

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

**МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА ТА
НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**

**ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ:
СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ –
REMS'19**

Збірник матеріалів конференції

04 - 07 червня 2019 р.

КПІ ім. Ігоря Сікорського

м. Київ

Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку. Збірник наукових праць VI Міжнародної науково-технічної та навчально-методичної конференції у місті Києві 04-07 червня 2019 р. – Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 102с.

ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ СПІВГОЛОВИ

ДЕНИСЮК Сергій
Директор Інституту
енергозбереження та енергоменеджменту
КПІ ім. Ігоря Сікорського

САВЧУК Сергій
Голова Державного агентства
з енергоефективності та енергозбереження
України

ЧЛЕНИ ПРОГРАМНОГО КОМІТЕТУ:

Басок Борис, член-кор. НАН України
Інститут технічної теплофізики НАН України,
Україна
Випанасенко Станіслав, проф.
Національний гірничий університет, Україна
Дешко Валерій, проф.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна
Догматов Анатолій, проф.
Національний аерокосмічний університет
ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Україна
Дупак Олександр,
Науково-технічна спілка енергетиків та
електротехніків України
Жаркін Андрій, член-кор. НАН України
Інститут електродинаміки НАН України, Україна
Жуйков Валерій, проф.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна
Заболотний Анатолій, доцент
Запорізький національний технічний університет,
Україна
Каплун Віктор, проф.
Київський національний університет технології та
дизайну, Україна
Качан Юрій, проф.
Запорізька державна інженерна академія, Україна
Кіорсак Михайло, проф.
Інститут енергетики АН Молдови, Молдова
Кудря Степан, проф.
Інститут відновлюваної енергетики НАН України,
Україна
Лежнюк Петро, проф.
Вінницький національний технічний університет,
Україна
Лазуренко Олександр, проф.
НТУ «Харківський політехнічний інститут»,
Україна
Лі Бернт, проф.
Університетський коледж Телемарк, Норвегія

Маліновський Антон, проф.
Національний університет «Львівська
політехніка», Україна
Марченко Андрій, проф.
НТУ «Харківський політехнічний інститут»,
Україна
Метельський Володимир, проф.
Запорізький національний технічний
університет, Україна
Нижник Олександр, проф.
Полтавський національний політехнічний
університет
ім. Ю. Кондратюка, Україна
Садовий Олександр, проф.
Дніпродзержинський державний технічний
університет, Україна
Сиченко Віктор, проф.
Дніпропетровський національний університет
залізничного транспорту ім. академіка
В. Лазаряна, Україна
Сінчук Олег, проф.
Криворізький національний університет,
Україна
Бурбело Михайло, проф.
Вінницький національний технічний
університет, Україна
Танкевич Євген, проф.
Інститут електродинаміки НАН України,
Україна
Фіалко Наталія, член-кор. НАН України
Інститут технічної теплофізики НАН України,
Україна
Фомічов Євгеній, проф.
Одеський національний політехнічний
університет, Україна
Захарченко Віктор, проф.
Національний авіаційний університет, Україна
Щокін Вадим, проф.
Криворізький національний університет,
Україна

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Веремійчук Юрій, к.т.н, старший викладач
Інституту енергозбереження та
енергоменеджменту, КПІ ім. Ігоря Сікорського

Соколовський Павло, асистент,
Інституту енергозбереження та
енергоменеджменту, КПІ ім. Ігоря Сікорського

Опришко Віталій, асистент,
Інституту енергозбереження та
енергоменеджменту, КПІ ім. Ігоря Сікорського

АДРЕСА ОРГАНІЗАЦІЙНОГО КОМІТЕТУ КОНФЕРЕНЦІЇ:

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Інститут енергозбереження та енергоменеджменту. 03056, Україна, м. Київ, вул. Борщагівська, 115, корпус 22, к. 315, тел./факс (38-044) 204-85-14; сайт: pems.kpi.ua, e-mail: pems@kpi.ua

**ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ**

Басок Б.І., Базєєв Є.Т., Денисюк С.П., ПРОБЛЕМИ ТА ВИКЛИКИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СТРАТЕГІЇ УКРАЇНИ	8
Басок Б.І., Кужель Л.М., Давиденко Б.В., Новіков В.Г., ТРИВИМІРНА ТЕПЛОФІЗИЧНА МОДЕЛЬ АЕРОДИНАМІКИ ПОВІТРЯ ТА ТЕПЛООБМІНУ В СИСТЕМІ ДОВКІЛЛЯ – ДВОКАМЕРНИЙ СКЛОПАКЕТ – ПРИМІЩЕННЯ БУДІВЛІ.	12
Денисюк С.П., ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПЕРЕХІД – ВИМОГИ ЯКІСНИХ ЗМІН У РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИКИ	13
Бойко І.Ю., ОСНОВНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ЕЛЕКТРО-ВАРТІСНОЇ МОДЕЛІ ІЗОЛЬОВАНОЇ ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ	17
Василенко В.І., ОЦІНКА СИСТЕМОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛОКАЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ РАНГОВОГО АНАЛІЗУ ТЕХНОЦЕНОЗУ	19
Василенко В.І., Ремізов І.А., ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД	21
Ващишак І.Р., Доценко Є.Р., СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ НА ОСНОВІ ТУРБОКАМІНУ	23
Великий С.С., Розен В.П., Реуцький М.О., РЕГУЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ НАВАНТАЖЕННЯ ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ В УМОВАХ РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	24
Веремійчук Ю.А., Замулко А.І., ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ V2G (VEHICLE-TO-GRID) ДЛЯ ВИРІВНЮВАННЯ ГРАФІКІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ	26
Галушак І.Д., Дадяк М.Б., Назарук Б.В., ПЕРЕДУМОВИ ПОЯВИ І ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ СИСТЕМИ «SMART GRID»	28
Зайченко С.П., Прядко С.Л., Побігайло В.А., Аджєбі А., ОБґРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЗАСОБІВ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОНОМНОЇ ЕНЕРГОУСТАНОВКИ НА БАЗІ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ	30
Костюк В.О., Єфремов В.П., КОНКУРЕНТСПРОМОЖНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ТЕПЛОВОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ	32
Костюк В.О., Беліков В.М., КЕРУВАННЯ СИЛОВИМИ ПЕРЕТВОРЮВАЧАМИ МАЛИХ ГЕНЕРУВАЛЬНИХ УСТАНОВОК У СКЛАДІ МІКРОМЕРЕЖІ	34
Kulakovskiy L., CONTROL THE EFFICIENCY OF FUEL USE FOR THE PROCESS OF DRYING AT THE PEAT BRIQUETTING PLANT	36

Кучанський В.В., Пізнак В.В., Жирний В.І., ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМАТИЧНОГО ШУНТУВАННЯ ФАЗ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ ВИНИКНЕННЯ ВНУТРІШНІХ ПЕРЕНАПРУГ В НЕСИМЕТРИЧНИХ РЕЖИМАХ	38
Лило І.В., Гліба Д.М., Коротенко І.В., МУЛЬТИАГЕННІ СИСТЕМИ ГНУЧКОЇ ГЕНЕРАЦІЇ З ЦЕНТРАЛІЗОВАНИМ АККУМУЛЮВАННЯМ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.....	40
Находов В.Ф., Замулко А.І., Шарадзе Р., СЦЕНАРНИЙ АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ БЕЗКОНТРОЛЬНОГО РОЗВИТКУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ.....	42
Нізімов В.Б., Хоменко В.І., ТЕХНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ АУТОНОМНОГО СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА СЕРЕДНЬОЇ ПОТУЖНОСТІ.....	44
Побігайло В.А., РОЗЧЕПЛЮВАЧІ З ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИМ СПОВІЛЬНЮВАЧЕМ.	46
Чернявський А.В., ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ЕНЕРГОАУДИТУ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ	49

МЕНЕДЖМЕНТ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ

Бабіч О.Ю., Веремійчук Ю.А., АНАЛІЗ ІНСТРУМЕНТІВ ЩОДО ВИКОНАННЯ ПЕРЕДПРОЕКТНИХ РОБІТ ФУНКЦІОНУВАННЯ СЕС.....	51
Богославська О.Ю., НОВІ ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ З УРАХУВАННЯМ СТРУКТУРНИХ ЗРУШЕНЬ В ЕКОНОМІЦІ	53
Бориченко О.В., Лях В.М., БЕНЧМАРКІНГ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ.....	55
Бориченко О.В., Панадій Є.С., СЕРТИФІКАЦІЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ	58
Бориченко О.В., Чернявський А.В., ЩОДО ГАРМОНІЗАЦІЇ ОНОВЛЕНОЇ РЕДАКЦІЇ МІЖНАРОДНОГО СТАНДАРТУ ISO 50001:2018	60
Vorfolomeiev A., FACTORS OF ENERGY EFFICIENT OPTIONS IMPLEMENTATION AT INDUSTRIAL ENTERPRISES.....	62
Дерев'янюк Д.Г., Карнажук Т.Р., ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ДЖЕРЕЛ РОЗОСЕРЕДЖЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ НА ОСНОВІ НЕТРАДИЦІЙНИХ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ У КОМУНАЛЬНІЙ СФЕРІ.....	63

Довгалоук О.М., Бондаренко Р.В., Саїдов Ш.Н., Яковенко І.С., ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ З ВІДНОВЛЮВАНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ ПРИ ВИКОРИСТАННІ СИСТЕМ НАКОПИЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ В УМОВАХ ЕНЕРГОРИНКУ УКРАЇНИ	64
Денисюк С.П., Коцар О.В., Шовкалюк М.М., ПРОГРАМА НАВЧАННЯ ФАХІВЦІВ З ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СЕРТИФІКАЦІЇ БУДІВЕЛЬ ТА ОБСТЕЖЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ.....	66
Kulakovskiy L., DEVELOPMENT THE COMPLEX APPROACHES FOR INCREASING THE POSSIBILITIES OF USING PEAT IN THE PROCESS OF IT'S DRYING IN PECO DRYERS	68
Маляренко О.Є., Майстренко Н.Ю., Станиціна В.В., Богославська О.Ю., РОЗВИТОК КОМПЛЕКСНОГО МЕТОДУ ПРОГНОЗУВАННЯ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ В ЕКОНОМІЦІ КРАЇНИ НА ДОВГОСТРОКОВУ ПЕРСПЕКТИВУ	70
Підгурський І.П., Веремійчук Ю.А., АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ НАКОПИЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.....	72
Соколовський П.В., ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПРЕС-АНАЛІЗУ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄДНАНЬ ENERGY SMART COMMUNITY	73
Стовпник С. М., Темченко О.А., СУЧАСНИЙ СТАН ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ НА ЗАЛІЗОРУДНИХ КАР'ЄРАХ	75
Strelkova H., Strelkov M., Dango I., TOPOLOGICAL APPROACH TO ANALYSIS OF ELECTRICITY MARKET DESIGN.....	77
Strelkova H., Strelkov M., MODELS AND STRUCTURES FOR CONSUMER-CENTRIC ELECTRICITY MARKET.....	79
Федорейко В.С., Загородній Р.І., Іскерський І.С., ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОСНОВІ БІОРЕСУРСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.....	81

ПАНЕЛЬ – ОБГОВОРЕННЯ

Батюта К.В., ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЧНИХ РЕСУРСІВ ОСББ «ПРОТАСІВ ЯР».....	83
Федіна О.О., ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЧНИХ РЕСУРСІВ ОСББ «ТВК – 2000».....	85
Татаренко Д.П., ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЧНИХ РЕСУРСІВ ОСББ «ЛЕБЕДІВ КВАРТАЛ».....	87
Лунін М.М., ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЧНИХ РЕСУРСІВ ЖБК «МЕДИК».....	89

Степаненко В.А., ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ОК «КІБІ – 2»	91
Мельник Д.О., ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГТИЧНИХ РЕСУРСІВ ОСББ «ЛИПКІВСЬКОГО, 15».....	93
Бойчук О.І., ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГТИЧНИХ РЕСУРСІВ ОСББ «ЧАЙКА».....	95
Вольський В.В., ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГТИЧНИХ РЕСУРСІВ ЖБК «ПРОМБУДІВЕЛЬНИК»	97
Олійник В.В., ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГТИЧНИХ РЕСУРСІВ ЖБК «МЕДИК – 4»	99
Журавльова Д.А., ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГТИЧНИХ РЕСУРСІВ ЖБК «ЧЕРВОНИЙ ЖОВТЕНЬ».....	101

УДК 620.9

Басок Б.І., чл.кор. НАН України, д-р техн. наук, проф.,
Базєєв Є.Т., канд. техн. наук, старш. наук. співроб,
Інститут технічної теплофізики НАН України, Україна
Денисюк С.П., д-р техн. наук, проф.,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ПРОБЛЕМИ ТА ВИКЛИКИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СТРАТЕГІЇ УКРАЇНИ

Паливно-енергетичний комплекс (ПЕК) країни перебуває в умовах нових концептуальних підходів, ключових внутрішніх і зовнішніх ризиків та викликів розвитку ПЕК, в тісній зв'язці тріади: енергетика-економіка-екологія і високих темпів зростання наукових знань з урахуванням сучасних трендів розвитку досягнень науково-технічного прогресу в галузі енергетики, зокрема, з урахуванням того, що підвищення енергоефективності - все ще не до кінця використаний енергоресурс в Україні [1].

