко-технологічних, організаційно-методичних та соціально-економічних факторів. Слід зазначити, що більшість вітчизняних вчених, які займаються проблемами енергозбереження та енергоефективності, обмежуються лише аналізом факторів забезпечення, які впливають на розвиток передумов збереження енергетичних ресурсів.

Визначення сутності забезпечення потреб суспільства у енергетичних ресурсах в якості сутності енергозбереження дозволило виділити групу результативних факторів [168]. Реалізація заходів, сформованих на основі аналізу результативних факторів енергозбереження та енергоефективності дозволяє більш повно використовувати первинні та перетворені енергетичні ресурси, зменшити повну вартість енергоносіїв та скоротити енергетичні потреби виробництва. Проведення такого аналізу дає змогу знайти недоліки в структурі енергетичного господарства підприємства, визначити можливий економічно виправданий потенціал скорочення технологічних витрат та втрат на стадіях транспортування і споживання енергетичних ресурсів, а також визначити шляхи для розвитку енергозберігаючих технологій у промисловості.

Одним з найбільш значимих результативних факторів, що визначає рівень енергоефективності виробництва, є фактор забезпечення належної якості енергетичних ресурсів. Якість енергоресурсів є мірою відповідності параметрів енергетичних ресурсів їх встановленим значенням. Саме неналежна якість енергетичних ресурсів, що використовуються у промисловості, обумовлює рівень їх технологічних втрат на різних стадіях виробництва, а також є причиною появи потенційних економічних збитків.

Згідно з дослідженнями, проведеними Electric Power Research Institute, Canadian Electrical Association та Європейською комісією «Leonardo Energy», щорічний економічний збиток промисловому сектору США від неналежної якості енергоресурсів становить 15-24 млрд. дол. США, Канади – 1,2 млрд. дол. США, Європейського Союзу – 10 млрд. дол. США [126]. Економічний збиток промисловому сектору Російської Федерації від провалів та коливань напруги,

мінімально оцінюється в 25 млрд. дол. США/рік [22]. Причинами таких збитків промислового сектору є відхилення параметрів якості енергоресурсів від їх нормативних значень, наведених у таблиці 2.1. При цьому слід акцентувати увагу на тому, що сумарні витрати на запобігання економічних збитків від неналежної якості енергоресурсів не перевищили б 5 % від цих сум [172].

Таблиця 2.1

Параметри якості енергетичних ресурсів промислових підприємств (узагальнено автором)

Параметр якості	Нормативне значення / відхилення	Причини виникнення відхилення
1	2	3
Електроенергія		
Падіння та провали напруги	—	Оперативні переключення, помилки персоналу, аварії в електричних мережах
Відхилення напруги	$\pm 10 \%$	Зміна режимів роботи приймачів електричної енергії та нераціональні підключення
Коливання напруги	—	Робота потужних різкозмінних навантажень
Коливання частоти	$\pm 0,2$ Гц	Зміна частоти обертання генераторів електричних станцій
Несиметрія напруги	$\pm 2 \%$	Підключення до електричної мережі потужних однофазних навантажень
Несинусоїдальні навантаження	—	Робота приймачів електричної енергії з нелінійною вольт-амперною характеристикою
Технічна вода		
Жорсткість води	3-6 мг-екв/л	Наявність у воді солей кальцію та магнію
Вміст розчинених речовин	1000-1500 мг/л	Відсутність чи неефективність системи механічної фільтрації
Активна реакція води	pH=6,0-9,0	Порушення концентрації водневих іонів в воді
Стиснене повітря		
Вологість стисненого повітря	20-60 %	Відсутність чи недосконала робота системи осушення повітря
Вміст твердих частин	0,1-40 мг/м ³	Неефективність чи невідповідність системи очистки заданому класу
Природний газ		
Число Вобба	9800-13000 ккал/м ³	Наявність домішок в газі, що добувається
Наявність сірчистих з'єднань	—	Відсутність додаткової очистки газу після видобутку

Задля більш повного розуміння значущості такого результативного фактора забезпечення енергоефективності виробництва як якість енергетичних ресурсів розглянемо докладніше вплив кожного з приведених параметрів:

1. Параметри якості електричної енергії. Електрична енергія залишається одним з основних енергоресурсів для промисловості. Біля 54 % усієї виробленої в Україні електроенергії споживається на об'єктах промислового призначення. Відповідно саме низька якість електроенергії є головним джерелом фінансових збитків та недоотриманого прибутку для промислових підприємств поміж інших ПЕР. Слід зауважити, що споживання електричної енергії неналежної якості призводить не лише до її перевитрати, збільшення часу технологічного процесу та простою трудових ресурсів, а й до погіршення якості готової продукції, зростання кількості браку, скорочення міжремонтних інтервалів обладнання, збільшення вірогідності аварій.

Незважаючи на досить незначну тривалість таких явищ як падіння та провали напруги, вони несуть з собою значні фінансові збитки, оскільки зазвичай викликають системні аварії. Дослідження проведені в промислових мережах 5-30 МВА низькотехнологічних виробництв ЄС за 10 місяців виявили 858 провалів напруги, 42 з яких привели до збоїв технологічного процесу. Орієнтовна сума збитків для цих виробництв склала не менше ніж 600 тис. євро (в середньому 14,3 тис. євро на один випадок чи 50 тис. євро на ділянку досліджуваної мережі). Вочевидь, що збитки високотехнологічних виробництв від провалів напруги є ще більшими. В таблиці 2.2 приведені типові фінансові збитки від провалів та падінь напруги.

Таблиця 2.2

Типові розміри збитків підприємств від падінь та провалів напруги [159]

Галузь виробництва	Типовий фінансовий збиток за подію
Виробництво напівпровідників, тис. грн	40850,0
Виробництво сталі, тис. грн	3762,5
Виробництво скла, тис. грн	2687,5
Комп'ютерний центр, тис. грн	8062,5
Телекомунікаційний центр, тис. грн/хв.	322,5

Відхилення напруги навіть у межах норми $\pm 10\%$ від номінального значення негативно впливає на виробничий цикл. Так, наприклад, при виплавці феросплаву ФС-45 відхилення напруги на 1% від номінального значення приводить до

зменшення продуктивності рудо-термічної печі на 1,717 т/добу або в грошовому еквіваленті на 16,8 тис грн. та відповідного зростання енергоспоживання. Негативні наслідки від відхилення напруги для деяких галузей промисловості приведені в таблиці 2.3.

Також слід зауважити негативний вплив відхилення напруги на освітлювальні прилади: при відхиленні напруги на 1 % спожита потужність ламп розжарювання зростає на 1,5 %, а їх термін служби скорочується на 14 %.

Таблиця 2.3

Негативні наслідки відхилення напруги від номінального значення для промисловості [155]

Галузь промисловості	Зміна показника відхилення напруги	Наслідок
Ткацька	на кожен -1 %	Зменшення продуктивності механізмів та верстатів на 0,2 %
Целюлозно-паперова	на кожен -1 %	Виробнича продуктивність комбінату зменшується на 0,1 %
Металургійна	на -7 %	Тривалість плавки металів в печах опору зростає з 3 до 5 годин
	на -(8-10) %	Неможливо довести технологічний процес в печах опору та індукційних печах до кінця
Металообробна	на -10 %	Тривалість металообробки на станках та тривалість зварювальних робіт зростає на 20 %
Виробництво електроніки	> +/-2 %	Зростання відсотка браку готової продукції до 20-25 %

Ще одним важливим параметром якості електричної енергії є коливання напруги. Дослідження показали, що для нормальної роботи машин контактного зварювання коливання напруги не повинно перевищувати 5%, а коливання напруги у межах 10-15% приводить до виходу з ладу перетворювачів частоти, конденсаторних батарей та порушення режиму роботи електродвигунів. Окрім того, коливання напруги, викликані роботою прокатних станів, приводять до коливання активної і реактивної потужності синхронних генераторів ТЕС, що збільшує споживання електроенергії ними на 8-14 %, та, відповідно, негативно відображається на економічності роботи усієї мережі.

Під коливанням частоти розуміють різницю між діючим та номінальним

значенням основної частоти. Відомо, що відхилення коливання частоти на 1% від номінального значення приводить до зростання втрат у мережах на 2%. Вплив відхилення коливання частоти на роботу приймачів електроенергії промислового призначення вивчено досить погано. Від коливання частоти у промислових електричних мережах значною мірою залежить робота електродвигунів змінного струму.

Несиметрія напруги найбільш сильно впливає на роботу асинхронних двигунів. Наприклад, при несиметрії напруги 4 % термін служби електродвигуна скорочується в 2 рази, а при несиметрії напруги 5 % потужність двигуна зменшується на 5-10 %, при несиметрії 10 % – на 20-25 % в залежності від виконання електродвигуна, що відповідно призводить до перевитрати електроенергії під час виробничих процесів.

Несинусоїдальні режими роботи в мережах промислового електропостачання є джерелом вищих гармонік. Вищі гармоніки струму та напруги викликають додаткові втрати активної потужності в усіх елементах електричних мереж. Так рівень додаткових втрат при несинусоїдальних режимах роботи в живлячих мережах промислових підприємств зростає до 4-6 % номінальних втрат при синусоїдальному режимі. Також дослідження показують, що при коефіцієнті несинусоїдальності, рівному 10-15 %, сумарні амортизаційні відрахування та вартість поточних ремонтів кабельних ліній зростають на 15-20 %, а при коефіцієнті несинусоїдальності рівному 15-20 % – до 30 % [4].

2. Параметри якості технічної води. Хоча вимог до якості технічної води зазвичай практично не пред'являють, але відхилення її параметрів якості від норм, встановлених для питної води, в значній мірі впливають на знос водопровідних мереж, ефективність роботи охолоджувальних та опалювальних установок.

Значна жорсткість води (більше 6 мг-екв/л) сприяє утворенню карбонатного та сульфатного накипу, що значно зменшує ефективність тепловіддачі теплообмінних поверхонь. Так, наприклад, карбонатний накип товщиною 3 мм, що в середньому утворюється за рік експлуатації промислового теплообмінника, погіршує тепловіддачу на 25 %, а накип товщиною 10 мм – на 55 %.

Низьке значення рН води сприяє контакту розчиненого сірководню і кисню з внутрішніми поверхнями труб, що прискорює їх корозію до 12 % на рік від загальної маси металів водопровідних мереж [60]. Наявність же у воді значних концентрацій розчинених і твердих зважених речовин сприяє корозійно-ерозійному зносу металів, який може досягати 10-60 мм/рік.

3. Параметри якості стисненого повітря. Стиснене повітря застосовується як робоче середовище в технологічних процесах (наприклад, у хімічній промисловості) і як енергоносіє практично на усіх підприємствах. У зв'язку з різноманітністю функцій до стисненого повітря пред'являються певні вимоги з якості. Основними з них є: вологість стисненого повітря, концентрація та розмір твердих частинок.

Ступінь вологості стисненого повітря має особливу значимість, так як при її великому значенні можлива конденсація вологи з повітря та осідання її на внутрішніх поверхнях механізмів. Конденсат здатний викликати корозію у трубопроводах та арматурі, що збільшує витрати стисненого повітря на 30-40 %. Висока концентрація вологи у стисненому повітрі погіршує якість продукції фармацевтичної, хімічної, целюлозно-паперової та харчової промисловості.

При стисненні повітря до 10 бар концентрація частинок пилу в ньому зростає у 11 разів, що загрожує пошкодженням апаратури обліку та випуском браку електроніки. Слід зазначити, що важливим параметром якості з економічної точки зору є і щільність повітря до стиснення. Наприклад, влітку щільність повітря на 14-17 % нижча за зимову, що призводить до зниження продуктивності компресора на 4-7 % та до зростання додаткових витрат електроенергії на 7-10 % [152].

4. Горючі природні гази отримали широке використання у промисловості в якості палива для невеликих котелень та як енергоносіє для газових печей прожарювання. Основним параметром якості природного газу є число Воббе, що відображає відношення теплоти згорання газу до його кореня квадратного з відносної щільності. Значення числа Воббе для природного газу згідно діючих норм повинно знаходитися в межах 9800-13000 ккал/м³. Чим нижчим є показник цього параметру тим більшими є перевитрати природного газу на виробництві для виконання одного і того ж технологічного процесу. Показники числа Воббе для

різних регіонів України досить сильно різняться та залежать від класу видобутого газу, його переробки та очистки (якщо така має місце). Показники числа Воббе для деяких регіонів України та перевитрата природного газу, за результатами замірів регіональних операторів (серпень 2013 року), приведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Число Воббе та перевитрата природного газу для регіонів України (розраховано автором)

Область України	Число Воббе природного газу, ккал/м ³	Перевитрата природного газу на кожну 1 Гкал теплоти, м ³
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
АР Крим	12241	0
Донецька	11843	+2,7
Сумська	11850	+2,6
Київська	11653	+4,1
Львівська	11788	+3,1
Черкаська	11892	+2,4

Іншим важливим параметром якості природного газу для промисловості є наявність в його складі сірчаних сполук. Адже вони є причиною корозії апаратури, викликають швидке та незворотне пошкодження каталізаторів, що використовуються при конверсії газу. До того ж при спалюванні газу, що має у своєму складі сірчані сполуки, виділяються високотоксичні оксиди сірки, котрі негативно впливають на навколишнє середовище [50].

Оскільки у більшості випадків промислові підприємства не мають генераційних потужностей для виробництва розглянутих вище енергоресурсів, а є лише їх споживачами, то і забезпечення належної якості енергетичних ресурсів, відповідно до умов зазначених в договорах на їх постачання, є завданням саме постачальників. Отже, перед підрозділами енергетичного менеджменту промислових підприємств додатково постає завдання контролінгу якості енергоресурсів, механізм здійснення якого приведено на рис. 2.1. Він передбачає реалізацію комплексу заходів з оцінки відповідності показників якості енергетичних ресурсів встановленим нормам, виявленні сторони, що винна в їх погіршенні, а також прогнозуванні розвитку енергетичного господарства підприємства з метою збереження показників якості на нормативному рівні.

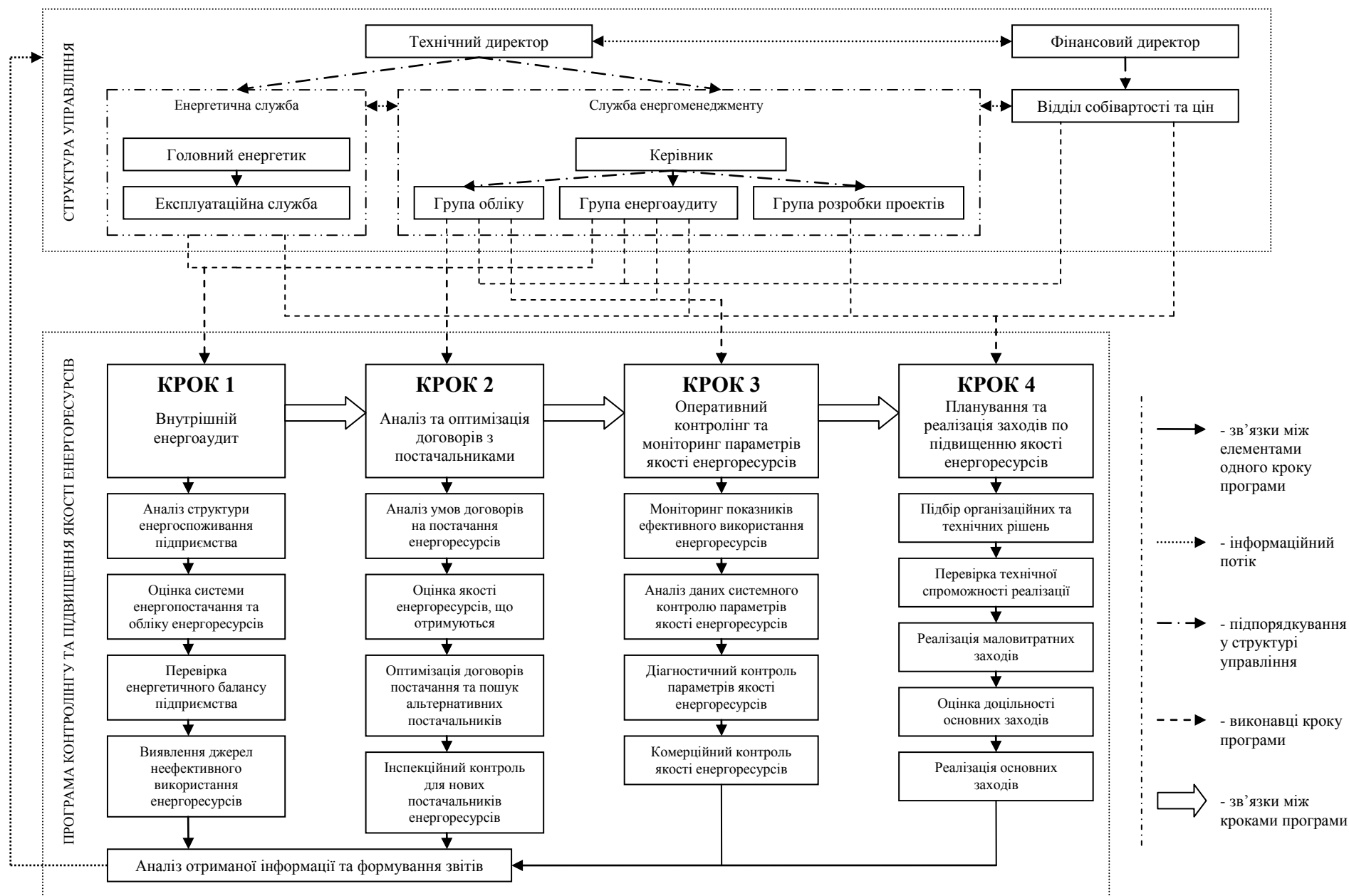


Рис. 2.1. Механізм здійснення контролінгу та підвищення якості енергетичних ресурсів (розроблено автором)

Крім реалізації заходів контролінгу та роботи з постачальниками важливим є впровадження заходів з підвищення якості енергоресурсів, передусім технічних та організаційних. Вони є запорукою забезпечення енергоефективності виробництва за рахунок приведення параметрів якості енергетичних ресурсів до нормативних значень та відповідного зниження рівня необґрунтованих витрат. Однак, слід зазначити, що більшість таких заходів вимагають значних капіталовкладень, а отже доцільною є перевірка умови економічної ефективності їх застосування:

$$(k_{n.e} + k_a) \cdot K_i + \sum_{j=0}^m (p_j \cdot \Delta E_j) < ML \quad (2.1)$$

де $k_{n.e}$ – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

k_a – коефіцієнт відрахувань на амортизацію, ремонт та обслуговування обладнання;

K_i – капітальні вкладення для реалізації проекту з підвищення якості енергоресурсу, грн;

p_j – ринкова вартість одиниці j -го енергоресурсу, грн;

ΔE_j – додаткові витрати j -го енергоресурсу на реалізацію проекту;

ML – річний фінансовий збиток для підприємства від низької якості енергоресурсу, що може бути усунутий в рамках поточного проекту, грн.

Іншим важливим фактором забезпечення енергоефективності виробництва є зменшення технологічно обумовлених втрат на стадіях транспортування, розподілу та споживання енергоресурсів. Технологічні втрати включають у себе технічні втрати в магістральних та розподільчих мережах, що обумовлені фізичним зносом останніх, нераціональними режимами роботи і споживанням на власні потреби, а також безпосередніми втратами у робочих механізмах та обладнанні.

Проблема зменшення технологічних втрат надзвичайно актуальна для кінцевого споживача енергоресурсів та майже не цікавить їх постачальників. Відповідно до чинної процедури тарифоутворення на енергоресурси в Україні, компенсація технічно обґрунтованого відсотку технологічних втрат, понесеного компаніями, що виконують функції транспортування та розподілу енергоресурсів, закладена в тарифи, а отже сплачуються кінцевими споживачами. За таких умов

співпраця між промисловими підприємствами та регіональними мережевими компаніями чи іншими постачальниками у сфері зменшення технологічних втрат енергетичних ресурсів є досить проблематичною, що робить неможливою реалізацію групи заходів з підвищення енергоефективності.

За даними ГК «Міський центр експертиз» втрати у розподільчих електричних мережах промислових підприємств сягають 10-15 % залежно від класу напруги, а в теплових – 30 % [82]. Втрати електричної та теплової енергії під час використання обладнання та робочих механізмів складають близько 15 %. Таким чином, за призначенням у промисловості використовується лише 68-78 % електроенергії та 35-40 % теплової енергії від сплаченого обсягу, враховуючи витрати на компенсацію втрат у мережах постачальників.

Однією з головних причин таких значних втрат під час передачі та розподілу електричної енергії в мережах промислових підприємств є неоптимальні режими роботи системи. Досить низький професійний рівень та відсутність зацікавленості з боку обслуговуючого персоналу призводить до збільшення втрат електроенергії в розподільчих мережах через неповну завантаженість деяких її ділянок та неузгодженість графіків розподілу навантаження. Крім того, помилки у роботі персоналу та диспетчерської служби є найбільш розповсюдженими причинами виходу з ладу енергетичного обладнання чи його прискореного зносу. Так, наприклад, неправильне налаштування системи компенсації ємнісних струмів замикання у розподільчих мережах 6-10 кВ прискорює знос ізоляції кабельних ліній на 92 % [156]. При цьому заміна диспетчерів автоматизованими системами для їх налаштування дозволяє знизити частоту ремонтів у мережах на 30-35 %.

Необхідною умовою забезпечення енергоефективності виробництва є модернізація енергетичного обладнання. Уже сьогодні, за даними НАК «Енергетична компанія України», фізичний знос обладнання розподільчих мереж складає 63 % [138]. Зважаючи ж на збільшення споживання електроенергії промисловими споживачами доцільним є переведення ввідних електричних мереж на більш високі класи напруг під час виконання таких робіт. Крім того, збільшення класу напруги мережі дозволяє значно знизити технічні втрати електричної енергії.

Розрахунок проведений відповідно до [137] для ділянки електричної розподільчої мережі протяжністю 800 метрів, з максимальною потужністю 210 кВт та коефіцієнтом попиту рівному 0,75 показав, що при класі напруги 10 кВ річні втрати електроенергії в мережі складають 3062 кВт·год, а при класі напруги 35 кВ – 1285 кВт·год або є меншими на 58 %. Слід зазначити, що застосування систем глибокого вводу на промислових підприємствах ЄС та США є досить розповсюдженим, а їх популярність пояснюється як значним зниженням втрат в електричних мережах, так і зменшенням експлуатаційних витрат в разі їх застосування.

Безпосередні втрати електричної енергії в електроприводі агрегатів складають у середньому 18 %, механічні втрати – 72 %, а використовується корисно лише 10 % підведеної енергії [144]. Якщо зменшити механічні втрати машин з метою підвищення енергоефективності виробничих процесів практично неможливо без їх заміни на більш сучасні, то для зменшення втрат в електроприводі розроблено досить широкий спектр заходів. Головними причинами виникнення додаткових втрат електроенергії в приводі робочих машин та агрегатів промислового призначення є реактивна потужність, час холостого ходу та їх КПД.

Більшість агрегатів та обладнання промислового призначення у процесі роботи споживають з мережі, крім активної потужності, ще й реактивну. Головними джерелами реактивного навантаження є асинхронні двигуни (60-65 %), силові трансформатори (20-25 %) та повітряні лінії (10 %) [164]. Для деяких типів електроустаткування споживання реактивної енергії сягає 130 % по відношенню до активної та визначається коефіцієнтом навантаження. Слід зауважити, що на відміну від побутових споживачів, у промислових ведеться комерційний облік як спожитої активної, так і реактивної електроенергії. Наявність реактивного навантаження у мережі призводить до зростання втрат напруги та зменшує пропускну спроможність ліній та трансформаторів, що змушує збільшувати перетин дротів і номінальну потужність силових трансформаторів. Перелічені наслідки впливу реактивної енергії на електричні мережі промислових підприємств роблять економічно та технічно доцільними заходи з її компенсації. Зменшення рівня реактивного

навантаження промислових підприємств можливе як за рахунок організаційних заходів (відключення незадіяного обладнання), так і за рахунок технічних рішень, таких як включення в мережу компенсуючих пристроїв у безпосередній близькості до джерел реактивного навантаження. Крім того, заходи з компенсації реактивної енергії є причиною зменшення споживання активної енергії. Так, наприклад, дослідження показали, що робота асинхронного двигуна потужністю 630 кВт з компенсуючим пристроєм дозволяє зменшити споживання активної енергії на 9 % порівняно з рівнем споживання без компенсації [158].

Іншою необхідною умовою для зменшення втрат електричної енергії в агрегатах промислового призначення є зменшення часу їх холостого ходу. Для більшості промислових агрегатів характерний такий режим роботи коли в перервах між навантаженням вони працюють на холостому ході. Час холостого ходу деяких механізмів може сягати 50-65 % [164]. Для забезпечення роботи агрегату на холостому ході мають місце втрати електроенергії, що не пов'язані з безпосереднім виконанням корисної роботи. Отже, доцільним є впровадження організаційних заходів з узгодження режимів роботи обладнання та інформаційних заходів з персоналом щодо вимкнення агрегатів під час достатньо довгих періодів роботи на холостому ході.

Коефіцієнт корисної дії енергетичного обладнання та агрегатів з електроприводом має велике значення з точки зору енергозбереження. Чим нижчим є ККД обладнання, тим більше воно споживає електроенергії на одиницю виробленої продукції. Необхідно зазначити, що ККД залежить не лише від типу обладнання та його технічного стану, а й від особливостей режиму роботи. Так, робота з недовантаженням призводить до значного зменшення ККД обладнання, а отже застосування агрегатів з завищеним параметром потужності, що не відповідає вимогам виробничого процесу, є економічно недоцільним. Ефективним заходом для збільшення ККД виробничого обладнання при змінному навантаженні є застосування технологій регульованого електроприводу, що дозволяє економити до 25-30 % електричної енергії. Як показав досвід, застосування регульованого електроприводу дозволяє економити до 50 % електроенергії, до 25 % води та до

10 % теплової енергії у системах водо- та повітропостачання за рахунок підвищення ККД основного обладнання [48]. Ще однією можливістю підвищення ККД є проведення технічного переоснащення та модернізації обладнання, що особливо актуально для найбільш фізично та морально застарілих виробництв. Так, заміна асинхронних двигунів енергоефективними аналогами зі збільшеною масою активних матеріалів дозволяє збільшити їх коефіцієнт корисної дії на 1-2 % для потужних та на 3-5 % для невеликих двигунів.

Слід зазначити, що реалізація заходів зі зменшення втрат електроенергії як у електричних мережах, так і у електроприводах виробничого обладнання, які передбачають часткове технічне переоснащення чи модернізацію, має проводитися на основі техніко-економічного обґрунтування. При цьому проведення комплексного техніко-економічного аналізу ґрунтується на інформації, отриманій від аналізу виробничо-господарської діяльності підприємства та енергетичних обстежень.

Втрати теплової енергії у теплових мережах промислових підприємств країн Європейського Союзу не перевищують 5-7 %, тоді як у вітчизняних підприємств вони є значно вищими [66]. Через значну протяжність теплотрас, що викликана відсутністю децентралізованих джерел теплової енергії у промислових підприємств, фізичний знос теплової ізоляції та особливості проектування теплових мереж промислового призначення за часів СРСР втрати можуть сягати 35-45 %.

Ще одним проблемним аспектом забезпечення ефективного використання теплової енергії промисловими споживачами є відсутність системи оперативного управління. Лише через невідповідність характеру теплової енергії вимогам технологічних процесів чи погодним умовам на об'єктах промислового призначення втрачаються додатково 15-20 % теплової енергії. Нерівномірний розподіл теплової енергії між споживачами та нераціональність схеми внутрішньої системи тепlopостачання підприємства є причинами виникнення додаткових втрат, що складають 5-15 % усього обсягу тепла. Головною причиною таких втрат є відсутність засобів обліку теплової енергії на об'єктах теплоспоживання. Відсутність повної інформації про структуру споживання теплової енергії

промисловими підприємствами не дає змоги підрозділам енергетичного менеджменту як обрати необхідні заходи з енергозбереження, так і економічно обґрунтувати їх необхідність перед керівництвом підприємства.

Таким чином, основою для планування та реалізації заходів з енергозбереження і підвищення енергоефективності виробництва промислових підприємств є інформація, отримана під час проведення енергоаудитів. Саме енергоаудит дозволяє визначити раціональний рівень енергоспоживання та енерговитрат під час транспортування енергетичних ресурсів, а також у виробничих процесах і при роботі устаткування. Під час енергоаудиту на основі аналізу результативних факторів конкретного виробництва мають бути розроблені рекомендації, щодо реалізації найбільш економічно виправданих заходів з енергозбереження та підвищення енергоефективності.

Оскільки висновки енергоаудиту базуються на інформації отриманої з опитувальних листів кваліфікованих спеціалістів та статистичної звітності підприємства за останні 2-3 роки, то доцільним у таких умовах є залучення сторонніх сертифікованих організацій. Це дозволяє мінімізувати ступінь викривлення отримуваної інформації, що неминуче відбувається під час внутрішніх енергоаудитів. До того ж сторонні енергоаудитори зазвичай застосовують вибірковий контроль, що дозволяє додатково перевіряти достовірність отримуваних даних.

Глибина рішень зазначених у висновках, за результатами проведеного енергоаудиту та обсяг необхідної для цього інформації залежить від його рівня. Базовим видом енергоаудиту є експрес-обстеження. Воно дозволяє отримати основну інформацію про стан енергетичного господарства промислового підприємства та частку енергоресурсів у його фінансових витратах. Останнє дозволяє визначити необхідність подальшого проведення енергоаудиту та реалізації заходів з енергозбереження. Якщо частка енергоресурсів у фінансових витратах підприємства є меншою за 10 %, то проведення подальших етапів енергоаудиту є економічно невиправданим. Якщо частка витрат на енергоресурси перевищує 10 %, то доцільно, окрім експрес-обстеження, провести ще й поглиблений енергоаудит,

оскільки пропозиції зроблені енергоаудиторами, щодо реалізації організаційних та маловитратних технічних заходів дозволяють знизити енерговитрати на 3-4 % [31]. За таких умов це повністю компенсує витрати на оплату послуг енергоаудиторів. При частці витрат понад 15 % проведення енергоаудиту є нагальною необхідністю, а його доцільність обумовлена очевидністю фінансової вигоди.

Проведення поглибленого енергоаудиту дозволяє провести більш точну оцінку потенціалу енергозбереження, розробити конкретні технічні рішення з раціонального використання енергоресурсів та підготувати комплексний довгостроковий план енергозбереження. Рекомендації з енергозбереження розробляються шляхом застосування типових методів енергозбереження, що сформовані на основі аналізу результативних факторів, до виявлених під час дослідження об'єктів з найбільш неефективним використанням енергоресурсів. При цьому, як уже зазначалося, основою для прийняття рішення щодо реалізації заходів з енергозбереження та підвищення енергоефективності є оцінка економічного ефекту від них. Для цього доцільним є застосування різних методів оцінки економічної ефективності проектів.

Ще одним важливим аспектом забезпечення енергоефективності виробництва є проблема вмотивованості трудових ресурсів та керівництва промислових підприємств щодо питань енергозбереження. Адже саме від їх дій у значній мірі залежить не тільки обсяг виконання запланованих заходів з енергозбереження, а й рівень енергоспоживання підприємства у цілому. Отже, доцільним є аналіз мотивів персоналу та керівництва промислових підприємств і удосконалення відповідного мотиваційного механізму з метою підвищення ефективності менеджменту з енергозбереження.

2.2. Мотиваційний механізм енергозбереження на промисловому підприємстві

За сучасних умов все більшого значення набуває проблема мотивації персоналу. Вона є основним засобом для забезпечення мобілізації кадрового

потенціалу та оптимального використання наявних у підприємства ресурсів. Метою процесу мотивації є отримання максимальної віддачі від трудових ресурсів, що у свою чергу дає змогу підвищити результативність та прибутковість підприємств.

Одним із найбільш важливих аспектів теорії мотивації зазвичай є питання вибору та встановлення мотиваційних орієнтирів з позиції забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів. Реалізація цих орієнтирів повинна сприяти досягненню персоналом підприємства цілей енергозбереження, що були заплановані їх керівним органом, через реалізацію відповідного комплексу мотиваційних впливів. Визначення умов для застосування таких впливів та досягнення поставлених цілей на підприємстві забезпечується застосуванням ефективних практик управління. Для сучасних промислових підприємств мотивація енергозбереження є невід'ємним структурним елементом загального процесу управління енергозбереженням та полягає у побудові системи стимулів, що застосовуються до персоналу з метою спонукання їх до ощадливого і раціонального використання енергетичних ресурсів.

В основі забезпечення ефективної мотивації персоналу до енергозбереження, як і мотиваційного механізму підприємства загалом, лежать актуалізовані потреби людини. Виникнення потреб є необхідною умовою будь-якої діяльності. В результаті прагнення людини ліквідувати потребу виникає складне психологічне утворення – мотив, що виступає об'єктом мотивації.

Формування та активізація мотивів для здійснення конкретних форм діяльності, що є процесом мотивації проходить декілька етапів:

1. Етап виникнення потреб. На цьому етапі людина починає відчувати нестачу чогось. Потреби вимагають від суб'єкта активізувати свою діяльність. Умовно потреби можна розділити на фізіологічні, психологічні та соціальні.

2. Етап пошуку шляхів усунення потреб.

3. Етап визначення напряму дій. На цьому етапі суб'єкт визначає яким чином можна задовольнити свої потреби.

4. Етап здійснення дій. Суб'єкт витрачає зусилля для задоволення своїх потреб. На цьому етапі можливе коригування цілей.

5. Етап одержання винагороди за здійснення дій. На даному етапі з'ясовується чи дало бажаний результат виконання дій. Залежно від отриманого результату відбувається ослаблення, посилення чи збереження мотивації.

6. Етап усунення потреб. Задоволення поточної потреби викликає ослаблення чи посилення мотивації до виконання дій або ж суб'єкт припиняє свою діяльність до виникнення нової потреби.

Таким чином, дієвий процес мотивації забезпечується успішним перетворенням принципів, ідей, почуттів, переживань, потреб, потягів, спонукань та поведінкових реакцій об'єкта у його циклічну діяльність.

Мотиви є внутрішньою спонукальною причиною та не викликають процес мотивації. Формування мотиву починається із сприйняття зовнішнього стимулу та усвідомлення його значущості на даний момент для об'єкта мотиваційного процесу. Мотиваційний же механізм є комплексом організаційно-економічних, матеріально-технічних та соціально-психологічних інструментів, що виступають стимулами для забезпечення досягнення мети мотиваційної політики [97]. Мотиваційний механізм підприємства базується на таких чинниках, як усвідомлення менеджментом мотивів та потреб персоналу, а також системі правил виконання функцій і формальних процедур, що направлені на досягнення мети підприємства. У структурному відношенні мотиваційний механізм включає норми і правила стимулювання, фінансово-економічні методи та важелі, структуру відповідальних за це менеджерів, проведення оцінки ефективності їх діяльності тощо [55].

Слід зазначити, що об'єктом процесу мотивації, на який направлений стимулюючий вплив на мікроекономічному рівні, виступає персонал, а керівництво та власники підприємств можуть виступати як такими ж об'єктами мотивації, так і в якості суб'єктів, що виконують вплив. Мотиваційний механізм енергозбереження по відношенню до керівників промислових підприємств формується на основі базової цілі будь-якої підприємницької діяльності – максимізації прибутку. Вона забезпечується у межах мотиваційного механізму розвитку підприємства, що спрямований на підвищення науково-технічного рівня виробництва та сприяє нововведенням у виробничий процес.

Мотивація керівників підприємств до впровадження проектів з енергозбереження формується на основі державної політики у цій сфері, що більш детально розглянута в розділі 1. Однак, як уже зазначалося, недосконалість організаційно-економічного механізму державного управління енергозбереженням в Україні не сприяє формуванню стимулів до впровадження заходів з раціонального використання енергетичних ресурсів серед керівників промислових підприємств. Так, згідно [64], 34,6 % керівників промислових підприємств вважають наразі недоречною реалізацію заходів з енергозбереження та відповідну матеріальну мотивацію персоналу через брак коштів, а 13 % взагалі не бачать сенсу в енергозбереженні за даних умов. Така ситуація не може не позначитися на ефективності мотивації персоналу до енергозбереження, оскільки вона залежить безпосередньо від зацікавленості у цьому суб'єктів мотивації.

Задля формування економічно виправданого мотиваційного механізму енергозбереження промислових підприємств важливими є принципи організації мотиваційної діяльності. На першому етапі для побудови ефективної мотиваційної системи доречною є оцінка стратегії розвитку підприємства, дослідження методів винагороди праці, опитування керівників та персоналу. На другому етапі варто визначити важливість окремих посад та сформувати комплекси мотиваційного інструментарію для них. Надалі доречним є введення контролю за функціонуванням мотиваційної системи та внесення необхідних коректив. Слід зазначити, що мотиваційний механізм є системою для якої характерна раціональна цілісність та відокремленість її елементів. Це означає, що внесення змін до будь-якого із її елементів потребує внесення змін і до інших елементів системи.

Мотивація персоналу з позицій енергозбереження базується на дії та оцінці зворотних зв'язків, оскільки без наявності інформації про вплив певних стимулів на об'єкти мотивації не можливе ефективне функціонування відповідного механізму. Наявність зворотних зв'язків значно спрощує роботу керівництва підприємств, так як це робить не обов'язковим дослідження внутрішніх процесів та механізмів функціонування системи.

Спираючись на змістовні теорії мотивації, проведення аналізу структури персоналу за віковими та демографічними особливостями, а також за рівнем освіти дозволяє виявити потреби працівників підприємства і їх ієрархією, що є основою для формування мотивів, і визначитись з політикою управління у цій сфері [161]. Проведення такого аналізу дозволяє менеджеру значно спростити процес мотивації персоналу за рахунок застосування стимулів, що безпосередньо направлені на підкріплення уже відомих мотивів. У разі ж коли мотиви персоналу невідомі чи є необхідність у формуванні нових мотивів доцільним є безпосереднє застосування зовнішнього спонукання. За таких умов вірогідність, що стимул буде незрозумілим чи неприйнятним для персоналу значно зростає.

Слід зазначити, що мотивація є ймовірнісним процесом, так як її ефективність залежить від індивідуальних особливостей та психоемоційного стану об'єкта у конкретний момент часу. Наявність системи мотивації на підприємстві ще не є запорукою умотивованості персоналу до певних дій. Вона буде дійсно стимулювати співробітників лише при наявності мотиваційного середовища, що формується на основі відношення персоналу до мотиваційних заходів. При цьому, як показують дослідження, вплив факторів мотивації на продуктивність праці персоналу досить істотно різниться (табл. 2.5).

Таблиця 2.5

Вплив факторів мотивації на зростання результативності трудових процесів [10]

Фактор мотивації	Зростання результативності, %
Наявність внутрішньої мотивації	70-80
Підвищення рівня освіти персоналу	20-30
Підвищення професійно-кваліфікаційного рівня	15-20
Поліпшення умов праці та побуту	5-30
Покращення дисципліни на робочому місці	10-15
Удосконалення форм колективної праці	10-40

Як видно з таблиці 2.5, найбільш значимий вплив на результативність діяльності має наявність у персоналу внутрішньої мотивації, а загальне відношення об'єктів мотивації до конкретних трудових процесів визначається сукупністю багатьох мотивів у різних їх комбінаціях. Переважним є мотиваційний комплекс

праці за якого комбінація груп мотивів при оцінці мотиваційної значущості відповідає умові:

$$BM < ЗПМ < ЗНМ, \quad (2.2)$$

де BM – група внутрішніх мотивів;

ЗПМ – група зовнішніх позитивних мотивів;

ЗНМ – група зовнішніх негативних мотивів.

Застосування різних структур мотиваційного комплексу на підприємстві призводить до значного коливання результативності у кінцевому випадку (табл. 2.6). Це означає, що оптимальною для забезпечення ефективної мотивації з позицій енергозбереження є наявність у персоналу бажань та потягів до ефективного використання наявних енергетичних ресурсів без застосування будь-якого зовнішнього впливу, а також орієнтація промислових підприємств на застосування стратегії зовнішньої позитивної мотивації.