Україна прийняла, починаючи з 1996 року, чотири енергетичних стратегії. Кожна з перших трьох (1996, 2006, 2013 років) не досягала прогнозованих цілей та індикативних показників. Вже на проміжних тимчасових інтервалах була очевидною їх нездійсненність і наступні стратегії, після 1996 року, приймалися до закінчення терміну попередньої. Поки ще рано говорити про тренди реалізації останньої (2017 року) «Енергетичної стратегії України на період до 2035 року: безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» (ЕС-35) [2].

Де шукати причини таких «результатів реалізації» стратегій? У методах і інструментаріях прогнозування, управління шляхами і механізмами реалізації, в соціально-економічній і геополітичній турбулентності, в глобальній фінансово-економічній кризі. Або в принциповій неможливості пізнання майбутнього на досить віддаленому часовому інтервалі [3].

Ряд видатних філософів, теоретиків-економістів наполягають на принциповій тезі про непередбачуваність майбутнього знання. Й. Шумпетер, видатний економіст-теоретик: «Будь-який прогноз - це поза наукове пророцтво, яке прагне зробити щось більше, ніж поставити діагноз спостережуваним явищам і показати, яким може бути результат, якщо ці тенденції будуть діяти відповідно до власної логіки розвитку (цитуються з [3]). Ф. А. Хайек, не менш відомий теоретик-економіст, нобелівський лауреат: «Події сучасності тим відрізняються від подій історичних, що ми не знаємо, до чого вони ведуть. Озираючись назад, ми можемо зрозуміти події минулого, простежуючи і оцінюючи їх наслідки. Але поточна історія для нас - не історія. Вона спрямована в невідомість і ми майже ніколи не можемо сказати, що нас чекає попереду» [4]. Лауреат нобелівської премії, фізико-хімік І. Р. Пригожин: «Миможемо, звичайно, екстраполювати наявні знання за межі нашого бачення і будувати припущення з приводу того, яким би міг бути механізм, керуючий динамікою універсуму. Однак нам не слід забувати, що, хоча ми в принципі й можемо знати початкові умови в нескінченному числі точок, майбутнє, проте, залишається принципово непередбачуваним» [5]. Філософ-класик ХХ століття, Карл Поппер наводить логічний ланцюг про принципову неможливість прогнозувати історію майбутнього. За Поппера, історія країни (регіону країн) визначається зростанням наукових знань. Але зростання наукових знань непередбачуваний, отже, і історію неможливо прогнозувати [6]. Дійсно, провідні галузі економіки, оборонно-промислова сфера країни, кардинально впливають на історію країни, визначаються освоєними критичними, проривними технологіями, створеними в результаті використання нових наукових знань, а зростання таких знань непередбачуваний. Ще два-три десятиліття тому

ми не передбачали настання сучасного шостого технологічного укладу. Його основою є міждисциплінарні наукові підходи, зокрема, теорія самоорганізації або синергетика, а також соціальні, когнітивні, біологічні, інформаційні та нанотехнології (socio-, cognito-, bio-, info-, nanotechnology - SCBIN).

Як підсумок вищесказаного, наведемо сформульовані Т. І. Ойзерманом дві соціологічні закономірності, а саме:

- 1) непередбачуваність (непізнаваність) значної, все більше примноженої з часом частини наслідків людської діяльності, як в окремій країні, так і на всій планеті Земля;
- 2) непередбачуваність (непізнаваність) майбутнього наукового знання і неминучість, випливаючи з цього, різноманітних соціальних наслідків [3].

Наражається на ризик непередбачуваності свого розвитку і така складна галузь економіки як енергетика. Багаторівнева схема розвитку енергетики [7], представлена на рис. Науково-технічні аспекти однієї з галузей енергетики (теплоенергетики) наведені в [8]. Як видно, необхідно проводити міжгалузеве узгодження прогнозів розвитку економіки та енергетики, прогнозів розвитку світової економіки, можливих трендів вітчизняних і геополітичних подій, спираючись на результати фундаментальних досліджень в області численних наукових напрямків. Але неможливо врахувати багато ключових чинників високої невизначеності, а також ризики і виклики різної природи. «На відміну від фізико-технічних систем, такі складні системи як енергетика, не володіють найважливішим для моделювання властивістю - незмінністю їх основних параметрів в спостережуваній ретроспективі і в прогнозованій період» [7].

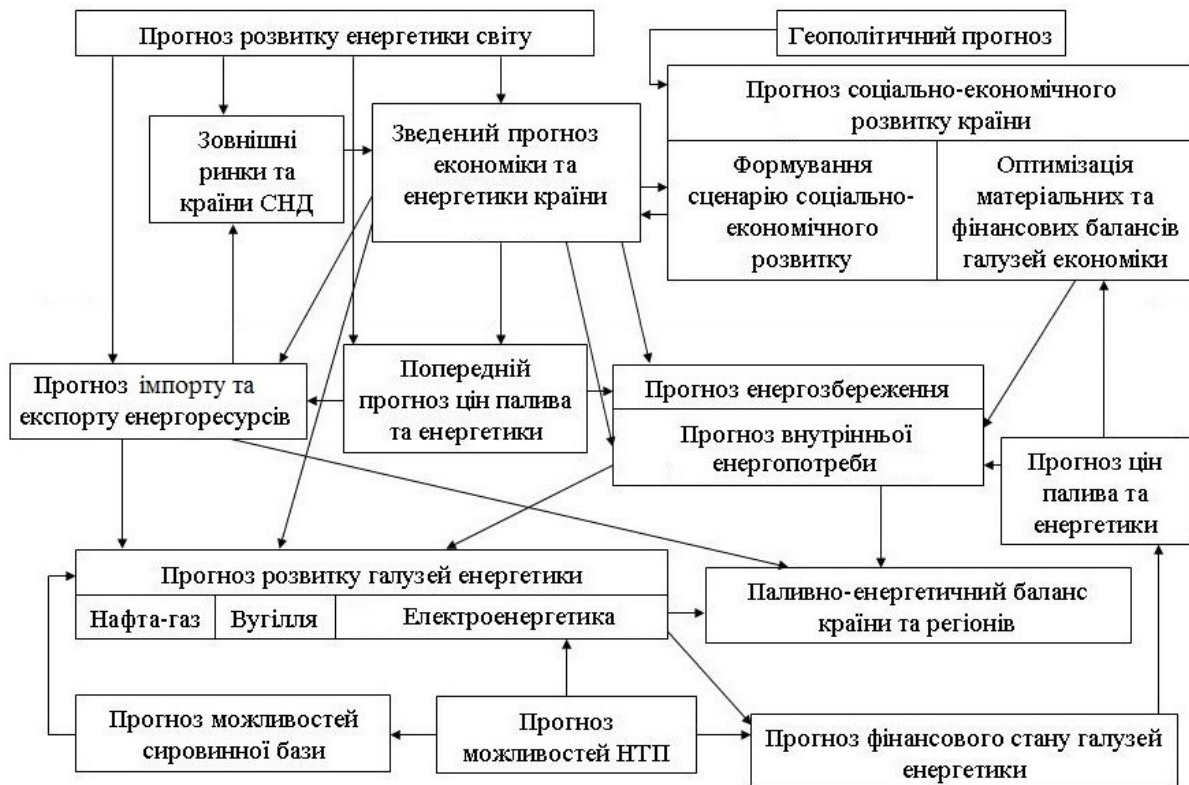


Рисунок 1 - Схема прогнозування енергетики [7].

Пам'ятаючи результати прогнозування енергетичних стратегій, що передують ЕС-35, висококваліфіковані фахівці, експертне середовище виступають з пропозиціями щодо

оперативного супроводження ЕС-35, маючи створити експертну робочу групу з контролю реалізації енергостратегії за певними періодами часу [9].

Безсумнівно, енергетична політика України, і зокрема ЕС-35, буде залежати від "енергетичних контурів нового світу" - енергетичних трендів і сценаріїв, глобальних і локальних ризиків. "На міжнародній арені настав час нових альянсів і груп інтересів, які вже почали малювати нові енергетичні контури і формувати свіжі тенденції. Дедалі більше значення має розуміння суті нових геополітичних енергетичних процесів, які стануть основою майбутнього на найближчі три-п'ять років. Далі прогнозувати вкрай складно" [10].

Вищенаведені та інші пропозиції, в кінцевому рахунку, зводяться до розробки і прийняття Дорожньої карти [11], "змістовній аспект якої має містити конкретні механізми реалізації завдань реалістичних орієнтирів та спиратися на відповідне фінансове підґрунтя, ресурсні можливості та потенційні потреби" [11].

Незважаючи на відсутність об'єктивних критеріїв оцінки якості прогностичних інструментів [7], в даний час системне прогнозування енергетики, як складової частини тріади: енергетика-економіка-екологія, є загальноновизнаним і використовується в провідних енергетичних країнах. Реалії сучасного світу такі, що прогнозування стратегічних перспектив розвитку енергетики неминуче повинно проходити через точки біфуркації, вихід з яких може міняти сценарії розвитку енергетики. (Варто тільки згадати стрибкоподібну зміну світових цін на нафту в 2000-2018 роках). Супровід енергетичної стратегії «планами-прогнозами» (дорожніми картами) додає оптимізму в реалізованість такого регуляторного документа. Для цього повинна бути вирішена проблема організації виконання ЕС-35 з чітким визначенням завдань для виконавчої та законодавчої влади з постійним моніторингом ходу реалізації ЕС-35 по тимчасових інтервалах. Пропонується для цього створити спеціалізовану структуру - можливо, Інститут енергетичної стратегії із залученням для підготовки дорожніх карт енергетичних форсайтів незалежних експертів [12]. Створення такого інституту — це все ж мабуть занадто, але комісія (комітет) з фахівців у галузі енергетики, економіки, екології, експертів та осіб, які приймають рішення, було б доцільним. У роботі такого комітету повинні взяти участь ті, хто стояв біля витоків створення проекту ЕС-35 — НІСД, Центр Разумкова, НТЦ «ПСИХЕЯ», Міненерговугілля, відповідні відділення НАН України [1,13,14], зокрема, відділення фізико-технічних проблем енергетики, економіки, які брали участь в дослідженнях по формуванню енергетичної політики на перспективу.

Список використаної літератури:

1. Кулик М. М., Горбулін В. П., Кириленко О. В. Концептуальні підходи до розвитку енергетики України (аналітичні матеріали) / Інститут загальної енергетики НАН України, 2017. 78 с.
2. Нова енергетична стратегія України до 2035 року: "Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність", [energetychna_strategiya_do_2035_r.zip](http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358), <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358>
3. Ойзерман Т. И. Возможно ли предвидение отдалённого будущего // Вестник РАН. Т. 75. №8. 2005. С. 720-726.
4. Хайек Ф. А. Дорога к рабству // Вопросы философии, 1990. №1. С. 113-1519
5. Пригожин И. Р. Философия нестабильности // Вопросы философии, №6. 1991. С. 46-52
6. Поппер К. Нищета историцизма (или Вопросы философии). 1992. 166 с.
7. Макаров А. А. Методы и результаты прогнозирования развития энергетики России // Изв. РАН. Энергетика. 2010. №4; С. 26-40
8. Фортгов В. Е., Макаров А. А. Направления инновационного развития энергетики мира и России // Успехи физических наук. 2009. т.179. №12. С. 13-37
9. Суходоля А., Рябцев Г. Энергетический манифест // TERMINAL. №2. (848) август. 2017. С. 3-8.
10. Рукомедя Р. Энергетические контуры нового мира // TERMINAL. №2. (848) август. 2017. С. 39-42.
11. Буславець О. Для якісної дорожньої карти необхідні якісні інструменти // TERMINAL. №2. (848) август. 2017. С. 22-26.
12. НТЦ ПСИХЕЯ Psychea Expertus: розглядаєть деталі // TERMINAL. №2. (848) /август. 2017. С. 35-36.
13. Геєць В. М. Розвиток та взаємодія економічної та енергетичної політики в Україні // Вісник НАН України. - 2016. - №2. - С. 46-53.

14. Долінський А. А., Басок Б. І., Базеев Є. Т. Стратегія теплозабезпечення населених пунктів України. До обговорення проектів Енергетичної стратегії України на період до 2020, 2030. та 2035 року// Вісник НАН України.- 2015.- №4. - С. 98-105.

References:

1. Kulyk M.M., Horbulin V.P., Kyrylenko O.V. [Conceptual approaches to the development of energy of Ukraine (analytical materials)], Kyiv, Instytut zahalnoi enerhetyky NAN Ukrainy [Institute of General Energy of the National Academy of Sciences of Ukraine]. 2017. 78p. (Ukr.)
2. Nova enerhetychna strahia Ukrainy do 2035 roku: "Bezpeka, enerhoefektyvnist, konkurentospromozhnist" [New Energy Strategy of Ukraine until 2035: "Security, Energy Efficiency, Competitiveness"]. (Ukr.) <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358>
3. Oizerman T.I. [Is it possible to foresee a distant future], Vestnik RAN [Bulletin of the Russian Academy of Sciences], 2005. V. 75. № 8. P. 720-726. (Rus.)
4. Haiek F.A. [Road to slavery], Voprosy filosofii [Questions of philosophy], 1990. № 1. P. 113-1519. (Rus.)
5. Prihozyn I.R. [Philosophy of instability], Voprosy filosofii [Questions of philosophy], 1991. № 6. P. 46-52. (Rus.)
6. Popper K. [The Poverty of Historicism (or Questions of Philosophy)], Moscow, "Prohress" ["Progress"]. 1992. 166 p. (Rus.)
7. Makarov A.A. [Methods and results of forecasting the development of the energy of Russia], Izvestiia RAN. Enerhetika [News of the Russian Academy of Sciences. Energy], 2010. № 4. P. 26-40. (Rus.)
8. Fortov V.Ye., Makarov A.A. [Directions of innovative development of the world energy industry and Russia], Uspekhi fizicheskikh nauk [Successes of physical sciences], 2009. V. 179. № 12. P. 13-37. (Rus.)
9. Sukhodolia A., Riabtsev G. [Energy manifesto], TERMINAL [TERMINAL], 2017. № 2 (848). P. 3-8. (Rus.)
10. Rukomeda R. [Energy contours of the new world], TERMINAL [TERMINAL], 2017. № 2 (848). P. 39-42. (Rus.)
11. Buslavets O. [High-quality road maps require high-quality tools], TERMINAL [TERMINAL], 2017. № 2 (848). P. 22-26. (Ukr.)
12. [Psychea Expertus STC "Psyche": consider details], TERMINAL [TERMINAL]. 2017. № 2 (848). P. 35-36. (Rus.)
13. Heiets V.M. [Development and interaction of economic and energy policy in Ukraine], Visnyk NAN Ukrainy [Visnyk of the National Academy of Sciences of Ukraine], 2016. № 2. P. 46-53. (Ukr.)
14. Dolinsky A.A., Basok B.I., Baseev Y.T. [Strategy of heat supply of settlements of Ukraine. To discuss the projects of the Energy Strategy of Ukraine for the period until 2020, 2030 and 2035] Visnyk NAN Ukrainy [Visnyk of the National Academy of Sciences of Ukraine], 2015. №4. P. 98-105. (Ukr.)

Басок Б. І., чл.кор. НАН України, д-р техн. наук, проф.,
Кужель Л. М., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.,
Давиденко Б.В., д-р техн. головн. наук. співроб.,
Новіков В. Г., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.,
Інститут технічної теплофізики НАН України

ТРИВИМІРНА ТЕПЛОФІЗИЧНА МОДЕЛЬ АЕРОДИНАМІКИ ПОВІТРЯ ТА ТЕПЛООБМІНУ В СИСТЕМІ ДОВКІЛЛЯ – ДВОКАМЕРНИЙ СКЛОПАКЕТ – ПРИМІЩЕННЯ БУДІВЛІ

Останніми роками все більше уваги приділяється питанню енергозбереження в житлово-комунальному господарстві, в зв'язку з тим що технічний стан більшості існуючих будівель та інженерних систем не забезпечує необхідний рівень енергетичних характеристик будівель. У [1] велика увага приділена житловим та громадським будівлям, так як вони мають найбільший потенціал підвищення енергоефективності.

Відомо, що близько 40% тепловтрат будівлі припадає на віконні конструкції, що є наслідком їх низької теплозахисної здатності. Для визначення характеру впливу профілю віконної рами та пристінкової області примикання вікна на теплопередачу через склопакети, було виконано чисельне (CFD) моделювання радіаційно-конвекційного переносу теплоти через двокамерний склопакет, що встановлений в трикамерний профіль рами. Були також проведені експериментальні дослідження теплопереносу через подібні віконні конструкції в зимовий та в літній період року.

Моделювання було виконано за допомогою CFD пакету. Розрахунок виконувався на основі чисельного розв'язання систем рівнянь гідродинаміки і теплопереносу для газового середовища, що знаходиться всередині камер вікна, а також рівняння теплопровідності для твердих елементів конструкції. На поверхнях контакту твердих елементів з газовим середовищем застосовувалися граничні умови 4 роду (умови спряження). В результаті проведених розрахунків були отримані поля швидкості та температури газового середовища всередині камер, а також розподіли температури та густини теплових потоків по поверхнях твердих елементів.

Як показали результати чисельного моделювання, біля внутрішньої поверхні віконного скла, що обернена всередину приміщення, спостерігається підйомно-опускна конвекційна течія повітря. Має місце нерівномірний розподіл температури по поверхні скла, що є наслідком відриву і приєднання повітряного потоку до цієї поверхні в умовах природної конвекції. Як впливає з конфігурації полів швидкості і температури, існує значний відтік теплоти з камер склопакету в зони віконних рам, що є наслідком низької температури пристінкової області примикання вікна до стіни будинку.

Висновки. В результаті проведених досліджень встановлено області віконної конструкції, де відбуваються найбільші втрати теплоти. Знайдено також зони, де температура знижується до «точки роси». Це може приводити до утворення конденсату на поверхнях віконних конструкцій. Для запобігання цього явища потрібно застосовувати профілі рам з більшою кількістю камер. Доцільним також є застосування додаткового утеплення у вигляді віконного короба, що розміщується в зоні віконного прорізу. Він має бути виготовлений з матеріалу, що має низьку теплопровідність. На поверхні камер склопакетів доцільно наносити низькоемісійні покриття для зменшення радіаційної складової теплопереносу [2].

Список використаних джерел:

1. Національний план дій з енергоефективності на період до 2020 року: постанова Каб. Міністрів України від 11.09.2015 р. № 1228-р. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1228-2015-p>

2. Басок Б. І., Давиденко Б. В., Кужель Л. М., Гончарук С. М., Беляєва Т. Г. Експериментальні дослідження теплопередачі через енергоефективні склопакети з низькоемісійним м'яким покриттям. *Пром. Теплотехніка*. 2017, Т. 39. №1. С.41–48.

Денисюк С.П., д-р техн. наук, проф.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПЕРЕХІД – ВИМОГИ ЯКІСНИХ ЗМІН У РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИКИ

Масштабний перехід від традиційного способу генерації, розподілу та керування енергоресурсами до нової цифрової енергосистеми майбутнього є одним із головних трендів у сфері енергетики. **Енергетичний перехід** (нім. *Energiewende*, англ. *Energy transition*) – це перехід провідних країн до сталих економік шляхом відновлюваної енергетики, енергоефективності та сталого розвитку, де кінцевою метою є відмова від використання вугілля та інших невідновлюваних енергоресурсів [1]. Термін завдячує своєю появою публікації 1980 року німецького Інституту Прикладної Екології (нім. *Öko-Institut*), в якій йшлося про необхідність повної відмови від ядерної енергії та енергії з нафти [2]. В наступні два десятиріччя смислове навантаження цього термін розширювалося у значенні, він набув своєї поточної сутності в 2002 р.

Ключовий політичний документ, яким визначено Енергетичний перехід (*Energiewende*) був опублікований німецьким урядом у вересні 2010 р., за півроку до ядерної аварії на Фукусімі. Відповідна законодавча підтримка була прийнята в 2011 р. Основні аспекти включають: зменшення викидів парникових газів: зменшення викидів на 80–95% до 2050 р.; цілі по відновлюваній енергії: 60% частка до 2050 р. (гідро-, сонячна та вітрова енергія); енергоефективність: ефективність по електроенергії – до 50% до 2050 р.; відповідне стимулювання науково-дослідницьких розробок.

Енергетичний перехід означає суттєву зміну у енергетичній політиці: переорієнтацію політики від попиту до пропозиції та зміну від централізованої до розосередженої генерації, яка має замінити перевиробництво та споживання енергії, якого б можна було уникнути за рахунок енергозберігаючих заходів та зростання енергоефективності. У більш широкому сенсі, енергетичний перехід також включає демократизацію енергетики. У традиційній енергетичній галузі, декілька великих енергетичних компаній з великими централізованими генераціями (ТЕС, ГЕС, АЕС), домінують на ринку як олігополії, якої потрібно уникнути. На сьогодні сформувались наступні ознаки енергетичного переходу:

1. Перехід до більш гнучкої архітектури енергетичних систем за рахунок зростання частки відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) і розосередженої генерації в енергобалансі, розвитку інтелектуальних мереж у взаємозв'язку з розвитком технологій та ринку зберігання енергії, а також за рахунок появи активних споживачів.

2. Перехід до нового пакету технологій: генерація електроенергії на базі ВДЕ, силова електроніка, зберігання енергії, воднева енергетика, цифрові платформи (Cloud-технології) і Big Data, Інтернет речей (Internet of Things), високі фінансові технології, наприклад, блокчейни.

3. Перехід до нової бізнес-моделі електроенергетики: від традиційної ланцюжка формування доданої вартості «генерація – трейдинг – передача – збут» до моделі «Інтернету енергії» (Internet of Energy) і надання послуг у sms-середовищі, а також до розвитку нових сервісів для «споживачів-виробників» енергії.

4. Трансформація системи регулювання ринку електроенергетики: перехід від підтримки ВДЕ і конкуренції на ринку електроенергії до пріоритету підтримки споживача, інтеграції локальних рішень, а також від постачання енергії до «з'єднання потужностей» в рамках «Інтернету енергії», перехід до «гнучкого» ринку.

На європейському рівні базою енергетичного переходу постав Третій енергетичний

пакет (англ. *Third Energy Package*) – законодавство Євросоюзу щодо лібералізації газового і електричного ринків. Прийнятий Радою ЄС і Європарламентом в липні 2009 р. і набула чинності 3 вересня 2009 р. Ключовим аспектом даного пакета директив і регламентів ЄС є обмеження монополії постачальників газу і електрики, які блокують постачання конкуруючих енергетичних компаній за рахунок володіння мережами доставки до споживачів (газопроводами, ЛЕП тощо). Всі директиви і регламенти Третього енергетичного пакета були складено 13 липня 2009 року і опубліковані в Офіційному журналі ЄС 14 серпня 2009 року; наведемо ті із них, які мають відношення до електроенергетики: Регламент (ЄС) № 713/2009 про заснування Агентства зі співпраці органів регулювання енергетики; Регламент (ЄС) № 714/2009 про умови доступу до мережі для транскордонних обмінів; Директива (ЄС) № 72/2009 про внутрішній ринок електроенергії.

У кінці 2016 р. Єврокомісія представила для обговорення проект нового енергетичного пакета з промовистою назвою «Чиста енергія для всіх європейців» («Clean energy for all Europeans»). Цей документ відображає бачення того, за яким сценарієм ЄС може здійснити перехід до нового енергетичного майбутнього:

1) Єврокомісія пропонує після 2020 р. скасувати правило, за яким установки, що генерують електроенергію з відновлюваних джерел (ВДЕ: вітер, сонце тощо), мають право першочергового включення в електромережі. Частка «зеленої» генерації в ЄС на кінець 2016 р. досягла 30%, і це вже показник того, що сектор «дозрів» до конкуренції з іншими виробниками і його розвиток більше не потребує державної підтримки.

2) очікується зростання залученості споживачів в енергоринок, довгострокова мета ЄС за часткою ВДЕ в споживанні становить 50%. Це тягне за собою необхідність вирішити ще одне важливе питання: як забезпечити маневрування пікового споживання, яке зараз здійснюється за рахунок ТЕС. Новий етап розвитку енергоринку Єврокомісія бачить в переході від централізованих систем до систем розосередженої генерації, де енергетичні кооперативи і окремі домогосподарства перетворюються в учасників ринку (*prosumer* та *prosumage*) і мають можливість генерувати, зберігати і використовувати для власного споживання електроенергію з ВДЕ.

3) збільшення кінцевих показників (мети) з енергоефективності. Це питання нового «енергопакету» підтримують усі сторони процесу – Єврокомісія, Європарламент, представники бізнесу, експерти. На сьогодні планка приросту в енергоефективності до 2030 р. встановлена на рівні 27% від прогнозу рівнів енергоспоживання-2030, зробленого в 2007 році. Єврокомісія пропонує збільшити мету до 30%. На думку ж Європарламенту, на 2030 рік мета повинна бути більш амбітною та складати не менше 40%.

Сьогодні має місце зближення позицій Міжнародного Енергетичного Агентства (IEA), що мало в минулому вельми консервативну позицію по відношенню до відновлюваної енергетики, і Міжнародного Агентства з відновлюваної енергетики (IRENA). Це зближення підтверджено результатами спільного дослідження IEA і IRENA «Перспективи енергетичного переходу», окремі положення з яких наведені нижче:

1. Очікується, що близько 70% світового енергобалансу в 2050 р. буде низьковуглецевим, в основному за рахунок ВДЕ, енергоефективності, а також технологій уловлювання та зберігання вуглецю. Здійснення енергетичного переходу потребують значних додаткових політичних заходів в області вдосконалення енергетичної політики та правил роботи ринків електричної і теплової енергії;

2. Успішна інтеграція ВДЕ в роботу електроенергетичних систем стає ключовим елементом економічно ефективного енергетичного переходу;

3. Забезпечення доступу до сучасних енергетичних послуг для тих, хто у даний час їх позбавлений, залишається пріоритетом поряд з покращенням якості атмосфери за рахунок впровадження екологічно чистих енергетичних технологій;

4. Енергетичний перехід, крім виробництва та розподілу енергії, охопить і сектора кінцевого споживання: на електромобілі припадатиме домінуюча частка пасажирських і вантажних перевезень; розгортання ВДЕ має перейти за межі енергетичного сектора в тепlopостачання і транспорт;

5. Пріоритетом стане доступне, надійне і стійке біоенергопостачання.