Таблиця 2.6

Рівень результативності діяльності в залежності від структури мотиваційного комплексу праці (узагальнено автором)

Ранг значимості елементів мотиваційного комплексу			Ранг переважання структури	Рівень результативності у виробничому процесі
ВМ	ЗПМ	ЗНМ		
1	2	3	1	Високий
3	1	2	2-3	
2	1	3		4
1	3	2		
2	3	1	5-6	Низький
3	2	1		

Наявність у персоналу внутрішньої мотивації в економічному плані проявляється у вигляді схильності до певної діяльності, задоволення від процесу чи її результатів. Підприємства, що приділяють значну увагу особистості своїх працівників, мають значно вищий рівень лояльності персоналу, який проявляється у вигляді готовності до роботи на користь підприємства навіть за кризових умов. При цьому працівники з високим рівнем внутрішньої мотивації мають значно більший рівень ентузіазму, оптимізму та прагнення до росту. Виникнення внутрішніх

мотивів значною мірою залежить від ментальності, рівня освіти та національних особливостей персоналу. Тому формування мотиваційного комплексу з позицій енергозбереження на промислових підприємствах України, що ґрунтується на внутрішній мотивації співробітників, ускладнений через несприйняття проблеми ефективного використання енергетичних ресурсів та обмеженість базових знань у цій сфері.

Відсутність у освітніх курсах дисциплін, що роз'яснюють необхідність енергозбереження, не сприяє формуванню внутрішніх мотивів у персоналу. За таких умов необхідним є впровадження додаткових освітніх програм цієї направленості безпосередньо на підприємстві та інформування персоналу про результати діяльності з енергозбереження. Відповідно до теорії Р. де Чармса посилення внутрішньої мотивації відбувається при усвідомленні індивідом своєї причетності до змін, а, отже, доцільною є конкретизація інформації про стан енергозбереження на підприємстві із зазначенням ролі окремих працівників чи підрозділів у відповідних заходах. Крім того, при організації освітніх курсів з обґрунтування необхідності енергозбереження доречним є акцентування уваги на формуванні екологічно мотивованої поведінки. Відповідно до [193], застосування концепцій «симпатії до інших», «емоційної спорідненості по відношенню до природи» та «співчуття до тварин» дозволяють значно спростити для розуміння та усвідомлення персоналом необхідність заходів з енергозбереження і, як результат, формування відповідних внутрішніх мотивів.

Внутрішні мотиви індивіду є основою його самомотивації, що виражається у вигляді інтересу до конкретного виду діяльності, задоволенні від неї, бажанні вирішити поставлені проблеми. Самомотивація персоналу значною мірою визначається самомотивацією керівництва яка відображається на його управлінському стилі. З позиції мотивації енергозбереження керівникам підрозділів доцільно виявляти інтерес до нових проєктів та ідей з підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів, що має на меті надихнути виконавчий персонал.

Мотивація енергозбереження не може бути ефективною без задоволення матеріальних потреб працівників. Матеріальні мотиви персоналу поряд з трудовими та статусними формують усю систему мотивації енергозбереження на підприємстві. Матеріальне стимулювання передбачає, що прикладені працівниками підприємства зусилля для зменшення витрат енергетичних ресурсів під час виробничих циклів, які призвели до позитивних результатів, будуть належним чином компенсовані у вигляді матеріальних благ. В результаті підвищується енергоефективність виробництва.

Провідна роль у мотивації персоналу до енергозбереження належить заробітній платі, що виступає основною формою доходу найманих працівників. У більшості колективних договорів, що укладені між працівниками та керівництвом промислових підприємств передбачено, що частка основної заробітної плати повинна складати не менше 75 % від середньої зарплати. Слід зауважити, що взаємозв'язок між базовою винагородою у вигляді заробітної плати та ефективністю мотивації енергозбереження персоналу вітчизняних промислових підприємств є досить суперечливим, оскільки такий вид винагороди є постійним та найчастіше сприймається працівниками як даність.

Доцільним для забезпечення ефективного функціонування системи мотивації енергозбереження є поєднання базової та змінної частин винагороди. Мотивація за допомогою змінної частини винагороди може бути реалізована через поточні премії, преміювання акціями, щорічні та довгострокові виплати. При цьому неочікувані та нерегулярні преміальні виплати за результатами діяльності у сфері енергозбереження мотивують персонал значно більше ніж очікувані.

Необхідною умовою функціонування преміальної системи за досягнення у сфері енергозбереження та енергоефективності є її економічна ефективність та виправданість. Премії повинні бути тісніше ув'язані з кінцевими результатами роботи персоналу та керівництва щодо забезпечення енергозбереження. Зважаючи на це, при визначенні загального преміального фонду доречним є застосування методики визначення зниження собівартості готової продукції на основі фактичної економії енергетичних ресурсів:

$$F_p = K_p \cdot \sum_{y=1}^k N_y \cdot \left(\sum_{i=1}^m (B_{Ri} - B_{Ai}) \cdot C_i \right) \quad (2.3)$$

де B_{Ri} та B_{Ai} – розрахункова (номінальна) і фактична витрата i -го енергоресурсу у натуральному вимірі на виробництво y -ї продукції;

C_i – ціна одиниці i -го енергоресурсу, грн;

N_y – обсяг випущеної y -ї продукції;

K_p – коефіцієнт, що показує частку спрямованих на преміювання коштів, грн.

Матеріальна мотивація персоналу до енергозбереження в Україні здійснюється переважно на основі «Положення про матеріальне стимулювання колективів і окремих працівників підприємств, організацій та установ за економію паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві» №47/127 від 21.06.2000 року. Типові розміри премій за діяльність персоналу у сфері сприяння енергозбереженню промислових підприємств України становлять 4-50 % від фактично зекономлених енергетичних ресурсів [143].

Необхідною умовою забезпечення ефективного функціонування системи мотивації персоналу до енергозбереження є поширення матеріальної мотивації на працівників загальновиробничих служб та адміністративних підрозділів. На це може бути направлено до 15 % загального преміального фонду.

З позиції забезпечення економічної ефективності загальна сума коштів, що може бути направлена на преміювання працівників не повинна перевищувати 30 % вартості зекономлених енергетичних ресурсів. Загальна ж сума зекономлених енергетичних ресурсів на підприємстві чи в конкретному виробничому підрозділі визначається накопичувальним підсумком протягом проміжку часу за результатами якого встановлюється змінна частина винагороди. Зазвичай такі періоди не перевищують 3 чи 6 місяців, що пов'язано з негативним впливом на мотивацію працівників підприємств до енергозбереження через збільшення термінів між результатом та отриманням матеріальної винагороди.

Важливим аспектом є встановлення розміру величини премії чи іншого матеріального заохочення на рівні не менше ніж 10% від основної заробітної плати, що розглядається як поріг психологічної відчутності додаткової винагороди. Крім

того, при формуванні ефективної системи матеріальної мотивації до енергозбереження необхідно передбачити приблизно однакову винагороду для керівників та підлеглих, що відповідало б принципу справедливості в оплаті праці.

Багато вчених розглядає застосування грошових винагород у якості головного та єдиного джерела для побудови ефективної системи мотивації працівників підприємств. Так, наприклад, А. Сміт та Р. Оуен у своїх працях наголошують, що головним інструментом мотиваційного процесу виступають гроші, оскільки працівники виконують свої обов'язки лише заради отримання матеріальної винагороди для подальшого задоволення своїх потреб [129]. Разом з тим, невід'ємною частиною будь-якої системи мотивації персоналу виступає нематеріальна мотивація. Значимість та цінність нематеріальних винагород для працівників подекуди перевищує їх грошовий еквівалент, так як їй притаманний елемент суспільного визнання, а також у процес мотивації зазвичай додатково залучається родини співробітників.

Застосування різних видів нематеріальної винагороди для стимулювання персоналу до енергозбереження та раціонального використання енергетичних ресурсів досить часто ускладнено через особливості виробничих процесів. Так, застосування у якості винагороди гнучкого графіку роботи працівників є неможливим для більшості промислових підприємств. Для формування ефективної системи мотивації персоналу з позицій енергозбереження на промислових підприємствах доцільним є застосування таких видів нематеріальної винагороди:

- соціальне схвалення, що передбачає прояв знаків поваги та визнання заслуг з боку керівництва, залучення працівників до розв'язання поточних завдань у сфері енергозбереження. Застосування конкретних видів заохочення залежить від стилю керівництва. Доречним є поєднання нематеріальної винагороди у вигляді соціального схвалення та грошових премій, що виступають підкріпленням у процесі мотивації персоналу;

- мотивація кар'єрою та зміною функціональних обов'язків. Для зацікавлених у професійному та кар'єрному рості працівників доречно передбачити систему просування за досягнення у сфері енергозбереження. Крім того, важливим видом

нематеріальної винагороди є розширення та збагачення функціональних обов'язків чи проведення ротації з орієнтацією на залучення найбільш здібних працівників до процесу організації системи енергозбереження на підприємстві;

– надання працівникам цінних подарунків, символічних винагород чи відгулів за досягнення проміжних цілей у щорічній програмі енергозбереження та підвищення енергоефективності підприємства.

Слід зазначити, що необхідною умовою формування ефективної системи мотивації енергозбереження є чітке розуміння працівниками за які саме досягнення видається конкретна винагорода, а також поінформованість персоналу про поточний стан справ. Зважаючи на це, найбільш доречною та ефективною є система мотивації енергозбереження, що залучає усіх працівників підприємства до цієї діяльності та реалізується у вигляді змагання. Застосування системи визнання заслуг кращих виконавців передбачає, що переможцями стає певний відсоток працівників, який зазвичай не перевищує 10 % від загальної кількості задіяного персоналу, чи окремих підрозділів. Значну ефективність такої системи мотивації було продемонстровано на підприємстві Rover Group, що розташоване у м. Лонгбрідж. Сумарні витрати на проведення інформаційної компанії серед працівників склали 11,2 тис. дол. США, а економія від реалізації програми енергозбереження складеної на основі конкурсного відбору ідей персоналу щодо підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів досягла 1552 тис. дол. США. При цьому працівникам, що найбільш відзначилися під час проведення конкурсу та реалізації програми, надавалася лише нематеріальна винагорода, яка не мала грошового еквіваленту [8].

Найбільш широкого застосування у сфері мотивації персоналу вітчизняних підприємств до енергозбереження набуло застосування стратегії зовнішньої негативної мотивації як найменш фінансово затратної. Її реалізація базується на застосуванні організаційно-стабілізуючих, розпорядчих та дисциплінарних методів, що регламентуються відповідними наказами, розпорядженнями, нормами та інструкціями. Стратегія зовнішньої негативної мотивації енергозбереження передбачає впровадження покарань працівників підприємств за безпосередню чи опосередковану провину у перевитраті наявних енергетичних ресурсів вище значень

встановлених відповідними нормативними документами. Основною метою такої стратегії є недопущення надмірної витрати енергоресурсів підприємств, що зазвичай є результатом недбалості персоналу, шляхом встановлення психологічного бар'єру, а також формування прикладу для усього колективу. Застосування матеріальних покарань допустиме лише у разі, якщо дії працівника заподіяли прямий матеріальний збиток підприємству.

Важливим при реалізації стратегії зовнішньої негативної мотивації є недопущення негативного впливу надмірних обмежень. Зайва регламентація поведінки щодо раціонального та ощадливого використання енергетичних ресурсів на робочому місці і надмірний контроль з боку керівництва пригнічує активність особистості у цій сфері. Надмірні обмеження у вигляді великої кількості інструкцій та приписів призводять до падіння особистої ініціативи та умотивованості працівників до енергозбереження.

Підсумовуючи різні аспекти застосування мотиваційного комплексу з позицій стимулювання персоналу підприємств до енергозбереження можна виділити наступні принципи, що забезпечують його ефективність:

1. Відповідність цілей мотивації енергозбереження стратегічним цілям підприємства та системі оплати праці. Доречним є формування системи мотивації таким чином, щоб досягнення її проміжних цілей максимальним чином сприяло виконанню стратегічних цілей підприємства. При цьому працівники повинні розуміти, що їх заохочення у майбутньому залежить від досягнення стратегічних цілей.

2. Урахування очікувань та потреб працівників. При розробці системи мотивації енергозбереження доречно провести аналіз мотиваційних чинників та потреб персоналу.

3. Прозорість та справедливість системи винагороди. Важливим для формування ефективної системи мотивації є розуміння персоналом, за які досягнення у сфері енергозбереження та яку винагороду він отримає. Недопустимою є ситуація надання неспіврозмірної винагороди різним працівникам за однакові досягнення.

4. Комплексність системи винагороди. Система винагороди має включати як нематеріальну, так і матеріальну винагороду, що виступає у якості підкріплення. При розподілі винагороди доречно враховувати як індивідуальний вклад у стан розвитку енергозбереження підприємства, так і колективний на рівні окремих підрозділів.

5. Усунення чи зменшення впливу демотивуючих чинників. Основою для ефективного функціонування системи мотивації енергозбереження є встановлення досяжних цілей та належної винагороди за них для працівників, а також обов'язковість виконання обіцянок керівництва.

Попри значну кількість теоретичних праць у сфері мотивації персоналу при розробці та практичній реалізації діючої системи мотивації персоналу до енергозбереження, енергоменеджери промислових підприємств зіштовхуються з рядом труднощів, що значно знижують ефективність таких систем, а саме:

- переважання стратегії зовнішньої негативної мотивації у системі мотивації персоналу до енергозбереження;
- не врахування інтересів та очікувань працівників;
- недостатнє розуміння значення системи мотивації для підприємства з боку керівництва, що виливається у недофінансування відповідних заходів;
- значні часові інтервали між отриманням результату чи досягненням проміжної цілі системи мотивації енергозбереження та наданням заохочення;
- надання обмеженої інформації персоналу про фактори мотивації;
- нестабільність системи мотивації енергозбереження;
- відсутність моніторингу та підтримки системи мотивації енергозбереження.

Зважаючи на перелічені вище труднощі реалізації ефективної мотиваційної політики промислових підприємств України у сфері енергозбереження, доречним є доопрацювання існуючого мотиваційного механізму на основі поєднання інтересів робітників та цілей промислових підприємств (рис. 2.2). Формування механізму мотивації персоналу до енергозбереження доцільно розпочинати з визначення конкретних цілей та перевірки техніко-економічної можливості їх досягнення.

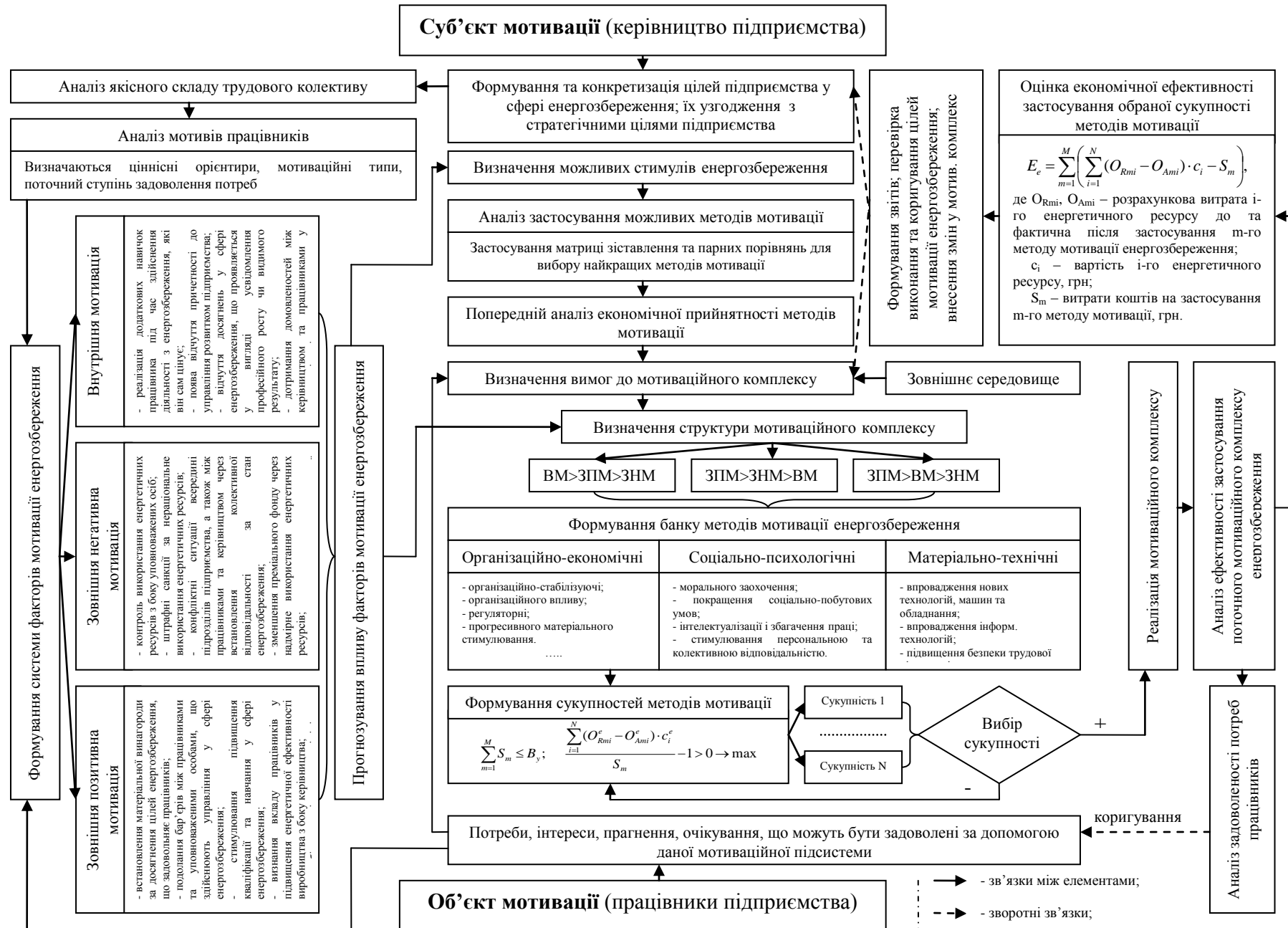


Рис. 2.2. Механізм мотивації персоналу до енергозбереження (розроблено автором)

Запропонований механізм мотивації персоналу до енергозбереження передбачає аналіз структури енергоспоживання підприємства та пошук найбільш перспективних напрямів енергозбереження із залученням персоналу.

Формування системи факторів мотивації та прогнозування їх впливу дає змогу спростити процес визначення оптимальної структури мотиваційного комплексу та вибору методів мотивації. Запропонований теоретико-методичний підхід до формування механізму мотивації енергозбереження передбачає виділення на основі аналізу мотивів, соціально-психологічних особливостей та якісного складу трудового колективу домінуючої групи факторів мотивації до енергозбереження, визначення на основі цього найбільш доцільної для застосування сукупності методів мотивації та оцінку їх економічної ефективності.

Аналіз ефективності функціонування системи мотивації енергозбереження дає змогу отримувати інформацію про її стан та ефективність застосування стимулюючих впливів. Крім того, через впровадження аналізу економічної ефективності та задоволеності персоналу, а також контролінгу виконання цілей у керівництва підприємства є можливість оперативного контролю за реалізацією мотиваційного процесу задля посилення чи послаблення певного стимулюючого впливу на працівників з метою підвищення ефективності системи мотивації енергозбереження.

Для реалізації функції оперативного контролю доцільним є створення системи моніторингу ефективності прийнятого мотиваційного комплексу. Періодичність оперативного контролю для перевірки дотримання вимог економічної ефективності стимулюючих впливів та виконання поточних цілей енергозбереження повинно складати один місяць, що найчастіше відповідає періоду нарахування базової та змінної частин винагороди. Проведення підсумкового аналізу результативності заходів з мотивації персоналу до енергозбереження доцільно проводити за результатами кварталу, а у виняткових випадках – року. Аналіз ефективності стимулюючих впливів на персонал займає дещо більший проміжок часу оскільки оцінка рівня задоволеності персоналу винагородою вимагає біля шести місяців спостережень. Таким чином, півроку є оптимальним строком зміни стимулюючих

впливів за результатами оперативного контролю та поступового виконання проміжних цілей енергозбереження.

2.3. Розроблення методичного підходу до оцінки інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження

В процесі розвитку суспільного виробництва зростає не лише складність управління, а й вимоги до якості рішень, що приймаються. Для підвищення обґрунтованості рішень та урахування багатогранності факторів, що здійснюють вплив на них, необхідним є застосування всебічного аналізу, який базується на комплексі логічних та математико-статистичних методів і процедур.

Особливого значення в системі управління промисловим підприємством наразі набувають методи оптимізації, що ґрунтується на застосуванні математичних моделей, частіше за все формалізованих. Вони забезпечують економію часу та ресурсів при вирішенні багатьох практичних задач. Їх побудова допомагає привести складні фактори, що пов'язані з проблемою прийняття рішення, у єдину логічну схему, а також забезпечити обґрунтовану оцінку чи вибір альтернативного шляху досягнення поставлених цілей.

З іншого боку, повна математична формалізація різноманітних управлінських та техніко-економічних рішень часто просто не може бути реалізована через їх якісну новизну і складність. Оцінка майбутнього на основі виключно статистичних даних минулих періодів передбачає допущення про повторення тієї чи іншої події. Однак, прийняття ефективних рішень у сфері економіки та техніки виходить за межі узагальнення про виключне розповсюдження досвіду минулого на майбутнє і вимагає застосування інформації, що ґрунтується на твердженнях і гіпотезах фахівців про довгострокові перспективи.

Раціональність прийнятого рішення у значній мірі визначається наявністю вихідної інформації та правильністю її застосування. При цьому інформація складається з різних за своєю якістю частин. Необхідна для прийняття рішення інформація, крім статистичних даних, включає й інші дані, що не можуть бути

виміряні за допомогою чисел. Викликана цим недостатньо висока якість та неповнота наявної інформації обумовлює проблеми, що виникають під час пошуку оптимального управлінського рішення.

Крім того, під час прийняття складних рішень керівництво промислових підприємств стикається з іншими інформаційними труднощами, а саме [9]:

- недостатня достовірність вихідної статистичної інформації чи значна вірогідність зміни існуючих умов та обставин у майбутньому;
- наявність деякої частини інформації, що носить не кількісний, а якісний характер;
- відсутність необхідної інформації чи невиправданість її отримання через пов'язані з цим значні витрати часу та коштів;
- неможливість передбачити вплив значної групи факторів у майбутньому;
- потенційна можливість виникнення декількох результатів прийнятого рішення, залежно від впливу випадкових факторів, чи таких, що не можуть бути враховані у наявній математичній моделі.

Керівництво підприємств під час прийняття рішення стикається з багатозначністю узагальнюючого критерію, на основі якого проводиться порівняння можливих результатів та вибір оптимального. Така багатозначність та якісна різниця показників є серйозною перепорою для обґрунтування ефективності, корисності і важливості прийнятого рішення.

Отже, на практиці прийняття ефективного рішення базується не лише на застосуванні розрахунків, а й на використанні суджень керівництва та профільних спеціалістів з даної проблеми. Їх твердження та гіпотези дозволяють хоча б частково компенсувати наявний брак інформації та більш ефективно використовувати накопичений індивідуальний та колективний досвід. У зв'язку з цим особливої актуальності для ефективного прийняття рішень керівництвом підприємств набули експертні методи, що представляють собою комплекс логічних та математико-статистичних методів направлених на отримання інформації необхідної для прийняття раціонального рішення.

Основою ефективного менеджменту з енергозбереження, як і будь-якого іншого процесу управління, є інформація, що знаходиться у розпорядженні відповідальної особи. Сукупність даних про стан енергетичного господарства у минулому та обґрунтовані припущення про можливі його стани у майбутньому дають змогу енергоменеджерам обрати найкращий варіант розвитку енергозбереження на підприємстві. Однак, як уже зазначалося, через брак інформації, пов'язаний із ймовірнісним характером досліджуваних проблем, виникає невизначеність, що характеризується неможливістю точної оцінки вхідних даних та передбачення кінцевих результатів проектів з енергозбереження.

В умовах обмеженості матеріальних, технічних та фінансових ресурсів промислових підприємств, попри труднощі пов'язані з впливом невизначеності, виникає нагальна необхідність попередньої оцінки доцільності інвестування у конкретні заходи з енергозбереження. Для підвищення обґрунтованості подібних рішень необхідним є застосування як статистичної інформації, так і колективного та індивідуального досвіду.

Оцінку інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження та їх відбір пропонується проводити за уніфікованою групою критеріїв (табл. 2.7). При проведенні попередньої оцінки вони дозволяють врахувати відповідність матеріально-технічної та кадрової баз підприємства вимогам реалізації проекту, фінансові витрати, адміністративно-правові перешкоди, витрати часу, очікуваний економічний, екологічний та соціальний ефект, а також відповідність поточного фінансово-господарського стану підприємства.

Попередня оцінка прийнятності проекту з енергозбереження промислового підприємства проводиться за групами критеріїв:

$$A_i = f_i(a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ij}) \Rightarrow E = f_A(A_1, A_2, A_3, A_4, A_5), \quad (2.4)$$

де i – номер групи критеріїв a ;

j – порядковий номер критерію a i -ї групи.

Далі проводиться перевірка відповідності запропонованого проекту фінансово-господарському стану підприємства та комплексна оцінка інвестиційної привабливості:

$$\begin{aligned} B &= f_B(b_1, b_2, \dots, b_7) \Rightarrow C = f_C(E, B) \\ F &= f_F(C, K) \end{aligned} \quad (2.5)$$

Таблиця 2.7

Критерії оцінки інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження (розроблено автором)

№ п/п	Назва критерію оцінки	Умовне позначення
1	2	3
1.	Відповідність матеріально-технічної та кадрової баз підприємства умовам реалізації проекту з енергозбереження	A₁
1.1.	Попередній досвід реалізації подібних проектів персоналом підприємства	a ₁₁
1.2.	Кваліфікація персоналу задіяного у заході	a ₁₂
1.3.	Рівень завантаженості персоналу, що планується залучити до проекту	a ₁₃
1.4.	Ступінь проробки проекту чи плану з енергозбереження	a ₁₄
1.5.	Можливість використання матеріалів та обладнання із складських запасів підприємства	a ₁₅
1.6.	Можливість використання виробничих потужностей підприємства для виконання допоміжних робіт, що можуть бути необхідними при реалізації проекту	a ₁₆
1.7.	Необхідність проведення додаткових робіт з перепланування, розчищення і т.п. у межах проекту з енергозбереження	a ₁₇
1.8.	Необхідність проведення робіт за межами території підприємства	a ₁₈
1.9.	Наявність спеціалізованих підрядних організацій, що можуть бути залучені до реалізації проекту з енергозбереження	a ₁₉
2.	Фінансові витрати підприємства на реалізацію проекту з енергозбереження	A₂
2.1.	Вартість основного та допоміжного обладнання необхідного для здійснення проекту	a ₂₁
2.2.	Витрати трудових та матеріальних ресурсів під час реалізації проекту з енергозбереження	a ₂₂
2.3.	Економічні втрати підприємства пов'язані з частковою зупинкою чи сповільненням виробничих процесів	a ₂₃
2.4.	Фінансові витрати пов'язані із залученням до робіт підрядних організацій	a ₂₄
2.5.	Фінансові витрати пов'язані з утилізацією відходів	a ₂₅
3.	Адміністративно-правові перешкоди	A₃
3.1.	Необхідність оформлення дозвільної документації в органах влади	a ₃₁
3.2.	Необхідність розробки робочого проекту для здійснення проекту	a ₃₂

Продовження таблиці 2.7

1	2	3
3.3.	Можливість здійснення періодичних перевірок з боку уповноважених контролюючих органів під час та після реалізації проекту з енергозбереження	a ₃₃
4.	Витрати часу	A₄
4.1.	Витрати часу на підготовчі роботи	a ₄₁
4.2.	Витрати часу на безпосередню реалізацію проекту з енергозбереження	a ₄₂
4.3.	Період часу від реалізації до першого ефекту	a ₄₃
4.4.	Період часу від реалізації до настання максимально очікуваної чи повної окупності	a ₄₄
5.	Очікуваний ефект від реалізації проекту з енергозбереження	A₅
5.1.	Очікуваний індекс прибутковості проекту з енергозбереження	a ₅₁
5.2.	Зниження енергоємності виробничого чи позавиробничого процесу	a ₅₂
5.3.	Очікуваний екологічний ефект	a ₅₃
5.4.	Очікуваний соціальний ефект	a ₅₄
6.	Фінансово-господарський стан підприємства	B
6.1.	Кваліфікація та надійність керівництва підприємства	b ₁
6.2.	Досвід роботи керівництва за кризових умов	b ₂
6.3.	Ринкова орієнтованість продукції, наявність ринків збуту	b ₃
6.4.	Наявність попередніх замовлень / контрактів на майбутні періоди	b ₄
6.5.	Рентабельність реалізації продукції	b ₅
6.6.	Можливість фінансової автономності підприємства при реалізації проекту з енергозбереження	b ₆
6.7.	Невідповідність рівня енергоємності та екологічності виробництва стандартам ISO	b ₇
7.	Коефіцієнт, що відображає джерело та умови залучення коштів для реалізації проекту з енергозбереження.	K

Запропоновані для проведення оцінки інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження критерії мають різну вагомість, а отже, доцільним є застосування методу експертних оцінок для їх визначення. Цей метод передбачає залучення до рішення проблеми групи експертів, що добре обізнані та мають значний практичний досвід реалізації проектів з енергозбереження. Основною перевагою застосування групової оцінки вагомості критеріїв, що розглядаються, є можливість різностороннього кількісного та якісного аналізу впливу кожного з них.

При використанні методу експертних оцінок передбачається, що організована взаємодія членів групи дозволить компенсувати зміщення оцінок окремих експертів, а також те, що сумарна інформація, яка знаходиться у розпорядженні групи, значно

перевищує обсяг інформації який є у розпорядженні будь-якого з її членів. Зважаючи на це, можна стверджувати, що збільшення кількості експертів призводить до збільшення загальної вірогідності достовірної оцінки вагомості критеріїв. Разом з тим, значні витрати часу та матеріальних ресурсів, що пов'язані з роботою експертів та обробкою результатів вимагають обґрунтованого обмеження кількості членів експертної групи. Відповідно до [9, 12, 79], визначити необхідну кількість залучених експертів за умови заданої ймовірності можливо за формулою:

$$n = \frac{t^2 \cdot \sigma_p^2}{\Delta_p^2}, \quad (2.6)$$

де t – критерій Стюдента, що виражає кількість середніх відхилень, необхідних для потрапляння у заданий інтервал з ймовірністю P ;

σ_p^2 – дисперсія;

Δ_p – гранично допустима відносна похибка.

Зважаючи на неможливість оцінки генеральної сукупності та попередню заданість гранично допустимої відносною похибки, кількість експертів може бути визначена за формулою:

$$n = \frac{t^2}{\Delta_p^2}, \quad (2.7)$$

Прийнявши рівень достовірності $P=0,954$ та припустивши, що обсяг вибірки є досить великим визначаємо критерій Стюдента: $t=1,964$. Тоді, необхідна кількість залучених експертів для оцінки вагомості критеріїв обрання проектів з енергозбереження, за умов достовірності 95% та гранично допустимої відносною похибки 0,05, складає $n=15,42 \approx 15$ експертів.

Важливою є відповідність сфери інтересів та практичного досвіду експертів, поставленим перед ними задачам, оскільки саме ці фактори в умовах відсутності повної формалізації можуть значно знизити рівень невизначеності навіть за відсутності напрацьованої теоретичної бази [9]. Первинними критеріями відбору експертів для оцінки вагомості стали: зайняття ними керівної посади на

промисловому підприємстві, що пов'язана з безпосередньою реалізацією чи супроводженням проектів з енергозбереження (технічні директори, директори ремонтно-експлуатаційних служб, головні енергетики, начальники технічних бюро, головні інженери та інші); досвід роботи не менше 10 років; приблизно однакових практичний досвід реалізації проектів з енергозбереження. У якості експертів були залучені профільні фахівці ПАТ «Сумський завод насосного та енергетичного машинобудування «Насосенергомаш», ТОВ «Укрнафтозапчастина», ПАТ «Сумське машинобудівне науково-виробниче об'єднання», ПАТ «НВАТ ВНДІкомпресормаш».

Задля забезпечення умов коректної групової оцінки на етапі відбору експертів та формування анкети були враховані умови К. Ерроу [169]:

1. Наявність достатньої кількості можливостей вибору ($m \geq 3$) та експертів ($h \geq 2$), а також можливості визначення для всіх індивідуальних профілів переваг.
2. Наявність позитивного зв'язку суспільних та індивідуальних переваг, при якому відкидання однієї з альтернатив в індивідуальних перевагах не повинно змінити їх напрям по відношенню до групової.
3. Незалежність непов'язаних альтернатив за якої порядки переваг групи повинні бути однаковими для усіх експертів.
4. Наявність суверенності експертів.
5. Відсутність «диктаторства» з боку одного з експертів по відношенню до інших представників групи.

Для визначення вагомості критеріїв ефективності інвестування у проекти з енергозбереження за допомогою групової оцінки найбільш доцільно застосувати метод парних порівнянь. Цим методом передбачено попарне порівняння усіх критеріїв у межах їх ієрархічних груп, з тим щоб визначити найбільш важливі в кожній парі, а також міру їх переваги. Для побудови єдиної шкали різних ієрархічних рівнів з ціллю урахування міри впливу кожного критерію нижнього рівня на групові критерії та на генеральну мету, доцільно використати метод аналізу ієрархій. Хоча у якості шкали оцінювання може бути вибраний будь-який числовий проміжок, пропонується застосувати шкалу відносної важливості Т. Сааті, оскільки

вона дозволяє під час оцінки оперувати лише простими числами, що значно підвищує психологічний комфорт роботи експертів (табл. 2.8) [123]. Таким чином, анкета для опитування експертів представляє собою сукупність квадратних матриць, діагональні елементи яких не заповнюються, а розмірність залежить від кількості порівнюваних критеріїв (Додаток А).

Таблиця 2.8

Шкала відносної важливості критеріїв

Оцінка відносної важливості	Визначення переваги	Пояснення
1	Рівна важливість	Рівний вклад двох критеріїв у досягнення цілей
3	Помірна перевага одного над іншим	Досвід та твердження експерта надають незначну перевагу одному критерію над іншим
5	Сильна перевага	Досвід та твердження експерта надають сильну перевагу одному критерію над іншим
7	Значна перевага	Одному з критеріїв надається сильна перевага над іншим
9	Дуже сильна перевага	Очевидна перевага одного критерію над іншим
2, 4, 6, 8	Проміжні рішення між двома сусідніми твердженнями	Застосовується у компромісному випадку

Оскільки оцінка вагомості, що була отримана за допомогою експертів, може розглядатися як випадкова змінна, розподіл якої відображає припущення спеціалістів про перевагу одних критеріїв над іншими, а також зважаючи на індивідуальні якості опитаних, доцільним є проведення додаткових процедур аналізу узгодженості поглядів задля підвищення достовірності проведених експертних оцінок. Після проведення опитування та первинної обробки інформації, експертів, у яких виявлено значне відхилення оцінок важливості попарних порівнянь ($s \geq 4$ одиниці) від середнього значення групової оцінки, було ознайомлено з результатами опитування інших спеціалістів експертної групи. Їм було запропоновано аргументувати свою думку щодо оцінок, які мають значну розбіжність з середніми по групі чи змінити їх.

При аналізі оцінок важливості критеріїв інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження, отриманих від експертної групи, доцільною є перевірка ступеня

узгодженості суджень. Високе значення коефіцієнта конкордації (коефіцієнта згоди) дає змогу зробити висновок про наявність узгодженої думки експертів щодо поставлених перед ними питань.

Коефіцієнт згоди при парних порівняннях може бути розрахованим таким чином [68]:

$$\nu = \frac{4}{n \cdot (n-1)} \sum_{i=1}^m \frac{C_m^2 \cdot P_{ij}}{m \cdot (m-1)}, \quad (2.8)$$

де n – кількість залучених до опитування експертів;

m – кількість альтернатив;

C_m^2 – кількість проведених порівнянь;

P_{ij} – кількість разів за яких альтернатива i переважає альтернативи j за думкою n експертів.

Для оцінки коефіцієнта конкордації розрахуємо χ -критерій за наведеною формулою та порівняємо його з табличними значеннями:

$$\chi^2 = n \cdot (m-1) \cdot \nu \quad (2.9)$$

Проведення таких розрахунків є дуже трудомістким, а отже, доцільним є застосування для цих цілей програмного комплексу Mathcad Prime 3.0. У табл. 2.9 приведені результати розрахунку коефіцієнтів згоди груп критеріїв нижчих рівнів, їх χ -критеріїв, а також довідникові значення χ -критеріїв за умови, що рівень довірчої ймовірності становить 95% [9].

Таблиця 2.9

Коефіцієнти згоди груп критеріїв нижчих рівнів та їх χ -критерії (розраховано автором)

Група критеріїв	Розрахункові дані		Довідникові дані значення χ -критерію
	Коефіцієнт згоди ν	χ -критерій	
A_1	0,527	63,24	2,73
A_2	0,612	36,72	0,71
A_3	0,674	20,22	0,1
A_4	0,631	28,39	0,35
A_5	0,644	28,98	0,35
B	0,587	26,42	1,64

Усі розраховані χ -критерії значно перевищують їх довідникові значення, що підтверджує достатній рівень узгодженості оцінок експертів для усієї сукупності критеріїв, що розглядаються.

Оцінка результатів опитування експертів та визначення на їх основі вагомості кожного критерію, з метою спрощення розрахунків, виконана за допомогою встановленого на ПЕОМ програмного комплексу Expert Choice 11.5. У табл. 2.10 приведена вагомість критеріїв оцінки інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження промислових підприємств. Вона відображає вплив кожного критерію нижчого рівня на групові критерії та загальний рівень прийнятності проекту, а загальна сума оцінок вагомості кожного рівня дорівнює одиниці.

Таблиця 2.10

Відносна вагомість критеріїв оцінки інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження (розраховано автором)

№ рівня	Назва критерію оцінки		Відносна вагомість
1	2		3
Попередня прийнятність проекту з енергозбереження			0,547
1.	Відповідність матеріально-технічної та кадрової баз підприємства умовам реалізації проекту з енергозбереження		0,202
	1.1.	Попередній досвід реалізації подібних проектів персоналом підприємства	0,094
	1.2.	Кваліфікація персоналу задіяного у проекті	0,172
	1.3.	Рівень завантаженості персоналу, що планується залучити до проекту	0,129
	1.4.	Ступінь проробки проекту чи плану проекту з енергозбереження	0,085
	1.5.	Можливість використання матеріалів та обладнання із складських запасів підприємства	0,153
	1.6.	Можливість використання виробничих потужностей підприємства для виконання допоміжних робіт, що можуть бути необхідними при реалізації проекту	0,132
	1.7.	Необхідність проведення додаткових робіт з перепланування, розчищення і т.п. у межах проекту з енергозбереження	0,065
	1.8.	Необхідність проведення робіт за межами території підприємства	0,052
1.9.	Наявність спеціалізованих підрядних організацій, що можуть бути залучені до реалізації проекту з енергозбереження	0,118	
2.	Фінансові витрати підприємства на реалізацію проекту з енергозбереження		0,311
	2.1.	Вартість основного та допоміжного обладнання необхідного для здійснення проекту	0,297

Продовження таблиці 2.10

1	2		3
2.	2.2.	Витрати трудових та матеріальних ресурсів під час реалізації проекту з енергозбереження	0,209
	2.3.	Економічні втрати підприємства пов'язані з частковою зупинкою чи сповільненням виробничих процесів	0,254
	2.4.	Фінансові витрати пов'язані із залученням до робіт підрядних організацій	0,195
	2.5.	Фінансові витрати пов'язані з утилізацією відходів	0,045
3.	Адміністративно-правові перешкоди		0,056
	3.1.	Необхідність оформлення дозвільної документації в органах влади	0,211
	3.2.	Необхідність розробки робочого проекту для здійснення проекту	0,526
	3.3.	Можливість здійснення періодичних перевірок з боку уповноважених контролюючих органів під час та після реалізації проекту з енергозбереження	0,263
4.	Витрати часу		0,172
	4.1.	Витрати часу на підготовчі роботи	0,229
	4.2.	Витрати часу на безпосередню реалізацію проекту з енергозбереження	0,257
	4.3.	Період часу від реалізації до першого ефекту	0,198
	4.4.	Період часу від реалізації до настання максимально очікуваної чи повної окупності	0,316
5.	Очікуваний ефект від реалізації проекту з енергозбереження		0,259
	5.1.	Очікуваний індекс прибутковості проекту з енергозбереження	0,194
	5.2.	Зниження енергоємності виробничого чи позавиробничого процесу	0,457
	5.3.	Очікуваний екологічний ефект	0,282
	5.4.	Очікуваний соціальний ефект	0,063
Фінансово-господарський стан підприємства			0,336
1.	Кваліфікація та надійність керівництва підприємства		0,098
2.	Досвід роботи керівництва за кризових умов		0,067
3.	Ринкова орієнтованість продукції, наявність ринків збуту		0,181
4.	Наявність попередніх замовлень / контрактів на майбутні періоди		0,247
5.	Рентабельність реалізації продукції		0,224
6.	Можливість фінансової автономності підприємства при реалізації проекту з енергозбереження		0,112
7.	Невідповідність рівня енергоємності та екологічності виробництва стандартам ISO		0,071
Коефіцієнт, що відображає джерело та умови залучення коштів для реалізації проекту з енергозбереження.			0,117

Зважаючи на те, що критерії оцінки інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження мають як кількісні, так і якісні характеристики, для формалізації та створення єдиної бази нечітких знань доцільно розглядати можливі варіації, що можуть приймати значення цих критеріїв, як лінгвістичні змінні. Ці змінні

оцінюються групою експертів за допомогою термів – слів природної чи штучної мови, що формалізуються нечіткими множинами через функцію належності.