Масштабний перехід від традиційного способу генерації, розподілу та керування енергоресурсами до нової енергосистемі майбутнього передбачає застосування широкого спектру цифрових рішень як штучний інтелект, машинне навчання, Internet of Things, блокчейн і Big data. Другим аспектом в контексті енергетики майбутнього постає перехід до безвуглецевих паливних систем. Енергоефективність та енергозбереження дозволять задовольнити зростаючий попит на енергію, підвищити продуктивність промисловості, обмежити викиди парникових газів в атмосферу, знизити витрати на підтримку енергетичної інфраструктури.

Для вирішення сформованих завдань і досягнення зазначених цілей Євросоюзу в енергетичній сфері Європейська Комісія створила Європейський Енергетичний Союз. Такий Союз сприятиме розробці нових технологій та інфраструктурних проєктів, які об'єднують європейські енергоринки, скоротять рахунки за електроенергію, забезпечать нові робочі місця й економічне зростання. Це дасть Європі змогу стати лідером у сфері відновлюваної енергетики і протидії кліматичним змінам та відстоювати єдину позицію щодо глобальних проблем енергетики.

Слід враховувати, що європейська енергосистема порівняно з українською дуже гнучка й здатна витримати пікові навантаження за рахунок багатьох факторів. Можливості ж нашої енергосистеми у цій частині обмежені регульовальною здатністю маневрених потужностей – теплових (ТЕС) електростанцій, гідроелектростанцій (ГЕС) і гідроакмулюючих (ГАЕС) станцій. Частка «зеленої» генерації в Україні поки що мінімальна і складає до 2% від загального обсягу генерованої у країні електроенергії і сьогодні не впливає на енергосистему країни [3]. Зараз встановлена потужність ВЕС та СЕС сумарно складає 1353 МВт (ВЕС – 512 МВт, СЕС – 841 МВт), що мало впливає на баланс, і відхилення їх генерації від запланованої компенсується існуючими маневровими потужностями ТЕС ГК, ГЕС та ГАЕС [4].

Однак можлива поява нових викликів для енергосистеми у вигляді інтенсивного розвитку ВДЕ [5]. *Існує низка факторів, які безпосередньо впливають на роботу енергосистеми. Серед них ключові – слабка прогнозованість і велика нерівномірність навантаження сонячних (СЕС) і вітрових (ВЕС) електростанцій.* Відхилення навантаження й перевищення вироблення ВЕС і СЕС порівняно з рівнем споживання енергії в деяких випадках не можуть бути скомпенсовані регулюючою здатністю інших енергетичних об'єктів ОЕС України.

Для ВДЕ балансуєчими потужностями в нашій країні є ТЕС, ГЕС і ГАЕС (гідроакмулюючі станції) [3, 5]. За результатами спільного дослідження, проведеного Укренерго разом з USAID та міжнародних експертів Tetra TechES і Mercados (презентовано в грудні 2018 р.), передбачалося, що до кінця 2020 р. ОЕС України зможе прийняти не більш як 4750 МВт ВДЕ: 1750 МВт – вітер і 3000 МВт – сонце [4]. Цих показників може бути досягнуто вже на початку 2020 року.

Якщо енергосистемі потрібен резерв у 1000 МВт, його насамперед забезпечать десятки енергоблоків ТЕС [5]. Такий сценарій розвитку умовно названо «зелено-вугільним парадоксом», коли різке зростання ВДЕ призводить не до декарбонізації, а до збільшення вироблення і вугільної генерації з усіма відповідними наслідками. Частка ТЕС не в процентному, а у фінансовому вираженні зростатиме (вони надаватимуть додаткові послуги, працюючи на найдорожчому балансуєчому ринку, тому їхній прибуток ростиме).

За п'ять місяців початку 2019 р. потужність приєднаних до енергосистеми СЕС збільшилася більш як на 550 МВт, тобто приріст становив 45% [4]. На сьогодні видано технічні умови і підписано договори на приєднання понад 6330 МВт нових СЕС і близько 4250 МВт ВЕС за старим високим тарифом для об'єктів генерації, які заявлені й тільки починають будуватися [5]. За даними Укренерго, що **якщо всі ці об'єкти буде побудовано, то в енергосистемі потужність ВЕС і СЕС становитиме близько 13500 МВт, а ціна на електричну енергію зросте мінімум удвічі. І це тільки за рахунок «зелених» генерації.** Мала «зелена» енергетика не має таких проблем, як велика, тому що так звані дахові приватні СЕС для приєднання не потребують технічних умов. Законодавці тільки обмежили потужності таких приватних СЕС – 50 кВт і дозволили встановлювати їх на дахах і фасадах при умові наявності внутрішнього споживання [4].

Останні дослідження щодо можливості інтеграції ВДЕ в енергосистему України були проведені Укренерго на основі статистичних даних роботи діючих СЕС та ВЕС з урахуванням їх перспективного розвитку в різних балансових умовах в характерні періоди року (зимовий максимум, літній мінімум та паводок) при середньобогаторічній температурі [5]. При цьому враховані вимоги з дотримання параметрів безпеки, забезпечення балансу та стабільної роботи ОЕС України.

За розрахунками Укренерго, до 2025 р. ОЕС може розвиватися за 3 сценаріями. Однак в будь-якому випадку необхідні додаткові заходи для балансування системи:

«А» – не вводяться додаткові високоманеврові потужності (за наявного рівня прогнозування) і вимушено обмежується виробництво електроенергії з ВДЕ.

«В» – обмежується частка атомних електростанцій та, відповідно, збільшується частка вугільної генерації для забезпечення необхідних маневрових потужностей і при цьому не обмежується розвиток «зеленої» генерації.

«С» – забезпечується розвиток та збільшується обсяг «зеленої» генерації при впровадженні системи точного прогнозування та будівництві 2,5 тис. МВт нових високоманеврових балансуєчих потужностей.

Укренерго підтримує третій, найоптимальніший з точки зору збалансованості інтересів споживача і розвитку ВДЕ, варіант. Першою складовою плану «С» розвитку «зеленої» генерації є введення 2,5 тис. МВт нових високоманеврових балансуєчих потужностей. Це дозволить уникнути збільшення генерації електроенергії на ТЕС і обмеження генерації з ВДЕ та АЕС, а також стримати зростання тарифів на електроенергію для споживачів усіх категорій. Орієнтовна вартість будівництва таких високоманеврових потужностей – 55 млрд. грн., термін окупності – близько шести років. *Це дозволить зекономити споживачам близько 65 млрд. грн. щороку за рахунок мінімізації зростання тарифу на електроенергію, який у тому числі залежить від складу генерації.* Найоптимальнішим є буд

івництво газопоршневих електростанцій з 10-хвилинним періодом виходу блоків на повну потужність, а також акумуляторів, що дозволяють швидко регулювати відхилення всередині однієї години. Також першочерговим заходом реалізації плану «С» є впровадження системи точного прогнозування з відхиленням: на ринку на добу наперед – 5–10%, внутрішньодобове планування – 3–5%.

Список використаної літератури:

1. Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. – Berlin, Germany: BMU, 2012.
2. Krause, Bossel, Müller-Reißmann: Energiewende — Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran, S. Fischer Verlag 1980, ASIN: B0029KUZBI.
3. <http://mpe.kmu.gov.ua/>
4. <http://saee.gov.ua/>
5. <https://ua.energy/>

Бойко І.Ю., PhD – студент,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ОСНОВНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ЕЛЕКТРО-ВАРТІСНОЇ МОДЕЛІ ІЗОЛЬОВАНОЇ ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ

Ключову роль у підвищенні енергоефективності нашої країни відіграють сучасні концепції розвитку електроенергетичних галузей, які припускають велику автоматизацію, розвиток інтелектуальних мереж і впровадження відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). На сьогодні існує два основні сценарії розвитку енергосистем:

– підвищення надійності за рахунок резервного підключення іншого виду джерел для мінімізації збитку при аварійних подіях. При цьому пропускна здатність, ресурс основних елементів при номінальних режимах будуть використані мінімально, що призведе до відносного подорожчання мережевої інфраструктури;

– «інтелектуалізація» електричних мереж і систем, пов'язана з поєднанням комплексних інструментів керування, контролю, моніторингу та комунікації, що дозволяє забезпечити значно вищу продуктивність і надійність мережі, підвищення якості енергії.

Інтенсивний, інноваційний та проривний шлях розвитку електроенергетики реалізується за допомогою активного впровадження положень концепції Smart Grid, зокрема, енергоефективного обладнання, передових енергетичних та інформаційно-комунікаційних технологій, ВДЕ, комплексних систем і сервісів інтелектуальної енергетики, побудованих на відкритій мережевій архітектурі [1, 2]. Необхідність вироблення концепції Smart Grid розвитку енергетики продиктована як з необхідністю економічного зростання, нерозривно пов'язаним зі зростанням обсягів енергоспоживання, підвищенням вимог до якості та рівня надійності енергопостачання, так і з істотними обмеженнями технологічного, економічного та екологічного планів.

Можна визначити два статуси поняття електроенергії як базового елемента концепції Smart Grid: електроенергія – це товар (продукт); електроенергія – це одна з складових кінцевого продукту / послуги (світло, тепло, зв'язок тощо) [3]. Вибір тієї чи іншої концепції поняття електроенергії визначає ціннісну складову електроенергії як предмета товарно-ринкових відносин, а також можливі варіанти розвитку цих відносин та технологій, що підтримують ці відносини. Надалі будемо розглядати електроенергію як товар, яким можна торгувати (що зараз активно й відбувається, правда з деякими застереженнями і обмеженнями). Цілком закономірним є розвиток технологій торгівлі (біржова торгівля, ф'ючерси, опціони, страховий ринок тощо).

У цьому випадку надійність і ефективність роботи електроенергетичних систем і ключова роль оперативно-диспетчерського керування не піддається сумніву. При прийнятті концепції «електроенергія – товар» до ключових аспектів розвитку концепції Smart Grid можна віднести [3]:

1) облік електроенергії (як і в будь-яких товарно-грошових відносинах здійснюється облік товару від стадії виробництва до стадії споживання; необхідність врахування кількості, якості, характеру походження товару);

2) зберігання електроенергії (більшість товарів від стадії виробництва до стадії споживання проходять етапи зберігання; електроенергія в цьому плані не має бути виключенням);

3) надійний, гнучкий високошвидкісний зв'язок між споживачем і постачальником;

4) широкий спектр первинних енергоресурсів для виробництва електроенергії, а також методів виробництва (для сталого розвитку ринкових відносин і можливості

формування більш гнучких пропозицій як за ціною, так і за характером постачання електроенергії повинні бути доступні широкі можливості щодо використання різних типів джерел генерації);

5) надійна поставка електроенергії (використання всього спектру технологічних рішень: силове обладнання, засоби автоматизації тощо), які сприяють надійному гарантованому постачанню товару – електроенергії;

6) розвинена інфраструктура, сервіси: (продаж, збут, зокрема, біржа, фінансові інструменти); страхування, наприклад, від збоїв у електропостачанні або поганої якості електроенергії; обслуговування.

Впровадження технологій Smart Grid наразі дозволяє у реальному часі оцінювати попит і пропозицію, а також швидко регулювати електротехнічні параметри генеруючої системи [2]. Інтелектуальні сенсорні технології дають можливість постачати електроенергію більш ефективно за допомогою динамічного аналізу попиту і пропозиції. Використання інтелектуальних систем дає змогу корегувати тарифну ціну відповідно до використання електроенергії в режимі реального часу [4]. Для локальних генеруючих систем актуальними є розробка та застосування моделей динамічної тарифікації, що враховуватимуть наявність суттєвих перехідних процесів при зміні режимів роботи генератора та їх вплив на відхилення реальних значень економічних параметрів системи.

Слід зазначити, що динамічний вплив електротехнічних параметрів генеруючої системи на економічні параметри є визначним фактором для впровадження динамічної тарифікації у режимі реального часу. Актуальним є створення динамічної математичної моделі, що дозволить в подальшому дослідити вплив електротехнічних параметрів системи на економічні, зокрема, при наявності перехідних процесів. Враховуючи вплив тривалості та характеру перехідних процесів на відхилення реальних витрат пального та якості виробленої енергії, наступним актуальним завданням є дослідження впливу параметрів генеруючої системи на характеристики перехідних процесів.

На основі положень сучасної економічної теорії, приймаючи концепцію «електроенергія – товар» та враховуючи динамічну зміну електротехнічних параметрів генератора створено нелінійну динамічну електро-вартісну модель ізольованої системи із дизель-генератором. Показано, що при незначному відхиленні параметрів від деякого статичного значення можна дослідити перехідні процеси, використовуючи лінеаризовану модель. Проаналізовано приклад ізольованої системи, що складається із дизельного генератора та споживача. Запропонована у результаті лінеаризації математична модель дозволяє досліджувати вплив економічних параметрів на характер перехідного процесу ізольованої системи при зміні рівня потужності генератора.