За допомогою методу експертних оцінок проводиться фазифікація вхідних змінних значень критеріїв нижчих рівнів, що відображає узагальнений досвід експертів та їх розуміння причинно-наслідкових зв'язків за допомогою терм-множини (лінгвістичних змінних). Нечітка лінгвістична змінна представляє собою визначену сукупність підмножин:

$$Q_u = \{q_{ij}^1, q_{ij}^2, \dots, q_{ij}^p\}, u = \overline{1, w}, \quad (2.10)$$

де q_{ij}^p – p -й лінгвістичний терм критерію a_{ij} , $p = \overline{1, x}$.

Залучені експерти оцінюють належність поточного стану кожного з критеріїв підмножині «дуже великий» (Д), «великий» (В), «середній» (С), «нижче середнього» (Н), «малий» (М) чи логічно виправданим аналогам у разі неможливості їх застосування. На основі проведеної оцінки будуються функції належності критеріїв кожній із приведених вище підмножин:

$$\tilde{Q} = \left(\frac{\mu(a_1)}{a_1}, \frac{\mu(a_2)}{a_2}, \dots, \frac{\mu(a_i)}{a_i} \right), \quad (2.11)$$

де $\mu(a_i)$ – ступінь належності деякого критерію a_i нечіткому терму \tilde{Q} .

Оскільки, як вже зазначалося, критерії оцінки інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження мають як кількісні, так і якісні характеристики, то для побудови функцій належності доцільно застосовувати опосередковані методи для багатьох експертів (метод Шера, метод Кіквідзе) [57]. Тоді ступінь належності кожного критерію a_i підмножині нечіткого терму Q може бути визначений:

$$\mu(a_i) = \frac{n_a}{n_\Sigma}, \quad (2.12)$$

де n_a – кількість експертів, що проголосували за відповідність цього критерію терму Q ;

n_Σ – сумарна кількість залучених експертів.

Експерта інформація є лише вихідними даними для подальшої обробки, так як відповідно до (2.4-2.5) значення групових критеріїв вищих рівнів визначаються сукупністю значень, що приймають критеріїв нижчих рівнів, та їх вагомістю. Отже, для визначення групових критеріїв вищих рівнів доцільно побудувати нечітку матрицю знань (табл. 2.11).

Таблиця 2.11

Нечітка матриця знань для визначення критеріїв вищих рівнів

Номер вхідної комбінації значень	Критерії нижчого рівня				Значення вихідної
	a_{i1}	a_{i2}	$\dots a_{ij} \dots$	a_{it}	A_i
11	q_{i1}^1	q_{i2}^1	$\dots q_{ij}^1 \dots$	q_{it}^1	d_1
12	q_{i1}^2	q_{i2}^1	$\dots q_{ij}^1 \dots$	q_{it}^1	
...					
1y	q_{i1}^y	q_{i2}^1	$\dots q_{ij}^1 \dots$	q_{it}^1	d_2
...					
11	q_{i1}^1	q_{i2}^1	$\dots q_{ij}^p \dots$	q_{it}^p	d_p
12	q_{i1}^1	q_{i2}^p	$\dots q_{ij}^p \dots$	q_{it}^p	
...					
1y	q_{i1}^x	q_{i2}^x	$\dots q_{ij}^x \dots$	q_{it}^x	d_x

Наведена нечітка матриця знань визначає систему логічних висловлювань типу «ЯКЩО – ТО, ІНАКШЕ», що зв'язують значення вхідних змінних $a_{11} \div a_{ij}$ з одним із можливих значень вихідної A_i , $i = \overline{1, r}$:

$$\begin{aligned}
 &\text{Якщо } (a_{i1}=q_{i1}^1) \text{ і } (a_{i2}=q_{i2}^1) \text{ і } \dots \text{ і } (a_{it}=q_{it}^1) \text{ або} \\
 &\quad (a_{i1}=q_{i1}^2) \text{ і } (a_{i2}=q_{i2}^1) \text{ і } \dots \text{ і } (a_{it}=q_{it}^1) \text{ або } \dots \\
 &\quad (a_{i1}=q_{i1}^2) \text{ і } (a_{i2}=q_{i2}^2) \text{ і } \dots \text{ і } (a_{it}=q_{it}^1), \\
 &\text{Тоді } A_i=d_1, \text{ інакше } \dots \\
 &\text{Якщо } (a_{i1}=q_{i1}^p) \text{ і } (a_{i2}=q_{i2}^1) \text{ і } \dots \text{ і } (a_{it}=q_{it}^1) \text{ або} \\
 &\quad (a_{i1}=q_{i1}^p) \text{ і } (a_{i2}=q_{i2}^p) \text{ і } \dots \text{ і } (a_{it}=q_{it}^1) \text{ або } \dots \\
 &\quad (a_{i1}=q_{i1}^p) \text{ і } (a_{i2}=q_{i2}^p) \text{ і } \dots \text{ і } (a_{it}=q_{it}^p), \\
 &\text{Тоді } A_i=d_p, \text{ інакше } \dots
 \end{aligned}
 \tag{2.13}$$

де d_p ($p = \overline{1, x}$) – лінгвістична оцінка вихідного критерію вищого рівня A_i , що визначається з терм-множини D ;

q_{ij}^P – лінгвістична оцінка критерію нижчого рівня, що була обрана експертом із запропонованої терм-множини Q_i , $j = \overline{1, t}$.

Таким чином, оцінюючи за допомогою терм-множини критерії нижчого рівня та враховуючи їх вагомість, можна створити нечітку базу знань для визначення групових критеріїв вищих рівнів. Для спрощення обробки усього масиву отриманих комбінацій доцільно представити терми у вигляді значень умовної множини від 1 до 5.

Узагальнене ієрархічне дерево логічного висновку щодо інвестиційної привабливості проекту з енергозбереження приведене на рис. 2.3.

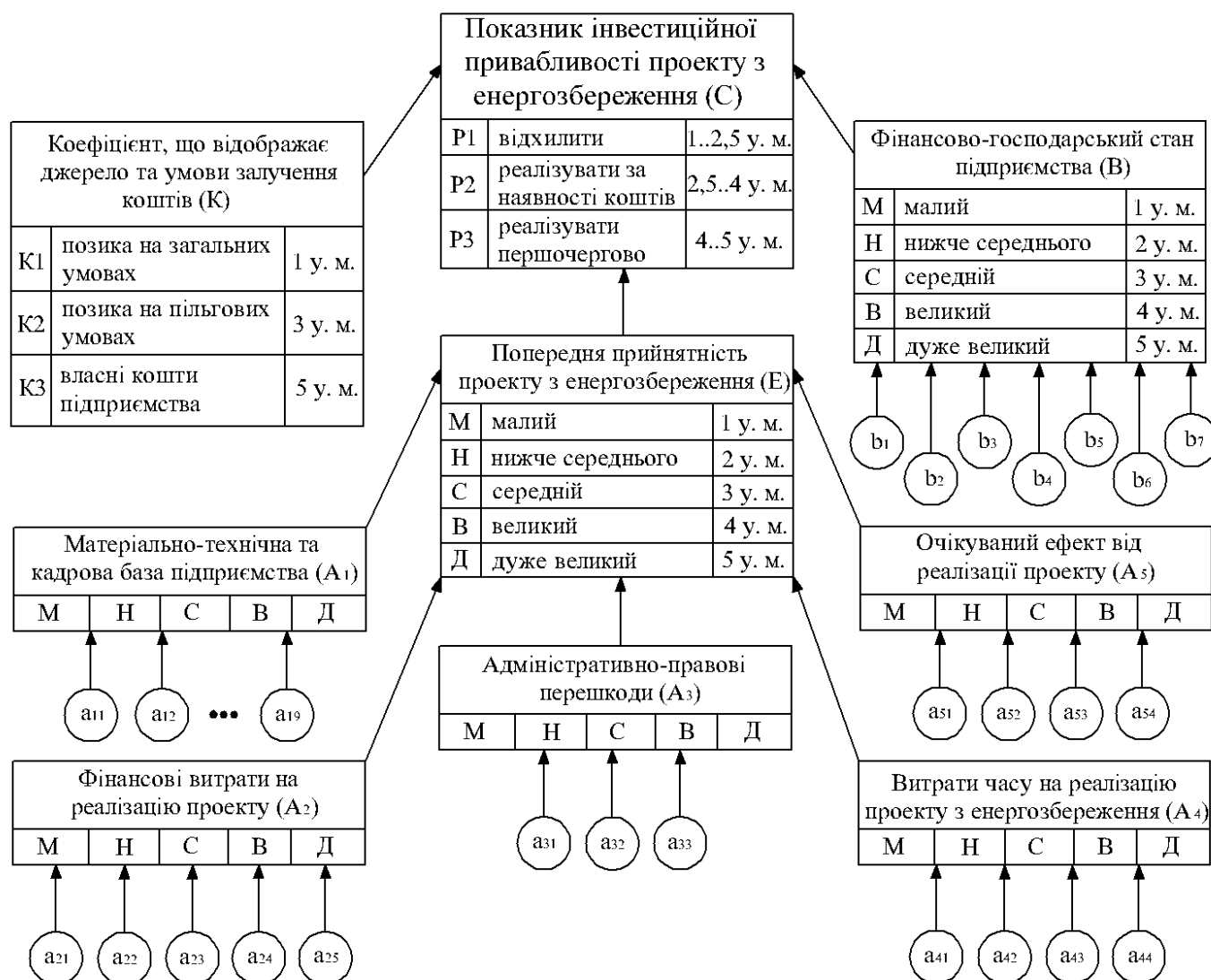


Рис. 2.3. Ієрархічне дерево логічного висновку щодо інвестиційної привабливості проекту з енергозбереження (розроблено автором)

Слід зауважити, що деякі з критеріїв, запропонованих до оцінки експертам, мають обернену значимість терм, а саме: a_{13} , a_{17} , a_{18} , a_{21} – a_{25} , a_{31} – a_{33} , a_{41} – a_{44} . В табл. 2.12 приведена нечітка матриця знань інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження на основі оцінки критеріїв вищого рівня з урахуванням їх вагомості.

Таблиця 2.12

Нечітка база знань для прийняття рішення щодо інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження на основі оцінки критеріїв вищого рівня (розроблено автором)

Номер вхідної комбінації значень	Попередня прийнятність проекту з енергозбереження	Фінансово- господарський стан підприємства	Джерело та умови залучення коштів для реалізації проекту	Комплексна оцінка доцільності реалізації проекту з енергозбереження
	Е	В	К	Ф
1	2	3	4	5
11	Д	Д	Власні кошти підприємства	Реалізувати першочергово
12	Д	В		
13	Д	С		
14	В	Д		
15	В	В		
16	Д	Н		Реалізувати за наявності коштів
17	Д	М		
18	В	С		
19	В	Н		
20	В	М		
21	С	Д		
22	С	В		
23	С	С		
24	Н	Д		
25	Н	В		
26	С	Н		Відхилити
27	С	М		
28	Н	С		
29	Н	Н		
30	Н	М		
31	М	Д		
32	М	В		
33	М	С		
34	М	Н		
35	М	М		
36	Д	Д	Позика на пільг. умовах	Реалізувати першочергово
37	Д	В		

Продовження таблиці 2.12

1	2	3	4	5
38	Д	С	Позика на пільгових умовах	Реалізувати першочергово
39	В	Д		Реалізувати за наявності коштів
40	Д	Н		
41	Д	М		
42	В	В		
43	В	С		
44	В	Н		
45	С	Д		
46	С	В		
47	С	С		
48	Н	Д		
49	В	М		Відхилити
50	Н	В		
51	С	Н		
52	С	М		
53	Н	С		
54	Н	Н		
55	Н	М		
56	М	Д		
57	М	В		
58	М	С		
59	М	Н		
60	М	М	Позика на загальних умовах	Реалізувати першочергово
61	Д	Д		Реалізувати за наявності коштів
62	Д	В		
63	Д	С		
64	Д	Н		
65	Д	М		
66	В	Д		
67	В	В		
68	В	С		
69	С	Д		Відхилити
70	С	В		
71	В	Н		Відхилити
72	В	М		
73	С	С		
74	Н	Д		
75	Н	В		
76	С	Н		
77	С	М		
78	Н	С		
79	Н	Н		Відхилити
80	Н	М		
81	М	Д		
82	М	В		
83	М	С		
84	М	Н		
85	М	М		

Відповідно до принципу ідентифікації нечіткими базами знань, оцінку інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження для кожного конкретного підприємства доцільно проводити у два етапи [7]. Спочатку на основі даних про вагомість критеріїв (табл. 2.10) та експертних оцінок їх стану для кожного проекту, що розглядається, формується груба модель для оцінки інвестиційної привабливості відповідних проектів (за допомогою табл. 2.12). Чим вищим є професійний рівень обраних експертів, тим вищою є адекватність нечіткої моделі, побудованої на першому етапі. Однак, збіг результатів нечіткого висновку та практичних даних не є гарантованим. Тому на другому етапі ідентифікації, за умови застосування запропонованої нечіткої бази знань на конкретному промисловому підприємстві протягом декількох звітних періодів, доцільно провести додаткові налаштування нечіткої моделі за допомогою практичних даних попередніх періодів, що зводиться до задачі нелінійної оптимізації, яка може бути вирішена відповідними методами математичного програмування.

Висновки до другого розділу

1. Встановлено, що неможливість освоєння у повній мірі потенціалу енергозбереження та енергоефективності виробництва промислових підприємств, за допомогою менеджменту з енергозбереження, обумовлено рядом обмежень, таких як: фінансові, інформаційні, поведінкові, інституційні та часові. Вони скорочують доступний до впровадження спектр проектів з енергозбереження та обумовлюють вибір і реалізацію лише найбільш економічно ефективних серед них. Необхідною умовою такого відбору є аналіз зовнішніх та внутрішніх факторів енергозбереження та енергоефективності. На основі визначення сутності забезпечення потреб суспільства у енергоресурсах в якості сутності енергозбереження було виділено групу результативних факторів. Їх аналіз дає змогу обрати заходи, що найбільш повно реалізують завдання енергозбереження та енергоефективності на виробництві.

2. Розглянуто вплив фактору забезпечення належної якості енергетичних ресурсів на рівень енергоефективності виробничих процесів промислових

підприємств. Проаналізовано вплив відхилення основних параметрів якості електричної енергії, технічної води, стисненого повітря, природного газу на появу перевитрати енергоресурсів та потенційних економічних збитків. На основі проведеного аналізу запропоновано удосконалити механізм контролінгу та підвищення якості енергетичних ресурсів промислових підприємств.

3. Досліджено різні аспекти забезпечення енергоефективності виробництва, що дало змогу виділити фактор зменшення технологічно обумовлених втрат на стадіях транспортування, розподілу та споживання енергоресурсів. Проведений аналіз дозволив визначити основні напрями зменшення втрат енергетичних ресурсів, а саме: оптимізація режимів роботи систем постачання та розподілу енергоресурсів, модернізація енергетичного обладнання, введення систем оперативного управління та проведення енергетичних аудитів.

4. Виявлено значний вплив умотивованості персоналу на загальний рівень ефективного використання наявних на підприємстві енергетичних ресурсів. Для створення ефективної системи мотивації персоналу у межах менеджменту з енергозбереження, були проаналізовані етапи формування та активізації мотивів персоналу, а також вплив факторів мотивації на зростання результативності його діяльності. Проаналізовано особливості застосування різних мотиваційних комплексів направлених на підвищення ефективності діяльності персоналу у сфері енергозбереження. Визначено основні аспекти здійснення матеріальної та нематеріальної мотивації персоналу до енергозбереження, включаючи заходи зовнішньої негативної мотивації. Запропоновано мотиваційний механізм енергозбереження, що направлений на поєднання та узгодження інтересів робітників та цілей промислових підприємств у цій сфері.

5. Запропоновано науково-методичний підхід до оцінки інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження в умовах невизначеності, що передбачає прийняття рішення на основі нечіткої матриці знань. Оцінку запропоновано проводити за 34 критеріями, що поділені на групи: відповідність матеріально-технічної та кадрової баз підприємства, фінансові витрати підприємства, адміністративно-правові перешкоди, витрати часу, очікуваний ефект від реалізації

проекту, фінансово-господарський стан підприємства. На основі методу аналізу ієрархій, методу експертних оцінок та умов К. Ерроу була визначена вагомість кожного критерію нижчого рівня та групових критеріїв вищих рівнів. Для перевірки узгодженості думок експертів, що брали участь у дослідженні був розрахований коефіцієнт згоди при парних порівняннях, що підтвердив високий рівень узгодженості оцінок експертів. Безпосередню оцінку інвестиційної привабливості заходи з енергозбереження запропоновано проводити із застосуванням елементів теорії нечітких множин. За результатами опитувань експертів було проведено фазифікацію вхідних змінних значень критеріїв нижчих рівнів, формування узагальненого досвіду експертів та представлення причинно-наслідкових зв'язків у якості підмножин терм-множини. Прийняття рішення щодо реалізації певного проекту з енергозбереження було запропоновано виконувати на основі нечіткої матриці знань, що визначає систему логічних висловлювань типу «ЯКЩО – ТО, ІНАКШЕ», а також зв'язує значення вхідних змінних з одним із можливих значень вихідної змінної.

Основні результати дисертаційного дослідження, наведені у даному розділі, були опубліковані у наукових статтях [72, 73, 90, 91, 92].

РОЗДІЛ 3

ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕНЕДЖМЕНТУ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

3.1. Комплексна оцінка інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження

Постійне зростання вартості основних енергетичних ресурсів промисловості, передусім електричної енергії та природного газу, що стало характерним для України після вступу на шлях до ринкової економіки, спонукає промислові підприємства, які є одними із найбільших споживачів енергоресурсів, до впровадження енергозбереження. Разом з тим, наявний потенціал енергозбереження вітчизняних промислових підприємств, що обумовлений особливостями ведення господарської діяльності за радянських та пострадянських часів, а також недостатнім фінансуванням проектів з модернізації енергетичного обладнання і неефективною системою управління, не може бути реалізованим лише за рахунок організаційних змін і маловитратних заходів на базі окремих структурних підрозділів підприємства.

Економічні та політичні кризові явища характерні для нашої держави, а також викликані ними екстерналії, у значній мірі обмежують можливості підприємств по реалізації витратних проектів з енергозбереження. Зважаючи на це, керівництву промислових підприємств доводиться проводити відбір та визначати черговість реалізації таких проектів спираючись на оцінку очікуваного від них ефекту та поточного фінансово-господарського стану підприємства. Отже, необхідним є проведення обґрунтування доцільності реалізації проектів з енергозбереження з урахуванням як кількісних, так і якісних показників. При цьому для будь-якого підприємства має місце невизначеність, що більш детально розглянута у підрозділі 2.3. Традиційно така невизначеність сприймається як ризик та є фактором, що заважає прийняттю обґрунтованого рішення [124]. Додаткову невизначеність викликає нестабільність зовнішнього середовища, що також збільшує ризики при прийнятті рішення щодо реалізації конкретного проекту з енергозбереження.

Оскільки невизначеність не може бути принципово подолана, то природнім бажанням керівництва підприємств є її зниження за рахунок застосування спеціальних методів прийняття рішень.

Для проведення оцінки інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження особливо перспективним виглядає комплексний метод основою якого є теорія нечітких множин та нечітких мір. Він дозволяє агрегувати різноманітну інформацію в єдиний показник в умовах низької достовірності вхідних даних. Зважаючи ж на те, що традиційні методи оцінки економічної ефективності за даних умов здатні дати лише наближене уявлення про результативність проекту, то застосування методу на основі теорії нечітких множин, який є менш трудомістким та не вимагає прогнозування грошових потоків, виявляється ще більш затребуваним.

Застосування методу оцінки економічної ефективності проектів з енергозбереження на основі принципу нечіткості дає змогу використати, перспективну з позицій математичної формалізації, теорію наближених множин Павлака [191]. Вона дозволяє на основі підсумкових групових оцінок про стан системи та об'єктивних чи суб'єктивних оцінок її параметрів будувати алгоритми прогнозування на основі процедури логічного висновку. Використовуючи ж напрацювання Л. Заде при подальшій обробці даних, отриманих від експертів, термам може бути наданий конкретний математичний зміст, що дає змогу звести разом якісні та кількісні показники. Таким чином, за допомогою елементів теорії нечітких множин може бути сформований ефективний механізм відбору та визначення пріоритетності впровадження найбільш перспективних, з економічної точки зору, проектів з енергозбереження для конкретного підприємства, навіть за умов невизначеності викликані браком інформації, що реалізується у декілька етапів (рис. 3.1).

Залучення до проведення оцінки доцільності реалізації проектів з енергозбереження фахівців конкретного підприємства, відповідно до методичного підходу викладеного у підрозділі 2.3, дає змогу відійти від евристичних методів планування експертизи та застосувати адаптивну експертну систему, що є більш ефективною. Крім того, застосування термів як елементів теорії нечітких множин

при проведенні опитувань експертів надають останнім більшу гнучкість при оцінці числових показників, що залежать від особливостей промислового підприємства.



Рис. 3.1. Етапи проведення оцінки проектів з енергозбереження та визначення черговості їх реалізації (розроблено автором)

Апробацію зазначеного вище методичного підходу до оцінки інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження пропонується провести на базі ПАТ «Сумський завод насосного та енергетичного машинобудування «Насосенергомаш» (АТ «Сумський завод «Насосенергомаш»). Для цього з плану організаційно-технічних заходів економії паливно-енергетичних ресурсів (ПЕК) на 2015 рік, бізнес-плану підприємства на 2015 рік та плану інвестиційного розвитку були відібрані заплановані, але ще не реалізовані проекти з енергозбереження, а саме:

- закупівля та монтаж установок регулювання коефіцієнта потужності в цехах №1 та № 5 (31);
- заміна високовольтних конденсаторних батарей (32);

- реконструкція освітлювальної системи цехів із застосуванням енергозберігаючих світильників (33);
- удосконалення системи управління енергетичним господарством підприємства за рахунок узгодження графіків навантаження обладнання (34);
- відновлення фарбового покриття електричних термічних печей (35);
- заміна кабельної лінії від ЦРП до РП-3 протяжністю 140 м із збільшенням поперечного перетину кабельних жил (36);
- заміна двох поршневих компресорів роторно-пластинчатими (37);
- заміна теплової ізоляції трубопроводу теплової мережі подачі теплоносія від ЦТП до ТП-6 (38);
- ізоляція трубопроводу теплової мережі на теплових пунктах ТП-8, 10, 11, 20, 23, 24 (39);
- пневмогідравлічна промивка теплової мережі (310);
- реконструкція системи гарячого водопостачання цеху №4 (311);
- заміна футеровки на м'які термоізоляційні матеріали та реконструкція газопостачання термічної печі в цеху №3 (312);
- переведення системи приготування гарячої води транспортної ділянки підприємства з природного газу на електричну енергію (313);
- застосування електричних променевих обігрівачів UFO на ділянках розміщення станків ЧПУ цеху №5 на заміну газовим обігрівачам (314);
- переведення системи приготування гарячої води основного виробничого майданчика на теплоносії від ТОВ «Сумитеплоенерго» (315);
- проведення роботи з інформування та підвищення умотивованості робітників підприємства до енергозбереження (316).

Серед трудового колективу підприємства було відібрано 15 фахівців у якості експертів для проведення оцінки доцільності реалізації проектів з енергозбереження. Критеріями відбору спеціалістів стало залучення їх до планування та реалізації відповідних проектів у попередні періоди, а також досвід роботи не менше 10 років на підприємствах машинобудування.

Експертам запропоновано заповнити анкети оцінки критеріїв інвестиційної привабливості для кожного із проектів з енергозбереження, що розглядається. З ціллю спрощення роботи експертів було введено рангові оцінки нечітких змінних: «дуже великий» – 5, «великий» – 4, «середній» – 3, «нижче середнього» – 2, «малий» – 1.

Узгодженість думок експертів перевірялася за методом визначення коефіцієнта конкордації, що докладно приведений в [68]. Перевірка значимості коефіцієнтів конкордації груп критеріїв нижчих рівнів шляхом порівняння розрахункових та довідникових значень χ -критеріїв показала достатній рівень узгодженості думок експертів для усіх проектів з енергозбереження, що розглядаються.

Підмножини якими експертам запропоновано охарактеризувати критерії можуть бути розглянуті як імена нечітких множин, що задані в універсальній множині U та мають певну функцію належності. Таким чином, універсальною множиною для деякої лінгвістичної змінної q , множиною значень якої є терм-множина $Q = \{Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5\}$, буде відрізок $[0; 1]$. Кожен терм із множини Q є ім'ям нечіткої підмножини на відрізку $[0; 1]$, що представляє собою один із елементів шкали запропонованої експертам для оцінки критеріїв доцільності реалізації проектів з енергозбереження.

Підмножина лінгвістичної змінної може бути представлена у вигляді трикутного нечіткого числа з визначеною функцією належності. Оскільки при роботі з нечіткими множинами границі сусідніх підмножин лінгвістичних змінних накладаються, а перехід між ними є плавним, то можна стверджувати про наявність області належності змінних на шкалі оцінювання інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження (рис. 3.2).

У разі необхідності збільшення точності отримуваної під час експертних опитувань інформації, що може виникнути за умов реалізації другого етапу ідентифікації (див. підрозділ 2.3), експертам може бути запропонована шкала оцінювання критеріїв від 1 до 5 з кроком 0,5 чи 0,25 при збереженні їх відповідності визначеним раніше підмножинам. При цьому функції належності підмножин

терм-множини Q будуть являти собою трапецевидне нечітке число та визначатися відповідно [117].

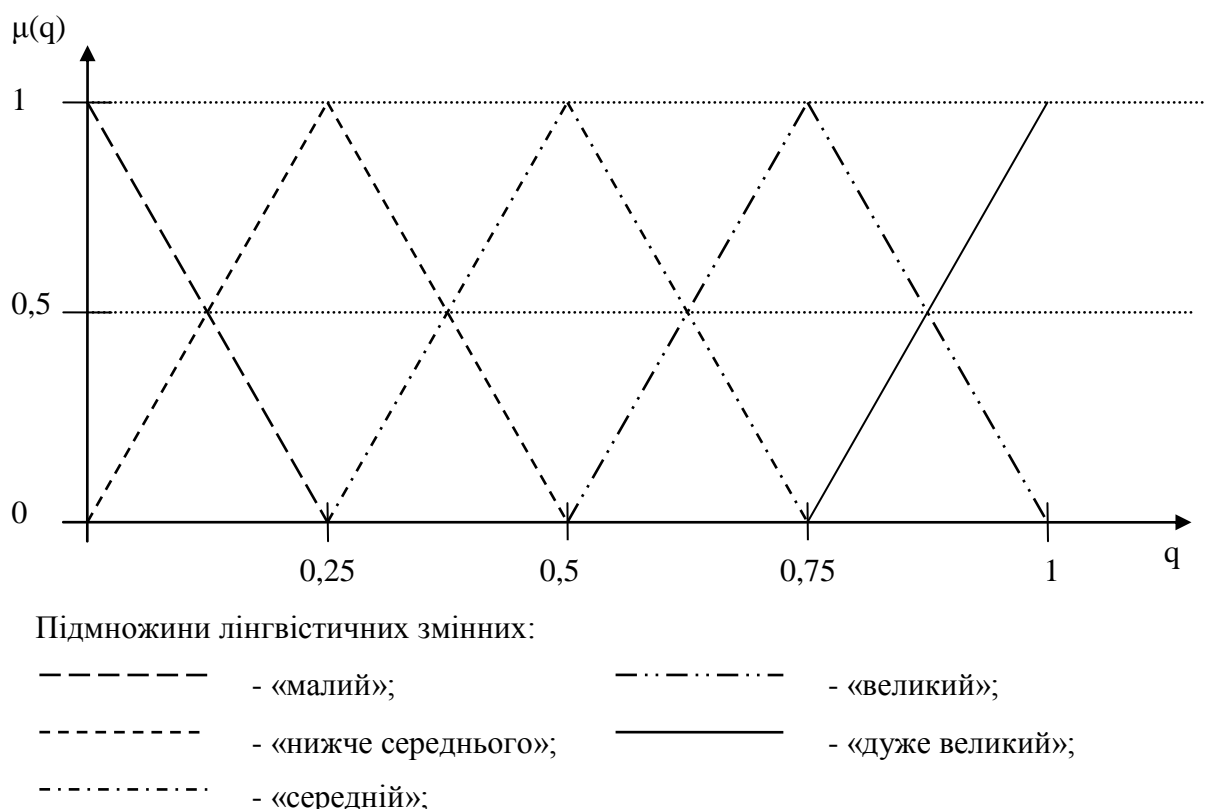


Рис. 3.2. Функція належності підмножин терм-множини

Функція належності лінгвістичних змінних «дуже великий», «великий», «середній», «нижче середнього», «малий» представляє собою сукупність функцій належності підмножин терм-множини Q та має такий вид [162, 78]:

$$\begin{aligned}
 \mu(\text{малий}) &= \int_0^{0,25} (1 - 4q) dq; \\
 \mu(\text{нижче середнього}) &= \int_0^{0,25} (4q) dq + \int_{0,25}^{0,5} (-4q + 2) dq; \\
 \mu(\text{середній}) &= \int_{0,25}^{0,5} (4q - 1) dq + \int_{0,5}^{0,75} (-4q + 3) dq; \\
 \mu(\text{великий}) &= \int_{0,5}^{0,75} (4q - 2) dq + \int_{0,75}^1 (-4q + 4) dq; \\
 \mu(\text{дуже великий}) &= \int_{0,75}^1 (4q - 3) dq
 \end{aligned} \tag{3.1}$$

За результатами експертних оцінок критеріїв нижчих рівнів проекту з енергозбереження 31 (табл. 3.1) можуть бути визначені числові значення нечітких змінних виходячи з припущення, що рівень належності кожної підмножини лінгвістичної змінної дорівнює 1.

Таблиця 3.1

Експерта оцінка критеріїв нижчого рівня проекту з енергозбереження 31

Критерій	Порядковий номер експерта														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Відповідність матеріально-технічної та кадрової баз підприємства умовам реалізації проекту з енергозбереження															
a ₁₁	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	4
a ₁₂	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5
a ₁₃	3	2	4	3	3	3	2	3	3	4	4	3	3	3	3
a ₁₄	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5
a ₁₅	1	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2
a ₁₆	4	5	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4
a ₁₇	4	4	5	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	4	5
a ₁₈	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
a ₁₉	4	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4
2. Фінансові витрати підприємства на реалізацію проекту з енергозбереження															
a ₂₁	3	3	4	4	3	4	3	3	3	2	3	3	3	4	3
a ₂₂	4	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3
a ₂₃	4	4	5	4	4	4	5	4	3	4	4	4	3	5	4
a ₂₄	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4
a ₂₅	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
3. Адміністративно-правові перешкоди															
a ₃₁	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
a ₃₂	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
a ₃₃	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
4. Витрати часу															
a ₄₁	4	4	3	3	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4
a ₄₂	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
a ₄₃	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4
a ₄₄	4	4	3	3	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3
5. Очікуваний ефект від реалізації проекту з енергозбереження															
a ₅₁	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4
a ₅₂	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4
a ₅₃	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
a ₅₄	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1

На основі даних приведених у табл. 3.1 були розраховані числові значення функції належності лінгвістичної змінної q для кожного експерта та її середні значення за критерієм нижчого рівня для проекту з енергозбереження 31 (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Числові значення функції належності лінгвістичної змінної q для проекту з енергозбереження 31 (розраховано автором)

Критерій	Порядковий номер експерта															Середнє значення
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1. Відповідність матеріально-технічної та кадрової баз підприємства умовам реалізації проекту з енергозбереження																
a_{11}	1	0,75	1	1	1	0,75	1	0,75	0,75	1	1	1	1	1	0,75	0,92
a_{12}	1	1	1	1	1	0,75	0,75	0,75	1	1	1	0,75	1	1	1	0,93
a_{13}	0,5	0,25	0,75	0,5	0,5	0,5	0,25	0,5	0,5	0,75	0,75	0,5	0,5	0,5	0,5	0,75
a_{14}	1	1	1	1	1	0,75	1	0,75	1	1	1	1	1	1	1	0,97
a_{15}	0	0,25	0,25	0,25	0	0	0,25	0,25	0	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,18
a_{16}	0,75	1	0,75	0,75	0,75	1	1	0,75	1	1	1	1	1	1	0,75	0,9
a_{17}	0,75	0,75	1	1	0,75	0,75	0,75	1	0,75	1	1	1	1	0,75	1	0,88
a_{18}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
a_{19}	0,75	0,75	1	1	1	0,75	1	0,75	1	1	1	1	1	1	0,75	0,92
2. Фінансові витрати підприємства на реалізацію проекту з енергозбереження																
a_{21}	0,5	0,5	0,75	0,75	0,5	0,75	0,5	0,5	0,5	0,25	0,5	0,5	0,5	0,75	0,5	0,55
a_{22}	0,75	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75	0,5	0,75	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,5	0,68
a_{23}	0,75	0,75	1	0,75	0,75	0,75	1	0,75	0,5	0,75	0,75	0,75	0,5	1	0,75	0,73
a_{24}	0,75	1	1	1	0,75	0,75	0,75	1	1	1	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,85
a_{25}	1	1	1	1	1	1	1	1	0,75	1	1	1	1	1	1	0,98
3. Адміністративно-правові перешкоди																
a_{31}	1	0,75	1	1	1	0,75	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,97
a_{32}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
a_{33}	0,75	1	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,77
4. Витрати часу																
a_{41}	0,75	0,75	0,5	0,5	0,5	0,75	0,5	0,75	0,75	0,75	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75	0,67
a_{42}	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75	0,7
a_{43}	1	1	0,75	0,75	0,75	1	1	1	1	1	0,75	1	1	1	0,75	0,92
a_{44}	0,75	0,75	0,5	0,5	0,5	0,75	0,75	0,75	0,5	0,75	0,5	0,75	0,75	0,75	0,5	0,65
5. Очікуваний ефект від реалізації проекту з енергозбереження																
a_{51}	0,5	0,75	0,75	0,5	0,5	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,5	0,67
a_{52}	1	1	1	0,75	0,75	0,75	0,75	1	1	1	0,75	0,75	0,75	1	0,75	0,87
a_{53}	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0,03
a_{54}	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0,25	0	0,05

Визначення числових значень лінгвістичної змінної q та обчислення їх середніх значень за результатами групової експертної оцінки дають змогу встановити належність кожного критерію нижчого рівня одній з підмножин терм-множини Q . У табл. 3.3 наведені результати розрахунку середніх числових значень лінгвістичної змінної q критеріїв нижчих рівнів усіх проектів з

енергозбереження, що розглядаються, а також їх належність підмножинам визначеної терм-множини.

Таблиця 3.3

Належність критеріїв нижчих рівнів проектів з енергозбереження АТ «Сумський завод «Насосенергомаш» підмножинам терм-множини Q (розраховано автором)

Критерій	Проект з енергозбереження															
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	310	311	312	313	314	315	316
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1. Відповідність матеріально-технічної та кадрової баз підприємства умовам реалізації проекту з енергозбереження																
a ₁₁	$\frac{0,92}{D}$	$\frac{0,77}{B}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,55}{C}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,65}{B}$	$\frac{0,93}{D}$	$\frac{0,48}{C}$	$\frac{0,67}{B}$	$\frac{0,23}{H}$	$\frac{0,87}{D}$	$\frac{0,28}{H}$	$\frac{0,95}{D}$	$\frac{0,98}{D}$	$\frac{0,9}{D}$	$\frac{0,23}{H}$
a ₁₂	$\frac{0,93}{D}$	$\frac{0,92}{D}$	$\frac{0,97}{D}$	$\frac{0,87}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,72}{B}$	$\frac{0,97}{D}$	$\frac{0,53}{C}$	$\frac{0,73}{B}$	$\frac{0,43}{C}$	$\frac{0,92}{D}$	$\frac{0,17}{H}$	$\frac{0,97}{D}$	$\frac{0,93}{D}$	$\frac{0,95}{D}$	$\frac{0,18}{H}$
a ₁₃	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{0,68}{B}$	$\frac{0,55}{C}$	$\frac{0,47}{C}$	$\frac{0,67}{B}$	$\frac{0,53}{C}$	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{0,67}{B}$	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{0,72}{B}$	$\frac{0,67}{B}$	$\frac{0,39}{C}$	$\frac{0,65}{B}$	$\frac{0,78}{B}$	$\frac{0,7}{B}$	$\frac{0,55}{C}$
a ₁₄	$\frac{0,97}{D}$	$\frac{0,55}{C}$	$\frac{0,93}{D}$	$\frac{0,67}{B}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,58}{C}$	$\frac{0,47}{C}$	$\frac{0,78}{B}$	$\frac{0,83}{B}$	$\frac{0,67}{B}$	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{0,52}{C}$	$\frac{0,9}{D}$	$\frac{0,92}{D}$	$\frac{0,95}{D}$	$\frac{0,67}{B}$
a ₁₅	$\frac{0,18}{H}$	$\frac{0,47}{C}$	$\frac{0,68}{B}$	$\frac{0,97}{D}$	$\frac{0,35}{H}$	$\frac{0,15}{H}$	$\frac{0,15}{H}$	$\frac{0,05}{M}$	$\frac{0,47}{C}$	$\frac{0,07}{M}$	$\frac{0,68}{B}$	$\frac{0,22}{H}$	$\frac{0,52}{C}$	$\frac{0,17}{H}$	$\frac{0,85}{B}$	$\frac{0,95}{D}$
a ₁₆	$\frac{0,9}{D}$	$\frac{0,88}{D}$	$\frac{0,97}{D}$	$\frac{0,73}{B}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,43}{C}$	$\frac{0,92}{D}$	$\frac{0,73}{B}$	$\frac{0,92}{D}$	$\frac{0,57}{C}$	$\frac{0,95}{D}$	$\frac{0,76}{B}$	$\frac{0,98}{D}$	$\frac{0,97}{D}$	$\frac{0,97}{D}$	$\frac{1}{D}$
a ₁₇	$\frac{0,88}{D}$	$\frac{0,73}{B}$	$\frac{0,85}{B}$	$\frac{0,97}{D}$	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{0,55}{C}$	$\frac{0,63}{C}$	$\frac{0,5}{C}$	$\frac{0,77}{B}$	$\frac{0,97}{D}$	$\frac{0,23}{H}$	$\frac{0,92}{D}$	$\frac{0,38}{C}$	$\frac{0,88}{D}$	$\frac{0,48}{C}$	$\frac{1}{D}$
a ₁₈	$\frac{1}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,27}{H}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,88}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,92}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{1}{D}$
a ₁₉	$\frac{0,92}{D}$	$\frac{0,88}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,88}{D}$	$\frac{0,88}{D}$	$\frac{0,97}{D}$	$\frac{0,97}{D}$	$\frac{0,25}{H}$	$\frac{0,97}{D}$	$\frac{0,93}{D}$	$\frac{0,87}{D}$	$\frac{0,95}{D}$	$\frac{0,95}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,9}{D}$
2. Фінансові витрати підприємства на реалізацію проекту з енергозбереження																
a ₂₁	$\frac{0,55}{C}$	$\frac{0,34}{H}$	$\frac{0,63}{C}$	$\frac{0,97}{D}$	$\frac{0,93}{D}$	$\frac{0,47}{C}$	$\frac{0,35}{H}$	$\frac{0,68}{B}$	$\frac{0,88}{D}$	$\frac{0,92}{D}$	$\frac{0,65}{B}$	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{0,7}{B}$	$\frac{0,68}{B}$	$\frac{0,77}{B}$	$\frac{0,85}{B}$
a ₂₂	$\frac{0,68}{B}$	$\frac{0,73}{B}$	$\frac{0,34}{H}$	$\frac{0,25}{H}$	$\frac{0,55}{C}$	$\frac{0,43}{C}$	$\frac{0,78}{B}$	$\frac{0,73}{B}$	$\frac{0,78}{B}$	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{0,35}{H}$	$\frac{0,48}{C}$	$\frac{0,77}{B}$	$\frac{0,57}{C}$	$\frac{0,54}{C}$	$\frac{0,93}{D}$
a ₂₃	$\frac{0,73}{B}$	$\frac{0,84}{B}$	$\frac{0,53}{C}$	$\frac{0,97}{D}$	$\frac{0,73}{B}$	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{0,83}{B}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,93}{D}$	$\frac{0,5}{C}$	$\frac{0,67}{B}$	$\frac{0,45}{C}$	$\frac{0,93}{D}$	$\frac{0,95}{D}$	$\frac{0,9}{D}$	$\frac{1}{D}$
a ₂₄	$\frac{0,85}{B}$	$\frac{0,97}{D}$	$\frac{0,92}{D}$	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,58}{C}$	$\frac{0,67}{B}$	$\frac{0,53}{C}$	$\frac{0,83}{B}$	$\frac{0,48}{C}$	$\frac{0,92}{D}$	$\frac{0,33}{H}$	$\frac{0,98}{D}$	$\frac{0,93}{D}$	$\frac{0,85}{B}$	$\frac{0,95}{B}$

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
a ₂₅	$\frac{0,98}{D}$	$\frac{0,82}{B}$	$\frac{0,55}{C}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,92}{D}$	$\frac{0,92}{D}$	$\frac{0,33}{H}$	$\frac{0,73}{B}$	$\frac{0,45}{C}$	$\frac{0,97}{D}$	$\frac{0,52}{C}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,98}{D}$	$\frac{0,93}{D}$	$\frac{1}{D}$
3. Адміністративно-правові перешкоди																
a ₃₁	$\frac{0,97}{D}$	$\frac{0,88}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,93}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,03}{M}$	$\frac{0,97}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,87}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,37}{C}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,58}{C}$	$\frac{1}{D}$
a ₃₂	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,73}{B}$	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{0,88}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,14}{H}$	$\frac{0,83}{B}$	$\frac{0,92}{D}$	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,38}{C}$	$\frac{0,14}{H}$	$\frac{0,53}{C}$	$\frac{0,78}{B}$	$\frac{0,27}{H}$	$\frac{0,77}{B}$
a ₃₃	$\frac{0,77}{B}$	$\frac{0,68}{B}$	$\frac{0,47}{C}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,93}{D}$	$\frac{0,23}{H}$	$\frac{0,92}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,93}{D}$	$\frac{0,9}{D}$	$\frac{0,73}{B}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,38}{C}$	$\frac{0,53}{C}$
4. Витрати часу																
a ₄₁	$\frac{0,67}{B}$	$\frac{0,63}{C}$	$\frac{0,43}{C}$	$\frac{0,97}{D}$	$\frac{0,73}{B}$	$\frac{0,25}{H}$	$\frac{0,57}{C}$	$\frac{0,38}{C}$	$\frac{0,43}{C}$	$\frac{0,57}{C}$	$\frac{0,42}{C}$	$\frac{0,65}{B}$	$\frac{0,85}{B}$	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{0,57}{C}$	$\frac{0,45}{C}$
a ₄₂	$\frac{0,7}{B}$	$\frac{0,78}{B}$	$\frac{0,55}{C}$	$\frac{0,47}{C}$	$\frac{0,77}{B}$	$\frac{0,53}{C}$	$\frac{0,92}{D}$	$\frac{0,49}{C}$	$\frac{0,45}{C}$	$\frac{0,62}{C}$	$\frac{0,23}{H}$	$\frac{0,38}{C}$	$\frac{0,7}{B}$	$\frac{0,83}{B}$	$\frac{0,64}{B}$	$\frac{0,24}{H}$
a ₄₃	$\frac{0,92}{D}$	$\frac{0,97}{D}$	$\frac{0,83}{B}$	$\frac{0,53}{C}$	$\frac{0,97}{D}$	$\frac{0,85}{B}$	$\frac{0,78}{B}$	$\frac{0,47}{C}$	$\frac{0,5}{C}$	$\frac{0,55}{C}$	$\frac{0,95}{D}$	$\frac{0,93}{D}$	$\frac{0,92}{D}$	$\frac{0,77}{B}$	$\frac{0,68}{B}$	$\frac{0,65}{B}$
a ₄₄	$\frac{0,65}{C}$	$\frac{0,48}{C}$	$\frac{0,57}{C}$	$\frac{0,95}{D}$	$\frac{0,93}{D}$	$\frac{0,34}{H}$	$\frac{0,58}{C}$	$\frac{0,67}{B}$	$\frac{0,68}{B}$	$\frac{0,73}{B}$	$\frac{0,48}{C}$	$\frac{0,78}{B}$	$\frac{0,57}{C}$	$\frac{0,74}{B}$	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{0,78}{B}$
5. Очікуваний ефект від реалізації проекту з енергозбереження																
a ₅₁	$\frac{0,67}{B}$	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{0,92}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{1}{D}$	$\frac{0,35}{H}$	$\frac{0,55}{C}$	$\frac{0,88}{D}$	$\frac{0,92}{D}$	$\frac{0,37}{C}$	$\frac{0,62}{C}$	$\frac{0,55}{C}$	$\frac{0,88}{D}$	$\frac{0,9}{D}$	$\frac{0,73}{B}$	$\frac{0,93}{D}$
a ₅₂	$\frac{0,87}{D}$	$\frac{0,73}{B}$	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{0,97}{D}$	$\frac{0,67}{B}$	$\frac{0,53}{C}$	$\frac{0,73}{B}$	$\frac{0,82}{B}$	$\frac{0,78}{B}$	$\frac{0,43}{C}$	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{0,72}{B}$	$\frac{0,67}{B}$	$\frac{0,92}{D}$	$\frac{0,68}{B}$	$\frac{0,74}{B}$
a ₅₃	$\frac{0,03}{M}$	$\frac{0,23}{H}$	$\frac{0,67}{B}$	$\frac{0,05}{M}$	$\frac{0,25}{H}$	$\frac{0,58}{H}$	$\frac{0,33}{H}$	$\frac{0,17}{H}$	$\frac{0,07}{M}$	$\frac{0,23}{H}$	$\frac{0,77}{B}$	$\frac{0,08}{M}$	$\frac{0,08}{M}$	$\frac{0,03}{M}$	$\frac{0,43}{C}$	$\frac{0,15}{H}$
a ₅₄	$\frac{0,05}{M}$	$\frac{0,07}{M}$	$\frac{0,55}{C}$	$\frac{0,03}{M}$	$\frac{0,08}{M}$	$\frac{0,03}{M}$	$\frac{0,11}{M}$	$\frac{0,28}{H}$	$\frac{0,03}{M}$	$\frac{0,05}{M}$	$\frac{0,53}{C}$	$\frac{0,03}{M}$	$\frac{0,35}{H}$	$\frac{0,25}{H}$	$\frac{0,05}{M}$	$\frac{0,33}{H}$

Аналогічним чином може бути проведена оцінка критеріїв нижчого рівня фінансово-господарського стану підприємства, що є однаковим для усіх проектів з енергозбереження. Середні числові значення функції належності лінгвістичної змінної для цих критеріїв дорівнюють: $q_{b1}=0,73$; $q_{b2}=0,68$; $q_{b3}=0,95$; $q_{b4}=0,83$; $q_{b5}=0,92$; $q_{b6}=0,55$; $q_{b7}=0,88$. Відносні вагомості (ранги) критеріїв нижчих рівнів фінансово-господарського стану підприємства приведені в табл. 2.10. Тоді груповий критерій вищого рівня В як множина, що визначається відповідними критеріями нижчого рівня, матиме таку функцію належності лінгвістичної змінної:

$$q_B = \{0,73^{0,098}; 0,68^{0,067}; 0,95^{0,181}; 0,83^{0,247}; 0,92^{0,224}; 0,55^{0,212}; 0,88^{0,071}\}.$$

Провівши розрахунки отримаємо числове значення функції належності лінгвістичної змінної групового критерію «фінансово-господарський стан підприємства», що дорівнює 0,88. Таке числове значення лінгвістичної змінної критерію В визначає його належність, відповідно до рис. 3.2, підмножині «дуже великий» (Д) терм-множини Q.

Оскільки АТ «Сумський завод «Насосенергомаш» не є повноцінним розпорядником фінансових ресурсів, а отримує їх згідно рішень управляючої компанії «Група ГМС», то джерелом фінансування для реалізації витратних проектів з енергозбереження доцільно вважати «позику на пільгових умовах» (K2). До них відносяться такі проекти з енергозбереження як: закупівля та монтаж установок регулювання коефіцієнта потужності в цехах №1 та № 5 (31); заміна високовольтних конденсаторних батарей (32); реконструкція освітлювальної системи цехів із застосуванням енергозберігаючих світильників (33); заміна кабельної лінії від ЦРП до РП-3 протяжністю 140 м із збільшенням поперечного перетину кабельних жил (36); заміна двох поршневих компресорів роторно-пластинчатими (37); заміна теплової ізоляції трубопроводу теплової мережі подачі теплоносія від ЦТП до ТП-6 (38); ізоляція трубопроводу теплової мережі на теплових пунктах ТП-8, 10, 11, 20, 23, 24 (39); реконструкція системи гарячого водопостачання цеху №4 (311); заміна футеровки на м'які термоізоляційні матеріали та реконструкція газопостачання термічної печі в цеху №3 (312); застосування електричних променевих обігрівачів UFO на ділянках розміщення станків ЧПУ цеху №5 на заміну газовим обігрівачам (314); переведення системи приготування гарячої води основного виробничого майданчика на теплоносій від ТОВ «Сумитеплоенерго» (315); проведення роботи з інформування та підвищення умотивованості робітників підприємства до енергозбереження (316). Лише маловитратні заходи, такі як 34, 35, 310 та 313, можуть бути реалізовані за власні кошти підприємства (K3).

За допомогою знайдених середніх числових значень функції належності лінгвістичної змінної критеріїв нижчих рівнів (табл. 3.3) та враховуючи їх відносну вагомість, можуть бути визначені відповідні значення групових критеріїв вищих

рівнів для усіх проектів з енергозбереження. Обчислення числових значень лінгвістичної змінної групових критеріїв вищих рівнів A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 дозволяють визначити попередню прийнятність проектів з енергозбереження, а з урахуванням фінансово-господарського стану підприємства та джерела надходження коштів – комплексно оцінити їх інвестиційну привабливість (табл. 3.4).

Таблиця. 3.4

Оцінка інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження АТ «Сумський завод «Насосенергомаш» за груповими критеріями вищих рівнів (розраховано автором)

Критерій	Проект з енергозбереження															
	31	32	33	37	39	311	314	315	316	34	35	313	36	38	312	310
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
A ₁	$\frac{0,79}{B}$	$\frac{0,76}{B}$	$\frac{0,87}{B}$	$\frac{0,74}{B}$	$\frac{0,77}{B}$	$\frac{0,79}{B}$	$\frac{0,81}{B}$	$\frac{0,87}{B}$	$\frac{0,68}{B}$	$\frac{0,78}{B}$	$\frac{0,83}{B}$	$\frac{0,81}{B}$	$\frac{0,53}{C}$	$\frac{0,51}{C}$	$\frac{0,51}{C}$	$\frac{0,55}{C}$
A ₂	$\frac{0,7}{B}$	$\frac{0,69}{B}$	$\frac{0,6}{C}$	$\frac{0,65}{B}$	$\frac{0,86}{D}$	$\frac{0,66}{B}$	$\frac{0,79}{B}$	$\frac{0,78}{B}$	$\frac{0,93}{D}$	$\frac{0,78}{B}$	$\frac{0,82}{B}$	$\frac{0,84}{B}$	$\frac{0,57}{C}$	$\frac{0,73}{B}$	$\frac{0,53}{C}$	$\frac{0,67}{B}$
A ₃	$\frac{0,72}{B}$	$\frac{0,69}{B}$	$\frac{0,58}{C}$	$\frac{0,71}{B}$	$\frac{0,53}{C}$	$\frac{0,5}{C}$	$\frac{0,77}{B}$	$\frac{0,67}{B}$	$\frac{0,54}{C}$	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{0,85}{B}$	$\frac{0,73}{B}$	$\frac{0,47}{C}$	$\frac{0,52}{C}$	$\frac{0,68}{B}$	$\frac{0,63}{B}$
A ₄	$\frac{0,93}{D}$	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{0,8}{B}$	$\frac{0,88}{D}$	$\frac{0,87}{B}$	$\frac{0,63}{B}$	$\frac{0,88}{D}$	$\frac{0,36}{H}$	$\frac{0,76}{B}$	$\frac{0,92}{D}$	$\frac{0,98}{D}$	$\frac{0,55}{C}$	$\frac{0,14}{H}$	$\frac{0,96}{D}$	$\frac{0,52}{C}$	$\frac{1}{D}$
A ₅	$\frac{0,54}{C}$	$\frac{0,55}{C}$	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{0,54}{C}$	$\frac{0,56}{C}$	$\frac{0,71}{B}$	$\frac{0,62}{C}$	$\frac{0,58}{C}$	$\frac{0,58}{C}$	$\frac{0,65}{B}$	$\frac{0,58}{C}$	$\frac{0,52}{C}$	$\frac{0,48}{C}$	$\frac{0,61}{C}$	$\frac{0,46}{C}$	$\frac{0,34}{H}$
E	$\frac{0,72}{B}$	$\frac{0,68}{B}$	$\frac{0,73}{B}$	$\frac{0,68}{B}$	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{0,69}{B}$	$\frac{0,76}{B}$	$\frac{0,69}{B}$	$\frac{0,74}{B}$	$\frac{0,77}{B}$	$\frac{0,79}{B}$	$\frac{0,7}{B}$	$\frac{0,46}{C}$	$\frac{0,62}{C}$	$\frac{0,52}{C}$	$\frac{0,62}{C}$
B	$\frac{0,88}{D}$															
K	K2									K3			K2			K3
F	Реалізувати першочергово												Реалізувати за наявності коштів			

Таким чином, за даного фінансово-господарського стану підприємства, першочергово повинні бути реалізовані 12 проектів з енергозбереження. Дев'ять з них вимагають залучення фінансових ресурсів холдингу, а значить для їх реалізації необхідне узгодження з управляючою компанією. Оскільки виділення коштів необхідних для одночасної реалізації проектів з енергозбереження 31, 32, 33, 37, 39,

311, 314, 315 та 316 виглядає малоімовірним, до того ж, за такої ситуації матиме місце брак наявних трудових та матеріальних ресурсів підприємства, то доцільним є визначення їх пріоритетності. Для цього зручно скористатися методом побудови функцій належності на основі парних порівнянь, що більш детально описаний в підрозділі 2.3.

Експертам запропоновано провести парні порівняння 9 проектів з енергозбереження за груповими критеріями вищих рівнів A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 . Нечітке рішення задачі з визначення пріоритетності цих проектів буде знаходитися на перетині групових критеріїв [165]:

$$\begin{aligned} \tilde{D} &= \tilde{A}_1 \cap \tilde{A}_2 \cap \tilde{A}_3 \cap \tilde{A}_4 \cap \tilde{A}_5 \Rightarrow \\ \tilde{D} &= \left\{ \frac{\min_{i=1,5}(\mu_{A_{i1}}(31))^{\alpha_i}}{31}, \frac{\min_{i=1,5}(\mu_{A_{i1}}(32))^{\alpha_i}}{32}, \dots, \frac{\min_{i=1,5}(\mu_{A_i}(316))^{\alpha_i}}{316} \right\}, \end{aligned} \quad (3.2)$$

де α_i – відносна вагомість i -го групового критерію вищого рівня.

Відповідно до представленої нечіткої множини \tilde{D} , найбільш пріоритетним проектом з енергозбереження слід вважати той, що має найбільший ступінь належності.

Розрахувавши матриці парних порівнянь, що складені експертами, отримаємо наступні нечіткі множини:

$$\begin{aligned} \tilde{A}_1^N &= \left\{ \frac{0,12}{31}, \frac{0,07}{32}, \frac{0,13}{33}, \frac{0,1}{37}, \frac{0,09}{39}, \frac{0,08}{311}, \frac{0,14}{314}, \frac{0,21}{315}, \frac{0,06}{316} \right\}, \\ \tilde{A}_2^N &= \left\{ \frac{0,08}{31}, \frac{0,06}{32}, \frac{0,05}{33}, \frac{0,08}{37}, \frac{0,15}{39}, \frac{0,06}{311}, \frac{0,12}{314}, \frac{0,14}{315}, \frac{0,26}{316} \right\}, \\ \tilde{A}_3^N &= \left\{ \frac{0,21}{31}, \frac{0,1}{32}, \frac{0,09}{33}, \frac{0,15}{37}, \frac{0,07}{39}, \frac{0,06}{311}, \frac{0,14}{314}, \frac{0,11}{315}, \frac{0,07}{316} \right\}, \\ \tilde{A}_4^N &= \left\{ \frac{0,18}{31}, \frac{0,08}{32}, \frac{0,12}{33}, \frac{0,14}{37}, \frac{0,13}{39}, \frac{0,08}{311}, \frac{0,14}{314}, \frac{0,03}{315}, \frac{0,1}{316} \right\}, \\ \tilde{A}_5^N &= \left\{ \frac{0,08}{31}, \frac{0,09}{32}, \frac{0,16}{33}, \frac{0,07}{37}, \frac{0,11}{39}, \frac{0,15}{311}, \frac{0,13}{314}, \frac{0,11}{315}, \frac{0,1}{316} \right\}. \end{aligned}$$

Застосувавши відносні вагомості групових критеріїв вищого рівня, що приведені в табл. 2.10, отримаємо такі нечіткі множини:

$$\begin{aligned}\tilde{A}_1^N &= \left\{ \frac{0,65}{31}, \frac{0,58}{32}, \frac{0,66}{33}, \frac{0,63}{37}, \frac{0,61}{39}, \frac{0,6}{311}, \frac{0,67}{314}, \frac{0,73}{315}, \frac{0,57}{316} \right\}, \\ \tilde{A}_2^N &= \left\{ \frac{0,46}{31}, \frac{0,42}{32}, \frac{0,39}{33}, \frac{0,46}{37}, \frac{0,55}{39}, \frac{0,42}{311}, \frac{0,52}{314}, \frac{0,54}{315}, \frac{0,66}{316} \right\}, \\ \tilde{A}_3^N &= \left\{ \frac{0,93}{31}, \frac{0,9}{32}, \frac{0,9}{33}, \frac{0,92}{37}, \frac{0,89}{39}, \frac{0,88}{311}, \frac{0,92}{314}, \frac{0,91}{315}, \frac{0,89}{316} \right\}, \\ \tilde{A}_4^N &= \left\{ \frac{0,74}{31}, \frac{0,65}{32}, \frac{0,69}{33}, \frac{0,71}{37}, \frac{0,7}{39}, \frac{0,65}{311}, \frac{0,71}{314}, \frac{0,55}{315}, \frac{0,67}{316} \right\}, \\ \tilde{A}_5^N &= \left\{ \frac{0,52}{31}, \frac{0,54}{32}, \frac{0,62}{33}, \frac{0,5}{37}, \frac{0,56}{39}, \frac{0,61}{311}, \frac{0,59}{314}, \frac{0,56}{315}, \frac{0,55}{316} \right\}.\end{aligned}$$

Відповідно до (3.3), у результаті перетину нечітких множин $\tilde{A}_1 \div \tilde{A}_5$ отримаємо:

$$\tilde{D}^N = \left\{ \frac{0,46}{31}, \frac{0,42}{32}, \frac{0,39}{33}, \frac{0,46}{37}, \frac{0,55}{39}, \frac{0,42}{311}, \frac{0,52}{314}, \frac{0,54}{315}, \frac{0,55}{316} \right\}.$$

Отримана нечітка множина \tilde{D} визначає таку черговість реалізації проектів з енергозбереження АТ «Сумський завод «Насосенергомаш», що вимагають виділення коштів управляючою компанією: 316, 39, 315, 314, 31, 37, 32, 311, 33.

Аналогічним чином проведемо оцінку інвестиційної привабливості та визначимо черговість реалізації проектів з енергозбереження, що заплановані у ТОВ «Укрнафтозапчастина», а саме: автоматизація системи освітлення з використання датчиків руху та освітленості (317); модернізація групових електричних щитів цехового приміщення (318); оптимізація навантаження на силових понижуючих трансформаторах (319); модернізація печей нагрівання з використанням схем рекуперації та автоматизації процесу горіння (320); реконструкція розподільчої електричної мережі адмінбудівлі (321); встановлення автоматизованих вузлів регулювання теплоспоживання (322); відновлення циркуляційної системи ГВП (323); впровадження системи оборотного водопостачання (324); утеплення зовнішніх стін адмінбудівлі (325).

За результатами обробки анкет групи експертів були визначені числові значення функції належності для критеріїв нижчих рівнів кожного із проектів з

енергозбереження, що розглядаються. Враховуючи відносні вагомості критеріїв нижчих рівнів були обчислені числові значення функції належності для групових критеріїв вищих рівнів. Результати розрахунку числових значень функції належності для критеріїв вищих рівнів та оцінки інвестиційної привабливості реалізації проектів з енергозбереження ТОВ «Укрнафтозапчастина» приведені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Оцінка інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження ТОВ «Укрнафтозапчастина» за груповими критеріями вищих рівнів (розраховано автором)

Критерій	Проект з енергозбереження								
	317	318	319	321	322	323	323	325	320
I	2	3	4	6	7	8	9	10	5
A ₁	$\frac{0,85}{D}$	$\frac{0,88}{D}$	$\frac{0,93}{D}$	$\frac{0,81}{B}$	$\frac{0,68}{B}$	$\frac{0,84}{B}$	$\frac{0,71}{B}$	$\frac{0,74}{B}$	$\frac{0,63}{C}$
A ₂	$\frac{0,79}{B}$	$\frac{0,67}{B}$	$\frac{0,87}{D}$	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{0,79}{B}$	$\frac{0,73}{B}$	$\frac{0,62}{C}$	$\frac{0,57}{C}$	$\frac{0,58}{C}$
A ₃	$\frac{0,97}{D}$	$\frac{0,8}{B}$	$\frac{0,62}{C}$	$\frac{0,67}{B}$	$\frac{0,81}{B}$	$\frac{0,87}{D}$	$\frac{0,68}{B}$	$\frac{0,88}{D}$	$\frac{0,51}{C}$
A ₄	$\frac{0,86}{D}$	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{0,67}{B}$	$\frac{0,52}{C}$	$\frac{0,82}{B}$	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{0,51}{C}$	$\frac{0,73}{B}$	$\frac{0,76}{B}$
A ₅	$\frac{0,53}{C}$	$\frac{0,37}{H}$	$\frac{0,82}{B}$	$\frac{0,64}{C}$	$\frac{0,78}{B}$	$\frac{0,67}{B}$	$\frac{0,86}{D}$	$\frac{0,84}{B}$	$\frac{0,68}{B}$
E	$\frac{0,76}{B}$	$\frac{0,66}{B}$	$\frac{0,82}{B}$	$\frac{0,69}{B}$	$\frac{0,77}{B}$	$\frac{0,75}{B}$	$\frac{0,69}{B}$	$\frac{0,72}{B}$	$\frac{0,64}{C}$
B	$\frac{0,81}{B}$								
K	K3								
C	Реалізувати першочергово								Реалізувати за наявності коштів

За даного фінансово-господарського стану підприємства та використання власних коштів підприємства у якості джерела фінансування доцільною виглядає

реалізація таких проектів з енергозбереження: 317, 318, 319, 321, 322, 323, 324, 325. Визначимо черговість їх реалізації шляхом розрахунку матриць парних порівнянь за критеріями вищих рівнів:

$$\begin{aligned}\tilde{A}_1^U &= \left\{ \frac{0,15}{317}, \frac{0,17}{318}, \frac{0,2}{319}, \frac{0,12}{321}, \frac{0,07}{322}, \frac{0,10}{323}, \frac{0,13}{324}, \frac{0,06}{325} \right\}, \\ \tilde{A}_2^U &= \left\{ \frac{0,16}{317}, \frac{0,11}{318}, \frac{0,18}{319}, \frac{0,13}{321}, \frac{0,15}{322}, \frac{0,12}{323}, \frac{0,09}{324}, \frac{0,06}{325} \right\}, \\ \tilde{A}_3^U &= \left\{ \frac{0,18}{317}, \frac{0,14}{318}, \frac{0,07}{319}, \frac{0,08}{321}, \frac{0,15}{322}, \frac{0,16}{323}, \frac{0,09}{324}, \frac{0,13}{325} \right\}, \\ \tilde{A}_4^U &= \left\{ \frac{0,19}{317}, \frac{0,15}{318}, \frac{0,12}{319}, \frac{0,09}{321}, \frac{0,16}{322}, \frac{0,11}{323}, \frac{0,07}{324}, \frac{0,11}{325} \right\}, \\ \tilde{A}_5^U &= \left\{ \frac{0,11}{317}, \frac{0,07}{318}, \frac{0,15}{319}, \frac{0,12}{321}, \frac{0,13}{322}, \frac{0,1}{323}, \frac{0,16}{324}, \frac{0,16}{325} \right\}.\end{aligned}$$

Застосувавши відносні вагомості групових критеріїв вищого рівня отримаємо такі нечіткі множини:

$$\begin{aligned}\tilde{A}_1^U &= \left\{ \frac{0,68}{317}, \frac{0,7}{318}, \frac{0,72}{319}, \frac{0,65}{321}, \frac{0,58}{322}, \frac{0,63}{323}, \frac{0,66}{324}, \frac{0,57}{325} \right\}, \\ \tilde{A}_2^U &= \left\{ \frac{0,57}{317}, \frac{0,5}{318}, \frac{0,59}{319}, \frac{0,53}{321}, \frac{0,55}{322}, \frac{0,52}{323}, \frac{0,47}{324}, \frac{0,42}{325} \right\}, \\ \tilde{A}_3^U &= \left\{ \frac{0,91}{317}, \frac{0,9}{318}, \frac{0,86}{319}, \frac{0,87}{321}, \frac{0,9}{322}, \frac{0,9}{323}, \frac{0,87}{324}, \frac{0,89}{325} \right\}, \\ \tilde{A}_4^U &= \left\{ \frac{0,68}{317}, \frac{0,65}{318}, \frac{0,62}{319}, \frac{0,58}{321}, \frac{0,66}{322}, \frac{0,6}{323}, \frac{0,54}{324}, \frac{0,6}{325} \right\}, \\ \tilde{A}_5^U &= \left\{ \frac{0,57}{317}, \frac{0,5}{318}, \frac{0,61}{319}, \frac{0,58}{321}, \frac{0,59}{322}, \frac{0,55}{323}, \frac{0,62}{324}, \frac{0,62}{325} \right\}.\end{aligned}$$

У результаті перетину нечітких множин $\tilde{A}_1^U \div \tilde{A}_5^U$ отримаємо:

$$\tilde{D}^U = \left\{ \frac{0,57}{317}, \frac{0,5}{318}, \frac{0,59}{319}, \frac{0,53}{321}, \frac{0,55}{322}, \frac{0,52}{323}, \frac{0,47}{324}, \frac{0,42}{325} \right\}.$$

Отримана нечітка множина визначає черговість реалізації проектів з енергозбереження ТОВ «Укрнафтозапчастина» у такій послідовності: 319, 317, 322, 321, 323, 318, 324, 325.

Таким чином, застосування запропонованого методичного підходу до комплексної оцінки інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження, основою якого є інструментарій теорії нечітких множин, дозволяє приймати обґрунтовані управлінські рішення щодо попереднього відбору таких проектів та пріоритетності їх впровадження. Цьому сприяє застосування широкого спектру як кількісних, так і якісних критеріїв для оцінки проектів з енергозбереження, що проводиться групою висококваліфікованих фахівців підприємства у якості експертів.

3.2. Оптимізація системи енергозбереження підприємства на основі економіко-математичного моделювання

У процесі управління промисловим підприємством виникає закономірне прагнення до пошуку рішень, що об'єктивно є найкращими з усіх можливих. В якості інструменту такої оптимізації наразі широко використовується математичне програмування. Успіхи у застосуванні математичного програмування до рішення економічних, господарських та технічних задач визначили появу нових методологічних поглядів, згідно з якими, рішення проблем управління можливе лише за умов коли усі їх аспекти відображаються у системі взаємопов'язаних математичних моделей.

Характерною особливістю сучасних економічних об'єктів різних рівнів є їх швидкий розвиток. Управління такими об'єктами завжди відбувається в умовах недостатньої інформації про майбутнє. Крім передбачених можливих впливів на економічні об'єкти у значній мірі впливають випадкові фактори. Зважаючи на це, розвиток економічних об'єктів має, головним чином, випадковий, схоластичний характер.

Для обґрунтування рішень в умовах невизначеності, коли ймовірнісні варіанти розвитку подій достеменно невідомі, доцільно застосувати спеціальні математичні методи. До них відноситься теорія ігор, що представляє собою теорію математичних моделей, інтереси учасників яких різні, причому досягають вони своєї мети також різними шляхами [51]. Розбіжність інтересів учасників гри є причиною появи

конфліктних ситуацій. Особливістю їх наявності є необхідність прийняття управлінських рішень з урахуванням інтересів інших учасників конфлікту. При цьому функція вигоди економічного суб'єкта залежить не лише від його стратегії, а й від рішень інших учасників конфліктної ситуації. Це обумовлює певне ускладнення процесу аналізу ситуацій, що виникають, їх прогнозування у майбутньому і як результат – прийняття обґрунтованих ефективних управлінських рішень.

Закономірним бажанням керівництва промислових підприємств є зменшення об'ємів споживання енергетичних ресурсів за умов збереження обсягів випуску продукції, що приводить до збільшення прибутковості та конкурентоздатності виробництва. Зниження рівня споживання енергоресурсів можливе лише шляхом реалізації направленої дії з боку керівників підприємств чи служби енергетичного менеджменту, що представляє собою сукупність проектів з енергозбереження. Зважаючи на це, крім максимізації ефекту у вигляді зниження енергоспоживання, постає додаткова умова – мінімізація витрат на реалізацію відповідних проектів з енергозбереження.

Мінливість умов характерна для ринкової економіки значною мірою впливає на ефективність проектів з енергозбереження через зміну вартості основного обладнання та матеріалів, тарифів на енергоресурси, відсотків за банківською позикою і таке інше. Таким чином, забезпечення належного рівня енергозбереження як елементу господарської діяльності підприємств може розглядатися у якості сукупності конфліктних ситуацій, що виникають у результаті прямого чи опосередкованого впливу інших економічних суб'єктів. Слід зазначити, що конфлікти, які виникають під час реалізації проектів з енергозбереження, мають значно ширші межі через особливості природи учасників, котрі беруть у них участь. Вони не обмежуються лише економічними суб'єктами, а можуть бути представленими, наприклад, у якості погодних умов чи температурних режимів. Зазначені вище особливості ускладнюють аналіз та прогнозування ефективності проектів з енергозбереження у різних ситуаціях, що виникають залежно від рішень інших учасників конфлікту. Попри це реалізація ефективної діяльності у сфері

енергозбереження вимагає вибору такого сценарію, за якого керівництво промислових підприємств зможе мінімізувати свої ризики незалежно від рішень, що будуть прийняті іншими учасниками конфліктних ситуацій.

Вирішення поставленої задачі можливе шляхом застосування математичних методів та математичного моделювання. Застосування методів лінійного, динамічного та випуклого програмування дозволяє спрогнозувати результати дій промислових підприємств у сфері енергозбереження [134]. Знайшли своє застосування й інші математичні методи. Однак, прогнозування багатоваріантності результатів реалізації проектів з енергозбереження, що пов'язана з виникненням конфліктних ситуацій, і вибір найбільш оптимального сценарію для підприємства вимагає адаптації цих математичних методів та невиправданого ускладнення розрахунків. У такому випадку найбільш доцільним виглядає застосування математичного моделювання для отримання оптимальних управлінських рішень, що ґрунтується на застосуванні елементів теорії ігор.

Прийняття ефективних управлінських рішень в умовах конфліктів, що є результатами виникнення протиріч інтересів їх учасників, за допомогою теорії ігор можливе лише після математичного моделювання ситуації у вигляді гри. Рішення такої гри не обмежується застосуванням класичного математичного аналізу знаходження екстремумів функції, а додатково вимагає використання математичних методів знаходження оптимальних рішень.

Представлення конфліктних ситуацій, що потенційно можуть виникнути під час реалізації проектів з енергозбереження, у вигляді гри має на меті напрацювання рекомендацій по оптимальній поведінці керівництва промислових підприємств у цій сфері. При цьому для математичних моделей, котрі ґрунтуються на теорії ігор, характерна формалізація та прийняття певних допущень. Це пов'язано з тим, що не усім конфліктам чи їх аспектам можна надати ігрову схему і тим самим отримати можливість їх дослідження методами теорії ігор [62].

При реалізації проектів з енергозбереження виникають конфліктні ситуації з великою кількістю учасників. Представлення таких конфліктів у вигляді гри та подальше проведення необхідних розрахунків набуває необґрунтованої складності.

Більш доцільним виглядає прийняття спрощень шляхом представлення реалізації проекту з енергозбереження у вигляді декількох ігор двох гравців. За таких умов, інтереси та виграші додаткових учасників конфлікту, що не впливають на виграш гравця не беруться до уваги.

Гра як ідеалізована математична модель колективної поведінки декількох гравців з різними інтересами має свої обмеження. Головним з них є припущення про повну розумність контр-гравця, що дозволяє передбачити його можливі дії спираючись на аналіз економічного і соціального станів середовища, прийнятих управлінських рішень та сукупності інших подій. Крім того, для пошуку найкращої стратегії гравця необхідно знати правила гри, конкретні цілі інших учасників конфлікту, їх можливі дії, наслідки та виграші. Таким чином, щоб конфліктна ситуація могла бути піддана математичному аналізу у якості гри повинна бути сформована система умов, яка регламентує можливі стратегії гравців, рівень обізнаності кожної сторони про дії іншої та ціну гри за усіма ситуаціями [51].

Стратегія гравця як базовий елемент математичного моделювання конфліктних ситуацій для вибору оптимального сценарію енергозбереження промислового підприємства представляє собою сукупність відповідних проектів, відбір яких проводиться згідно узгодженого набору правил. Стратегія є закінченим планом дій гравця, який повинен бути розроблений до проведення математичного моделювання у вигляді гри. Очевидно, що під час гри обрана стратегія гравця може виявитися хорошою чи поганою, вдалою чи невдалою. Отже, доцільною є одночасна розробка декількох стратегій та вибір найбільш оптимальної серед них за результатами аналізу ситуацій і визначення цін ігор за ними.

Відповідно до теорії ігор завдання вибору оптимального сценарію енергозбереження промислового підприємства можна представити у вигляді сукупності безкоаліційних ігор з нульовою сумою. Головною умовою безкоаліційної гри є неможливість учасників вступати в угоди та створювати коаліції. Оптимальність прийнятого рішення кожного з учасників такої гри залежить від повноти інформації про можливі дії опонента.

У такій грі гравцем виступає керівництво промислового підприємства, що обирає одну чи декілька стратегій розвитку енергозбереження з усієї можливої сукупності ($A_i \in S$). Враховуючи вплив зовнішніх та внутрішніх факторів, дії інших учасників гри, а також обмеженість наявної інформації, за реальних умов, гравець обирає одну із стратегій підмножини $S_T \subset S$. Слід зазначити, що кожен гравець обирає стратегію розвитку енергозбереження зі своєї підмножини S_T , що дозволяє визначити тип гравця та прогнозувати його поведінку у майбутньому на основі аналізу переваг при виборі ним стратегій.

Під стратегією гравця при виборі оптимального сценарію енергозбереження слід розуміти сукупність відповідних проектів, що можуть бути реалізовані на підприємстві з ціллю зниження витрат енергетичних ресурсів, отримання екологічного, соціального та інших ефектів. Зважаючи на обмеженість промислових підприємств у фінансових ресурсах, а також на завдання максимізації економічного ефекту, відбір проектів з енергозбереження для формування сценаріїв дій гравця доцільно проводити на основі спрощеної математичної моделі:

$$\begin{cases} \sum_{z=1}^Z C_z \leq B_t \\ E_z^E + E_z^{Ec} + E_z^S \geq C_z \\ E_z^E + E_z^{Ec} + E_z^S \rightarrow \max \\ C_z \rightarrow \min \\ T_z^R + T_z^E \rightarrow \min \\ T_z^R, T_z^E, C_z \geq 0 \end{cases} \quad (3.3)$$

де C_z – орієнтовані витрати пов'язані з реалізацією z -го проекту з енергозбереження, що включають капітальні вкладення, витрати на оплату праці, витрати на додаткові матеріали та обладнання, а також оплату роботи підрядних організацій, грн;

B_t – запланований бюджет промислового підприємства на реалізацію проектів з енергозбереження у t -му році, грн;

E_z^E – орієнтовна економія енергетичних ресурсів та зниження поточних витрат внаслідок реалізації z -го проекту з енергозбереження, грн;

E_z^{Ec} , E_z^S – орієнтований екологічний та соціальний ефекти пов'язані з реалізацією z -го проекту з енергозбереження, що включають зменшення суми екологічних платежів, скорочення еколого-економічних збитків підприємства, збільшення рівня умотивованості персоналу та інші, грн;

T_z^R , T_z^E – орієнтований час на реалізацію проекту з енергозбереження та час від його здійснення до повної окупності, днів.

Попередній відбір проектів для подальшого формування стратегії гравця доцільно проводити за методологією приведеною у підрозділі 2.3. Створення однієї чи декількох стратегій дії гравця на основі комбінацій різних проектів з енергозбереження можливо реалізувати за допомогою методів експертних оцінок із залученням фахівців промислового підприємства, що розглядається, та врахування умов математичної моделі (3.3). Крім того, комбінування різних проектів з енергозбереження для формування стратегій гравця можливе на основі елементів теорії штучних нейронних мереж. Для цього необхідно побудувати нейромережеву модель відбору проектів на основі умов математичної моделі (3.3) із застосуванням радіально-базисної (RBNN) та каскадної (CFNN) структури нейронних мереж [148]. Слід зазначити, що недостатній рівень наукового розвитку у галузі штучних нейронних мереж не дає змоги повною мірою автоматизувати процес комбінування проектів з енергозбереження для формування стратегій, оскільки вимагає втручання оператора у разі внесення критичних змін у вхідні умови.

Таким чином, формування стратегій гравця для вибору найбільш оптимального сценарію розвитку енергозбереження промислового підприємства може бути продемонстровано за допомогою моделі формального нейрона У. С. Мак-Каллока та В. Пітса (рис. 3.3) [189].