Висновки. Визначено максимальні допустимі параметри системи, перевищення яких викликає появу коливальних складових у перехідних процесах. Показано, що при зміні економічних параметрів системи необхідно дотримуватися балансу між втратами, що викликані коливальними складовими, та втратами, пов'язаними із тривалістю перехідних процесів.

Список використаної літератури

1. Кобець Б. Б., Волкова І. О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid. – М.: ИАЦ Энергия, 2010. – 208 с.
2. Farideh Doost Mohammadi and Ali Feliachi. Adaptive Price Management in Hybrid Microgrid in Presence of PV and Battery Energy Storage System. – 014 IEEE PES T&D Conference and Exposition, 2014.
3. Ледин С. В. Концепция «электроэнергия – товар» как катализатор развития Smart Grid // Автоматизация в промышленности. – 2012. – № 4. – С. 23–26.
4. Xiaohui Liang, Xu Li, Rongxing Lu, Xiaodong Lin, Xuemin Shen. UDP: Usage-Based Dynamic Pricing With Privacy Preservation for Smart Grid. – IEEE Transactions on smart grid, vol. 4, no. 1, march 2013.

Василенко В.І., асистент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ОЦІНКА СИСТЕМНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛОКАЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ РАНГОВОГО АНАЛІЗУ ТЕХНОЦЕНОЗУ

Розвиток світової енергетичної сфери – одне з ключових питань концепції сталого розвитку суспільства. Енергетика на сучасному етапі є основою розвитку економіки. Світова енергетика знаходиться в процесі масштабних змін – відбувається більш інтенсивне впровадження основних технологій поновлюваної енергетики в умовах відповідного зниження їх вартості; зростає випереджаюча роль електроенергії в енергоспоживанні порівняно з нафтопродуктами по всьому світу [1].

Насправді тема підвищення енергоефективності не нова. Багато хто в економічно розвинених країнах вже знає та розглядає енергоефективність, економію енергоресурсів і скорочення викидів як очевидну умову конкурентоспроможності компаній і наявності доступного та чистого джерела енергозабезпечення у майбутньому. Підвищення енергоефективності дозволяє країнам долати тиск, який на них чинить залежність від енергоресурсів, вирішувати питання ненадійності енергопостачання, нерівності, високих цін і рахунків за енергоресурси, а також екологічної шкоди і збитків здоров'ю [2].

Традиційна увага до енергозбереження як основної мети політики енергоефективності часом призводила до недооцінки повноцінної енергоефективності як в національній, так і в глобальній економіці. Енергоефективність може принести численні переваги, такі як підвищення стійкості енергетичної системи, підтримка стратегічних цілей для економічного та соціального розвитку, сприяння досягненню екологічних цілей та збільшення добробуту (рисунок 1) [3].

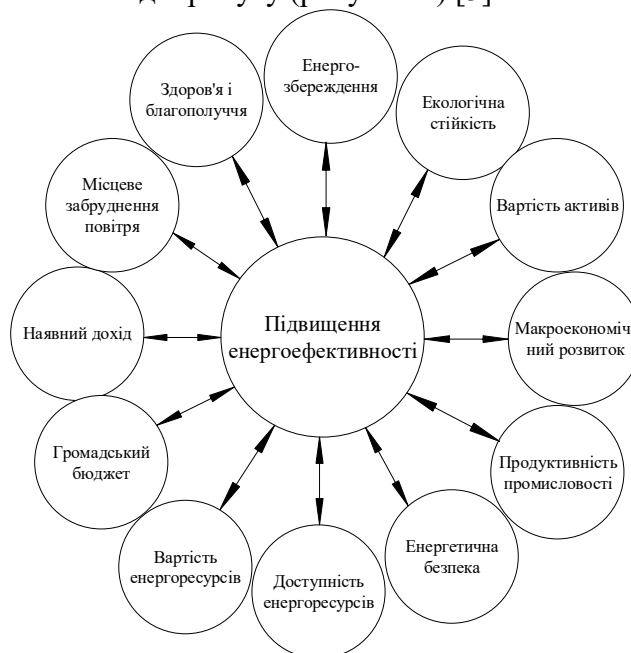


Рисунок 1 – Підвищення енергетичної ефективності на державному рівні

У загальному випадку ефективність будь-якого процесу або діяльності (роботи, дії тощо) визначається відношенням досягнутого ефекту (результату, випуску) до витрат на його досягнення за формулою:

$$E = A_E / B_C \quad (1)$$

де результат A_E та витрати B_C можуть бути представлені у натуральному або вартісному вираженні. За цією формулою визначаються ефективність, продуктивність та результативність (поняття інтенсивності визначається оберненим виразом). На жаль, загальних правил розрахунку складових цієї формули не існує, і тому в кожному конкретному випадку доводиться узгоджувати фізичний та економічний зміст та «вагу» цих складових [4]. Для оцінки потенціалу енергетичної ефективності доцільно використовувати техноценологічний підхід. Автором цієї моделі, який протягом десятиліть впроваджував її в науковий обіг, є доктор технічних наук, професор Б.І. Кудрін [5].

Як методологічна основа на цьому рівні застосовується ранговий аналіз, під яким розуміється метод дослідження техноценоз, що передбачає подальшу його оптимізацію на основі критеріїв форми гіперболічних H -розподілів [5,6].

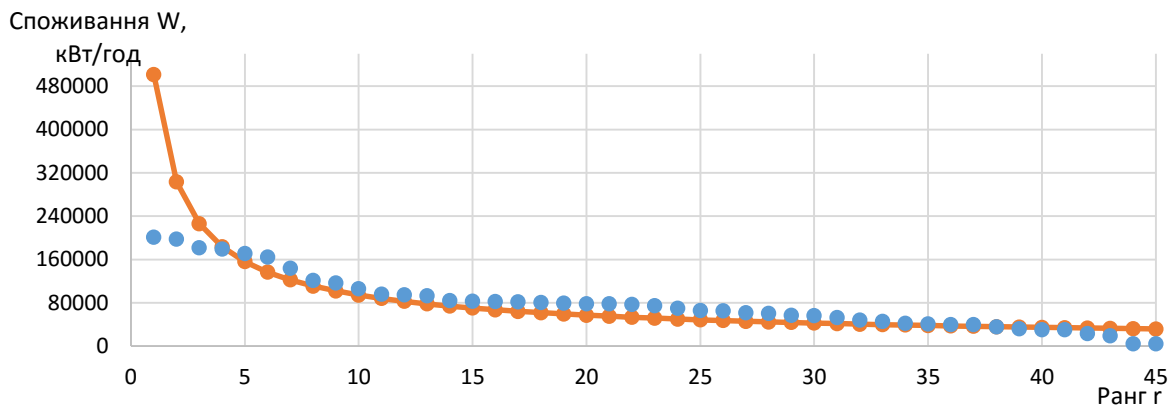


Рисунок 2 – Ранговий розподіл для техноценозу по параметру електроспоживання

Проведення рангового аналізу допомагає визначити об'єкти техноценозу, які аномально споживають енергетичні ресурси та потребують першочергової модернізації та впровадження заходів з енергозбереження. Завдяки цьому ми можемо прогнозувати розвиток локальної енергетичної системи. Оцінка потенціалу дозволяє планувати заходи, ставити цілі і способи їх досягнення, що, в свою чергу, є однією з найважливіших умов втілення системного підходу до впровадження інновацій та розвитку локальної енергосистеми. Перевагою техноценологічного методу та проведення рангового аналізу є оптимальне відображення процесу функціонування об'єктів техноценозу в майбутньому з урахуванням можливих змін технології, інфраструктури, а також використання ресурсів.

Список використаної літератури:

1. World Energy Outlook 2017 (Огляд Світової енергетики 2017), International Energy Agency (Міжнародне енергетичне агентство), 2017
2. Обеспечение энергоэффективности Развитие энергетической политики, задачи и возможности Секретариат Энергетической Хартии Сентябрь 2007 г. Режим доступа: https://energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/Thematic/Delivering_Energy_Efficiency_2007_ru.pdf
3. IEA. Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency: A Guide to Quantifying the Value Added. Paris: OECD Publishing; 2014. Режим доступа: <https://www.iea.org/topics/energyefficiency/benefits/>
4. Ковалко О. М. Порівняльний аналіз показників енергетичної ефективності виробництва біодизельного палива / О. М. Ковалко, Т. О. Євтухова, Л. В. Чуприна // Проблеми загальної енергетики. - 2014. - Вип. 3. - С. 36 - 42. - Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/PZE_2014_3_8
5. Кудрин, Б.И. Введение в технетику / Б.И. Кудрин. – Томск: Томск. гос. ун-т, 1993. – 552 с.
6. Гнатюк, В.И. Закон оптимального построения техноценозов [Монография] / В.И. Гнатюк. – 2-е изд., перераб. и доп. – Электронные текстовые данные. – Калининград: [Изд-во КИЦ «Техноценоз»], [2014]. – Режим доступа: <http://gnatukvi.ru/ind.html>.

Василенко В.І., асистент,
Ремізов І.А., асистент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

Створення систем автоматизованого управління інженерним обладнанням будівель і споруд є новітнім напрямком в області енергозбереження та енергоефективності, яке за кордоном називають Smart House – «інтелектуальний будинок» і визначають як комплексний набір технічних засобів і програмного забезпечення для побудови інтегрованої системи автоматизації інженерних підсистем. До таких підсистем відносяться опалення, водопостачання, кондиціонування, освітлення, підсистеми доступу, охорони і безпеки, аудіо-відеотехніки (мультирум), благоустрій і ряд інших [1].

Інфраструктурні рішення для інтелектуальних будівель об'єднують всі інженерно-технічні системи будівлі – від систем зв'язку та автоматизації будівлі до системи відеоспостереження та контролю доступу – в рамках загальної інфраструктури, що дозволяє підвищити рентабельність, а також ефективність міжсистемної взаємодії [2].

Вперше визначення «інтелектуальний будинок» було сформульовано у Вашингтонському Інституті інтелектуальної будівлі і звучало наступним чином – це будинок, що забезпечує продуктивне й ефективне використання робочого простору [3].

Будівля називається «інтелектуальною будівлею» [4], коли в ній наявна якась комп'ютерна чи контролююча система управління інженерним оснащенням. Ступінь керованості чи контролю встановленого обладнання (або підсистем) визначає рівень інтелектуалізації будівлі. «Інтелектуальний будинок» – це ще й сучасна інтелектуальна система управління відповідно до Європейських стандартів. Вона об'єднує в єдиний комплекс всі обладнання, не лише вирішує різні завдання в сфері дотримання безпеки, життєзабезпечення, зв'язку, а також всіх благ, потрібних людині та його ефективність. Будь-яка система розумний будинок складається з датчиків, через які надходить інформація, і виконавчих пристроїв [1].

Головні завдання які вирішують системи [3] управління світлом, система безпеки, сенсорне управління, віддалене управління, голосове управління.

Переваги, які отримують власники і керуючі від використання технологій і рішень інтелектуальних будівель [2]:

- інтелектуальні системи дозволяють скоротити витрати за рахунок більш ефективного використання енергії;
 - скорочення витрат на обслуговуючий персонал (технічне обслуговування, обладнання та безпеку) і підвищення ефективності роботи співробітників;
 - єдиний інтерфейс об'єднаних інженерних мереж будівлі та можливість централізованого управління декількома будівлями;
 - збільшення терміну служби будівлі;
 - скорочення капітальних вкладень і експлуатаційних витрат протягом усього терміну служби будівлі;
 - надання більш повних даних, необхідних для експлуатації та обслуговування будівлі;
 - збільшення можливості створення комфортних умов для всіх орендарів
- можливості збільшення прибутку.

«Інтелектуальних будинків» в Україні поки що небагато, цей ринок в нашій країні тільки формується. Однак, фахівці впевнені в перспективності даного напрямку. Норми, правила і традиції побудови інженерних мереж піддаються в останні роки серйозного

перегляду. Удавана простота класичного пристрою систем електроосвітлення, клімат-контролю, безпеки і розваг обертається величезною кількістю використовуваних кабельних систем, монтажних робіт, енергоспоживання. Очікуваний комфорт від впровадження нових функцій і пристроїв виявляється на ділі досить складним у використанні, що вимагає постійних зусиль по навчання, обслуговування, експлуатації [1, 4].

Переваги застосування системи інтегрованого управління інженерними системами наступні [5]:

1. Повний контроль над функціонуванням всіх систем в реальному часі.
2. Більш зручне управління всіма функціями.
3. Додаткові функції, які не доступні при стандартному підході до побудови електричних систем.
4. Вплив різних підсистем один на одного (наприклад, системи безпеки на освітлення, системи контролю протікань на систему теплих підлог і ін.).
5. Автоматична робота систем.
6. Економія енергоресурсів.