Стратегія як варіант дій гравця при кожному особистому ході, може змінюватися залежно від стратегій, що обрали інші стейкхолдери. При цьому головне завдання гравця залишається незмінним – вибір оптимальної стратегії, що означає отримання максимально можливого середнього виграшу чи мінімально можливого середнього програшу при багатократному повторенні гри незалежно від поведінки контр-гравця.

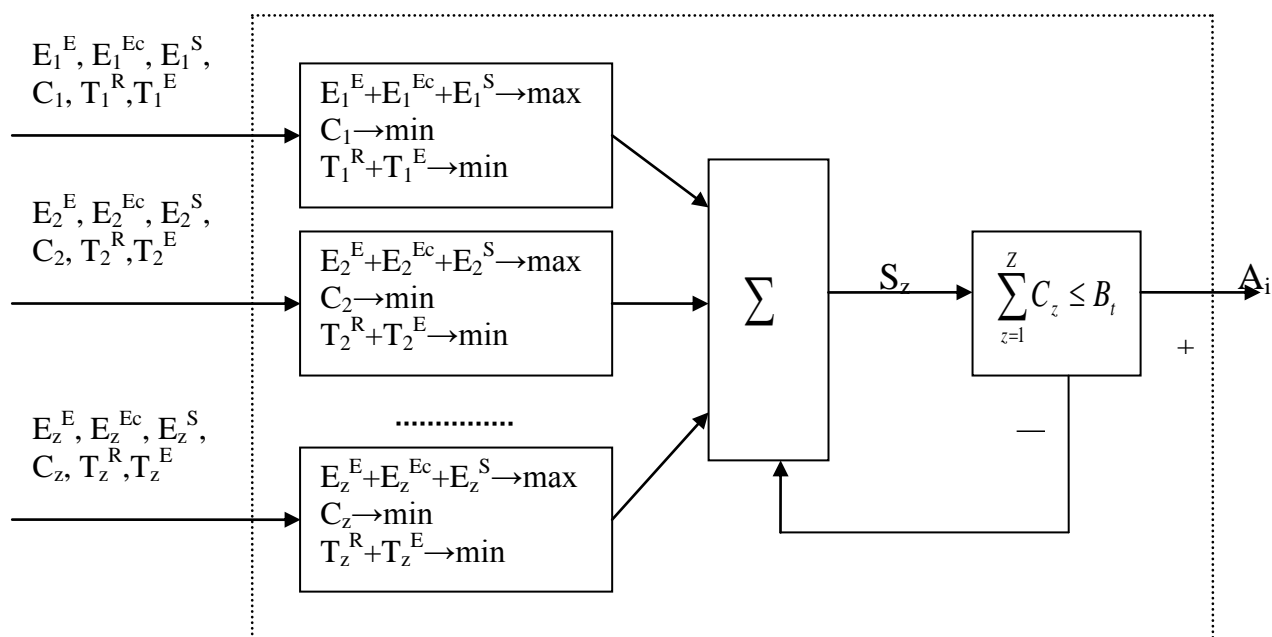


Рис. 3.3. Формування стратегій енергозбереження промислового підприємства на основі моделі формального нейрона (розроблено автором)

Контр-гравцем при виборі оптимального сценарію енергозбереження промислового підприємства може виступати держава, підприємство-постачальник енергетичних ресурсів, єдиний енергетичний ринок, міжнародний валютний ринок, банк та інші. Стратегії контр-гравців визначаються особливостями їх діяльності, але найчастіше вони напряду ненаправлені на протидію стратегії керівництва промислового підприємства у сфері енергозбереження як гравця. Таким чином, вибір оптимальної стратегії енергозбереження гравця залежить від можливих стратегій контр-гравців на даному ході, що сформувався у результаті їх опосередкованого впливу на ситуацію. Прикладами можливих стратегій контр-гравців можуть бути: зміна курсу національної валюти по відношенню до іноземної у якій відбувається купівля обладнання та матеріалів для реалізації проектів з енергозбереження, зміна тарифів на енергетичні ресурси, зміна законодавства у галузі енергозбереження і таке інше.

У результаті обрання кожним учасником гри деякої стратегії $s_i \in S$ формуються можливі набори стратегій, що називаються «ситуаціями». Кожен з гравців зацікавлений у виникненні певної конкретної ситуації чи декількох, що обумовлено бажанням максимізувати свій виграш. Виходячи з принципу «розумної» поведінки

гравця у кожній ситуації, що означає його бажання не лише максимізувати виграш, а й мінімізувати програш, вибір стратегії учасника повинен визначатися з урахуванням можливої поведінки усіх інших учасників гри [100]. Таким чином, рішення безкоаліційної гри зводиться до знаходження ситуації рівноваги, що прийнятна для усіх гравців. Тільки за такої ситуації жоден з гравців не є зацікавленим у зміні своєї поточної стратегії.

У результаті вибору та здійснення стратегії енергозбереження гравця, що називається ходом, і реалізації аналогічної дії контр-гравцем виникає позиційна гра. Слід зазначити, що гравець завжди здійснює особистий хід, тобто свідомий вибір однієї із своїх стратегій, тоді як контр-гравець, через свою специфіку, може реалізувати як особистий, так і випадковий хід [100]. Зважаючи на можливість здійснення декількох ходів контр-гравцем протягом однієї гри, для первинного аналізу та вибору оптимального сценарію енергозбереження велику користь має графічне зображення конкретної позиційної гри. Деревом позиційної гри називається плоска фігура, що складається з вузлів і кінцевого числа прямолінійних відрізків, які з'єднують її вузли, кожен вузол позначається цифрою, котра відповідає номеру гравця, який здійснює хід. Графічне зображення узагальненої позиційної гри по вибору оптимального сценарію енергозбереження представлено на рис. 3.4.

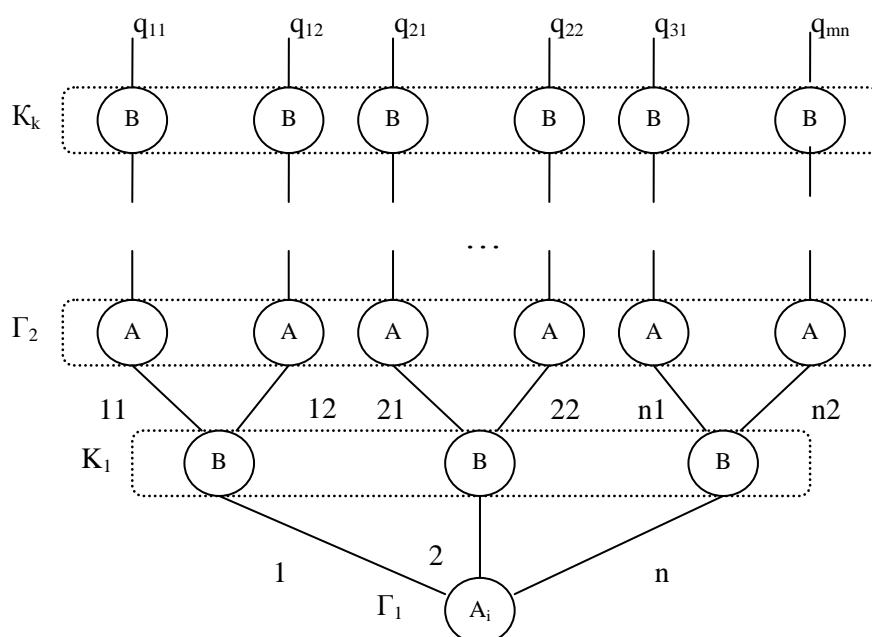


Рис. 3.4. Дерево позиційної гри вибору оптимального сценарію енергозбереження промислового підприємства

Позиційна гра двох і більше гравців по вибору оптимального сценарію енергозбереження промислового підприємства може складатися з k -ходів. Це обумовлено можливістю зміни стратегії контр-гравця під час його особистого чи випадкового ходу протягом періоду часу, що розглядається. Така особливість вимагає від гравця розглядати можливості та наслідки зміни своєї поточної стратегії A_i як відповідь на зміну стратегії контр-гравця. У результаті, аналіз усіх можливих варіантів ситуацій представляється у вигляді дерева позиційної гри на гілках якої зазначається ціна гри q_{ij} .

Формально позиційна гра вибору оптимального сценарію енергозбереження, представлена на рис. 3.4, може бути задана сукупністю параметрів:

$$G = \langle S, f_s(\pi, w), s \in S, \pi \in \Pi, w \in \Omega \rangle, \quad (3.4)$$

де G – позиційна гра вибору оптимальної стратегії енергозбереження;

S – множина стратегій гравців;

π – розподіл гравців за стратегіями;

$f_s(\pi, w)$ – виграш гравця, що використовує стратегію s в залежності від розподілу гравців за стратегіями π та додатково заданих параметрів w .

Для спрощення розрахунків вибір оптимального сценарію енергозбереження промислового підприємства може бути представленим у вигляді сукупності безкоаліційних ігор двох гравців. У такому разі доцільним є зведення усіх можливих ситуацій гри у платіжну матрицю (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Платіжна матриця для вибору оптимального сценарію енергозбереження промислового підприємства

Стратегії гравців	B_1	B_2	...	B_n	a_i
A_1	q_{11}	q_{12}	...	q_{1n}	a_1
A_2	q_{21}	q_{22}	...	q_{2n}	a_2
A_3	q_{31}	q_{32}	...	q_{3n}	a_3
...
A_m	q_{m1}	q_{m2}	...	q_{mn}	a_m
β_i	β_1	β_2	...	β_n	

У рядках платіжної матриці зазначаються стратегії гравця A_i , а в стовпчиках стратегії контр-гравця B_j . Кожен елемент такої матриці гри показує виграш гравця у разі вибору ним стратегії A_i , за умови застосування контр-гравцем стратегії B_j . Ціна гри q_{ij} при виборі оптимального сценарію енергозбереження промислового підприємства може бути визначена за формулою:

$$q_{ij} = f(A_i, B_j) = \sum_{z=1}^Z (E_z^E + E_z^{Ec} + E_z^S) - \sum_{z=1}^Z C_z \quad (3.5)$$

Відповідно до принципу максимального гарантованого результату вибір оптимального сценарію енергозбереження «розумного» гравця вимагає знаходження гарантованого значення його цільової функції [80]. Це означає, що проводиться аналіз найгіршої для гравця ситуації та обирається така стратегія $y_i \in A_i$, за якої він максимізує значення своєї цільової функції $f_i^G(y_i)$, тобто:

$$y_i^G = \arg \max_{y_i \in A_i} \min_{y_{-i} \in A_{-i}} f_i(y_i, y_{-i}), i \in I \quad (3.6)$$

Значення гарантуючої стратегії y_i^G гравця відповідає максимінній рівновазі гри.

Беручи до уваги платіжну матрицю (табл. 3.6) умова максимінної рівноваги може бути представлено у вигляді:

$$a = \max_i a_i \text{ або } a = \max_i \min_j q_{ij} \quad (3.7)$$

Застосування принципу максимального гарантованого результату при виборі оптимального сценарію енергозбереження промислового підприємства, за рахунок оцінки найбільш песимістичного сценарію гри, дає можливість гравцю мінімізувати свої ризики. Гарантований мінімальний виграш гравця обумовлений максимінною рівновагою (3.6, 3.7) та називається нижньою ціною гри. З іншого боку, стратегія контр-гравця направлена на мінімізацію максимально можливого виграшу гравця (свого програшу) за усіх його стратегій A_i . Цей принцип реалізується у вигляді умови мінімаксної рівноваги та представляє собою верхню ціну гри:

$$\beta = \min_j \max_i q_{ij} \quad (3.8)$$

Беручи до уваги умови максимінної та мінімаксної рівноваги пошук оптимального сценарію енергозбереження промислового підприємства можливий в разі знаходження рівноваги Неша для даної гри. Вона передбачає, що нікому з гравців не вигідно змінювати свою стратегію, якщо інший учасник гри також не буде її змінювати. Розв'язанням такої задачі є знаходження сідлової точки v :

$$\alpha = \beta = v \text{ або } \max_i \min_j q_{ij} = \min_j \max_i q_{ij} = v \quad (3.9)$$

Таким чином, сідлова точка – це пара чистих стратегій A_i та B_j , що виражені у якості сідлового елементу $q_{i_0j_0}$. Такий сідловий елемент має мінімальне значення у i -му рядку та максимальне у j -му стовпчику. Для його знаходження у платіжній матриці послідовно у кожному рядку визначають мінімальний елемент та перевіряють чи є він максимальним для свого стовпчика. У разі знаходження сідлової точки для пари чистих стратегій гравців, сідловий елемент $q_{i_0j_0}$ буде рішенням гри [170].

Математично доведено, що кожна статична гра має рівновагу Неша. Однак, досить часто сідлова точка такої гри може бути знайдена лише у змішаних стратегіях гравців, що є характерним для ігор по вибору оптимального сценарію енергозбереження [163]. Виникнення такої ситуації означає, що для чистих стратегій гравців $\alpha \neq \beta$, а $\alpha \leq v \leq \beta$. Тоді доцільним є застосування змішаних стратегій як зваженої сукупності усіх можливих чистих стратегій гравця, вагами якої слугує ймовірність їх появи у повторюваній грі.

Використання гравцем змішаних стратегій означає поперемінне застосування ним m чистих стратегій, що виступають його елементами. Частота вибору кожної такої стратегії задається вектором $x=(x_1, x_2, \dots, x_m)$, що задовольняє умову $\sum_{i=1}^m x_i = 1$, ($i=1, m$). Аналогічним чином змішана стратегія контр-гравця, що має n чистих стратегій, представляє собою набір чисел $y=(y_1, y_2, \dots, y_n)$, $\sum_{j=1}^n y_j = 1$, ($j=1, n$). Таким чином, оптимальні змішані стратегії гравця та контр-гравця, а також ціна гри v повинна задовольняти відношенням:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^m x_i = 1, x_i \geq 0, (i=\overline{1,m}) \\ \sum_{i=1}^m q_{ij} x_i \geq v, (j=\overline{1,n}) \end{cases} \quad (3.10)$$

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n y_j = 1, y_j \geq 0, (j=\overline{1,n}) \\ \sum_{j=1}^n q_{ij} y_j \leq v, (i=\overline{1,m}) \end{cases} \quad (3.11)$$

Увівши умовні позначення $\frac{x_i}{v} = p_i, (i=\overline{1,m})$, $\frac{y_j}{v} = d_j, (j=\overline{1,n})$ та розділивши математичні вирази систем рівнянь (3.10) і (3.11) на v (за умови, що $v > 0$) отримаємо:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m p_i &= \frac{1}{v}, \sum_{i=1}^m q_{ij} p_i \geq 1, p_i \geq 0, (i=\overline{1,m}); \\ \sum_{j=1}^n d_j &= \frac{1}{v}, \sum_{j=1}^n q_{ij} d_j \leq 1, d_j \geq 0, (j=\overline{1,n}). \end{aligned} \quad (3.12)$$

Зважаючи на те, що гравець прагне знайти такі значення x_i , за яких ціна гри v буде максимальною, то рішення такої задачі, виходячи з (3.12) полягає знаходженні таких невід'ємних значеннях p_i , за яких:

$$\sum_{i=1}^m p_i \rightarrow \min, \sum_{i=1}^m q_{ij} p_i \geq 1 \quad (3.13)$$

Контр-гравець же, навпаки, прагне мінімізувати ціну гри v , тобто його завдання зводиться до знаходження невід'ємного значення d_j , при якому:

$$\sum_{j=1}^n d_j \rightarrow \max, \sum_{j=1}^n q_{ij} d_j \leq 1 \quad (3.14)$$

Математичні вирази (3.13) та (3.14) представляють собою подвійні задачі математичного програмування, що можуть бути вирішені за допомогою симплекс-методу. Рішення цих задач дає змогу знайти p_i , d_j та v . Тоді оптимальна змішана стратегія гравця може бути знайдена за формулою:

$$x_i = p_i v, (i=\overline{1,m}) \quad (3.15)$$

Слід зазначити, що рішення матричної гри по знаходженню оптимальної змішаної стратегії гравця можливе також і за допомогою інших методів лінійного програмування, що приведені у [188, 62].

При визначенні оптимального сценарію енергозбереження промислового підприємства шляхом проведення серії безкоаліційних ігор двох гравців можливе виникнення крайнього випадку рівноваги Неша – рівноваги у домінантних стратегіях. У цьому випадку гравець має лише одну домінантну стратегію \hat{A}_i , що є абсолютно оптимальною та домінує над усіма його іншими стратегіями $A_i \in S$. Виникнення домінантної стратегії можливе у разі, якщо зміна стратегії контр-гравця не призводить до зміни поточної поведінки гравця, а також за умови відсутності зовнішніх соціально-економічних впливів [198].

Увесь процес визначення оптимального сценарію енергозбереження промислового підприємства за допомогою сукупності декількох безколіційних ігор двох гравців може бути представленим у вигляді одношарової нейронної мережі прямого поширення (рис. 3.5).

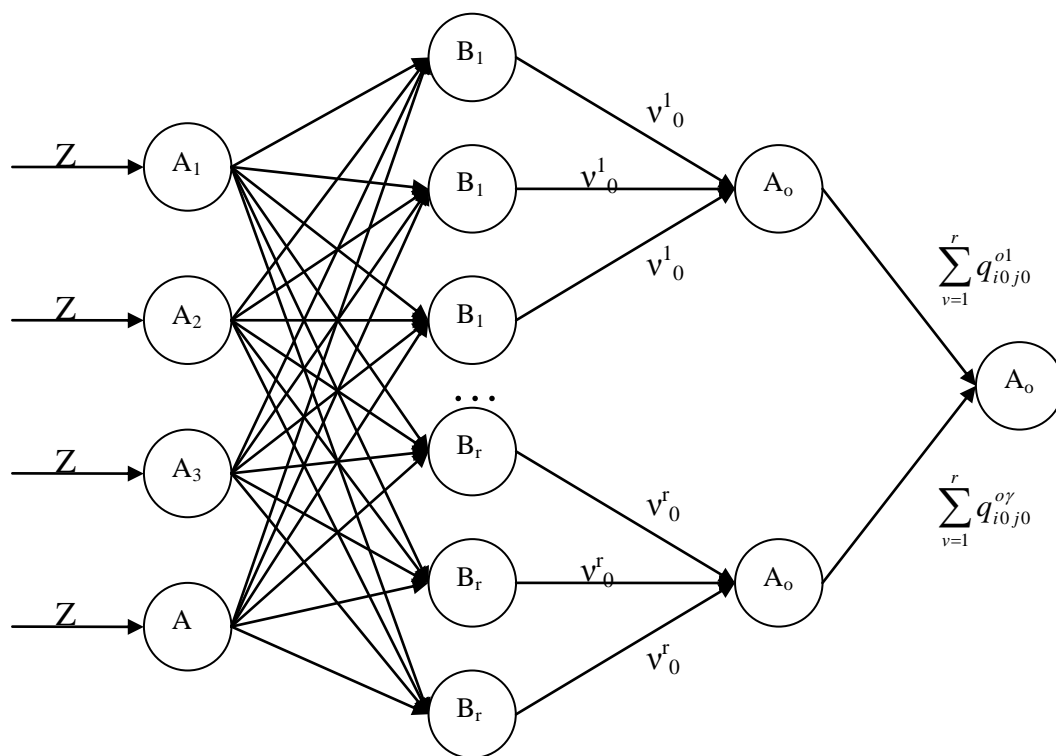


Рис. 3.5. Одношарова нейронна мережа вибору оптимального сценарію енергозбереження промислового підприємства

Таким чином, із усієї сукупності можливих проектів з енергозбереження Z , за умовами приведеними в (3.3), формується m можливих стратегій гравця. Аналіз можливих контр-гравців та їх стратегій дозволяє реалізувати r безкоаліційний ігор двох гравців у результаті кожної з яких визначається оптимальна стратегія гравця. У разі якщо $A_{oi} \neq A_{oi1} \neq A_{oy}$, то вибір узагальненого оптимального сценарію енергозбереження промислового підприємства A_{op} доцільно провести за формулою:

$$\sum_{v=1}^r q_{i0j0}^{oi} \rightarrow \max, \quad (3.16)$$

де q_{i0j0}^{oi} - ціна гри гравця, що реалізує стратегію A_{oi} , у кожній можливій ситуації r -ї безкоаліційної гри.

Реалізація умови (3.16) дозволяє мінімізувати ризики для промислового підприємства при виборі оптимального сценарію енергозбереження оскільки враховує ціни ігор обраної стратегії гравця за усіх стратегії контр-гравців.

Розглянемо АТ «Сумський завод «Насосенергомаш» у якості учасника гри для визначення його оптимального сценарію енергозбереження шляхом моделювання можливих ситуацій залежно від дій інших гравців. Формування стратегій гравця доцільно провести на основі проектів, що розглядалися в підрозділі 3.1. Оскільки проведена оцінка інвестиційної привабливості запропонованих проектів з енергозбереження, за наявного фінансово-господарського стану підприємства, дозволила провести попередній їх відбір, то зупинимося на заходах, що повинні бути реалізовані першочергово, а саме: 31, 32, 33, 34, 35, 37, 39, 311, 313, 314, 315, 316. Очікувані витрати і ефект від їх реалізації за умов збереження поточних цін та тарифів приведено в табл. 3.7.

На основі математичної моделі (3.3) проведемо відбір та групування проектів з енергозбереження у відповідні можливі стратегії підприємства для подальшого проведення безкоаліційних ігор двох гравців. Одним з обмежень для формування стратегій гравця є запланований бюджет підприємства на реалізацію проектів з енергозбереження. Відповідно до плану організаційно-технічних проектів по економії паливно-енергетичних ресурсів на 2015 рік загальні заплановані та

узгоджені з управляючою компанією витрати у цій сфері складають 2227 тис. грн. Оскільки зазначеним вище планом передбачено ряд обов'язкових проектів з контролю споживання енергоресурсів, навчання персоналу, підтримання у працездатному стані обладнання та інше, то запланований бюджет для реалізації проектів з енергозбереження, що розглядаються, становить 1895,9 тис. грн.

Таблиця 3.7

Очікувані витрати та ефект від реалізації проектів з енергозбереження
АТ «Сумський завод «Насосенергомаш»

Проект з енергозбереження	Показник					
	Вартість основного обладнання, тис. грн	Вартість виконання робіт та матеріалів, тис. грн	Річна економія енергоресурсів, тис. грн	Додаткова щорічна економія коштів, тис. грн	Витрати робочого часу на реалізацію, людино-годин	Строк експлуатації, років
31	924,0	83,4	371,2	21,7	218	15
32	120,6	14,8	36,8	4,3	96	8
33	475,8	22,1	161,4	8,5	144	3,5 / 20
34	0,0	3,3	25,7	0,0	48	1
35	0,0	6,7	11,4	0,0	24	1
37	174,6	13,1	47,6	3,8	56	17
39	0,0	11,6	4,4	0,0	16	12
311	62,0	234,5	89,6	7,2	168	20
313	11,4	2,3	3,6	0,0	16	20
314	122,8	4,5	15,3	12,5	48	7
315	28,6	2,8	12,7	0,0	16	5
316	0,0	35,0	61,3	0,0	36	1

Витрата часу на реалізацію проектів з енергозбереження залежить від кількості членів бригади, що обумовлюється чинними правилами (наприклад, ПТЕЕС), рівнем завантаженості персоналу та виробничою необхідністю. При розрахунку загального економічного ефекту від реалізації відповідних проектів доцільно враховувати не лише орієнтовний обсяг економії енергетичних ресурсів, а й екологічний та соціальний ефект, що може бути виражений у якості зменшення штрафних санкцій, які накладаються уповноваженими органами, чи екологічних платежів. Крім того, доцільно враховувати додаткову економію коштів пов'язану зі

зниженням вірогідності виникнення аварійних ситуацій та зменшенням витрат на обслуговування.

Відбір проектів та подальше формування першої стратегії енергозбереження гравця на основі моделі формального нейрона представлено на рис. 3.6.

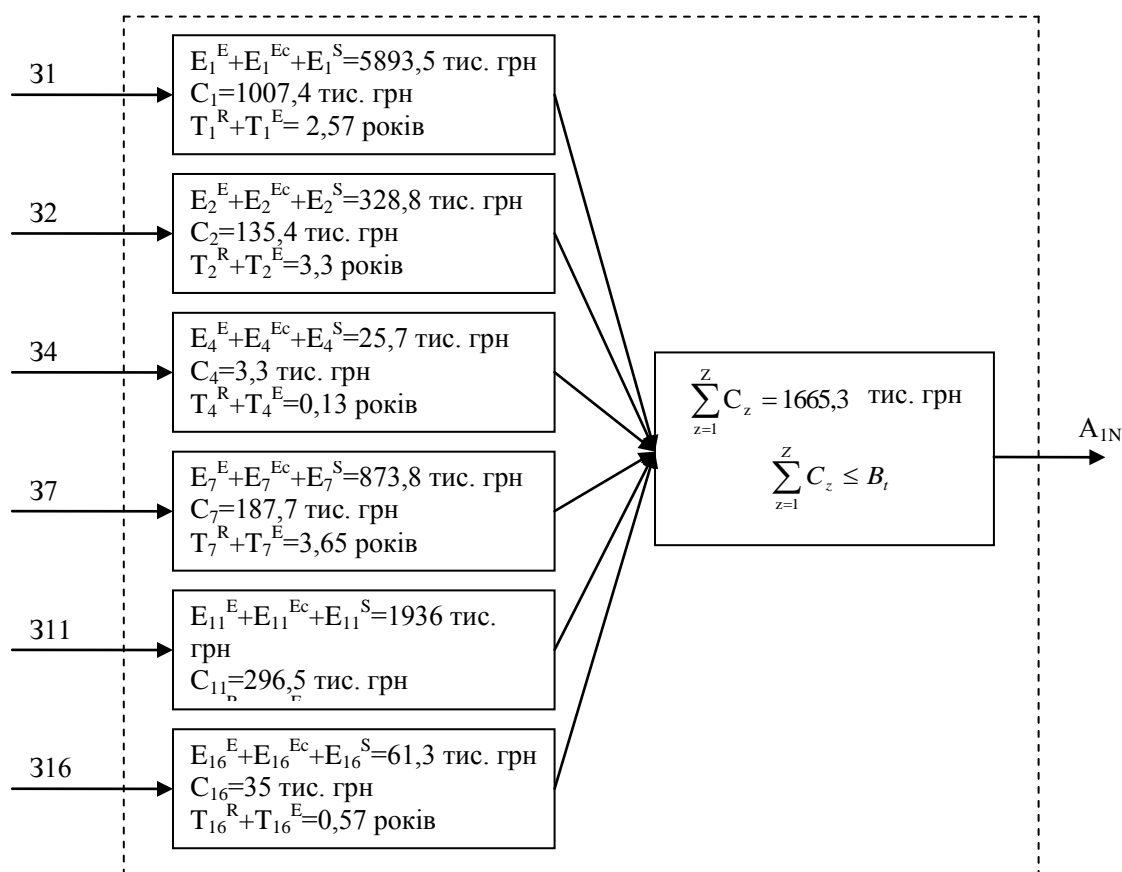


Рис. 3.6. Формування першої стратегії енергозбереження АТ «Сумський завод «Насосенергомаш» на основі моделі формального нейрона

Аналогічним чином проведено відбір проектів з енергозбереження та формування ще двох можливих стратегій гравця. Стратегія A_{2N} передбачає реалізацію таких проектів з енергозбереження: 33, 34, 39, 311, 313, 315. Сукупні витрати для реалізації цієї стратегії енергозбереження гравця за умов поточних цін та тарифів складуть 823 тис. грн, а орієнтовна економія енергетичних ресурсів та додаткова економія пов'язана з екологічним та соціальним ефектом за увесь період експлуатації складе 5548 тис. грн. Стратегія A_{3N} включає такі проекти з енергозбереження: 32, 33, 35, 37, 314, 316. Витрати для реалізації стратегії A_{3N}

складають 990 тис. грн. Очікувана економія енергетичних ресурсів та зниження супутніх витрат становитиме 4867,9 тис. грн.

Таким чином, маємо три можливі стратегії енергозбереження АТ «Сумський завод «Насосенергомаш» для подальшого математичного моделювання на основі проведення декількох безкоаліційних ігор двох гравців з ціллю визначення оптимального сценарію, а саме:

1. Стратегія енергозбереження A_{1N} :

- закупівля та монтаж установок регулювання коефіцієнта потужності в цехах №1 та № 5;
- заміна високовольтних конденсаторних батарей;
- удосконалення системи управління енергетичним господарством підприємства за рахунок узгодження графіків навантаження обладнання;
- заміна двох поршневих компресорів роторно-пластинчатими;
- реконструкція системи гарячого водопостачання цеху №4;
- проведення роботи з інформування та підвищення умотивованості робітників підприємства до енергозбереження.

2. Стратегія енергозбереження A_{2N} :

- реконструкція освітлювальної системи цехів із застосуванням енергозберігаючих світильників;
- удосконалення системи управління енергетичним господарством підприємства за рахунок узгодження графіків навантаження обладнання;
- ізоляція трубопроводу теплової мережі на теплових пунктах ТП-8, 10, 11, 20, 23, 24;
- реконструкція системи гарячого водопостачання цеху №4;
- переведення системи приготування гарячої води транспортної ділянки підприємства з природного газу на електричну енергію;
- переведення системи приготування гарячої води основного виробничого майданчика на теплоносій від ТОВ «Сумитеплоенерго».

3. Стратегія енергозбереження A_{3N} :

- заміна високовольтних конденсаторних батарей;

- реконструкція освітлювальної системи цехів із застосуванням енергозберігаючих світильників;
- відновлення фарбового покриття електричних термічних печей;
- заміна двох поршневих компресорів роторно-пластинчатими;
- застосування електричних променевих обігрівачів UFO на ділянках розміщення станків ЧПУ цеху №5 на заміну газовим обігрівачам;
- проведення роботи з інформування та підвищення умотивованості робітників підприємства до енергозбереження.

Як вже зазначалося, обов'язковою умовою представлення конфліктних ситуацій у вигляді гри є, передусім, чітке визначення системи правил на основі яких вона буде формуватися. Одним з необхідних правил є окреслення проміжку часу у якому моделюються ситуації. Для гри з визначення найбільш оптимального сценарію енергозбереження промислового підприємства доцільним виглядає проведення моделювання можливих ситуацій та визначення цін гри у середньостроковій перспективі рівній 3 рокам. Цей термін відповідає періоду від розробки до впровадження нових технічних рішень у сфері енергозбереження провідних країн світу та середньому строку окупності проектів, що розглядаються. Крім того, моделювання ситуацій гри у середньостроковій перспективі значно полегшує процес прогнозування завдяки можливості визначення стратегій контр-гравців зі сторонніх джерел.

Оскільки будь-яка конфліктна ситуація по своїй суті є результатом взаємодії двох і більше учасників, то для її аналізу необхідним є отримання інформації про них та їх можливі дії. Таким чином, одним з недоліків математичного моделювання на основі теорії ігор є умова наявності повної інформації про можливі дії супротивника в усіх учасників конфлікту. У разі ж якщо один з гравців застосовує непередбачену стратегію, то виникає певна невизначеність для подальших дій противника. Вона є додатковим елементом ризику гравця, який не може бути врахованим у межах математичного моделювання на основі теорії ігор. Отже, вибір оптимального сценарію енергозбереження промислового підприємства у таких

умовах доцільно проводити за максимальними цінами гри гілки однієї з стратегій гравця, що обумовлює мінімізацію його ризиків хоча б для передбачених ситуацій.

У якості контр-гравця першої безкоаліційної гри двох гравців з визначення оптимального сценарію енергозбереження промислового підприємства розглянемо Національний банк України. Його можливі стратегії представляють собою зміну курсу національної валюти по відношенню до долара США. Слід зазначити, що за умов проведення гри у нормальній формі контр-гравець діє ізольовано. Це означає, що він обирає свою стратегію не беручи до уваги те, яку стратегію обирає гравець. Отже, у даному випадку усі стратегії НБУ як учасника конфлікту є еквівалентними, а їх різниця встановлюється виходячи із внутрішніх принципів оптимальності [83].

Для моделювання ситуацій безкоаліційної гри двох гравців з вибору оптимального сценарію енергозбереження підприємства розглянемо три можливих стратегії Національного Банку України, а саме:

1. Стратегія В1 передбачає збереження курсу національної валюти у середньостроковій перспективі на рівні 22 грн / дол. США, що відповідає консенсус-прогнозу мінімального обмінного курсу Міністерства економічного розвитку і торгівлі України [119].

2. Стратегія В2 відповідає прогнозу Міжнародного Валютного Фонду щодо середньозваженого курсу національної валюти у 2016-2018 роках на рівні 24,6 грн/дол. США [182].

3. Стратегія контр-гравця В3 є песимістичним сценарієм за яким середній обмінний курс національної валюти у середньостроковій перспективі становитиме 35,67 грн/дол. США [119].

Оскільки значна доля енергетичного обладнання та матеріалів імпортується з-за кордону, то зміна обмінного курсу національної валюти в значній мірі визначає рівень окупності, а значить доцільність як окремих проектів з енергозбереження, так і відповідних сценаріїв підприємства у цілому. За результатами моделювання ситуацій безкоаліційної гри двох гравців з вибору оптимального сценарію енергозбереження промислового підприємства може бути побудована платіжна матриця (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Платіжна матриця першої безкоаліційної гри з вибору оптимального сценарію енергозбереження АТ «Сумський завод «Насосенергомаш» у середньостроковій перспективі (розраховано автором)

Стратегії гравців	B1	B2	B3
A _{1N}	– 11 тис. грн	– 153,7 тис. грн	– 670,3 тис. грн
A _{2N}	64,9 тис. грн	– 21,8 тис. грн	– 334,1 тис. грн
A _{3N}	– 46,7 тис. грн	– 152,9 тис. грн	– 591,9 тис. грн

Умовам максимінної та мінімаксної рівноваги гри відповідає ситуація яку формує пара чистих стратегій A_{2N} та B1. Таким чином, найбільш оптимальним сценарієм енергозбереження підприємства за будь-якої із розглянутих стратегій НБУ стосовно обмінного курсу національної валюти буде стратегія A_{2N}.

У якості контр-гравця для моделювання ситуацій другої безкоаліційної гри двох гравців оберемо Національну комісію, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП). Його можливі стратегії передбачають становлення граничних рівнів тарифів на природний газ, електричну та теплову енергію для непобутових споживачів у середньостроковій перспективі. Можливими стратегіями дій контр-гравця є:

1. Стратегія С1 передбачає збереження поточного рівня тарифів для промислових підприємств у середньостроковій перспективі. Таким чином, середній тариф на електроенергію складе 1277,7 грн за 1 МВт·год, на природний газ – 8959,08 грн за 1 тис. м³, на теплову енергію – 898,29 грн за 1 Гкал.

2. Стратегія С2 відповідає концепції переходу до встановлення економічно виправданих тарифів. Відповідно до розрахунків НАК «Нафтогаз України» та постанов НКРЕКП від 30.04.2015 року №1396-1415 середньозважені економічно обґрунтовані тарифи для непобутових споживачів у середньостроковій перспективі складуть: електрична енергія – 1680 грн за 1 МВт·год, природний газ – 11100 грн за 1 тис. м³, тепла енергія – 1559,94 грн за 1 Гкал.

3. Стратегія С3 передбачає встановлення середньозважених тарифів на енергоресурси для промислових підприємств на рівні країн ЄС. У якості еталона оберемо тарифну систему Польщі як найбільш вірогідну до наслідування в Україні.

Тарифи на енергетичні ресурси у середньостроковій перспективі складуть: електрична енергія – 2500,56 грн (118,23 дол. США) за 1 МВт·год, природний газ – 10900 грн (515,4 дол. США) за 1 тис. м³, тепла енергія – 464,16 грн (21,95 дол. США) за 1 Гкал [195].

Вплив можливої зміни вартості енергоресурсів на ефективність проектів з енергозбереження підприємства відображено у платіжній матриці безкоаліційної гри двох гравців (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Платіжна матриця другої безкоаліційної гри з вибору оптимального сценарію енергозбереження АТ «Сумський завод «Насоенергомаш» у середньостроковій перспективі (розраховано автором)

Стратегії гравців	C1	C2	C3
A _{1N}	– 11 тис. грн	698,8 тис. грн	1634,5 тис. грн
A _{2N}	64,9 тис. грн	– 982,2 тис. грн	2390,7 тис. грн
A _{3N}	– 46,7 тис. грн	25,1 тис. грн	– 887,3 тис. грн

Зважаючи на приведені у платіжній матриці ціни безкоаліційної гри можна стверджувати, що сідлової точки для пари чистих стратегій гравців, яка відповідала б умовам рівноваги Неша, не існує. Однак, виходячи з умови розумної поведінки гравця, що передбачає бажання мінімізувати свої ризики за будь-якої із змодельованих ситуацій, найбільш оптимальною стратегією для підприємства, за неможливості пошуку рішень у змішаних стратегіях, є A_{1N}.

За результатами двох безкоаліційних ігор можна стверджувати, що домінантної стратегії гравця, котра є оптимальною за будь-якої із ситуацій, не має. Отже, оптимальний сценарій енергозбереження промислового підприємства з урахуванням одночасного впливу контр-гравців В та С доцільно визначити за допомогою позиційної гри трьох гравців. Учасники такої гри по чергово обирають свою стратегію тим самим формуючи одну з 27 ситуацій (рис. 3.7).

У табл. 3.10 приведена платіжна матриця змодельованої позиційної гри трьох гравців з вибору оптимальної стратегії енергозбереження АТ «Сумський завод «Насосенергомаш».

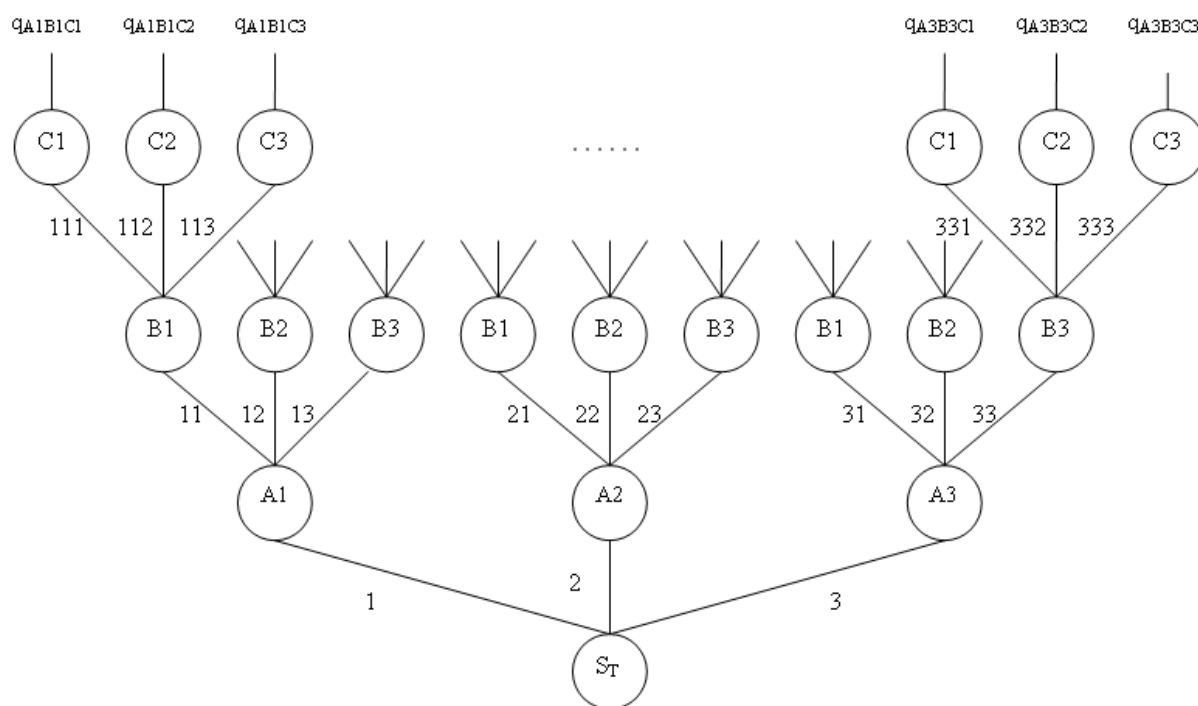


Рис. 3.7. Дерево позиційної гри трьох гравців з визначення оптимальної стратегії енергозбереження АТ «Сумський завод «Насосенергомаш»

Таблиця 3.10

Платіжна матриця позиційної гри трьох гравців з визначення оптимальної стратегії енергозбереження АТ «Сумський завод «Насосенергомаш» (розраховано автором)

Стратегії гравців	B1 C1	B1 C2	B1 C3	B2 C1	B2 C2	B2 C3	B3 C1	B3 C2	B3 C3
A_{1N}	-11	698,8	1634,5	-153,7	556,1	1491,8	-670,3	39,5	975,2
A_{2N}	64,9	-982,2	2390,7	-21,8	-1068,9	2304	-334,1	-1316,3	2056,5
A_{3N}	-46,7	25,1	-887,3	-152,9	-81,1	-1198,9	-591,9	-520,1	-1637,9

Виходячи з умови (3.16), найбільш доцільним виглядає реалізація гравцем стратегії A_{1N} . Вона дозволяє мінімізувати ризики промислового підприємства, оскільки для більшості змодельованих ситуацій у середньостроковій перспективі є економічно виправданою. Таким чином, оптимальним сценарієм енергозбереження підприємства є першочергова реалізація проектів 31, 32, 34, 37, 311 та 316.

У якості учасника другої позиційної гри з вибору оптимального сценарію енергозбереження розглянемо ТОВ «Укрнафтозапчастина». Його можливі стратегії сформуємо з проектів, що розглядалися в підрозділі 3.1. Очікувані витрати і ефект від їх реалізації за умов збереження поточних цін та тарифів приведено в табл. 3.11.

Таблиця 3.11

Очікувані витрати та ефект від реалізації проектів з енергозбереження ТОВ «Укрнафтозапчастина»

Проект з енергозбереження	Показник					
	Вартість основного обладнання, тис. грн	Вартість виконання робіт та матеріалів, тис. грн	Річна економія енергоресурсів, тис. грн	Додаткова щорічна економія коштів, тис. грн	Витрати робочого часу на реалізацію, людино-годин	Строк експлуатації, років
317	27,0	7,0	12,7	2,8	160	5
318	23,5	4,3	6,2	1,5	144	12
319	0,0	5,7	18,0	0,0	64	1
321	7,2	16,3	5,7	1,0	96	10
322	44,0	8,0	17,8	2,5	56	8
323	6,2	7,1	8,4	3,5	80	10
324	34,3	9,6	2,5	22,6	96	5
325	0,0	48,0	27,5	3,7	72	20

На основі (3.4) сформуємо дві можливих стратегії енергозбереження ТОВ «Укрнафтозапчастина». Стратегія A_{1U} передбачає здійснення проектів з енергозбереження 317, 319, 322, 323, 325. Очікувані витрати на її реалізацію складуть 153,0 тис. грн. Стратегія A_{2U} передбачає реалізацію проектів 318, 319, 321, 324, 325 з очікуваними витратами на рівні 148,9 тис. грн.

Змоделюємо позиційну гру трьох гравців з вибору оптимального сценарію енергозбереження ТОВ «Укрнафтозапчастина», де контр-гравцями виступають Національний банк України та Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики та комунальних послуг. Їх можливі стратегії приведені вище. У табл. 3.12 приведені ціни гри змодельованих ситуацій залежно від обраних гравцями стратегій.

Таблиця 3.12

Платіжна матриця позиційної гри трьох гравців з визначення оптимального сценарію енергозбереження ТОВ «Укрнафтозапчастина» (розраховано автором)

Стратегії гравців	B1 C1	B1 C2	B1 C3	B2 C1	B2 C2	B2 C3	B3 C1	B3 C2	B3 C3
A_{1U}	101,7	90,8	19,7	176,1	165,2	94,1	77,4	66,5	-4,6
A_{2U}	88,0	68,2	-2,8	161,2	148,2	77,2	99,8	86,8	15,8

Відповідно до умови (3.16) оптимальною стратегією енергозбереження ТОВ «Укрнафтозапчастина» за результатами змодельованої позиційної гри трьох гравців доцільно вважати A_{1U} , що передбачає реалізацію проектів з енергозбереження 317, 319, 322, 323, 325.

Застосування запропонованого методичного підходу до економіко-математичного моделювання на основі теорії ігор дозволяє проводити вибір оптимального сценарію енергозбереження підприємства зважаючи на можливі дії інших економічних суб'єктів. Моделювання ситуацій гри дає змогу гравцю обрати стратегію, що відповідає умовам максимізації економічного ефекту та мінімізації його ризиків. У разі неможливості знаходження такої стратегії, рішення гри може бути знайдене серед змішаних стратегій гравця. Слід зазначити, що моделювання можливих ситуацій гри вимагає значних витрат часу, а, отже, доцільною є реалізація приведеного методу у вигляді програмного забезпечення ПЕОМ.

3.3. Практичні підходи до удосконалення механізму управління процесами енергозбереження

Зміна енергетичної політики промислових підприємств стала адекватною реакцією керівництва на виникнення додаткових ризиків для виробництва пов'язаних з обмеженістю наявних енергетичних ресурсів та зростанням їх вартості. Вона обумовила цілий ряд нововведень у системі управління енергетичними господарствами підприємств: від виходу та закупівлі енергетичних ресурсів на конкурентних ринках до впровадження ефективних програм з енергозбереження і підвищення енергоефективності виробництв. Сама ж енергетична політика стала представляти собою сукупність офіційно затверджених керівництвом зобов'язань у сфері енергетичного менеджменту, а її головною ціллю, крім безперебійного та надійного забезпечення паливно-енергетичними ресурсами, стало зниження рівня споживання енергоресурсів, що досягається шляхом інтеграції досвіду енергозбереження у поточні управлінські практики організацій.

Більшість промислових підприємств України мають значний технічний та економічний потенціал енергозбереження, що може бути реалізований за рахунок впровадження організаційних, технічних та технологічних проектів. Відбір та ефективна реалізація таких проектів значною мірою визначається особливостями системи управління енергозбереженням, що діє на підприємстві.

Система управління енергозбереженням промислових підприємств покликана забезпечити економне споживання енергетичних ресурсів під час виробничих процесів за допомогою комплексу організаційних, технічних та програмно-методичних засобів. Головними цілями її на підприємстві є:

- організація планування діяльності з енергозбереження;
- безпосередня організація та підтримка процесу енергозбереження;
- забезпечення взаємодії між підрозділами та службами підприємства задля максимізації ефекту від реалізації проектів з енергозбереження;
- побудова системи мотивації персоналу до енергозбереження;
- ресурсне та технічне забезпечення проектів з енергозбереження.

Менеджмент з енергозбереження є інтегрованою системою у загальну структуру управління підприємством. Це означає, що має місце уточнення та узгодження цілей енергозбереження відповідно до наявних стратегічних цілей підприємства [70]. Разом з тим, інтеграція менеджменту з енергозбереження у загальну структуру управління підприємством призводить до появи міжвідомчих взаємозв'язків. Їх встановлення повинно забезпечувати швидкий збір необхідної інформації щодо стану енергозбереження, обробку та узгодження стратегії забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів на підприємстві. Встановлення взаємозв'язків між підрозділами підприємства сприяє структурній перебудові господарського комплексу з позицій енергозбереження та зниження техногенного навантаження на навколишнє середовище. На рис. 3.8 представлена структура управління підприємства, спрямована на успішну реалізацію стратегії енергозбереження.

Проявом функціонування менеджменту з енергозбереження на підприємстві є відповідний процес управління, що включає об'єкт, мету та критерії управління,

керуючі впливи, засоби управління і можливі обмеження [137]. Об'єктом управління при цьому виступає або підприємство у цілому, або окремі його підрозділи, групи енергетичного обладнання чи персонал. Визначення певного об'єкту процесу управління є відправною точкою для подальшої організації роботи з енергозбереження. Метою такої діяльності є мінімізація споживання енергетичних ресурсів на одиницю кінцевої продукції.

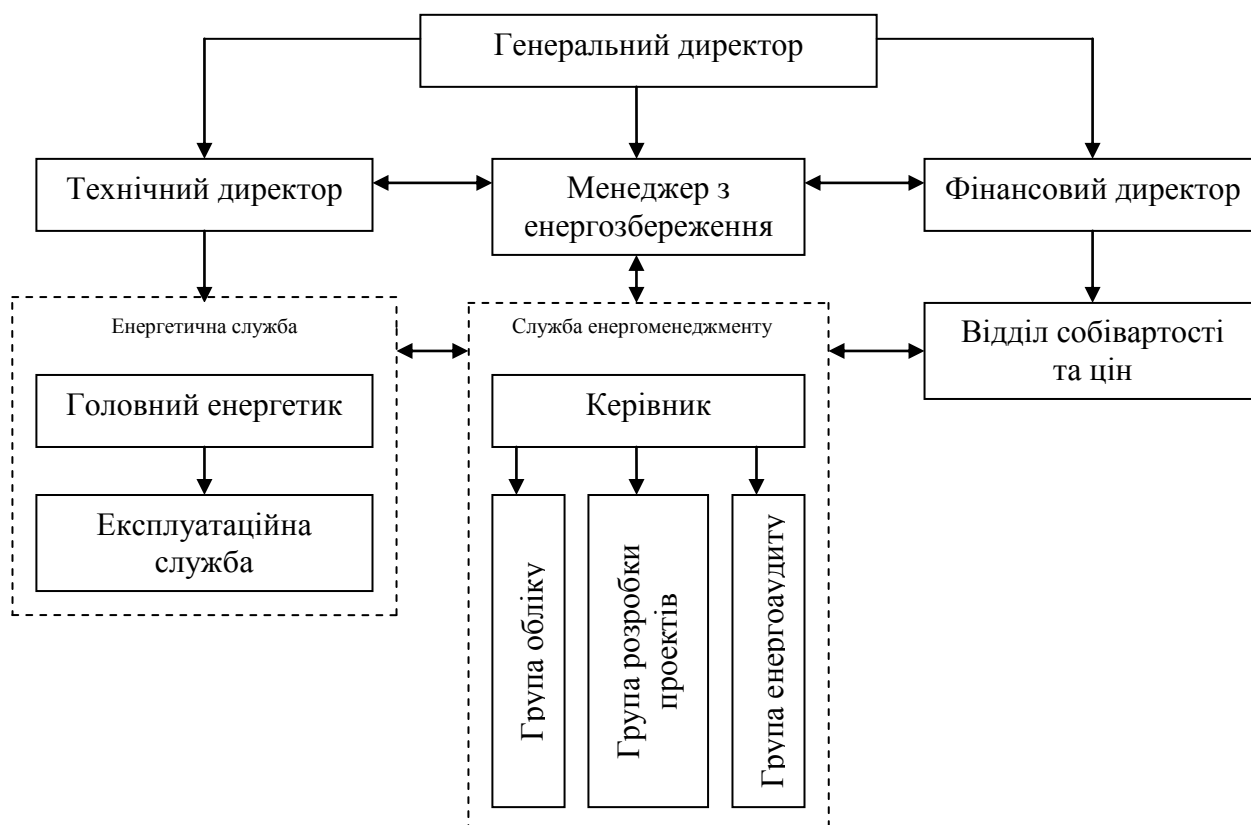


Рис. 3.8. Організаційна структура управління підприємством орієнтована на енергозбереження (розроблено автором)

Безпосереднє тактичне управління, контроль різних аспектів енергоспоживання та реалізація проєктів з енергозбереження забезпечується групою профільних фахівців з персоналу підприємства, що найчастіше є енергоменеджерами.

Реалізація системи управління енергозбереженням підприємства відбувається за допомогою діяльності відповідного структурного підрозділу чи групи осіб відповідальних за енергозбереження. Слід зазначити, що забезпечення ефективного функціонування енергосистеми підприємства з позицій раціонального використання

енергоресурсів залежить від структури команди, що є відповідальною за енергозбереження. Перед профільними фахівцями, що входять до її складу ставлять такі завдання:

- створення, впровадження та забезпечення ефективного функціонування системи енергозбереження промислового підприємства, її постійне удосконалення;
- планування та здійснення проектів з енергозбереження для забезпечення локальних та генеральної цілі підприємства у цій сфері;
- визначення методів та критеріїв для прийняття рішень щодо впровадження певних проектів з енергозбереження;
- доведення до персоналу інформації про необхідність енергозбереження;
- формування доповідей для керівництва про стан ефективності системи енергозбереження та рекомендацій щодо її покращення.

Система управління енергозбереженням промислових підприємств може бути організована у вигляді різних структур, таких як: лінійна організація, група виконання проекту чи мала група контролю.

При лінійній організації підрозділ, що займається енергозбереженням, є частиною загальної структури підприємства. У цьому випадку її вирізняє гарна організованість та можливість управління з боку вищого керівництва підприємства. Разом з тим, менеджери з енергозбереження не мають реальних важелів безпосереднього впливу на інші структурні підрозділи підприємства, а їх діяльність носить формальний характер (оформлення звітів, створення планів з енергозбереження і таке інше). За лінійної організації будь-яке рішення щодо енергозбереження вимагає узгодження з керівництвом підприємства, а його виконання забезпечується відповідним розпорядженням чи інструкцією. В таких умовах заходи з енергозбереження та підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів досить часто не відповідають поточним вимогам виробництва. Для лінійної організації характерним є низький рівень професійної підготовки осіб відповідальних за енергозбереження та відсутність профільної освіти, що у результаті призводить до низької ефективності роботи. Таким чином, лінійна організація системи управління енергозбереженням є доречною лише на

початковому етапі впровадження менеджменту з енергозбереження чи на етапі створення нових структур підприємства. Вона дозволяє провести збір необхідної інформації щодо стану та потенціалу енергозбереження кожного конкретного підрозділу чи виробничої лінії підприємства, перевірити його енергетичний баланс і проаналізувати договори з постачання енергетичних ресурсів.

Група виконання проекту є колективом спеціалістів з різних структурних підрозділів підприємства та носить тимчасовий характер. Вона призначена для рішення конкретного завдання з енергозбереження. Така структура відрізняється мобільністю та високим рівнем професійної підготовки залучених фахівців, що мають безпосередній досвід експлуатації та обслуговування енергетичного обладнання підприємства. Група виконання проекту є найбільш оптимальною структурою для планування та реалізації проектів з енергозбереження середньої важкості. Недоліком такої структури є неможливість реалізації довготривалих проектів з енергозбереження, так як це вимагатиме звільнення задіяних спеціалістів від основного виду діяльності. Крім того, для групи виконання проекту практично неможливою є реалізація проектів з енергозбереження високої складності, оскільки фахівці, що входять до неї, мають обмежені теоретичні знання у цій сфері, а у роботі базується на власному практичному досвіді.

Малі групи контролю набули найбільш широкого застосування та продемонстрували свою високу ефективність у промисловості провідних країн світу. У рамках цієї структури відбувається управління та контроль системи раціонального використання енергетичних ресурсів підприємства, що здійснюється декількома підготовленими менеджерами з енергозбереження. Малі групи контролю мають можливість здійснювати заохочення працівників до енергозбереження у межах визначеного бюджету, а також накладати штрафні санкції на окремих працівників чи підрозділи загалом за нераціональне використання енергетичних ресурсів, що зазвичай реалізується у вигляді зменшення змінної частини винагороди. Для більш ефективного планування проектів з енергозбереження на наступний період у малих груп контролю є можливість залучення різнонаправлених фахівців з інших підрозділів підприємства чи зі сторонніх організацій. Слід

зазначити, що попри значну ефективність такої структури її застосування обмежене через дефіцит висококваліфікованих менеджерів з енергозбереження із значним практичним досвідом роботи.

Зважаючи на обов'язки профільного керівництва підприємства та енергоменеджерів середньої та нижчої ланок, можна зробити висновок про існування між ними стійкого взаємозв'язку у межах системи управління енергозбереженням. Це означає, що ефективність прийнятих топ-менеджерами рішень у сфері енергозбереження значною мірою обумовлюється результатами роботи енергоменеджерів у попередні періоди та корисністю інформації, яка надається ними у доповідях. Отже, найбільш доцільною організаційною структурою системи управління енергозбереженням є мала група контролю.

Для застосування малих груп контролю у сфері енергозбереження, відповідно до зазначених вище перешкод, керівництво підприємства повинно визначити необхідність у компетентних кадрах та забезпечити їх підготовку. Крім того, необхідною умовою впровадження ефективної системи управління енергозбереженням на базі малих груп контролю є інформування усього персоналу про необхідність впровадження, переваги та роль працівників у енергозбереженні.

Основою формування сучасних енергоефективних промислових підприємств, що відповідають вимогам міжнародних стандартів ISO, є створення ефективно діючої системи управління у сфері енергозбереження [20]. Формування такого механізму управління енергозбереженням підприємства найбільш доцільно реалізовувати за допомогою системного підходу, що представляє собою сукупність методологічних засобів для підготовки та обґрунтування складних управлінських рішень у цій сфері. Він передбачає застосування деталізованих математико-статистичних методів для кількісної оцінки, а також проведення якісної оцінки поточного стану енергетичного господарства та його прогнозування у майбутньому за допомогою експертних методів. Базовими принципами системного підходу до планування та реалізації діяльності з енергозбереження є:

1. Визначення та чітке формування цілей підприємства у сфері енергозбереження, що обумовлюються його поточною енергетичною політикою.

При цьому цілі енергозбереження окремих структурних елементів не повинні суперечити генеральним цілям підприємства.

2. Проведення аналізу стану енергетичного господарства підприємства як єдиної системи, що дозволяє визначити її системоутворюючі елементи та їх взаємозв'язки.

3. Необхідність аналізу зовнішнього середовища підприємства, тобто поточних та перспективних дій державних органів управління чи інших організацій, що мають вплив на систему, і, досить часто, визначають напрямок її розвитку.

4. Необхідність перевірки альтернативних проектів з енергозбереження на предмет близькості результатів до локальних цілей, з урахуванням очікуваної витрати коштів за кожним із варіантів.

Особливості організації менеджменту з енергозбереження у межах системного підходу обумовлюються генеральною та локальними цілями. Їх формування найбільш доцільно виконати за допомогою дерева цілей, що представляє собою графічне зображення формалізованої ієрархії цілей енергозбереження [192]. Воно дозволяє узгодити цілі різних рівнів та визначити взаємозв'язок цілей нижчих рівнів та генеральної цілі енергозбереження підприємства.

Визначення потенціалу, цілей та об'єктів енергозбереження промислового підприємства залежить від повноти та коректності отримуваної вхідної інформації. Це означає, що побудова ефективної системи управління у цій сфері вимагає налагодження роботи зі своєчасного отримання та аналізу необхідних даних, а саме: відстеження зміни законодавчих та інших вимог у сфері енергозбереження, до яких підприємство долучилося на добровільній основі, а також впровадження новим державних і міжнародних цільових програм; здійснення енергетичного огляду, аналізу енергоспоживання та енергетичного планування на основі отриманих даних; виконання ідентифікації енергетичного базису; встановлення результатів діяльності у сфері енергозбереження у попередні періоди; визначення локальних цілей енергозбереження структурних підрозділів підприємства та попередніх планів їх досягнення на основі аналізу накопиченої інформації.

Зважаючи на це було запропоновано узагальнену схему планування та реалізації ефективної діяльності з енергозбереження, яка базується на принципах системного підходу та передбачає: збір та аналіз інформації, визначення локальних та генеральної цілей, аналіз результативних факторів, планування та реалізацію сукупності проектів у межах визначеного сценарію енергозбереження і таке інше (рис. 3.9).

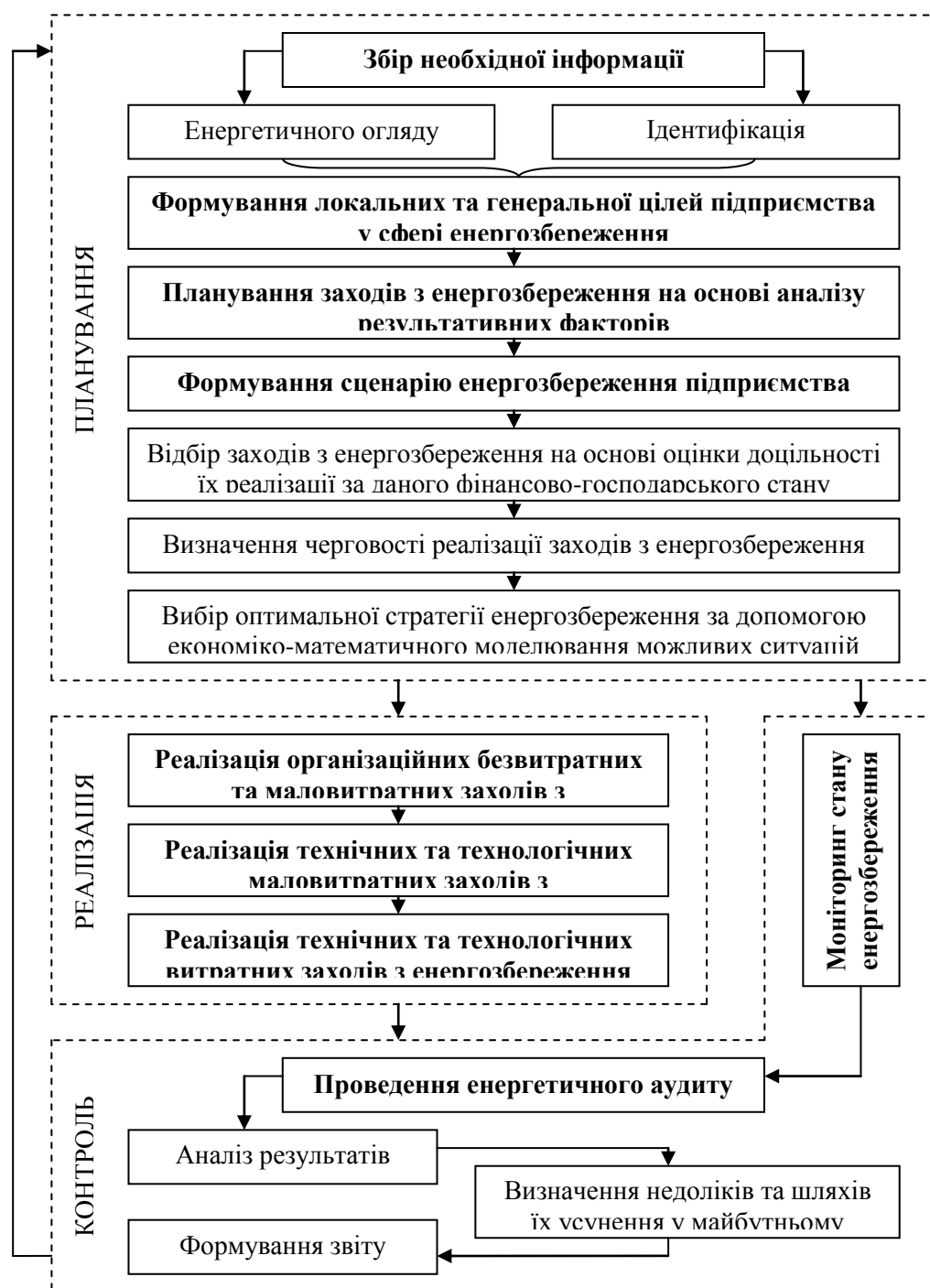


Рис. 3.9. Узагальнена схема планування та реалізації ефективної діяльності з енергозбереження на промисловому підприємстві (розроблено автором)

Основою для організації ефективної системи управління енергозбереженням промислових підприємств є визначення їх потенціалу у цій сфері. Проведення такої оцінки передбачає збір та аналіз інформації щодо енергоємності виробничих процесів, обсягів витрат паливно-енергетичних ресурсів на одиницю готової продукції та реалізованих раніше проектів з енергозбереження. Крім того, необхідною умовою є декларування політики енергозбереження підприємств із зазначенням принципів її здійснення, що дає змогу у подальшому встановлювати відповідні цілі та завдання для персоналу [85]. Офіційно визнана політика енергозбереження дозволяє формалізувати заходи заохочення працівників, що проводяться керівництвом підприємств, до раціонального використання енергетичних ресурсів.

Оцінка потенціалу та поточного стану енергозбереження на підприємстві дає змогу визначити головні та проміжні цілі системи управління. Вони можуть поширюватися на окремі виробничі процеси, обладнання, будівлі та споруди чи охоплювати усе підприємство, як то: зниження собівартості готової продукції за рахунок енергетичної складової, зменшення втрат енергетичних ресурсів на виробництві, скорочення викидів забруднюючих речовин у навколишнє середовище [128].

Джерелом отримання вхідної інформації для організації ефективної системи управління енергозбереженням підприємства є результати енергетичних оглядів. Їх проводять через визначені проміжки часу та у відповідь на значні зміни виробничого процесу чи обладнання.

Узагальнюючи [147, 34], можна визначити оптимальну схему здійснення енергетичного огляду підприємства:

1. Аналіз використання енергетичних ресурсів на основі даних вимірювань:

- визначення існуючих джерел енергетичних ресурсів;
- аналіз минулого та поточного рівня споживання енергоресурсів;
- прогнозування енергоспоживання у майбутньому.

2. Ідентифікація об'єктів зі значним рівнем споживання енергетичних ресурсів:

- визначення обладнання, установок, споруд зі значним рівнем енергоспоживання;

- визначення факторів, що впливає на значне використання енергоресурсів цими об'єктами;

3. Ідентифікація за пріоритетами можливих покращень енергоефективності виробничих та позавиробничих процесів промислового підприємства.

На базі отриманої інформації фахівці розробляють проекти, програми та системи проектів з енергозбереження на промисловому підприємстві. У подальшому відповідальність за виконання розділеного на частини проекту чи окремого проекту розподіляється між структурними підрозділами підприємства.

Наступним кроком є формування енергобазису, тобто визначення об'єктів з високим потенціалом енергозбереження. Енергетичний базис дозволяє розставити пріоритети у діяльності з енергозбереження на основі аналізу індикаторів енергоефективності. У подальшому ці індикатори полегшують проведення моніторингу енергозбереження. Таким чином, визначення енергетичного базису є відправною точкою формування цілей підприємства у цій сфері. Основними вимогами до цілей енергозбереження є реалістичність та можливість їх кількісного виміру, при цьому вони повинні бути сумісними із загальною енергетичною політикою підприємства. Поставлені локальні та генеральна цілі підприємства у сфері енергозбереження досягаються шляхом реалізації відповідних проектів. Їх планування доцільно проводити на основі аналізу результативних факторів, що більш детально розглянутий у підрозділі 2.1.

Додатково на етапі планування доцільною є розробка шляхів подальшого удосконалення системи управління енергозбереженням, що може бути реалізовано шляхом впровадження систем контролю, нормування та моніторингу. Це дає можливість здійснювати оперативний контроль за рівнем споживання енергетичних ресурсів та вносити зміни у систему управління енергозбереженням для підвищення її ефективності. Ефективна робота системи моніторингу дозволяє адаптувати систему управління енергозбереженням до поточних вимог виробництва та

сконцентрувати діяльність на найбільш перспективних напрямках з позиції підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів.

Системний підхід організації енергозбереження передбачає реалізацію як безвитратних та маловитратних, так і витратних заходів організаційного, технічного, технологічного та економіко-політичного характеру. Важливим аспектом здійснення ефективного менеджменту з енергозбереження є підтримання належного рівня умотивованості персоналу підприємства у цій сфері, що досягається різноманітними засобами та методами стимулювання.

Оскільки, як уже зазначалося, процес управління енергозбереженням є безперервним та реалізується за циклом Шухарта-Демінга, то доцільним є впровадження аналізу результативності діяльності. Він дозволить визначати неефективні елементи чи заходи системи управління енергозбереженням та сформувані відповідні коригуючі дії. Таким чином, забезпечується постійне якісне удосконалення існуючої системи управління енергозбереженням промислових підприємств.

Невід'ємним елементом етапу контролю є моніторинг ефективності використання енергетичних ресурсів. Вона реалізується через сукупність операцій з аналізу, обліку, діагностики результатів та дослідження причин відхилення показників витрати енергоресурсів від нормативних значень. Отже, впровадження ефективного моніторингу енергозбереження можливе лише за умови надання достовірної та повної інформації про стан споживання енергетичних ресурсів на підприємстві. Крім того, до системи моніторингу виставляють такі умови, як: своєчасність, оперативність, простота відображення результатів, стратегічна спрямованість та економічна ефективність впровадження [49].

Система оперативного моніторингу направлена на постійне відстеження змін у структурі енергоспоживання та охоплює усі підрозділи підприємства, що забезпечує контроль за поточним станом енергозбереження. Це дозволяє приймати найбільш ефективні управлінські рішення з позицій енергозбереження за даних умов.

Цілями впровадження системи моніторингу енергозбереження на підприємстві є :

- підготовка інформаційних пакетів про стан енергоспоживання та енергозбереження на підприємстві у цілому чи у конкретному підрозділі;
- аналіз недоліків політики енергозбереження, що реалізується на підприємстві;
- визначення причин невідповідності наявних результатів реалізації проектів з енергозбереження їх плановим показникам;
- прогнозування подальшого розвитку енергозбереження та розробка рекомендацій з його покращення.

Залежно від поставлених перед системою моніторингу енергозбереження конкретних цілей вона може виконувати такі завдання:

- 1) впровадження постійного оперативного контролю на базі спеціалізованого підрозділу за критеріями визначеними відповідно до умов забезпечення виконання завдань енергозбереження за допомогою прийняття поточних управлінських рішень;
- 2) розподіл обов'язків зі збору та аналізу необхідної інформації між структурними підрозділами підприємства, а також підготовка рекомендацій щодо удосконалення системи енергозбереження на підприємстві;
- 3) проведення періодичного аналізу стану енергозбереження за результатами впровадження відповідних проектів та формування звітів для керівництва;
- 4) залучення сторонніх спеціалізованих організацій задля визначення рекомендацій щодо удосконалення організації енергозбереження.

Процес моніторингу енергозбереження на промисловому підприємстві складається з двох основних етапів: підготовчого та етапу реалізації. Протягом першого відбувається аналіз зовнішніх невідконтрольних факторів впливу, таких як: політичні, економічні, технологічні, соціальні, екологічні, метеорологічні та інші. Вони значною мірою визначають направленість моніторингу енергозбереження, його періодичність та перелік оціночних критеріїв.

Узагальнена схема процесу моніторингу енергозбереження приведена на рис. 3.10.

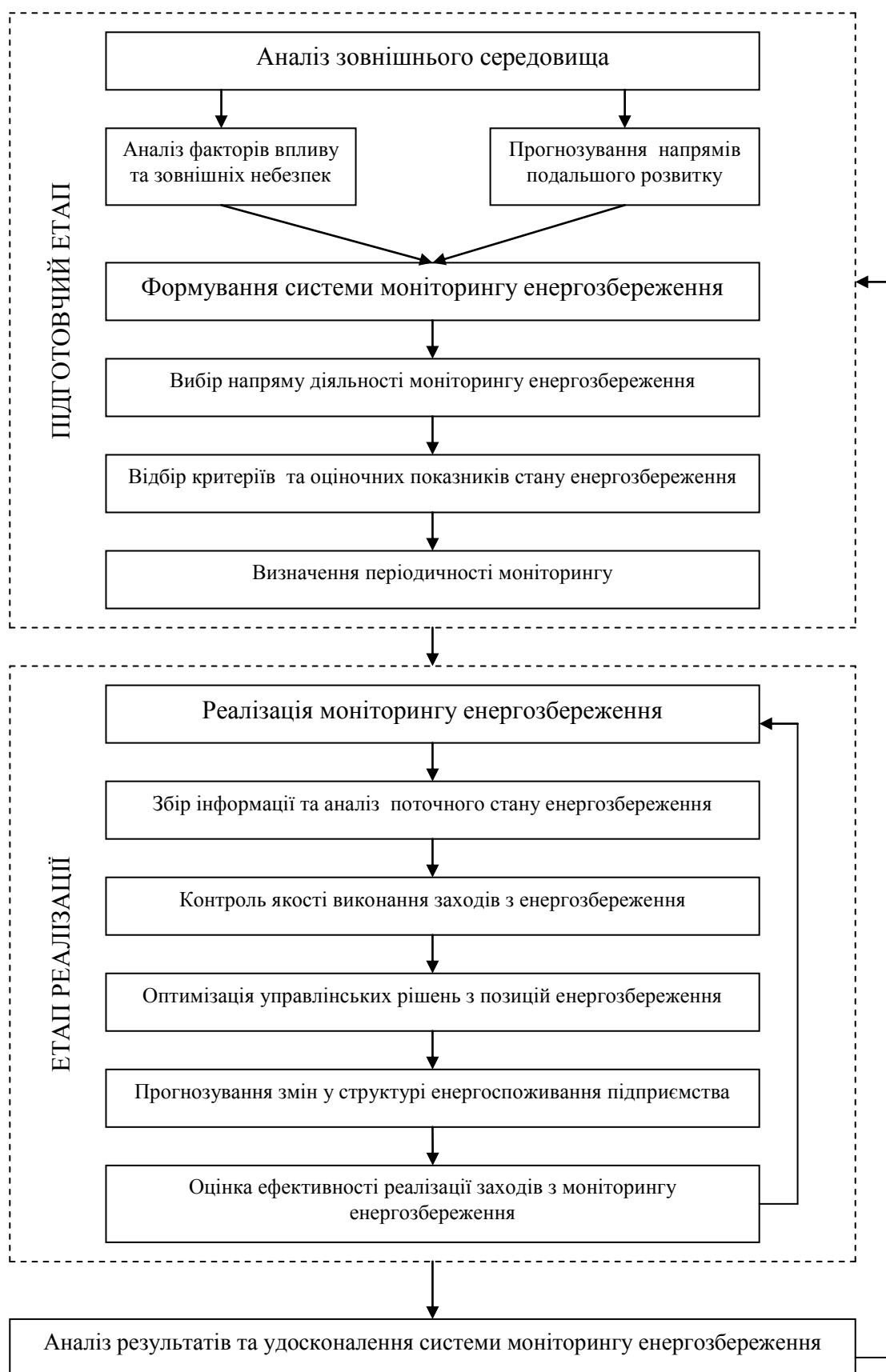


Рис. 3.10. Схема моніторингу енергозбереження на промисловому підприємстві (розроблено автором)

Під час етапу реалізації відбувається збір інформації про зміну стану енергозбереження підприємства та поточний контроль виконання відповідних проектів. За результатами моніторингу відбувається оптимізація управлінських рішень з енергозбереження чи їх зміна. Крім того, має місце постійне удосконалення самої системи моніторингу на основі зворотного зв'язку, що вимагає створення додаткових резервів для покриття непередбачуваних витрат.

Одним із специфічних методів проведення моніторингу як складової менеджменту з енергозбереження є цільовий енергетичний моніторинг. Він був розроблений та широко застосовується на великих промислових підприємствах США та країн-членів ЄС.

Метод вимагає чіткої організаційної структури підприємства та виділення окремого спеціалізованого підрозділу для його ефективного функціонування. Основою такої структури виступає відділ енергетичного менеджменту, а допоміжними елементами – центри енергетичного обліку. Створення таких центрів відбувається у результаті умовного поділу підприємства на групи однотипних споживачів енергетичних ресурсів. Їх кількість визначає загальну ефективність роботи методу. Слід зазначити, що створення занадто великої кількості центрів енергетичного обліку робить систему громіздкою та малокерованою, а їх необґрунтоване укрупнення приводить до значної похибки при оцінці стану енергозбереження [183].

У центрах енергетичного обліку проводиться збір інформації про зміни у структурі споживання енергетичних ресурсів, що передається у відділ енергетичного менеджменту. Для проведення аналізу стану енергозбереження на підприємстві додатково збираються дані про обсяг виробленої продукції та послуг за звітний період, вихід вторинних енергоресурсів, зміну погодних умов і таке інше. Далі проводиться оцінка ефективності системи управління та стану енергозбереження на основі розроблених спеціалізованих бенчмарк-тестів.

Цільовий енергетичний моніторинг застосовується як первинний захід при реалізації комплексної програми з енергозбереження. Вона представляє собою сукупність мотиваційних, економічних, організаційних та науково-технічних

заходів, що спрямовані на вирішення проблеми підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів. Основою комплексної програми як головного інструменту менеджменту з енергозбереження є ціль чи група цілей, навколо яких групуються різні заходи, що складають головний зміст програми. Досягнення поставлених у програмі цілей значною мірою залежить від узгодженості дій окремих підрозділів підприємства, а отже заходи повинні носити комплексний міжвідомчий характер.

Розробка комплексної програми є одним з найбільш складних процесів для менеджера з енергозбереження на етапі планування та вимагає передбачення можливості внесення оперативних змін у разі зміни цілей у майбутньому. Основними етапами формування програми з енергозбереження є:

- 1) аналіз інформації про стан енергозбереження та формулювання його основних проблем;
- 2) створення та структурування дерева цілей по проблемі ефективного використання енергетичних ресурсів;
- 3) вибір найбільш ефективної стратегії розвитку енергозбереження на основі даних прогнозування та моделювання;
- 4) створення схеми міжвідомчих взаємовідношень задля забезпечення виконання проектів з енергозбереження;
- 5) оформлення комплексної програми у вигляді планового проектного документу.

Оформлений проект комплексної програми з енергозбереження повинен містити перелік зрозумілих для безпосередніх виконавців способів досягнення поставлених перед конкретним підрозділом цілей. Крім того, документ повинен закріплювати можливість надання матеріальних, фінансових та трудових ресурсів необхідної кількості для успішної реалізації запланованих проектів.

Застосування програмно-цільового методу як елементу системного підходу до управління енергозбереженням промислового підприємства вимагає чіткої формалізації задач, механізмів їх виконання, моніторингу та контролю, що набуває вигляду програм з енергозбереження та підвищення енергоефективності. Програми

такого роду дають змогу забезпечити узгоджену, комплексну реалізацію організаційних, технічних, технологічних, економіко-правових заходів для зниження обсягів споживання енергетичних ресурсів [29]. Крім того, комплексна реалізація проектів з енергозбереження досить часто дає змогу отримати крім основного ще й додатковий, синергетичний ефект. Зважаючи на це, доцільною є формалізація процесу створення та реалізації програм з енергозбереження на основі алгоритму, що обумовлений узагальненою схемою планування та реалізації ефективної діяльності з енергозбереження. Запропонована на рис. 3.11 блок-схема алгоритму на основі циклу Шухарта-Демінга дає змогу спланувати та реалізувати узгоджений за цілями, часом і ресурсами комплекс проектів з енергозбереження.

Підґрунтям для планування та впровадження програми з енергозбереження є інформація у вигляді аналітичного зведення, де відображаються кількісні та якісні показники стану об'єктів енергетичного господарства підприємства, визначаються ділянки нераціонального використання енергоресурсів та потенціал енергозбереження. Джерелом отримання такої інформації можуть виступати результати енергетичного аудиту на кінець попереднього періоду. Для подальшого аналізу та вибору напряму дій у сфері енергозбереження необхідним є представлення отриманих даних в уніфікованій формі, придатній для обробки.

На етапі планування та розробки проектів з енергозбереження доцільним є групування їх за раніше обраною ознакою, що забезпечує рішення локальних цілей у межах загальних цілей програми. При формуванні комплексу проектів з енергозбереження проводиться не лише відбір, а й визначається черговість їх реалізації, що узгоджується з поточним чи прогнозованим фінансово-господарським станом підприємства.

Здійснення оперативного управління під час планування та реалізації програми з енергозбереження забезпечується введенням у алгоритм логічних блоків з одним альтернативним виходом, що дає змогу здійснювати повторення циклу до виконання поставлених умов. Інформація для прийняття рішень у межах логічного блоку забезпечується проведенням моніторингу енергозбереження, що може бути

реалізований за допомогою автоматизованої системи збору, обробки та аналізу даних [67].