За даними закордонної статистики, в середньому, система “інтелектуального будинку” забезпечує зниження експлуатаційних витрат на 30%; зниження платежів за електроенергію на 30%; зниження платежів за воду на 40%; зниження платежів за тепло на 50%; зменшення викидів вуглекислого газу на 30%; зменшення пільг з страхування ризиків до 60% [6].

Також до числа переваг можна віднести те, що у більшості комерційних будівель все системи – в тому числі система опалення, вентиляції та кондиціонування, протипожежна система, система безпеки, освітлення та енергопостачання, існують незалежно один від одного. В інтелектуальному будинку всі ці системи повністю інтегровані і управляються централізовано. Однак в інтелектуальному будинку спрацьовування протипожежної підсистеми також задіє підсистему вентиляції та кондиціонування, яка автоматично закриває вентиляційні отвори, а також підсистему безпеки для розблокування всіх дверей з метою забезпечення вільного виходу з будівлі. Все це можливо завдяки інтеграції систем автоматизації будівлі.

В умовах надзвичайно швидкого розвитку мікропроцесорної техніки та побудови на їх основі програмованих пристроїв керування усіма видами побутового обладнання виникає потреба і, головне можливість максимального забезпечення реалізації зростаючих вимог до комфортних умов проживання та праці мільйонів людей, гарантування їхньої безпеки та захисту від наслідків технічних аварій. Це стало одним з пріоритетних напрямків розвитку сучасної радіоелектронної та обчислювальної техніки. В цілому система “інтелектуального будинку” дає змогу істотно підвищити ефективність використання енергоресурсів, рівень комфорту, рівень безпеки тощо.

Список використаної літератури:

1. Мельник Л. М. Автоматизована система управління (АСУ) в умовах ОСББ: плюси і мінуси (елементи зарубіжного досвіду в практику) / Лілія Мельник, Богдан Керничний, Андрій Керничний // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції „ОСББ: досвід, виклики, перспективи“, 30 січня 2017 року. — Т. : ТНТУ, 2017. — С. 15. Режим доступу: http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/19489/2/OSBB_2017_Melnk_L-Automated_control_system_ACS_in_15.pdf
2. Mann William C. The state of the science // Smart technology for aging, disability and independence. – John Wiley and Sons, 7 July 2005. – ISBN 0-471-69694-3.
3. Неизв Дужак І. О. Розумний будинок / І. О. Дужак. // Автоматизація технологічних і бізнес-процесів. Одеська національна академія харчових технологій. – 2013. – №13. – С. 31.
4. Технологія управління Smart-Bus Каталог Презентація Руководство для установщика Николай Русанов. Режим доступу: <https://dosmart.pro/files/Catalog-shema-rus-Smart-Bus.pdf>
5. Элсенпитер Р. Умный Дом строим сами / Роберт К. Элсенпитер, Тоби Дж. Велт. – М. : Кудиц – Образ, 2005. – 384 с.
6. “Розумний будинок” – економія чи дорога іграшка [Електронний ресурс]. URL: http://sofit.com.ua/articles/rozumnij_budinok_ekonom_ya_chi_doroga_grashka

УДК 620.9

Ващишак І.Р., канд. техн. наук, доц., Доценко Є.Р., канд. техн. наук, доц.
Івано-Франківський національний університет нафти і газу, Україна

СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ НА ОСНОВІ ТУРБОКАМІНУ

Вступ. Актуальність роботи зумовлена необхідністю створення енергоефективних систем опалення в умовах стрімкого підвищення цін на енергоносії. За результатами проведеного аналізу систем опалення приватних будинків і видів палива для них встановлено, що найбільш енергоефективною є комбінована система опалення з кількома джерелами теплової енергії, одним з яких є турбокамін.

Виклад матеріалу. На рисунку 1 запропонована енергоефективна система опалення за рахунок модернізації турбокаміну шляхом застосування у ньому двох водяних сорочок та розміщення між ними термоелектричної батареї [1].

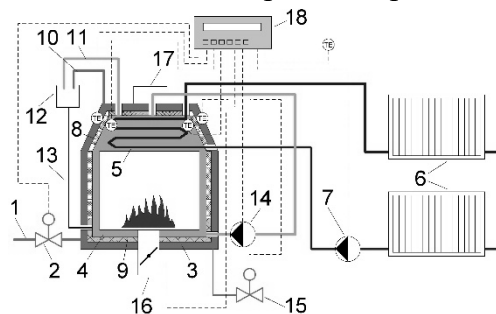


Рисунок 1 – Структура каміну з подвійною водяною сорочкою:

- 1 – трубопровід холодної води, 2, 15 – кран з електроприводом, 3, 4 – холодна і гаряча водяні сорочки, 5 – теплообмінник, 6 – радіатори системи опалення, 7, 14 – циркуляційний насос, 8 – елементи термоелектричної батареї, 9 – тепло ізолюючий матеріал, 10, 11 – патрубки виходу надлишку води з контурів водяної сорочки, 12 - розширювальний бак, 13 – зворотній трубопровід з розширювального баку, 16 - повітряна засувка з електроприводом, 17 – димозбірник, 18 - система автоматики

Удосконалений турбокамін має подвійну водяну сорочку – одну холодну, іншу – гарячу, між якими поміщаються елементи термоелектричної батареї. Між сорочками доцільно застосувати теплоізолюючий матеріал. Як елемент термоелектричної батареї для турбокаміну обрано елемент Пельтьє TEC1-12706, а турбокамін типу Akant польської фірми Makroterm потужністю 34 кВт. Згідно з конструктивними даними турбокаміну проведено розрахунок кількості елементів Пельтьє для термоелектричної батареї турбокаміну: 98 штук. При цьому загальна потужність термоелектричної батареї турбокаміну становитиме: 2450 Вт. Беручи до уваги, що ККД вибраних елементів Пельтьє становить не більше 30%, та враховуючи додаткові втрати тепла на переходах між елементами термоелектричної батареї та на кріпленнях подвійної водяної сорочки, сумарна потужність, що необхідна для роботи термоелектричної батареї складе біля 10 кВт. Кінцева тепла потужність турбокаміну 24 кВт.

Застосування термоелектричних генераторів у турбокаміні дозволить забезпечити безперебійне електроживлення системи опалення, що зробить її повністю незалежною від зовнішньої електромережі. Крім того, батарея термоелектричних генераторів, інтегрована в турбокамін, може бути резервним джерелом електроживлення для широкого спектра побутових приладів і приладів освітлення.

Висновки. Реалізовано енергогенеруючий елемент системи опалення - турбокамін з термоелектричною батареєю, який дає змогу одночасно генерувати два види енергії – теплову (для радіаторів опалення) та електричну (для автоматики і освітлення) від одного джерела тепла.

References

1. I. Vashchyshak, and O. Lavryk, "Modernization of the heating system by the use of turbo fireplace and integrator", Prospecting and Development of Oil and Gas Fields, № 4(69). с. 57 –69, 2018.

Великий С.С., аспірант,
Розен В.П., д-р. техн. наук., проф.,
Реуцький М.О., канд. техн. наук., доц.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

РЕГУЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ НАВАНТАЖЕННЯ ПРОМИСЛОВОМУ ПІДПРИЄМСТВІ В УМОВАХ РИНКУ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Вступ. З початку 2019 року почала діяти нова енергетична реформа [1], яка обумовлює роботу ринку електричної енергії, що визначає взаємодію підприємств, які є споживачами електричної енергії та електропостачальників, які здатні продавати електричну енергію не договірних засадах. Електропостачальники в свою чергу можуть купувати електричну енергію на оптовому ринку електричної енергії (ОСР), тариф покупки електричної енергії може змінюватись протягом доби. Тобто ціна плати за електричну енергію (активну потужність) залежить безпосередньо від характеру добового графіку підприємства. Тому з'являється необхідність на підприємстві в здатності регулювати електричне навантаження протягом доби для власної економії коштів. А також, у глобальному плані, для компенсації нерівномірності загального споживання в об'єднаній енергетичній системі України, що призведе до більш ефективного використання енергетичних ресурсів протягом доби і зменшення екологічних впливів на довкілля

Мета та завдання. Зменшення плати за електричну енергію на підприємстві за рахунок обладнання яке здатне регулювати свій попит на електричну потужність протягом доби без значного шкідливого впливу на виробничий процес, таке обладнання має назву споживач-регулятор потужності (С-Р) [2]. Постає завдання необхідності керувати добовим графіком підприємства та в визначенні обладнання яке здатне працювати в режимі С-Р потужності на промислових підприємствах.

Основна частина. Договірні відносини між підприємствами та постачальниками електричної енергії нерозривно пов'язані з тарифами на оптовому ринку електричної енергії. Тариф змінюється кожен годину та формується на основі загального споживання всіма суб'єктами енергоринку, приклад зміни середньомісячного добового тарифу на оптовому ринку електричної енергії у березні 2019 [3] представлено на рис. 1.

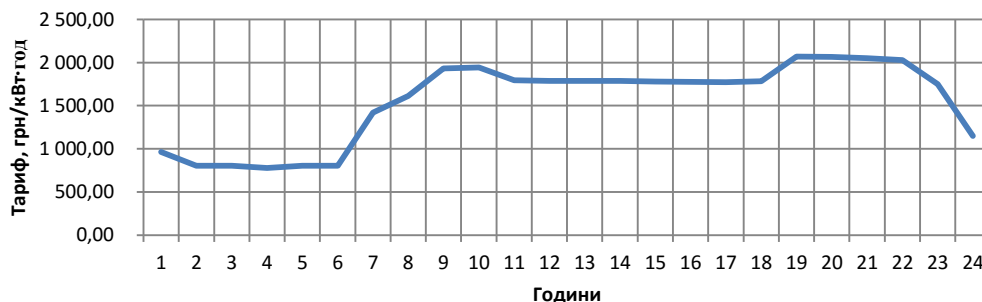


Рисунок 1 – Графік зміни середньомісячного добового тарифу на оптовому ринку електричної енергії у березні 2019

Як видно з графіку характер зміни тарифу повторює колишні диференційовані тарифи, які повинні були стимулювати споживачів на керування власним графіком підприємства.

Одним з методів керування добовим графіком підприємства пропонується використовувати С-Р потужності, який не потребує значних капіталовкладень, а лише певних заходів які направлені на аналіз поточних добових графіків підприємства та

виділенні споживачів на підприємстві які здатні працювати в режимі С-Р потужності. Використання С-Р потужності загалом характерне для гірничодобувної промисловості [4] однак представлена загальна схема С-Р(рис. 2) дозволяє виділити обладнання на будь-якому підприємстві.

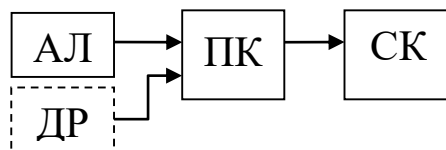


Рисунок 2 – Загальна схема обладнання в режимі С-Р

АЛ – акумулююча ланка може представляти собою певний технологічний резервуар; ДР – діапазон регулювання може замінювати акумулюючі ланки; ПК – пристрій керування може виступати в якості електроприводу установки, також пристрій керування може складатися з декількох установок; СК – система керування може виступати в якості перетворювача частоти, контролера або для некеруваного електроприводу складатися з певної кількості тумблерів.

Оптимізація на підприємстві режимів споживання електроенергії технологічних процесів з метою формування бажаних ГЕН призведе до економії коштів за рахунок можливого перенесення навантаження С-Р в часи коли електрична енергія дешевша(рис. 3).

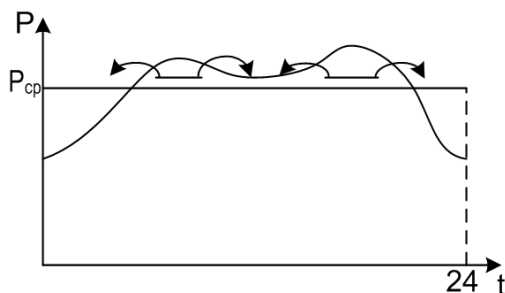


Рисунок 3 – Графік переносу навантаження в часи максимально тарифу

Маючи здатність керувати добовим графіком, підприємства можуть досягти наступних результатів:

- зменшення загальної місячної плати за електричну енергію;
- можливість збільшення заявленого обсягу електричної енергії не виходячи за межі виділеного бюджету.

Таким чином, можна стверджувати, що загальний потенціал можливостей С-Р електричної енергії відповідно до їх участі в управлінні навантаженням енергосистеми є дуже великим.

Висновок. Показана необхідність керування добовим графіком споживання за рахунок впровадження С-Р потужності на підприємстві. Представлена загальна схема будь-якого С-Р потужності, яка дозволяє визначати обладнання а режимі С-Р на будь-якому підприємстві.

Список використаних літератури

1. Закон України «Про ринок електричної енергії» 13.04.2017, №2019-VIII
2. Праховник А.В., Розен В.П., Дегтярев В.В., Энергосберегающие режимы электроснабжения горнодобывающих предприятий. Москва: «Недра», 1985. 232 с.
3. «Оптова ринкова ціна у березні» [Online]. Доступ: https://kep.com.ua/ckeditor_assets/dk-ee/2019/Optovayinkova-tsina_2019-03.pdf
4. Хронусов Г.С. Комплексы потребителей – регуляторов мощности на горнорудных предприятиях. Москва: «Недра», 1989. 200 с.