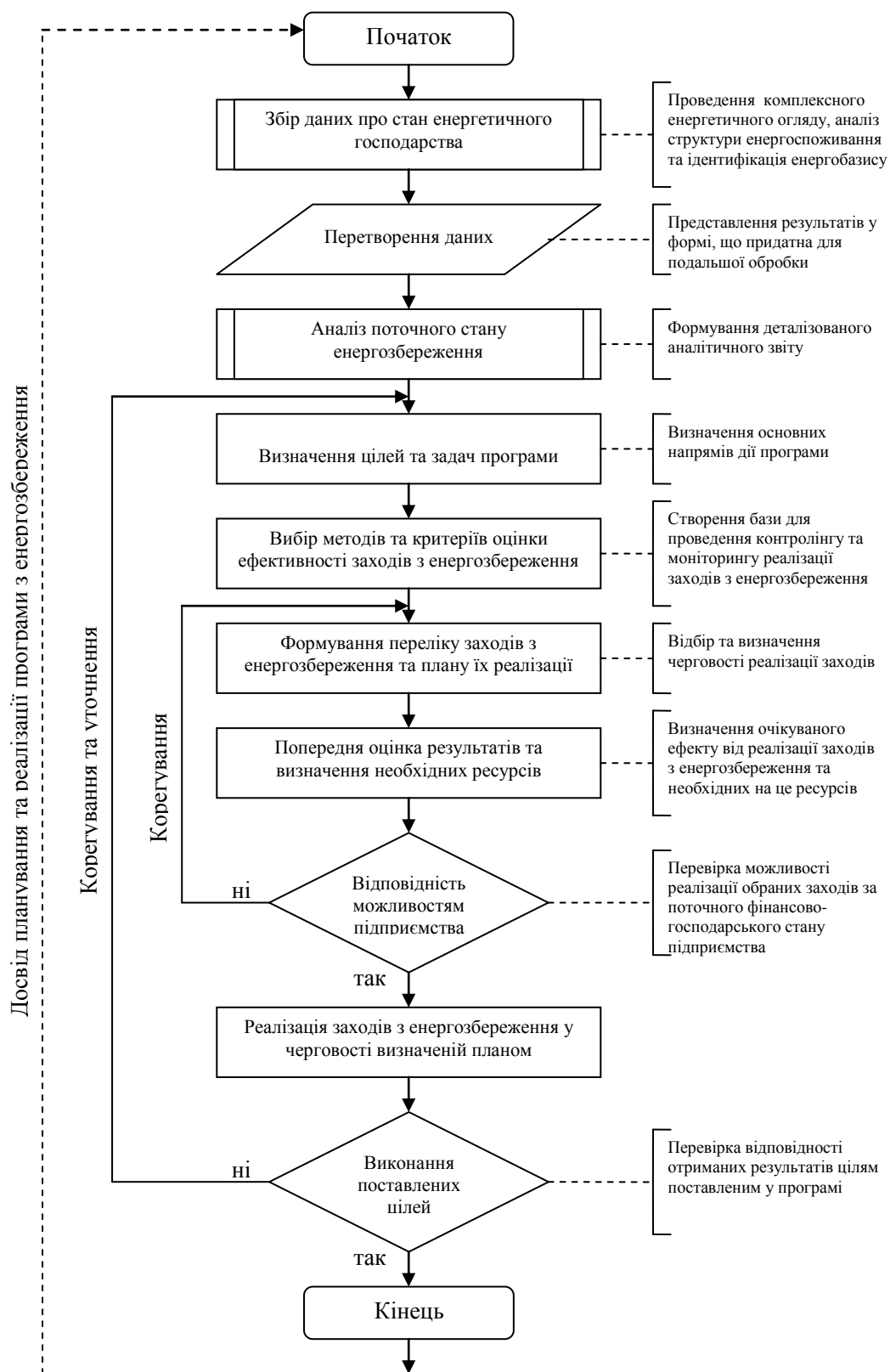


Рис. 3.11. Блок-схема алгоритму планування та реалізації програми з енергозбереження за циклом Шухарта-Демінга (розроблено автором)

Процедури та методи системного аналізу, що забезпечує ефективний менеджмент з енергозбереження, направлені на визначення альтернатив і співставлення варіантів реалізації проекту за критеріями енергоефективності. Оскільки вибір одного з варіантів реалізації проекту з енергозбереження виключає реалізацію інших, то доцільним є прийняття рішення щодо вибору однієї із альтернатив на основі визначення комплексних економічних ефектів та їх порівняння. Комплексний економічний ефект від впровадження проекту з енергозбереження промислового підприємства пропонується визначати за формулою:

$$E_{en} = \sum_{t=0}^T \left(\sum_{n=1}^N (W_{b,n} - W_{m,n,t}) \cdot c_{n,t0} + \Delta P_{rep,t} + \Delta P_{ec,t} + E_{ac,t} + D_{gr,t} - R_{k,t} - (I_{c,t} + I_{id,t} - V_{liq,t}) \right), \quad (3.18)$$

де $W_{b,n}$, $W_{m,n,t}$ – обсяг річного споживання n -го енергоресурсу до та у t -му році після реалізації проекту з енергозбереження, кВт·год/Гкал/м³/т.у.п;

$c_{n,t0}$ – вартість одиниці n -го енергоресурсу у момент $t=0$, грн;

$\Delta P_{rep,t}$ – зміна вартості планових поточних ремонтів, профілактичних оглядів та обслуговування у t -му році, розрахована на момент $t=0$, грн;

$\Delta P_{ec,t}$ – зменшення суми екологічних платежів у t -му році внаслідок впровадження проекту з енергозбереження, розраховане на момент $t=0$, грн;

$E_{ac,t}$ – економія коштів пов'язана зі збільшенням ресурсу роботи нового енергетичного обладнання та зниженням вірогідності виникнення аварій у t -му році, розрахована на момент $t=0$, грн;

$D_{gr,t}$ – величина дотацій та пільг наданих державою чи іншою організацією для підтримки впровадження проекту з енергозбереження у t -му році, грн;

$R_{k,t}$ – виплата відсотків за позикою у t -му році, грн;

$I_{c,t}$ – капітальні витрати на реалізацію проекту з енергозбереження у t -му році, розраховані на момент $t=0$, грн;

$I_{id,t}$ – витрати пов'язані з простоєм виробничих потужностей підприємства обумовленим реалізацією проекту з енергозбереження у t -му році, розраховані на момент $t=0$, грн;

$V_{liq,t}$ – ліквідаційна вартість енергетичного обладнання, що замінюється під час реалізації проекту з енергозбереження, розрахована на момент $t=0$, грн.

Розглянемо три можливих альтернативних варіанти впровадження проекту з енергозбереження для АТ «Сумський завод «Насосенергомаш». Пропонується провести модернізацію частини розподільної електричної мережі підприємства від комірки №23 Сумської ТЕЦ до випробувальних стендів та трансформаторних підстанцій, що живляться від другої секції шин ЦРП із застосуванням технології глибокого вводу. Вона передбачає побудову системи енергопостачання за принципом максимального наближення мережі високої напруги до споживачів та мінімізації числа ступенів трансформації. Це дозволяє зменшити втрати електричної енергії у мережах під час її передачі за рахунок зменшення втрат в ізоляції кабельної лінії та активної потужності на її ділянках. Можливими альтернативними варіантами реалізації такого проекту з енергозбереження є (Додаток Б):

1. Переведення споживачів електричної енергії приєднаних до комірки №23 Сумської ТЕЦ з класу напруги 6 кВ на 10 кВ без заміни основного енергетичного обладнання. Здійснення цього проекту є можливим завдяки уніфікованому випуску енергообладнання 6-10 кВ. Перевагою проекту є зменшення капітальних витрат необхідних для реалізації заходу.

2. Другим альтернативним проектом заходу з енергозбереження є переведення ділянки мережі ТЕЦ – ЦРП на напругу 35 кВ із встановленням додаткового енергетичного обладнання та заміною кабельної лінії на нову. Перевагою цього проекту є зниження втрат електричної енергії у елементах мережі та підвищення надійності енергопостачання. Недоліком цієї альтернативи є необхідність значних капітальних витрат для її реалізації.

3. Ще однією альтернативою реалізації цього заходу з енергозбереження є переведення споживачів електричної енергії на клас напруги 35 кВ. Такий проект передбачає встановлення енергетичного обладнання більшої вартості ніж у попередньому варіанті, а значить – більших капітальних витрат.

Розрахунок річних втрат електроенергії, кВт·год, проводиться по формулам:

– у двохобмоточному трансформаторі:

$$\Delta W_{\text{тр}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot 8760 + \Delta P_{\text{к}} \cdot \left(\frac{S_{\text{наб}}}{S_{\text{Т}}} \right)^2 \cdot \tau, \quad (3.17)$$

де $\Delta P_{\text{хх}}$ – втрати холостого ходу, кВт;

$\Delta P_{\text{к}}$ – втрати короткого замикання, кВт;

$S_{\text{наб}}$, $S_{\text{Т}}$ – розрахункова та встановлена потужність трансформатора, кВА;

τ – річний час максимальних втрат, год.

– у кабельній лінії:

$$\Delta W_{\text{кл}} = \Delta P_{\text{із}} \cdot 8760 + \Delta P_{\text{м}} \cdot \tau, \quad (3.18)$$

де $\Delta P_{\text{із}}$ – втрати ізоляції кабельної лінії, кВт;

$\Delta P_{\text{м}}$ – втрати активної потужності на ділянці кабельної лінії, кВт.

Результати розрахунку сумарних річних втрат електричної енергії для різних проектів побудови розподільчої мережі наведені у табл. 3.13.

Таблиця 3.13

Сумарні річні втрати електроенергії у розподільчих мережах альтернативних проектів (розраховано автором)

Ділянка мережі	Річні втрати електроенергії на ділянці, кВт			
	Існуюча мережа	Проект №1	Проект №2	Проект №3
1	2	3	4	5
ТЕЦ – ЦРП	73683	26500	3346	3386
ТЕЦ – ТП-1	596	596	596	34
ЦРП – ТП-9	1447	522	1447	25
ЦРП – ТП-3	1357	491	1357	23
ЦРП – ТП-12	1487	536	1487	25
ЦРП – ТП-15	823	335	823	22
ЦРП	—	—	34595	—
ТП-1	—	—	—	11249
ТП-9	26888	26888	26888	21333
ТП-3	23335	23335	23335	19230
ТП-12	16873	16873	16873	15267
ТП-15	27039	27039	27039	20939
Разом	173528	123115	137786	91533

На основі даних про сумарні втрати електроенергії можна визначити комплексні економічні ефекти енергозбереження від впровадження альтернативних проектів, що розглядаються, та періоди їх окупності. Дані розрахунків приведені у табл. 3.14.

Таблиця 3.14

Характеристика альтернативних проектів заходу з енергозбереження
(розраховано автором)

Проект	Капітальні вкладення, тис. грн	Рік	Економія коштів по рокам, тис. грн	Період окупності проекту, років
№1	686,7	1	100,9 (64,1)	5,7
		2	124,7 (64,1)	
		3	100,9 (64,1)	
		4	124,7 (64,1)	
		5	167,4 (64,1)	
№2	535,5	1	73,2 (45,4)	6,3
		2	85,3 (45,4)	
		3	73,2 (45,4)	
		4	85,3 (45,4)	
		5	117,6 (45,4)	
№3	1237,2	1	147,8 (104,1)	7,2
		2	182,3 (104,1)	
		3	147,8 (104,1)	
		4	182,3 (104,1)	
		5	218,4 (104,1)	

Примітка: дані у дужках відповідають значенням економії електричної енергії.

Виходячи з результатів розрахунків доцільною є реалізація альтернативного варіанту №1 проекту з енергозбереження, оскільки він має найменший термін окупності, що складає 5,7 років.

Таким чином, систему управління енергозбереженням промислового підприємства доцільно будувати на основі системного підходу, методологічні засоби якого забезпечують прийняття обґрунтованих управлінських рішень та реалізацію комплексу ефективних проектів для зменшення витрат і втрат енергетичних ресурсів. Застосування програмно-цільового методу, у межах системного підходу, дозволяє сформулювати можливий перелік проектів з енергозбереження, що задовольняють поставлені генеральну та локальні цілі, провести їх відбір та визначити черговість реалізації. Здійснення оперативного моніторингу, як необхідного елементу менеджменту з енергозбереження, дає змогу своєчасно виявити проблемні аспекти діяльності з енергозбереження підприємства, можливі відхилення показників ефективності відповідних проектів від запланованих значень та розробити міри по забезпеченню їх максимальної результативності.

Організація системи управління енергозбереженням промислового підприємства за циклом PDCA надає можливість додатково визначити її недоліки за результатами аналізу роботи у поточному періоді та внести корективи на наступний.

Висновки до третього розділу

1. Обґрунтовано науково-методичний підхід до оцінки інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження промислового підприємства та визначення черговості їх реалізації із розділенням процесу на окремі етапи на основі теорії нечітких множин, що дає змогу відійти від евристичних методів та застосувати адаптивну експертну систему.

2. Проаналізовано функції належності підмножин, котрі характеризують критерії оцінки інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження, що дозволило визначити відповідність лінгвістичних змінних інтервалам числових значень визначеної функції належності. За результатами експертної оцінки критеріїв нижчих рівнів було сформовано нечітку базу знань для відбору до реалізації проектів з енергозбереження АТ «Сумський завод «Насосенергомаш» та ТОВ «Укрнафтозапчастина». Проведено розрахунок функції належності узагальнюючої нечіткої множини за критеріями вищих рівнів для визначення черговості реалізації обраних проектів.

3. Запропоновано удосконалити методичний підхід до формування сценаріїв енергозбереження промислового підприємства та вибору одного з них у якості оптимального на основі моделювання конфліктних ситуацій у вигляді позиційної гри декількох гравців. За допомогою запропонованої математичної моделі сформовано три можливих сценарії енергозбереження підприємства. Використання економіко-математичного моделювання на основі теорії ігор дає змогу представити можливий вплив інших економічних суб'єктів на ефективність діяльності з енергозбереження підприємства у вигляді конфліктів. Моделювання ситуацій у межах двох безкоаліційних та однієї позиційної гри дозволило визначити сценарії енергозбереження АТ «Сумський завод «Насосенергомаш» та

ТОВ «Укрнафтозапчастина», що мінімізують ризики підприємств та відповідають поведінці «розумного» гравця.

4. Удосконалено механізм планування та реалізації ефективної діяльності з енергозбереження на промисловому підприємстві шляхом застосування елементів системного підходу та аналізу, а також програмно-цільового методу. Запропоновано алгоритм реалізації програми з енергозбереження за циклом Шухарта-Демінга, що забезпечує оперативне управління процесами енергозбереження, а також передбачає внесення змін до неї у разі необхідності.

5. Запропоновано удосконалити методичний підхід до розрахунку комплексного економічного ефекту від впровадження заходу з енергозбереження для прийняття обґрунтованого рішення щодо реалізації одного з альтернативних проектів, що є взаємовиключними. Проведення розрахунків за трьома проектами впровадження глибокого вводу у електричних мережах промислового підприємства показало доцільність впровадження альтернативного проекту з енергозбереження № 1, що дозволяє економити 29 % електричної енергії та має термін окупності 5,7 років.

Основні результати дисертаційного дослідження, наведені у даному розділі, були опубліковані у наукових статтях [74, 90, 91].

ВИСНОВКИ

У дисертаційному дослідженні запропоновано вирішення важливого науково-практичного завдання розроблення і обґрунтування методичних підходів до вдосконалення системи управління енергозбереженням промислових підприємств з метою підвищення ефективності їх господарської діяльності.

Інтегральні результати роботи покладено в основу таких висновків науково-методичного та прикладного характеру:

1. Досліджено підходи до формування ефективної системи енергозбереження промислових підприємств, що дозволило зробити висновок про поступовий перехід від реалізації окремих поодиноких проектів з енергозбереження до їх інтегрування та узгодження у межах єдиного комплексу, який дозволяє більш результативно вирішувати проблему забезпечення енергоефективності в умовах обмеженості фінансових ресурсів.

2. Проаналізовано організаційні структури управління підприємством, орієнтовані на енергозбереження та його результативні фактори, що дозволило удосконалити механізм здійснення контролінгу та підвищення якості енергоресурсів промислових підприємств, який передбачає реалізацію покрокової програми з розподілом повноважень та обов'язків для кожного кроку між структурними підрозділами підприємства.

3. Удосконалено організаційно-економічний механізм мотивації персоналу промислових підприємств до енергозбереження на основі формування системи факторів мотивації та прогнозування їх можливого впливу, що дає змогу полегшити роботу уповноважених осіб в частині обрання оптимальної структури мотиваційного комплексу та сукупності методів мотивації, які будуть застосовуватись.

4. Сформовано та обґрунтовано науково-методичний підхід до оцінки інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження за допомогою групових критеріїв вищих рівнів, які визначаються відповідними критеріями нижчих рівнів та приймають значення однієї із підмножин терм-множини, що дозволяє провести

відбір проектів для реалізації в умовах невизначеності на основі сформованої нечіткої матриці знань. Розрахунки ступенів належності групових критеріїв вищих рівнів одному з нечітких термів додатково дають змогу визначити черговість реалізації проектів з енергозбереження. На основі запропонованого науково-методичного підходу проведена оцінка інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження АТ «Сумський завод «Насосенергомаш» та ТОВ «Укрнафтозапчастина».

5. Удосконалено науково-методичний підхід до формування сценаріїв енергозбереження на основі застосування математичної моделі вибору проектів з енергозбереження, інтегрованої у модель формального нейрона, та вибору найоптимальнішого з них за допомогою позиційної гри, що дозволяє передбачити можливий зовнішній вплив різнорідних стейкхолдерів шляхом моделювання можливих конфліктних ситуацій. На основі запропонованого науково-методичного підходу проведено формування сценаріїв енергозбереження промислових підприємств. За результатами моделювання вірогідних конфліктних ситуацій визначено, що найоптимальнішим сценарієм енергозбереження, за умови мінімізації ризиків промислового підприємства, для АТ «Сумський завод «Насосенергомаш» є A_{1N} , для ТОВ «Укрнафтозапчастина» – A_{1U} .

6. Розвинуто науково-методичний підхід до оцінки комплексного економічного ефекту від впровадження альтернативних проектів заходу з енергозбереження, що дозволяє прийняти обґрунтоване управлінське рішення щодо вибору одного з них для реалізації. На основі запропонованого підходу проведено оцінку комплексних економічних ефектів від впровадження трьох альтернативних проектів з енергозбереження АТ «Сумський завод «Насосенергомаш». За результатами розрахунків визначено, що найбільш доцільною є реалізація альтернативного проекту з енергозбереження № 1, що має найменший період окупності (5,7 років) та дозволяє зменшити втрати електроенергії у електричних мережах підприємства на 29 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Асланян Г. С. Организационные структуры энергосбережения зарубежных стран / Г. С. Асланян, С. Д. Молодцов // Теплоэнергетика. – 1999. – № 4. – С. 70–74.
2. Афанасьев Н. В. Управление развитием предприятия / Н. В. Афанасьев, В. Д. Рогожин, В. И. Рудыка. – Харьков : Изд-во «Инжек», 2003. – 312 с.
3. Бархатов О. М. Проблеми енергозбереження в Україні / О. М. Бархатов, І. М. Ковальчук // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – 2013. – № 142. – С. 88-89.
4. Баталов А. Г. Качество электроэнергии в системах электроснабжения / [А. Г. Баталов, Д. В. Бородин, В. И. Васильченко и др.]. – Харьков : ХНАГХ, 2006. – 272 с.
5. Бевз В. В. Розвиток механізму управління процесами енергозбереження на підприємствах харчової промисловості / В. В. Бевз // Економіка та підприємництво : зб. наук. праць молодих учених та аспірантів / М-во освіти і науки України, ДВНЗ "Київ. нац. екон. ун-т ім. Вадима Гетьмана" ; відп. ред. С. І. Дем'яненко. – 2011. – Вип. 26. – С. 135–143.
6. Бегалов В. А. Менеджмент энергосбережения [Электронный ресурс] / В. А. Бегалов // Институт энергосбережения. – Режим доступа: http://ines-ur.ru/ines_76.html.
7. Беллман Р. Принятие решений в расплывчатых условиях / Р. Беллман, Л. Заде // Вопросы анализа и процедуры принятия решений: Сб. статей / Пер. с англ. ; Под ред. И.Ф.Шахнова. – М. : Мир, 1976. – С. 172–215.
8. Бернер М. С. Зарубежный опыт мотивации энергосбережения / М. С. Бернер, А. В. Лоскутов, Д. Б. Понаровкин [и др.] // Энергосбережение. – 2008. – №3. – С. 44–47.
9. Бешелев С. Д. Математико-статистические методы экспертных оценок / С. Д. Бешелев, Ф. Г. Гурвич. – М. : «Статистика», 1980. – 263 с.
10. Богуцький О. А. Фактори розвитку мотивації праці / О. А. Богуцький // Економіка АПК. – 2005. – № 7. – С. 46–47.

11. Бойко І. Б. Поняття та структура механізму енергозбереження підприємств / І. Б. Бойко // Формування ринкових відносин в Україні. – 2008. – № 9(88). – С. 101–105.
12. Вентцель А. Д. Курс теории случайных процессов / А. Д. Вентцель. – [2-е изд.]. – М. : Наука. Физматлит, 1996. – 400 с.
13. Викиди забруднюючих речовин та діоксину вуглецю в атмосферне повітря [Електронний ресурс] / Державна служба статистики України. – Режим доступу : <http://ukrstat.gov.ua>.
14. Вознюк М. А. Проблемні аспекти управління процесами енергозбереження на регіональному рівні / М. А. Вознюк // Фінансово-кредитна діяльність : проблеми теорії та практики. – 2013. – Т. 1, № 14. – С. 175–182.
15. Галузева програма енергоефективності та енергозбереження на період до 2017 року / Міністерство промислової політики України. – К., 2009. – 123 с.
16. Герчикова И. Н. Менеджмент: Учебник-3е изд. перераб. и доп. / Ирина Никоновка Герчикова – М. : Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. – 501 с.
17. Гуменюк Н. О. Передовой международный опыт в области стимулирования внедрения энергосберегающих технологий / Н. О. Гуменюк // Российское предпринимательство. – 2011. – № 11, Вып. 1(195). – С. 27–32.
18. Данилов О. Л. Практическое пособие по выбору и разработке энергосберегающих проектов / О. Л. Данилов, П. А. Костюченко. – М. : «Технопромстрой», 2006. – 668 с.
19. Джеджула В. В. Оцінка ефективності впровадження організаційно-економічного механізму забезпечення енергозбереження машинобудівного підприємства / В. В. Джеджула // Наука й економіка. – 2013. – № 4. – С. 188–195.
20. Джеджула В. В. Напрямки організаційного та маловитратного енергозбереження машинобудівних підприємств / В. В. Джеджула // Проблеми економіки. – 2014. – № 1. – С. 230–235.

21. Дзяна Г. О. Соціально-економічні аспекти реалізації державної політики у сфері енергозбереження України: [монографія] / Г. О. Дзяна, Р. Б. Дзяний. – Львів : ЛРІДУ НАДУ, 2010. – 208 с.
22. Добрусин Л. А. Проблемы качества электроэнергии и электроснабжения в России / Л. А. Добрусин // Энергоэксперт. – 2008. – № 4. – С. 14–19.
23. Додонов Б. Рейтинг енергоефективності областей України / Б. Додонов, Аналітичний центр «БЕСТ» – К., 2013. – 103 с.
24. Докуніна К. І. Теоретичні аспекти формування економічного механізму енергозбереження / К. І. Докуніна // Комунальне господарство міст. – 2012. – №106. – С. 341–350.
25. Долінський А. А. Енергозбереження та екологічні проблеми енергетики / А.А. Долінський // Вісник НАН України. – 2006. – № 2. – С. 24–32.
26. Дрожжин Д. Ю. Державне регулювання енергоефективності в промисловості України / Д. Ю. Дрожжин // Теорія та практика державного управління. – 2012. – № 1(36). – С. 195–200.
27. Економіка зарубіжних країн : підручник / [Вергун В. А., Бураківський І. В., Сікора В. Д., Рогач О. І. та ін.] ; під ред. А. С. Філіпенко. – [2-ге вид]. – К. : Либідь, 1998. – 416 с.
28. Економічна теорія : навч. посіб. / [Комарницький І. Ф., Нікіфоров П. О., Белінський П. І. та ін.] ; від ред. З. І. Галушка. – [3-тє вид., допов.] – Чернівці : ДрукАрт, 2012. – 350 с.
29. Елтышев Д. К. Системный подход к формированию и реализации программ энергосбережения и повышения энергетической эффективности / Д. К. Елтышев, Н. И. Хорошев // Фундаментальные исследования. – 2014. – №5. – С. 697–701.
30. Енергетична стратегія України на період до 2030 року: схвалена розпорядженням КМУ від 24.07.2013 р. №1071 [Електронний ресурс] / Кабінет міністрів України. – 166 с. – Режим доступу : <http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358>.

31. Енергетичне обстеження підприємств. Енергоаудит [Електронний ресурс] // Національний портал з енергозбереження. – 2012. – Режим доступу : http://patriot-nrg.ua/rus/static_pages/index/30.

32. Енергозберігаючий блеф. Офіційні повідомлення [Електронний ресурс] / Рахункова палата України. – Режим доступу: <http://ac-rada.gov.ua/control/main/uk/publish/article/16723646>.

33. Ергин Д. Добыча: Всемирная история борьбы за нефть, деньги и власть / Дэниел Ергин. – М. : «Альпина Паблишер», 2011. – 960 с.

34. Закиров Д. Г. Опыт проведения энергетических обследований и разработка программ энергосбережения, повышения энергетической эффективности / Д. Г. Закиров, Ю. А. Слаутин, И. С. Полевщиков // Science Time. – 2014. – № 9 (9). – С. 89–94.

35. Закиров Д. Г. Энергосбережение и экологическая безопасность объектов малой энергетики / Данир Галимзянович Закиров. – М. : Недра, 2004. – 290 с.

36. Закон Республики Казахстан «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» : по состоянию на 3 июля 2013 года [Электронный ресурс] / Парламент Республики Казахстан. – Режим доступа : <http://shygys.kz/acts/energoberejenie.php>.

37. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» : станом на 26 квітня 2014 року [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/555-15>.

38. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо стимулювання заходів з енергозбереження» : станом на 16 березня 2007 року [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/annot/760-16>.

39. Закон України «Про внесення змін до Кодексу України про адміністративні правопорушення щодо встановлення відповідальності за порушення законодавства про енергозбереження» : станом на 21 червня 2001 року [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2550-14>.

40. Закон України «Про електроенергетику» : за станом на 27 квітня 2014 року [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/575/97-ВР>.

41. Закон України «Про енергозбереження» : за станом на 16 жовтня 2012 року [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/74/94-ВР>.

42. Закон України «Про інноваційну діяльність» : станом на 5 грудня 2012 року [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/40-15>.

43. Закон України «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерації) та використання скидного потенціалу» : станом на 2 березня 2014 року [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2509-15>.

44. Закон України «Про нафту і газ» : за станом на 11 серпня 2013 року [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2665-14>.

45. Закон України «Про ратифікацію Договору до Енергетичної Хартії та Протоколу до Енергетичної Хартії з питань енергетичної ефективності і суміжних екологічних аспектів» : станом на 6 лютого 1998 року [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/89/98-ВР>.

46. Зеркалов Д. В. Енергозбереження в Україні. Монографія / Дмитро Володимирович Зеркалов. – К. : Основа, 2012. – 584 с.

47. Зеркалов Д. В. Правова основа енергозбереження. Довідник / Дмитро Володимирович Зеркалов. – К. : КНТ, 2007. – 400 с. – (Серія «Енергозбереження в Україні»).

48. Ильинский Н. Ф. Общий курс электропривода / Н. Ф. Ильинский, В. Ф. Козаченко. – М. : Энергоатомиздат, 1992. – 544 с.

49. Ипполитова И. Я. Оценка влияния ресурсосбережения на эффективность деятельности предприятия / И. Я. Ипполитова // Экономические проблемы и

перспективы стабилизации экономики Украины. – Сб. науч. тр. / НАН Украины. Ин-т экономики пром-сти. – Донецк : ИЭП НАН Украины, 2002. – Т. 2 – С. 217–227.

50. Исмагилов Ф. Р. Экология и новые технологии очистки сероводородсодержащих газов / Ф. Р. Исмагилов. – Уфа : Изд-во «Экология», 2000. – 216 с.

51. Івченко Є. А. Використання інструментарію теорії ігор при формуванні маркетингових стратегій промислового підприємства / Є. А. Івченко // Логістика : [збіник наукових праць] / відповідальний редактор Є. В. Крикавський. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2010. – С. 285–289. – (Вісник / Національний університет «Львівська політехніка» ; № 690).

52. Івченко І. Ю. Моделювання економічних ризиків і ризикових ситуацій. Навчальний посібник / І. Ю. Івченко. – К. : Центр учбової літератури, 2007. – 344 с.

53. Караєва Н. В. Аналіз методів та класифікація заходів управління енергозбереженням в системі забезпечення сталого розвитку України / Н. В. Караєва // Механізм регулювання економіки. – 2010. – Т. 2, № 3. – С. 117–126.

54. Ковалко М. П. Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України / М. П. Ковалко, С. П. Денисюк; Відпов. ред. А. К. Шидловський. – К. : УЕЗ, 1998. – 506 с.

55. Колот А. М. Мотивація персоналу: підручник / Анатолій Михайлович Колот. – К. : КНЕУ, 2009. – 337 с.

56. Комплексна державна програма енергозбереження України [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/148-97-п>.

57. Конышева Л. К. Основы теории нечётких множеств. Учебное пособие / Л. К. Конышева, Д. М. Назаров. – Санкт-Петербург : Питер, 2011. – 192 с.

58. Корінько М. Д. Інновації у діяльності суб'єктів господарювання : [для економії природних ресурсів і енергозбереження] / М. Д. Корінько // Актуальні проблеми економіки. – 2009. – № 5. – С. 149–154.

59. Кошева Г. О. Державні механізми управління енергозбереженням: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня. канд. наук з держ. управ. : спец. 25.00.02

«Механізми державного управління» / Г. О. Кошева; Донец. держ. ун-т. упр. – Донецьк, 2011. – 20 с.

60. Кошкин Л. И. Народохозяйственная эффективность химизации производства / Л. И. Кошкин. – М. : Химия, 1990. – 320 с.

61. Круть О. А. Державний контроль у сфері енергозбереження. Шляхи вдосконалення контрольно-наглядової роботи на сучасному етапі / О. А. Круть // Енергетика та електрифікація. – 2007. – № 12. – С. 52–54.

62. Крушевский А. В. Теория игр / А. В. Крушевский. – К. : Вища школа, 1977. – 216 с.

63. Кудлай В. С. Аналіз ефективності використання енергоресурсів / В. С. Кудлай, Л. С. Селіверстова // Вісник КНУДТ. – 2013. – № 6. – С. 49–64.

64. Кузяків О. Енергоменеджмент на промислових підприємства [Електронний ресурс] / О. Кузяків // Інститут економічних досліджень та політичних консультацій. – Режим доступу : <http://ier.com.ua/files/publications/News/2012>.

65. Кузьмина Е. Е. Методические рекомендации по пропаганде и популяризации энергосбережения в регионах / Е. Е. Кузьмина. – М. : НИТУ «МИСиС», 2014. – 48 с.

66. Куличенков В. Пути снижения потерь тепловой энергии и сокращение потребления топлива [Электронный ресурс] / В. Куличенков // Энергетика и ТЭК. – 2010. – №4(85). – Режим доступа : http://energetika.by/arch/~year__n21=2010~month__n21=4.

67. Кычкин А. В. Концепция автоматизированной информационной системы поддержки энергетического менеджмента / А. В. Кычкин, Н. И. Хорошев, Д. К. Елтышев // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2013. – № 5. – С. 12–17.

68. Лисецкий Ю. М. Об автоматизации экспертных оценок / Ю. М. Лисецкий, Н. П. Каревина // Математические машины и системы. – 2008. – № 1. – С. 151–162.

69. Літвінов О. С. Теоретичні засади ефективності використання енергії використання на підприємстві / О. С. Літвінов, В. О. Літвінова // Вісник соціально-економічних досліджень. – 2010. – № 40. – С. 86–91.

70. Ляхомский А. В. Управление энергетическими ресурсами горных предприятий / А. В. Ляхомский, Г. И. Бабокин. – М. : Горная книга, 2011. – 232 с.

71. Маляренко В. А. Энергозбереження та енергетичний аудит: навч. посібник / В. А. Маляренко, І. А. Немировський. – Харків : НТУ «ХП», 2010. – 341 с.

72. Маценко О. М. Економічні засади підвищення контролю якості енергоресурсів промислових підприємств / О. М. Маценко, Д. М. Овчаренко // Механізм регулювання економіки. – 2013. – № 3. – С. 71–79.

73. Маценко О. М. Контролінг якості енергоресурсів як елемент ефективного управління підприємством / О. М. Маценко, Д. М. Овчаренко // Економічний часопис – XXI. – 2013. – № 9–10(1). – С. 75–78.

74. Маценко О. М. Економічні засади організації менеджменту з енергозбереження підприємств машинобудування / О. М. Маценко, Д. М. Овчаренко // Економічний простір: збірник наукових праць. – 2014. – № 85. – С. 246–255.

75. Маценко О. М. Методичні засади оцінки еколого-економічної ефективності функціонування малих гідроелектростанцій / О. М. Маценко, С. І. Німко, Д. М. Овчаренко // Вісник СумДУ. Серія Економіка. – 2013. – № 4. – С. 26–34.

76. Маценко О. М. Оцінка та шляхи покращення інвестиційної привабливості Сумської області / О. М. Маценко, Д. М. Овчаренко // Проблеми і перспективи розвитку банківської системи України: збірник наукових праць. – 2012. – № 35. – С. 126–133.

77. Микитенко В. В. Інноваційні підходи до оптимізації виробничо-економічних систем у паливно-енергетичному комплексі України / В. В. Микитенко, Г. Г. Кузьменко // Проблеми науки. – 2008. – № 1. – С. 39–44.

78. Минин С. В. Использование теории расплывчатых множеств для оценки крупномасштабных инвестиционных регионально-транспортных проектов / С. В. Минин // Регион: экономика и социология. – 2004. – № 4. – С. 144–156.

79. Мишин В. М. Исследование систем управление : Учебник для вузов / В. М. Мишин. – М. : Юнити-Дана, 2003. – 527 с. – (Серия «Профессиональный учебник: Менеджмент»).

80. Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение / О. Моргенштерн, Дж. фон Нейман. – М. : Книга по требованию, 2012. – 708 с.
81. Моргулець О. Б. Менеджмент у сфері послуг. Навч. посібник / Оксана Борисівна Моргулець. – К. : Центр учбової літератури, 2012. – 384 с.
82. Москаленко А. В. Кто теряет энергоресурсы? [Электронный ресурс] / А. В. Москаленко // EnergyLand. – 2011. – Режим доступа : <http://energyland.info/analitic-show-76054>.
83. Мулен Э. Теория игр с примерами из математической экономики / Э. Мулен ; пер. с франц. – М. : Мир, 1985. – 200 с.
84. Наказ Державного комітету України з енергозбереження «Щодо Тимчасового положення про порядок проведення енергетичного обстеження та атестації спеціалізованих організацій на право його проведення» від 2 вересня 1997 року №375 [Електронний ресурс] /Державний комітет з енергозбереження України. – Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/z0375-97>.
85. Наконечна Д. Ю. Організація системи управління енергозбереженням на підприємстві / Д. Ю. Наконечна // Формування ринкової економіки: зб. наук. праць. – Спец. вип.: у 2-х ч. Економіка підприємства: теорія і практика / М-во освіти і науки України, ДВНЗ "Київський нац. екон. ун-т ім. В. Гетьмана" ; відп. ред. А. Ф. Павленко. – К. : КНЕУ, 2010. – Ч. 1. – С. 353–361.
86. Наумов А. Л. Маркировка энергоэффективности инженерного оборудования как основной инструмент энергосбережения / А. Л. Наумов // Энергосбережение. – 2008. – № 3. – С. 4–8.
87. Нечаюк Л. І. Готельно-ресторанний бізнес: менеджмент : Навч. посібник / Л. І. Нечаюк, Н. О. Телеш. – К. : Центр навчальної літератури, 2003. – 346 с.
88. Овсієнко О. В. Державне регулювання енергозбереження як складова енергетичної безпеки [Електронний ресурс] / О. В. Овсієнко // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Інвестиційні пріоритети епохи глобалізації: вплив на національну економіку та окремий бізнес» (14–16 лютого 2008 р.). – Режим доступу: [http:// confcontact.com/2008febr.php](http://confcontact.com/2008febr.php).

89. Овсієнко О. В. Державне регулювання енергозбереження як засіб оптимізації параметрів енергетичної безпеки / О. В. Овсієнко // Економічний простір. – 2008. – № 12/2. – С. 156-163.

90. Овчаренко Д. М. Економіко-математичне моделювання вибору оптимального сценарію енергозбереження підприємства / Д. М. Овчаренко // Економіка підприємства: сучасні проблеми теорії та практики: матеріали четвертої міжнародної науково-практичної конференції, 18 вересня 2015 року. – Одеса: Атлант, 2015. – С. 292-294.

91. Овчаренко Д. М. Методичні підходи до оцінки доцільності інвестування у заходи з енергозбереження / Д. М. Овчаренко // Інвестиції : практика та досвід. – 2015. – № 19. – С. 53–57.

92. Овчаренко Д. М. Мотиваційна підсистема у механізмі менеджменту з енергозбереження промислових підприємств / Д. М. Овчаренко / Інтеграція економічних та технічних процесів: сучасний стан і перспективи розвитку : колективна монографія / за заг. ред. Савчук Л. М. – Х. : Вид-во «Діса плюс», 2015. – С. 374–387.

93. Овчаренко Д. М. Організаційно-економічний механізм державного регулювання енергозбереження / Д. М. Овчаренко // Економіка та держава. – 2014. – № 9. – С. 124–127.

94. Овчаренко Д. М. Еколого-економічні проблеми функціонування енергогенеруючих підприємств ОЕС України / Д. М. Овчаренко // Науковий вісник [Одеський національний економічний університет]. – 2013. – № 20 (199). – С. 110–119.

95. Овчаренко Д. М. Закордонний досвід організації ефективного менеджменту з енергозбереження промислових підприємств / Д. М. Овчаренко // Інвестиції : практика та досвід. – 2014. – № 23. – С. 69–74.

96. Основы менеджмента / [Королева Е. В., Замула Л. Н., Распопов В. М. и др.] ; под ред. В. И. Королева. – М. : Магистр, 2007. – 624 с.

97. Павловська Н. Щодо посилення мотивації до праці / Н. Павловська // Україна : аспекти праці. – 2010. – № 3. – С. 16–20.

98. Петрушенко М. М. Необхідність і особливості застосування теорії ігор при моделюванні природно-ресурсних конфліктів / М. М. Петрушенко // Вісник СумДУ. Серія Економіка. – 2011. – № 3. – С. 42–48.

99. Петрушка Т. О. Аналізування впливу чинників на ефективність впровадження ресурсощадних технологій / Т. О. Петрушка // Науковий вісник НЛТУ України. – 2011. – № 21.1 – С. 248–255.

100. Писарук Н. Н. Введение в теорию игр / Н. Н. Писарук. – Минск : БГУ, 2015. – 256 с.

101. Пискулова Н. А. Экология и глобализация : монография / Н. А. Пискулова ; МГИМО (У) МИД России, каф. междунар. экон. отношений и внешних экон. связей. – М. : МГИМО–Университет, 2010. – 209 с.

102. Постанова Кабінету Міністрів України «Питання Державної інспекції з енергозбереження» від 29 травня 1996 року №575 [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/575-96-п>.

103. Постанова Кабінету Міністрів України «Про державну експертизу з енергозбереження» від 15 липня 1998 року №1094 [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1094-98-п>.

104. Постанова Кабінету Міністрів України «Про Державну програму “Екологічно чиста геотермальна енергетика України”» від 17 січня 1996 року №100 [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/100-96-п>.

105. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державної цільової економічної програми енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010-2015 роки» від 1 березня 2010 року №243 [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/243-2010-п>.

106. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку використання коштів, передбачених у державному бюджеті для державної підтримки заходів з енергозбереження через механізм здешевлення кредитів» від 13

квітня 2011 року №439 [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/439-2011-п>.

107. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку затвердження проектів будівництва і проведення їх експертизи та визнання такими, що втратили чинність, деяких постанов Кабінету Міністрів України» від 11 травня 2011 року №560 [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/560-2011-п#n11>.

108. Постанова Кабінету Міністрів України «Про заходи щодо поетапного впровадження в Україні вимог директив Європейського Союзу, санітарних, екологічних, ветеринарних, фіто санітарних норм та міжнародних та європейських стандартів» від 19 березня 1997 року №244 [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/244-97-п>.

109. Постанова Кабінету Міністрів України «Про Комплексну програму будівництва вітрових електростанцій» від 3 лютого 1997 року №137 [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/137-97-п>.

110. Постанова Кабінету Міністрів України «Про ліквідацію урядових органів» від 29 березня 2011 року №346 [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/346-2011-п>.

111. Постанова Кабінету Міністрів України «Про невідкладні заходи щодо виконання Комплексної державної програми енергозбереження України» від 27 червня 2000 року [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1040-2000-п>.

112. Постанова Кабінету Міністрів України «Про порядок нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів у суспільному виробництві» від 15 липня 1997 року №786 [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/786-97-п>.

113. Постанова Кабінету Міністрів України «Про Програму заходів щодо скорочення споживання природного газу» від 15 липня 1997 року №751

[Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/751-97-п>.

114. Постанова Кабінету Міністрів України «Про створення Української енергозберігаючої сервісної компанії» від 20 грудня 1997 року №1422 [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1422-97-п>.

115. Постанова Кабінету Міністрів України «Про управління сферою енергозбереження» від 9 січня 1996 року №20 [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/20-96-п>.

116. Правове регулювання енергозбереження в Європейському Союзі та в Україні / [Барбелюк С. Б., Голікова С. Г., Дідик В. Г. та ін.]; під заг. ред. В. Г. Дідика. – К., 2007. – 165 с.

117. Применение теории нечётких множеств к задаче формирования портфеля проектов / В. М. Аньшин, И. В. Демкин, И. Н. Царьков [и др.] // Проблемы анализа риска. – 2008. – Т. 5, № 3. – С. 8–21.

118. Приступа М. Енергозбереження в Україні: правові аспекти і практична реалізація / М. Приступа, М. Бохонко. – Рівне, 2011. – 50 с.

119. Прогноз 2017-2019 роки (станом на травень 2015 року) / Міністерство економічного розвитку і торгівлі України // Україна: перспективи розвитку (Консенсус-прогноз). – 2015. – № 38. – С. 25–26.

120. Проект Закону України «Про ефективне використання паливно-енергетичних ресурсів» від 12 серпня 2013 року [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу : http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=48018.

121. Ратушняк Г. С. Енергозбереження та експлуатація систем теплопостачання / Г. С. Ратушняк, Г. С. Попова. – Вінниця : ВДТУ, 2002. – 119 с.

122. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про затвердження плану заходів, спрямованих на формування в суспільстві свідомого ставлення до необхідності підвищення енергоефективності, на 2010-2011 роки» від 25 листопада

2009 року №1425-р [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1425-2009-p>.

123. Саати Т. Л. Об измерении неосязаемого. Подход к относительным измерениям на основе главного собственного вектора матрицы парных сравнений / Томас. Л. Саати; Перевод с англ. проф., д.т.н. О. Н. Андрейчиковой // Cloud of Science. – 2015. – Т. 2, № 1. – С. 5–39.

124. Садов С. Л. Долгосрочный прогноз экономических результатов: инструментальный потенциал теории нечётких множеств / С. Л. Садов // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2012. – № 6 (24). – С. 192–196.

125. Самыгин С. И. Менеджмент персонала / С. И. Самыгин, Л. Д. Столяренко. – Ростов-на-Дону : Феникс, 1997. – 480 с.

126. Сапрыка А. В. Экспериментальные исследования качества электрической энергии в осветительных сетях / А. В. Сапрыка // Коммунальное хозяйство городов. – 2006. – № 74. – С. 365–368.

127. Сборник материалов «Обзор передового отечественного и зарубежного опыта в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности» / Е. Е. Кузьмина, В. В. Фролов, Н. Н. Нурахов, П. Г. Косарев. – М. : НИТУ «МИСиС», 2014. – 132 с.

128. Седякова Н. П. Энергосбережение в стратегии промышленных предприятий / Н. П. Седякова, В. В. Черныш // Экономические науки. – 2008. – № 29. – С. 178–182.

129. Семенов А. К. Основы менеджмента: практикум / А. К. Семенов, В. И. Набоков. – СПб. : Спец. Лит., 2007. – 476 с.

130. Сергеев Н. Н. Теоретические аспекты энергосбережения и повышения энергетической эффективности промышленных предприятий / Н. Н. Сергеев // Вестник АГТУ. Серия Экономика. – 2013. – № 1. – С. 29–36.

131. Сердюк Т. В. Організаційно-економічний механізм енергозбереження в промисловості : Монографія / Тетяна Василівна Сердюк. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – 154с.

132. Скібіцька Л. І. Організація праці менеджера. Навч. посібник / Л. І. Скібіцька – К. : Центр учбової літератури, 2010. – 360 с.
133. Сніжко С. В. Менеджмент у паливно-енергетичному комплексі: навч. посібник / С. В. Сніжко, К. О. Великих. – Харків : ХНАМГ, 2009. – 344 с.
134. Сорока М. В. Моделювання інвестиційної стратегії машинобудівного підприємства в умовах ризику / М. В. Сорока // Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку. – Л. : Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2008. – С. 192–203.
135. Сотник И. Н. Экономические инструменты энергосбережения как фактор снижения энергоемкости производства // Механизм регулирования экономики. – 1999. – № 4. – С. 82–87.
136. Справочник по проектированию электроэнергетических систем / [Ершевич В. В., А. Н. Зейлигер, Илларионов Г. А. и др.] ; под ред. С. С. Рокотяна и И. М. Шапиро. – [3-е изд.]. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 352 с.
137. Стратегія енергозбереження в Україні: Аналітично-довідкові матеріали в 2-х т.: Механізм реалізації політики енергозбереження / За ред.. В. А. Жовтнянського, М. М. Кулика, Б. С. Стогнія. – К. : Академперіодика, 2006. – Т. 2. – 600 с.
138. Стратегія розвитку [Електронний ресурс] // НАК «Енергетична компанія України». – 2011. – Режим доступу : http://escu.gov.ua/ua/development/concept_development.html.
139. Сурменелян О. Р. Світовий досвід управління енергозбереженням / О. Р. Сурменелян // Економіка та управління підприємствами машинобудівної галузі : проблеми теорії та практики. – 2013. – № 2 (22). – С. 96–108.
140. Суходоля О. М. Енергоефективність національної економіки: умови та критерії енергетичної безпеки України / О. М. Суходоля // Економіка та держава. – 2008. – № 7. – С. 64–67.
141. Суходоля О. М. Поєднання ринкового і державного регулювання енергозбереження / О. М. Суходоля // Економіка України. – 2004. – № 5. – С. 31–36.

142. Суходоля О. М. Формалізація моделі системних досліджень проблем державного управління політикою енергоефективності / О. М. Суходоля // Вісник Національної академії державного управління при Президентові України. – 2005. – № 4. – С. 233–241.

143. Темченко Г. В. Методичне забезпечення мотивації енергозбереження на гірничозбагачувальних підприємствах / Г. В. Темченко // Економічний часопис-XXI. – 2012. – № 9–10. – С. 73–75.

144. Толбатов В. А. Організація систем енергозбереження на промислових підприємствах / Толбатов В. А., Лебединський І. Л., Толбатов А. В. – Суми : Вид-во СумДУ, 2009. – 195 с.

145. Туктарова Ф. К. Сравнительный тактический анализ экономического развития организаций : монография / Ф. К. Туктарова. – Пенза, Пензенский государственный университет, 2008. – 195 с.

146. Туликов А. В. Механизм повышения энергоэффективности / А. В. Туликов, О. В. Туликова // Энергосбережение. – 2012. – № 4. – С. 4–9.

147. Тыршу М. С. Энергоаудит как инструмент энергосбережения / М. С. Тыршу, Д. А. Зайцев, И. В. Голуб // Проблемы региональной энергетики. – 2013. – № 3 (23). – С. 73–79.

148. Тютюрев В. В. Теория нейронных сетей: Учебное пособие / В. В. Тютюрев, В. Б. Новосельцев. – Томск : Изд-во Том. ун-та, 2001. – 69 с.

149. Указ Президента України «Про Положення про Державний комітет України з енергозбереження» від 6 жовтня 1995 року №918 [Електронний ресурс] / Президент України. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/918/95>.

150. Указ Президента України «Про утворення Національного агентства з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів» від 31 грудня 2005 року №1900/2005 918 [Електронний ресурс] / Президент України. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1900/2005>.

151. Управление корпоративными изменениями по критерию устойчивости : монография / [Анискин Ю. П. и др.] ; под. ред. Ю. П. Анискин. – М. : Омега-Л, 2009. – 404 с. – (Деловая активность).

152. Усанова О. Ю. Технологические энергоносители предприятий / О. Ю. Усанова. – М. : Изд-во МГИУ, 2011. – 118 с.
153. Фадеев А. В. Практика мирового энергосбережения : технологии и инструменты / А. В. Фадеев // Энергосовет. – 2010. – № 5 (10). – С. 15–16.
154. Федоренко В. Г. Менеджмент : підручник / Валентин Григорович Федоренко. – К. : Алерта, 2014. – 344 с.
155. Федоров А. А. Основы электроснабжения промышленных предприятий / А. А. Федоров, В. В. Каменева. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 472 с.
156. Филимонов С. А. Обеспечение эффективности функционирования систем электроснабжения на основе компенсации однофазных замыканий на землю : автореф. дис. на получение науч. степени канд. тех. наук : спец. 05.09.03 «Электротехнические комплексы и системы» / С. А. Филимонов. – Липецк, 2010. – 19 с.
157. Чаленко Н. В. Джерела фінансування енергозбереження у бюджетних установах / Н. В. Чаленко // Вісник КНУДТ. – 2013. – № 6. – С. 86–94.
158. Чорний Ю. А. Вплив компенсації реактивної потужності на активні втрати споживачів / Ю. А. Чорний, І. Є. Изволенський // Харчова промисловість. – 2004. – № 3. – С. 169–170.
159. Чэпмэн Д. Цена низкого качества электроэнергии / Д. Чэпмэн ; пер. с англ. Е. В. Мельникова // Энергосбережение. – 2004. – № 1. – С. 66–70.
160. Шапошников А. П. Компенсация реактивной мощности как эффективный метод экономии электроэнергии / А. П. Шапошников // Электрик. – 2010. – № 5–6. – С. 29–31.
161. Шаховой В. А. Мотивация трудовой деятельности: учебно-методическое пособие / В. А. Шаховой, С. А. Шапиро. – М. : Альфа-Пресс, 2006. – 224 с.
162. Шипилина А. И. Применение теории нечётких множеств при оценке сложных инвестиционных проектов / А. И. Шипилина, И. А. Беспалов // Регион : экономика и социология. – 2010. – № 3. – С. 176–189.
163. Шиян А. А. Теорія ігор : основи застосування в економіці та менеджменті. Навчальний посібник / А. А. Шиян. – Вінниця : ВНТУ, 2009. – 164 с.

164. Шкрабець Ф. П. Основи електропостачання / Федір Павлович Шкрабець. – Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2012. – 465 с.
165. Штовба С. Д. Введение в теорию нечётких множеств и нечёткую логику [Электронный ресурс] / Сергей Дмитриевич Штовба // MATLAB & Toolboxes. – 2001. – Режим доступа : <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/>.
166. Юдін М. А. Напрями вдосконалення політики енергозбереження в Україні / М. А. Юдін // Праці Одеського політехнічного університету. – 2011. – № 3 (37). – С. 17–26.
167. Яковлев А. С. Энергоэффективность и энергосбережение в России на фоне опыта зарубежных стран / А. С. Яковлев, Г. А. Барышева // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321, № 6. – С. 25–30.
168. Яруллина Г. Р. Методические основы энергосбережения как фактора устойчивого развития промышленного предприятия / Г. Р. Яруллина // Проблемы современной экономики. – 2010. – № 4 (36). – С. 10–104.
169. Arrow K. J. A difficulty in the concept of social welfare / Kenneth J. Arrow // Journal of Political Economy. – 1950. – Vol. 58, № 4. – P. 328–346.
170. Barron E. N. Game theory: an introduction / Emmanuel N. Barron. – Second edition. – Hoboken : John Wiley & Sons, 2013. – 571 p.
171. Bhattacharyya S. C. Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance / S. C. Bhattacharyya. – London : Springer-Verlag, 2011. – 720 p.
172. Chapman D. Introduction to power quality [Electronic recourse] / D. Chapman // The Global Community for Sustainable Energy Professionals «Leonardo Energy». – May, 2002. – Accessed mode : <http://leonardo-energy.org/good-practice-guide/introduction-power-quality>.
173. Council Recommendation of 25 October 1977 on the rational use of energy in industrial undertakings // Official Journal of the European Communities. – 1977. – Vol. L295. – P. 3–4.
174. Council Resolution of 15 January 1985 on the improvement of energy-saving programmes in the Member States // Official Journal of the European Communities. – 1985. – Vol. C20. – P. 1–4.

175. Council Resolution of 15 September 1986 on improving energy efficiency in industrial firms in the Member States // Official Journal of the European Communities. – 1986. – Vol. C240. – P. 1–2.

176. Council Resolution of 17 December 1974 concerning Community energy policy objectives for 1985 // Official Journal of the European Communities. – 1975. – Vol. C153. – P. 2–4.

177. Council Resolution of 17 December 1974 on a Community action programme on the rational utilization of energy // Official Journal of the European Communities. – 1975. – Vol. C153. – P. 5.

178. Council Resolution of 9 June 1980 concerning new lines of action by the Community in the field of energy saving // Official Journal of the European Communities. – 1980. – Vol. C149. – P. 3–5.

179. Energy Efficiency – Made in Germany / Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi). – Paderborn : Bonifatius GmbH, 2014. – 68 p.

180. Energy Savings Opportunity Scheme / Department of Energy and Climate Change. – London : Williams Lea Group, 2014. – 72 p.

181. Energy Services Directive 2006/32/EC [Electronic recourse] / European Parliament. – Accessed mode : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:114:0064:0064:en:pdf>.

182. First review under the extended arrangement – press release ; staff report ; and statement by the executive director for Ukraine / International Monetary Fund // IMF Country Report. – 2015. – №15/218. – 106 p.

183. General aspect of energy management and energy audit : third edition / Bureau of Energy Efficiency, Ministry of Power, Government of India. – India, 2005. – 185 p.

184. IEA Statistics [Electronic recourse] // International Energy Agency. – Accessed mode : <http://iea.org/topics/energyefficiency/>.

185. Industrial Technologies program. Energy-Saving Opportunities for Manufacturing Enterprises / U. S. Department of Energy. – Washington : EERE Information Center, 2011. – 2 p.

186. Ke J. China's Industrial Energy Consumption Trends and Impacts of the Top-1000 Enterprises Energy-Saving Program and the Ten Key Energy-Saving Projects / J. Ke, L. Price, S. Ohshita and other // *Energy Policy*. – 2012. – Vol. 50. – p. 562–569.
187. Manegement [Electronic recourse] / Oxford English Dictionary. – Accessed mode : <http://oed.com/view/Entry/113218?redirectedFrom=managment#eid>.
188. Maschler M. Game Theory / M. Maschler, E. Solan, S. Zamir; English Editor M. Borns. – Cambridge : Cambridge University Press, 2013. – 1009 p.
189. McCulloch W. S. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity / W. S. McCulloch, W. Pitts // *Bulletin of Mathematical Biophysics*. – 1943. – №5. – P. 115–133.
190. Morgan T. Energy subsidies: their magnitude, how they affect energy investment and Greenhouse gas emissions, and their reform / T. Morgan. – Geneva : UNFCCC Secretariat, 2007. – 25 p.
191. Pawlak Z. Rough sets / Z. Pawlak // *International Journal of Computer and Information Sciences*. – 1982. – Vol. 11. – P. 341–356.
192. Shield P. Energy Conservation Measures in Japan / P. Shield, N. Jeffers, M. Dyar. – Dublin : Trinity College Dublin, 2011. – 45 p.
193. Stern P. C. Toward a coherent theory of environmentally significant behavior / P. C. Stern // *Journal of Social Issues*. – 2000. – №3. – P. 407–424.
194. Sustainability: The “Embracers” Seize Advantage / [K. Haanaes, B. Balagopal, D. Arthur, M. T. Kong and other]. – Cambridge : Massachusetts Institute of Technology, 2011. – 27 p.
195. Taryfy i inne decyzje w 2015 r. [Electronic recourse] / Urząd Regulacji Energetyki. – Accessed mode : <http://bip.ure.gov.pl/bip/taryfy-i-inne-decyzje/paliwa-gazowe/1660,Taryfy-opublikowane-w-2015-r.html>.
196. The History of Energy Efficiency / Alliance Commission on National Energy Efficiency Policy. – Washington : The Alliance to Save Energy, 2013. – 44 p.
197. Tracking Industrial Energy Efficiency and CO₂ Emissions. – Paris : International Energy Agency, 2007. – 321 p.

198. Watson J. Strategy: An Introduction to Game Theory : Third edition / Joel Watson. – New York : W. W. Norton & Company, 2013. – 514 p.

ДОДАТКИ

Додаток А

Анкета опитування експертів для визначення вагомості критеріїв інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження за шкалою Т. Сааті

Фінансово-господарський стан підприємства

Критерії оцінки інвестиційної привабливості проекту з енергозбереження	Кваліфікація та надійність керівництва підприємства	Досвід роботи керівництва за кризових умов	Ринкова орієнтованість продукції, наявність ринків збуту	Наявність попередніх замовлень / контрактів на майбутні періоди	Рентабельність реалізації продукції	Можливість фінансової автономності підприємства при реалізації проекту	Невідповідність рівня енергоємності та екологічності виробництва стандартам ISO
Кваліфікація та надійність керівництва підприємства	—						
Досвід роботи керівництва за кризових умов		—					
Ринкова орієнтованість продукції, наявність ринків збуту			—				
Наявність попередніх замовлень / контрактів на майбутні періоди				—			
Рентабельність реалізації продукції					—		
Можливість фінансової автономності підприємства при реалізації проекту						—	
Невідповідність рівня енергоємності та екологічності виробництва стандартам ISO							—

2. Фінансові витрати підприємства на реалізацію проекту з енергозбереження

Критерії оцінки інвестиційної привабливості проекту з енергозбереження	Вартість основного та допоміжного обладнання необхідного для проекту	Витрати трудових та матеріальних ресурсів під час реалізації проекту	Економічні втрати підприємства пов'язані з частковою зупинкою чи сповільненням виробничих	Фінансові витрати пов'язані із залученням до робіт підрядних організацій	Фінансові витрати пов'язані з утилізацією відходів
Вартість основного та допоміжного обладнання необхідного для здійснення проекту	—				
Витрати трудових та матеріальних ресурсів під час реалізації проекту з енергозбереження		—			
Економічні втрати підприємства пов'язані з частковою зупинкою чи сповільненням виробничих процесів			—		
Фінансові витрати пов'язані із залученням до робіт підрядних організацій				—	
Фінансові витрати пов'язані з утилізацією відходів					—

3. Адміністративно-правові перешкоди

Критерії оцінки інвестиційної привабливості проекту з енергозбереження	Необхідність оформлення дозвільної документації в органах влади	Необхідність розробки робочого проекту для здійснення проекту	Можливість здійснення періодичних перевірок з боку уповноважених контролюючих органів
Необхідність оформлення дозвільної документації в органах влади	—		
Необхідність розробки робочого проекту для здійснення проекту		—	
Можливість здійснення періодичних перевірок з боку уповноважених контролюючих органів під час та після реалізації проекту з енергозбереження			—

4. Витрати часу

Критерії оцінки інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження	Витрати часу на підготовчі роботи	Витрати часу на безпосередню реалізацію проекту з енергозбереження	Період часу від реалізації до першого ефекту	Період часу від реалізації до настання максимально очікуваної чи повної окупності
Витрати часу на підготовчі роботи	—			
Витрати часу на безпосередню реалізацію проекту з енергозбереження		—		
Період часу від реалізації до першого ефекту			—	
Період часу від реалізації до настання максимально очікуваної чи повної окупності				—

5. Очікуваний ефект від реалізації проекту з енергозбереження

Критерії оцінки інвестиційної привабливості проекту з енергозбереження	Очікуваний індекс прибутковості проекту з енергозбереження	Зниження енергоємності виробничого чи позавиробничого процесу	Очікуваний екологічний ефект	Очікуваний соціальний ефект
Очікуваний індекс прибутковості проекту з енергозбереження	—			
Зниження енергоємності виробничого чи позавиробничого процесу		—		
Очікуваний екологічний ефект			—	
Очікуваний соціальний ефект				—

Пріоритетність комплексних критеріїв оцінки доцільності проекту з енергозбереження

Критерії оцінки інвестиційної привабливості проектів з енергозбереження	Відповідність матеріально-технічної та кадрової баз підприємства умовам реалізації проекту	Фінансові витрати підприємства на реалізацію проекту з енергозбереження	Адміністративно-правові перешкоди	Витрати часу	Очікуваний ефект від реалізації проекту з енергозбереження
Відповідність матеріально-технічної та кадрової баз підприємства умовам реалізації проекту	—				
Фінансові витрати підприємства на реалізацію проекту з енергозбереження		—			
Адміністративно-правові перешкоди			—		
Витрати часу				—	
Очікуваний ефект від реалізації проекту з енергозбереження					—

Додаток Б

Структурні схеми альтернативних проектів з енергозбереження

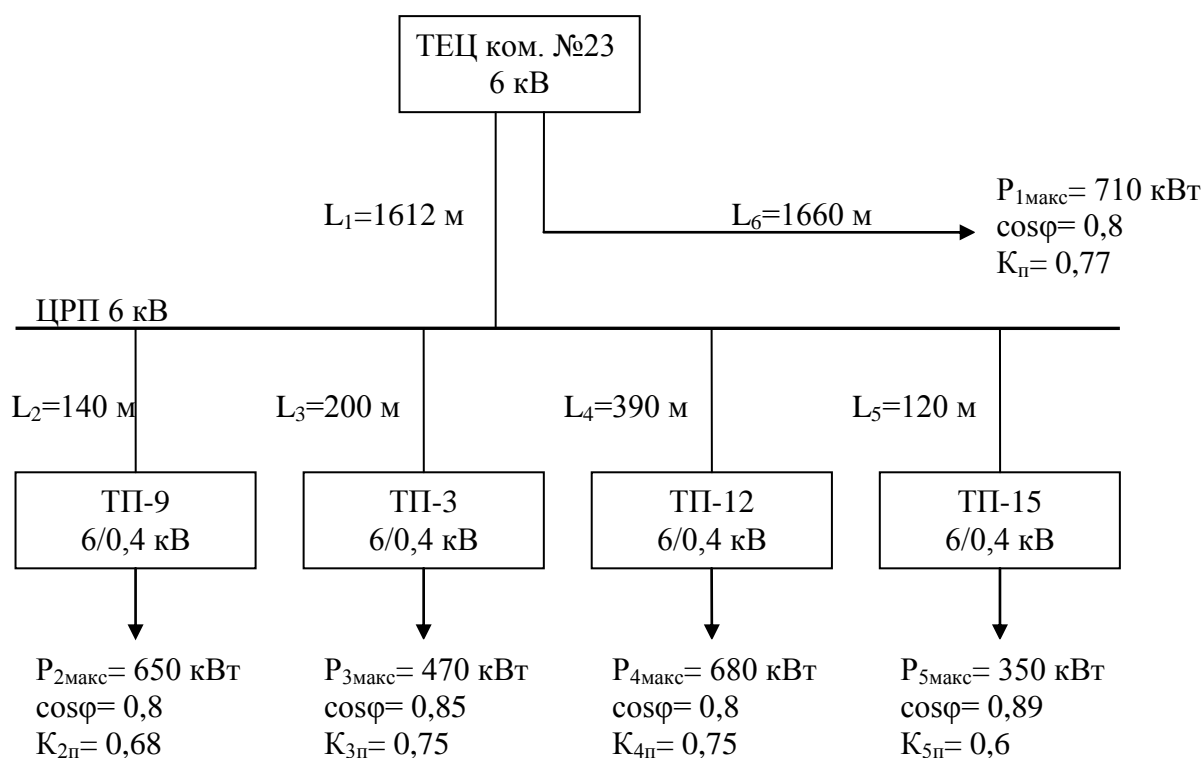


Рис. Г.1. Структурна схема вихідної розподільної електричної мережі

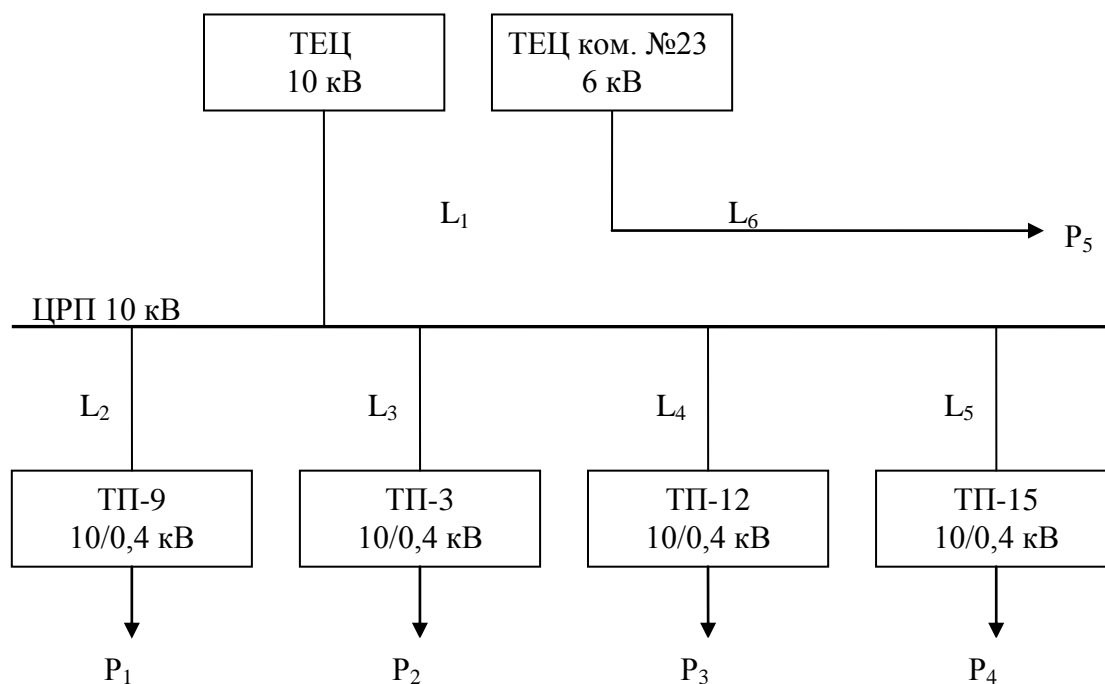


Рис. Г.2. Структурна схема розподільної електричної мережі за альтернативним проектом з енергозбереження №1

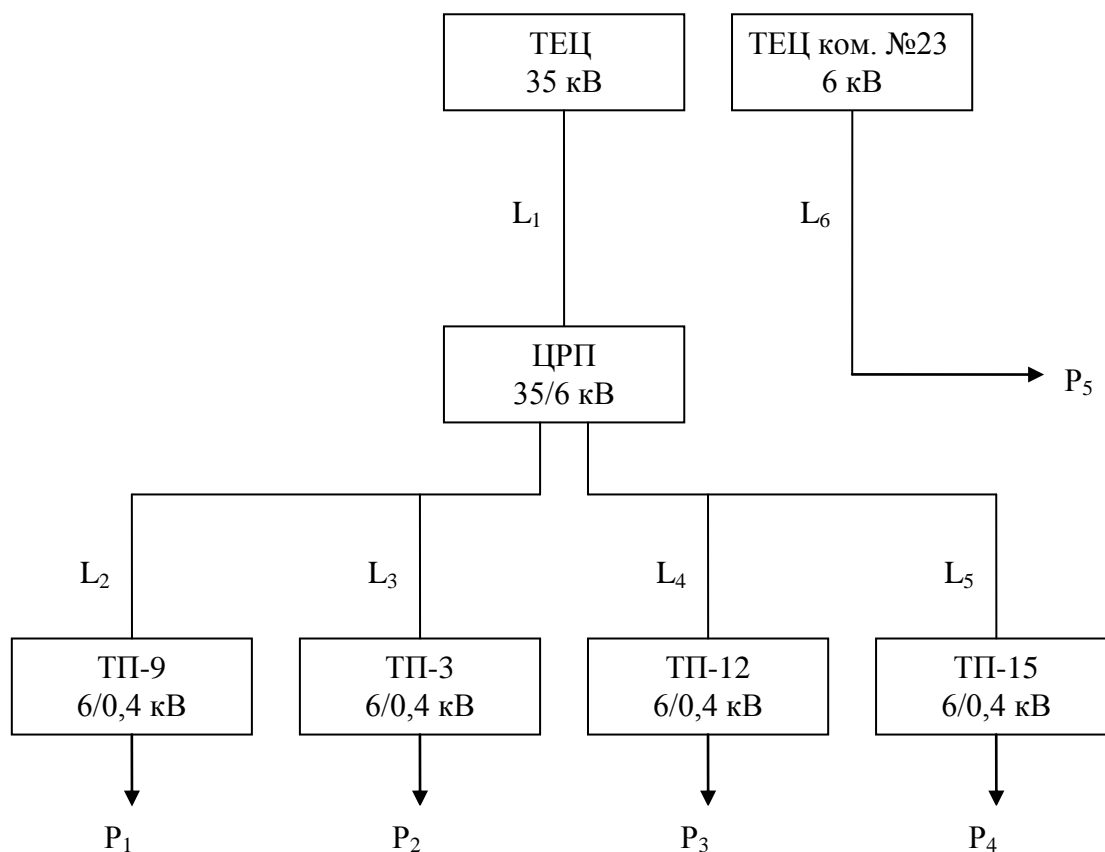


Рис. Г.3. Структурна схема розподільної електричної мережі за альтернативним проектом з енергозбереження №2

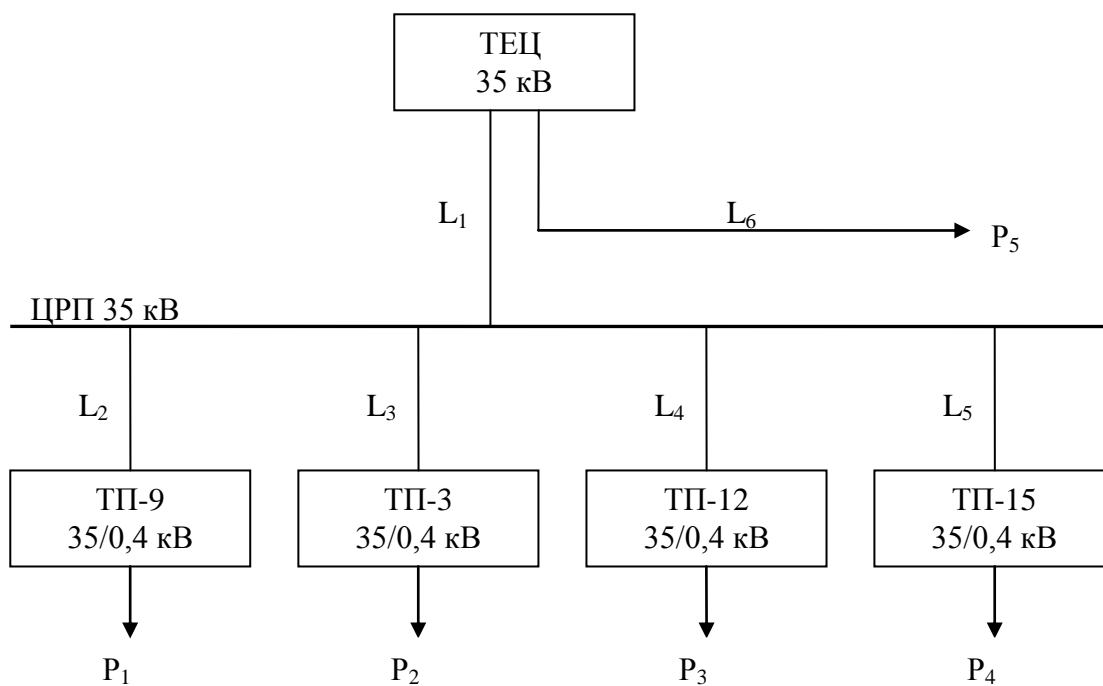


Рис. Г.4. Структурна схема розподільної електричної мережі за альтернативним проектом з енергозбереження №3

Додаток В
Акти про впровадження
результатів дисертаційного дослідження


НАСОСЕНЕРГОМАШ

Публічне акціонерне товариство
 "Сумський завод насосного та енергетичного
 машинобудування "Насосенергомаш"
 Привокзальна пл., 1, м. Суми, Україна, 40011
 тел.: +38(0542) 70-00-44, факс: +38(0542) 70-00-45
 e-mail: info@nempump.com
 www.nempump.com

Акт про впровадження
 результатів дисертаційного дослідження
 Овчаренка Дмитра Миколайовича
 на тему: «Наукові засади підвищення економічної
 ефективності менеджменту з енергозбереження
 промислових підприємств»

08.09.15 № 14-1637

Комісія у складі:

Голова комісії:

Члени комісії:

- Шевченко П. К., Директор РЕС

- Карпук С. Б., Головний енергетик РЕС

- Лазаренко С. Б., Начальник ТБ РЕС

Цим актом підтверджується впровадження у діяльність АТ «Сумський завод «Насосенергомаш» рекомендацій та розробок, запропонованих у дисертаційній роботі Овчаренка Дмитра Миколайовича на тему «Наукові засади підвищення економічної ефективності менеджменту з енергозбереження промислових підприємств».

Здійснені у дисертаційному дослідженні розробки та рекомендації мають практичне значення для АТ «Сумський завод «Насосенергомаш» і дали можливість здійснити таке:

- впровадити підхід до формування мотиваційної системи енергозбереження підприємства на основі аналізу та прогнозування впливу факторів мотивації;
- на основі розробленого науково-методичного підходу до багатокритеріального аналізу та оцінки доцільності інвестування у заходи з енергозбереження визначити найбільш перспективні з них для підприємства;
- вдосконалити систему формування сценаріїв енергозбереження підприємства та вибору найоптимальнішого з них на основі моделювання можливих конфліктних ситуацій у вигляді позиційної гри декількох гравців;
- підвищити ефективність та обґрунтованість управлінських рішень щодо вибору альтернативного проекту з енергозбереження за допомогою розрахунку та порівняння їх комплексних економічних ефектів.

У цілому використання запропонованих для АТ «Сумський завод «Насосенергомаш» Овчаренком Д. М. заходів та рекомендацій сприяло вдосконаленню та підвищенню результативності системи управління енергоефективністю підприємства завдяки застосуванню інструментарію менеджменту з енергозбереження.

Комісія у складі:
 Голова комісії:

Члени комісії:



П. К. Шевченко

С. Б. Карпук

С. Б. Лазаренко

ТОВ «УКРНАФТОЗАПЧАСТИНА»

40020, Україна, м. Суми
вул. Машинобудівників, 1
Р/р 260020001624
у ВАТ «Державний експортно-імпортний
банк України» м. Суми, МФО 397003
ЄДРПОУ 30175077
ПДВ № 301750718194
№ свід. 25756789



Тел /факс: (0542) 788-473
Тел 788-468

E-mail: ukrnz@ukr.net
<http://ukrnz.com.ua>

Вих № 126 від 19 жовтня 2015р.

АКТ

про впровадження дисертаційного дослідження
Овчаренка Дмитра Миколайовича
на здобуття наукового ступеня
кандидата економічних наук за спеціальністю
08.00.04 – економіка та управління підприємствами
(за видами економічної діяльності)

«НАУКОВІ ЗАСАДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕНЕДЖМЕНТУ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ»

Даний акт засвідчує те, що результати дисертаційного дослідження на здобуття наукового ступеня кандидата економічних наук використані у діяльності з енергозбереження ТОВ «Укрнафтозапчастина», а саме:

- проведено аналіз факторів впливу та визначено ефективність застосовуваних на підприємстві методів мотивації персоналу до енергозбереження, на цій основі оптимізовано мотиваційний комплекс, що застосовується;
- вдосконалено систему здійснення контролінгу та підвищення якості енергетичних ресурсів підприємства;
- впроваджено систему попередньої оцінки доцільності інвестування у заходи з енергозбереження в умовах невизначеності;
- вдосконалено існуючий алгоритм планування та реалізації програм з енергозбереження;
- введено до використання розрахунок комплексного економічного ефекту від впровадження заходу з енергозбереження.

Керівництво підприємства відзначає доцільність використання розробок та пропозицій Овчаренка Д.М. у практичній діяльності промислових підприємств машинобудівної галузі завдяки застосуванню запропонованого підходу до вдосконалення системи управління енергозбереженням та оцінки доцільності інвестування у відповідні заходи.

Головний енергетик



В.В. Токар

ЗАТВЕРДЖУЮ
Перший проректор
Сумського державного
університету

В. Д. Карпуша
« » 2015 р.



АКТ
про впровадження
результатів дисертаційного дослідження
здобувача кафедри економіки та БА
Овчаренка Дмитра Миколайовича на тему:
**«Наукові засади підвищення економічної ефективності
менеджменту з енергозбереження промислових підприємств»**
у навчальний процес факультету економіки та менеджменту
Сумського державного університету

«16» листопада 2015 р.

Суми

№1

Комісія у складі:

- Голова: - декан факультету економіки та менеджменту,
д.е.н., професор *Прокопенко О. В.*
- Члени комісії: - начальник навчально-методичного відділу змісту освіти,
к.е.н., доцент *Скляр І. Д.*
- завідувач кафедри економіки та БА,
д.е.н., професор *Мельник Л. Г.*

У термін з 11.11.15 р. по 13.11.15 р. комісія виконала роботу про визначення фактичного впровадження результатів дисертаційного дослідження Овчаренка Дмитра Миколайовича на тему «Наукові засади підвищення економічної ефективності менеджменту з енергозбереження промислових підприємств» у навчальний процес факультету економіки та менеджменту Сумського державного університету (СумДУ).

Комісія розглянула такі матеріали:

1. Дисертаційну роботу Овчаренка Д. М. на тему «Наукові засади підвищення економічної ефективності менеджменту з енергозбереження промислових підприємств».
2. Робочі програми курсів дисциплін «Мотиваційний механізм підприємства», «Стратегічне планування електроенергетичного виробництва».
3. Видані науково-методичні та наукові матеріали для вивчення цих дисциплін:

- Овчаренко Д. М. Мотиваційна підсистема у механізмі менеджменту з енергозбереження промислових підприємств / Д. М. Овчаренко / Інтеграція економічних та технічних процесів: сучасний стан і перспективи розвитку: колективна монографія / за заг. ред. Савчук Л. М. – Х.: Вид-во «Діса плюс», 2015. – С. 374-387.

- Овчаренко Д. М. Еколого-економічні проблеми функціонування енергогенеруючих підприємств ОЕС України / Д. М. Овчаренко // Науковий вісник Одеського національного економічного університету. – 2013. – №20 (199). – С. 110-119.

- Овчаренко Д. М. Методичні підходи до оцінки доцільності інвестування у заходи з енергозбереження / Д. М. Овчаренко // Інвестиції: практика та досвід. – 2015. – №19. – С. 53-57.

За результатами проведеної роботи встановлено, що:

1. Розроблені у дисертаційній роботі Овчаренка Д. М. теоретичні та методичні положення впроваджені у навчальний процес з курсів дисциплін: «Мотиваційний механізм підприємства», «Стратегічне планування електроенергетичного виробництва».

2. Застосування у навчальному процесі факультету економіки та менеджменту СумДУ матеріалів дисертаційного дослідження Овчаренка Д. М. дало змогу адаптувати вказані дисципліни до умов сучасної економіки України, поглибити їх теоретичні та науково-методичні основи, підвищити якість підготовки фахівців.

Голова комісії:  О. В. Прокопенко

Члени комісії:  І. Д. Скляр

 Л. Г. Мельник