References

1. Law of Ukraine "On the Electricity Market", Apr. 13, 2017, No. 2019-VIII
2. Prakhovnik A, Rosen V, Degtyarev V, "Energy-saving modes of power supply of mining enterprises", Moscow, Nedra, 1985, 232 p.
3. Hronusov G, "Complexes of consumers - power regulators in mining enterprises", Moscow, Nedra, 1989, 200 p.
4. "Wholesale Market Price in March" [Online]. Available: https://kep.com.ua/ckeditor_assets/dk-ee/2019/Optovayinkova-tsina_2019-03.pdf

Веремійчук Ю.А., канд. техн. наук, ст. викл.,
Замулко А.І., канд. техн. наук., доц.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ V2G (VEHICLE-TO-GRID) ДЛЯ ВИРІВНЮВАННЯ ГРАФІКІВ ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Актуальним питанням для будь якої енергетичної системи стає створення системи накопичення виробленої електроенергії. Особливої гостроти це питання набуває з впровадженням різних видів генерації електроенергії, виробництво якої може мати ймовірний характер. Також в сучасних умовах розвитку технологій і тенденцій в транспортній галузі, щодо використання електромобілів, власнику транспортного засобу має можливість оперативно взаємодіяти з електромережею. Слід зазначити, що в світі даній темі присвячено значну кількість досліджень [1-3] в яких запропоновані ряд рішень. Серед яких виділяють використання електромобілів в якості накопичувачів енергії. У більшості робіт дослідники розглядали взаємодію електромобілів в автономних або малих енергетичних системах з відновлюваними джерелами енергії (ВДЕ) для енергопостачання станцій підзарядки електротранспорту на території [4-5].

В енергетичному секторі України активно залучаються інвестиції в розвиток ВДЕ. У 2018 році даними джерелами було згенеровано 2632,4 млн кВт год, що складає 1,7 % в балансі енергосистеми України. Також використання електромобілів в нашій державі має позитивну тенденцію на 01.05.2019 року в Україні [6] налічується близько 16792 електроавтомобілів з яких 12643 – електродвигуном; 11096 –гібриди, що в середньому складає 300 млн кВт годин ємності батарей.

Для визначення можливостей використання електромобілів- як агрегаторів, які можуть приймати участь в регулюванні попиту на потужність. Розглянемо типовий добовий графік споживання електроенергії в ОЕС України та генерацію ВЕС і СЕС. Враховуючи мінливість ВДЕ визначимо зони, в яких бажано використовувати електромобілі в режимі зарядки і розрядки.

Даний графік електричного навантаження ОЕС України в типовий літній день 2018 р. (рисунок 1) показує один із багатьох варіантів можливої взаємодії енергосистеми з електромобілями, як агрегаторами [7].

З іншого боку впровадження системи V2G для вирівнювання графіка електричного навантаження має певні особливості, а саме необхідно:

1. Забезпечення у будь-який момент часу – i , запланованої величини потужності електромобілів $P_i^{ел.авт}$. Яка враховує загальний потенціал електромобілів ($P_i^{ел.авт\ max}$), а також, що знаходяться на зарядці на i -ту годину - $P_i^{зар}$ та ті, що відмовились $P_i^{відм}$. Кожна з цих характеристик залежить від потенціальних характеристик батареї, а також суб'єктивних рішень власників транспортних засобів.

$$P_i^{ел.авт} = P_i^{ел.авт\ max} - P_i^{зар} - P_i^{відм} \quad (1)$$

2. Формування цінових сигналів в ринку для залучення власників транспортних засобів до процесу управління. При цьому загальний підхід має базуватися на заходах енергетичного арбітражу і обліку відпущеної електричної енергії.

3. Забезпечення технічної можливості приєднання до мережі у визначений час.

4. Правового регулювання питань проведення діяльності електромобілів в частині участі в управлінні попиту. Мова йде про наявність відповідних дозвільних документів.

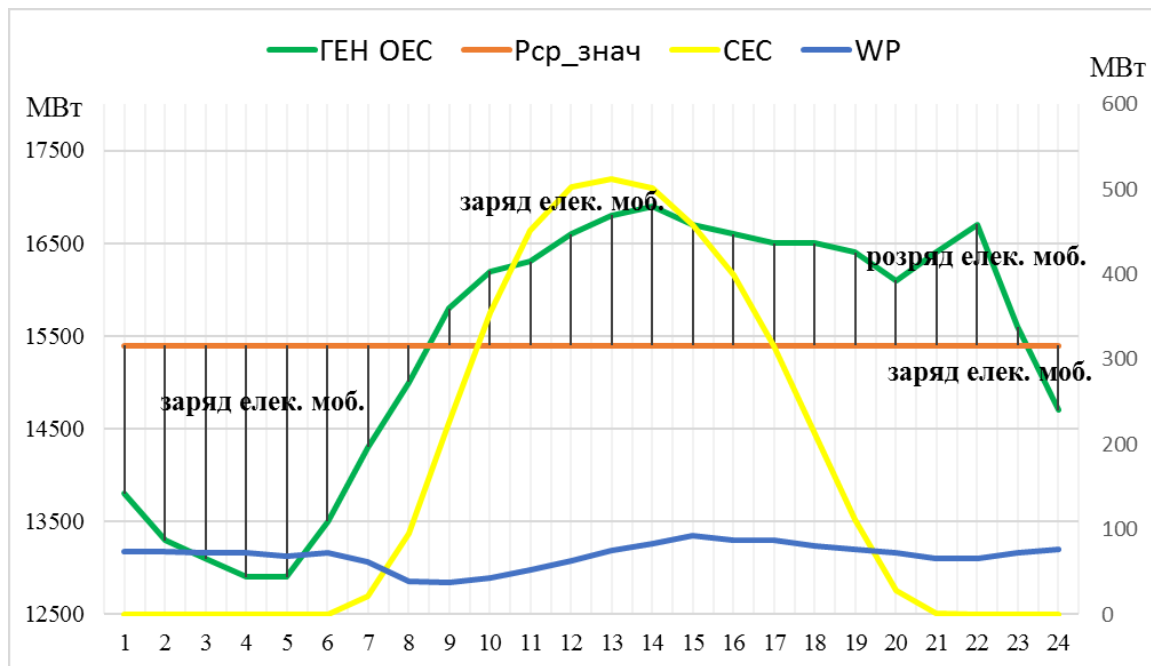


Рисунок 1 - Графік електричного навантаження ОЕС України та генерація ВЕС і СЕС

Висновок

1. Проведення дослідження використання електромобілів, їх можливостей з проведенням оцінки та моделювання режимів роботи на рівні як енергосистеми країни так і регіону в умовах зростання нерегульованої потужності відновлювальних джерел енергії є сучасним напрямком в енергетиці.

2. Управління процесами виробництва та споживання електричної енергії на сучасному етапі вимагає пошуку нових організаційних можливостей та технічних реалізацій в енергетичній галузі. Тому актуальною можливістю стає використання потужності електромобілів в режимі V2G шляхом формування організаційних і технічних методів їх агрегації.

Список використаних літератури

1. B. Slusarczyk "Conditions for ECV charging infrastructure development in Poland", Proceedings of the 9th International Scientific Symposium ELEKTROENERGETIKA 2017, 12.-14. 9. 2017, pp. 184-189.
2. Masayuki Endo, Kenji Tanaka "Evaluation of Storage Capacity of Electric Vehicles for Vehicle to Grid Considering Driver's Perspective" Published in IEEE International Conference on Environment and 2018 DOI:10.1109/iceic.2018.8494218
3. Mustafa Ammous, Mohamad Khater, and Mohammad AlMuhaini "Impact of Vehicle-to-Grid Technology on the Reliability of Distribution Systems" Conference: 2017 9th IEEE-GCC Conference and Exhibition (GCCCE). DOI: 10.1109/IEEGCC.2017.8448072.
4. Haneul Ko, Sangheon Paek "Mobility-Aware Vehicle-to-Grid Control Algorithm in Microgrids " IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems (Volume: 19 , Issue: 7 , July 2018, pp. 2165 – 2174
5. Esra'a Alghsoon , Ahmad Harb and Mohammad Hamdan "Power Quality and Stability Impacts of Vehicle to Grid (V2G) Connection" 2017 8th International Renewable Energy Congress (IREC) 21-23 March 2017 DOI: 10.1109/IREC.2017.7925995
6. Компания IRS Group. Маркетинговые исследования потребителей. Режим доступа: <http://irsgroup.com.ua/>
7. Д.В. Шпак, Ю.А. Веремійчук, А.І. Замулко. Управління режимами споживання електричної енергії з використанням агрегації попиту. XVI Міжнародна конференція Контроль і управління в складних системах (КУСС-2018) Вінницький національний технічний університет, Вінниця, 15-17 жовтня 2018 року.

Галушак І.Д., канд. техн. наук., доц.
Дадяк М.Б., магістр, Назарук Б.В., магістр,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

ПЕРЕДУМОВИ ПОЯВИ І ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ СИСТЕМИ «SMART GRID»

Для оцінки рівня «інтелектуалізації» енергетики вже став загальновизнаним у світі термін Smart Grid. Поняття SMART - Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology - самоконтролююча, аналізуюча та звітуюча технологія. Поряд з терміном Smart Grid свого часу також використовувалися терміни Future Grid, Empowered Grid, Wise Grid, Modern Grid, IntelliGrid, однак термін Smart Grid став загальноживаним. З'явилося гасло: «Розумні мережі - Розумна енергетика - Розумна економіка», а термін Smart Grid окремими дослідниками трактується рівнозначним терміну «Світ після нафти». Історично термін Smart Grid належав спочатку до систем розподілу електроенергії. Сьогодні цей термін набув ознак «торгової марки» щодо розробок у сфері генерації, передачі, розподілу та споживання електроенергії. Спочатку вважалося, що Smart Grid - це автоматизована система, яка автоматично відслідковує та розподіляє потоки електроенергії для досягнення максимальної ефективності використання енергії.

Основні передумови появи Smart Grid: масове використання розосереджених джерел енергії (DER) як приватними споживачами, так і корпоративним сектором і самими генеруючими компаніями; поява та вдосконалення нових технологій перетворення електроенергії на основі пристроїв силової електроніки та технологій накопичення енергії; популярність концепції «розумний будинок» і бажання всіх типів споживачів мати реальні можливості економії електроенергії; масовий продаж електромобілів [1].

Основні параметри Smart Grid базуються на результатах роботи американського інституту The Electric Power Research Institute (EPRI) у програмі «IntelliGrid», а також відображені в проєктах «Modern Grid Initiative (MGI) [2] та «Grid Wise Architectural Council» (GWAC). У цих роботах сформульовано бачення, архітектурні принципи, обмеження, переваги, необхідні технології, технічна політика щодо Smart Grid. Так, концептуальна модель Smart Grid, прийнята в США, включає сім основних доменів: генерацію електроенергії, її передачу, розподіл, споживачів, ринок, керування та сервісне обслуговування, пов'язаних потоками передачі електроенергії та інформації. Відзначають п'ять основних переваг Smart Grid: надійність та якість електропостачання, перш за все, за рахунок підвищення керованості; безпека; енергозбереження; високий рівень екології; економічність.

Можна виділити два усталених визначення Smart Grid, прийнятих у США та Європі:

- USA Department of Energy «Grids 2030»: «*Smart Grid* - це повністю автоматизована енергетична система, що забезпечує повсюдно двосторонній потік електричної енергії та інформації між електричними станціями і пристроями. Smart Grid за рахунок застосування новітніх технологій, інструментів і методів наповнює електроенергетику «знаннями», що дозволяють різко підвищити ефективність функціонування енергетичної системи...»;

- European Technology Platform SmartGrids: «*Smart Grids* (інтелектуальні мережі) - це електричні мережі, що задовольняють майбутнім вимогам щодо енергоефективності та економічності функціонування енергосистеми за рахунок скоординованого керування

і за допомогою сучасних двосторонніх комунікацій між елементами електричних мереж, електричними станціями, акумулюючими джерелами та споживачами.

Концептуальне визначення інтелектуальної мережі вказує на важливу роль Smart Grid в подальшому технологічному, економічному та екологічному розвитку суспільства; Smart Grid стає каталізатором економічного підйому, що є нагальним для інноваційного розвитку електроенергетики України. Виникнення сучасної концепції Smart Grid обумовлено факторами: технологічного прогресу, зростання вимог споживачів; зниження надійності; змінами на ринку; підвищення вимог у сфері енергоефективності та екологічної безпеки. Короткий опис функціонування дворівневої структури SMART системи:

1-й рівень - у межах однієї трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ, а саме: «джерело постачання 0,4 кВ із відхідними лініями (КТП-10/0,4 кВ) – група споживачів» із складанням балансу споживання електричної енергії по даній групі. Інформація з лічильників електроенергії споживачів передається (по силовій електричній мережі за технологією PLC) на контролер збору даних, що встановлюється на КТП-10/0,4кВ. Контролер збирає та обробляє первинну інформацію з лічильників та передає її каналами GPRS на центральний сервер.

2-й рівень – центральний сервер системи збору, обробки, зберігання даних. Групування і визначення обсягів постачання та споживання електричної енергії по окремих населених пунктах, приєднаннях (ЛЕП) чи підстанціях виконується на основі даних першого рівня.

Для прикладу - група компаній Elster - провідний світовий виробник і постачальник високоякісних, високоточних інтегрованих рішень в області обліку і споживання енергоресурсів для великих підприємств енергетики, газової і водної промисловості. Група ELSTER об'єднує найбільших у світі виробників приладів і систем обліку електроенергії, тепла, води і газу. Підприємства групи розташовані в 38 країнах світу. У групі працює більше 7000 співробітників.

Сьогодні в Elster входять такі відомі компанії як ElsterKromschroeder, Німеччина (облік газу), ElsterElectricity, США (облік електроенергії), Elster AMCO Water, США (облік води). Такі відомі бренди як Kent, Perfection і Instromet - також є частиною групи компаній Elster. Штабквартира групи розташована в Люксембурзі. Результати від введення проекту: у I кв. 2018 р. зменшення втрат електроенергії на 1,2%, у січні-березні 2018 року знижені втрати електроенергії на 18,4 млн кВт·год., або на 1,16%, до аналогічного періоду 2017 року. Ефект від проведення цільових організаційних і технічних заходів склав 10,21 млн. у.о. (виявлення фактів незаконного використання електроенергії фізичними і юридичними особами).

Список використаних джерел

1. Карпаш О.М., Костишин В.С., Федорів М.Й., Дзьоба О.Г., Козак Л.Ю., Райтер П.М., Соломчак О.В., Михайлів М.І., Семенцова А.О., Романюк Ю.Ф., Галушак І.Д., Гаврилюк Р.Б., Гладь І.В. – Україна, Гулбрендсен Т.Х., Кім Чі Тран-Гулбрендсен – Норвегія. Навчальний посібник «Енергоменеджмент та енергоефективність». – Івано-Франківськ: Факел, 2008. – 455с.

2. Smart Grid – European Technology Platform for Electricity Networks of the Future. – European Commission, 2005. [Electronic resource] - Mode of access: <http://www.smartgrids.eu/>

References

1. O. Karpash, V. Kostyshyn, M. Fedoriv O. Dzyoba, L. Kozak, P. Raiter, O. Solomchak M. Myhayliv, A. Sementsova, U. Romanyuk, I. Galuschak, R. Gavrylyuk, I. Glad' – Ukraine, T.H. Gulbrandsen, Kim Chi T. Gulbrandsen – Norway. Textbook "Energy Management and Energy Efficiency". – Ivano-Frankivsk: Fakel, 2008. – 455 c.

2. Smart Grid – European Technology Platform for Electricity Networks of the Future. – European Commission, 2005. [Electronic resource] - Mode of access: <http://www.smartgrids.eu/>

Зайченко С.П., д-р. техн. наук, проф.,
Прядко С.Л., ст. викл.,
Побігайло В.А., канд. техн. наук, доц.
Аджебі А., магістр

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЗАСОБІВ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОНОМНОЇ ЕНЕРГОУСТАНОВКИ НА БАЗІ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ

Вступ. Серед організаційно-технічних засобів спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини під час трудової діяльності особлива увага приділяються особливій групі електричних приймачів. Особлива група електричних приймачів виділяється зі складу електричних приймачів I категорії надійності, безперебійна робота яких необхідна для безаварійного зупину виробництва, з метою запобігання загрози життю людей. Для запобігання загрози життю людей передбачається додаткове живлення від третього незалежного взаємно резервуючого джерела живлення. Єдиним рішенням додаткового живлення від третього незалежного взаємно резервуючого джерела живлення у випадку аварій основної мережі є використання енергогенеруючих електростанцій з двигунами внутрішнього згорання. Оновою надійної роботи електротехнічного обладнання є проведення комплексу діагностичних процедур для визначення технічного стану і своєчасного ремонту. В основі процесу діагностування є отримання експериментальних даних, діагностичних ознак, які в залежності від ступені інформативності визначають стан об'єкта, що досліджується. Основною причиною втрати справного стану енергогенеруючих електростанцій з двигунами внутрішнього згорання є зношування циліндро-поршнєвої групи. Для діагностування двигунів внутрішнього згорання передбачено цілий ряд діагностичних методів, які дозволяють в більшості випадків шляхом порівняння отриманих експериментальних даних з нормативними, встановити технічний діагноз. Одним з прогресивних методів, який дозволяє провести діагностування герметичності простору циліндро-поршнєвої групи є вимірювання компресії за допомогою компресометрів і компресографів. До недоліків даного методу можливо віднести високу трудоемність, пов'язану з розборкою двигуна і неточність отриманих даних.

Вказаних недоліків позбавлені системи діагностування двигуна внутрішнього згорання з використанням рівня струму стартера у якості діагностичного параметра [1, 2]. Данні системи основані на аналізі зміни моменту прокручування колінчастого валу двигуна без подачі палива в компресорному режимі, шляхом вимірювання рівня струму і напруги двигуна стартера. Прикладами діагностичних комплексів, які використовують даний метод діагностування є мотор-тестери: КАД-300-03, М3-2, МТ3500 і т.д. Застосування даного методу дозволяє суттєво підвищити інформативність і достовірність результатів отриманих результатів з одночасним зменшенням трудовитрат.

Аналіз стану питання. Технічний стан циліндро-поршнєвої групи двигунів внутрішнього згорання на пряму впливає на головні показники і визначає ресурс двигуна. Саме тому опису процесу роботи циліндро-поршнєвої групи присвячення цілий ряд робіт, які можливо розділити на два основних типи. До першого відносяться дослідження стану циліндро-поршнєвої групи при роботі двигуна в різних режимах на основі аналізу таких параметрів, як кут, швидкість, прискорення, момент обертання колінчастого валу [3-5], витрата і тисків газів [6, 7]. Другий тип досліджень передбачає діагностування циліндро-поршнєвої групи без подачі палива з примусовим

прокручуванням колінчастого валу у компресорному режимі або з нагнітанням повітря [8-10] з реєстрацією аналогічних параметрів.

Мета роботи. Метою даного дослідження є визначення стану автономної енергоустановки на базі двигуна внутрішнього згорання за струмом стартера без подачі палива.

Одним з головних питань при визначенні пускових струмів є вибір засобів вимірювання. Одним з прогресивних методів є застосування датчика Хола при вимірюванні великих за амплітудою і швидкістю зміни значень струмів. Також для даний тип датчиків не впливає і не спотворює процес, що досліджується.

Для експерименту було обрано два типи датчиків YHDC HK16 і ACS712 30A GY-712. При порівнянні двох типів датчиків було встановлено ряд недоліків використання датчика ACS712 30A GY-712 що зумовлено використанням платформи Arduino р j,vt;tj. 9 кГц частотою опитування сенсора. Також монтаж даного обладнання (YHDC HK16) не передбачає породження ланцюга струму через схему датчика. Тарування датчика дозволило встановити лінійну залежність кількості розрядів аналого-цифрового перетворювача(m-DAQ12), и склало 9,02 А/розр.

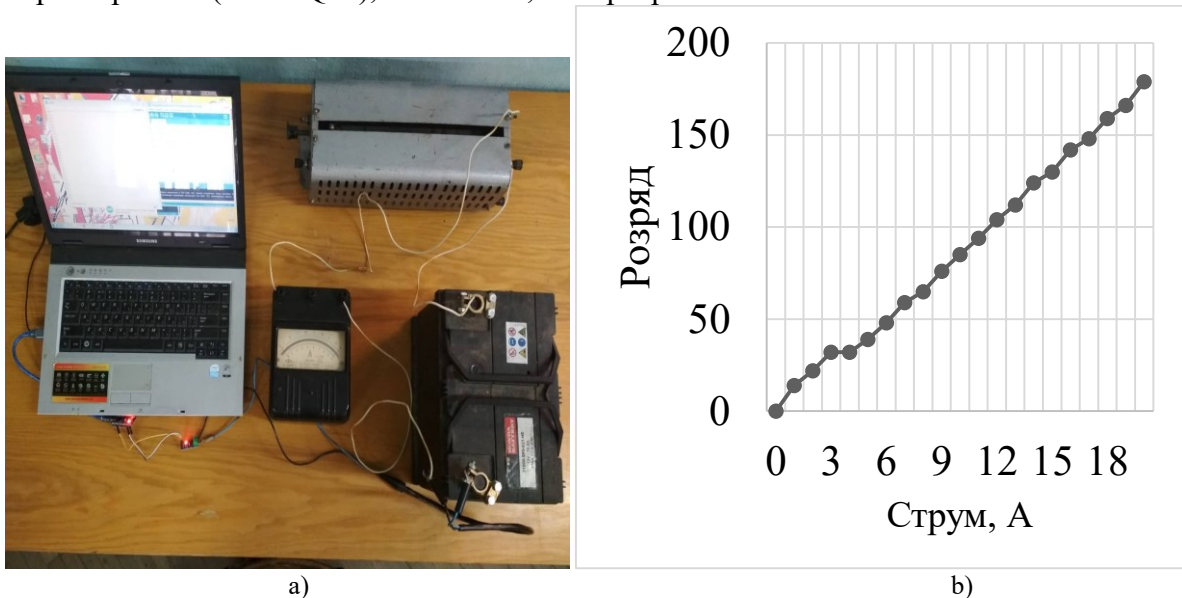


Рисунок 1 –Зовнішній вигляд установки тарування датчиків (а) і діаграми тарування датчика YHDC HK16 (b)

Висновки. В результаті досліджень підібрано комплекс засобів вимірювання для діагностування автономної енергоустановки на базі двигуна внутрішнього згорання. Запропоновано для вимірювання струму пуску стартера двигуна внутрішнього згорання автономної енергетичної установки використати комплект датчика Хола YHDC HK16 і аналого-цифрового перетворювача m-DAQ12.

References

1. K. Tymanyuk and V. Kostenko, "Development of an automated system for iterative control of the technical condition of a car engine system," Technological audit and production reserves, vol. 1, no. 2, pp. 77-82, 2016. [in Russian].
2. A. Baboshin, A. "Evaluation of the technical condition of engines by the current consumed by the starter when the engine scrolls," Bulletin of Murmansk State Technical University, vol. 16, no. 1, pp. 33-39, 2013. [in Russian].
3. O. Savchenko and I. Dobrolyubov, "Methodological aspects of creating a mathematical model for diagnosing automotive and tractor engines," Ground transport and technological tools: design, production, operation, pp. 143-153, 2016. [in Russian].
4. I. Dobrolyubov, "Development of a computer customizable model of an internal combustion engine," Computational Technologies, vol. 18, no. 6, pp. 54-61, 2013. [in Russian].
5. V. Alt, "Development of a Dynamic Model of ICE," Proceedings of GOSNITI, vol. 118, pp. 8-15, 2015.
6. A. Gritsenko, "Diagnosing Engine Systems for Pressure Parameters," AIC of Russia, vol. 24, no. 2, p. 402-410, 2017. [in Russian]. S. Hunt and G. Shuttleworth, *Competition and Choice in Electricity*. Chichester, England: Wiley, 1996.

Костюк В.О., канд. техн. наук, доц.,
Єфремов В.П., магістр
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ТЕПЛОВОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ПАЛИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

До надзвичайно перспективних та екологічно привабливих джерел добування теплової та електричної енергії є паливні елементи на основі водню. Водень має високу теплотворну здатність та має практично невичерпну ресурсну базу для його одержання.

За результатами останніх аналітичних досліджень ринку застосувань паливних елементів (ПЕ), комерціалізація технологій із застосуванням паливних елементів для постійного генерування електроенергії стрімко зростає за період останніх п'яти років. Розробники фокусують зусилля на вдосконаленні технологій PEM (ПЕ з твердополімерним електролітом) та MCFC (карбонатно-розплавний паливний елемент, РКПЕ) [1].

На конкурентоспроможність технології виробництва теплової та електричної енергії з використанням паливних елементів впливають такі фактори [3]:

- вдосконалення системи тарифоутворення на теплову енергію з альтернативних джерел енергії, принаймні з квітня 2017 р.;
- зняття дискримінації виробників теплової енергії з альтернативних джерел – через існування рахунків зі спеціальним режимом використання для оплати теплової енергії (впроваджено з березня 2018 р.);
- нові можливості для виробників електроенергії з використанням ТВЕ на ринку балансуєчих потужностей, який має запрацювати в Україні з липня 2019 р., а також перспективи запровадження в Україні аукціонів із закупівлі електроенергії від таких виробників ВДЕ з 2020р.;
- очікування щодо підвищення рентабельності проектів нових когенераційних установок (КГУ), що функціонують на основі відновлюваних технологій (ТВЕ), які крім збуту електроенергії за пільговим «зеленим» тарифом виробляють теплову енергію, у зв'язку з підвищенням рівноважної ринкової ціни на електроенергію у процесі становлення ринку електроенергії відповідно до вимог Закону України [4] із 1 липня 2020;

В Україні наразі ведеться розробка керамічних паливних елементів з української сировини, які працюють на воднево-метановій суміші з довільним відносним вмістом газів. За допомогою таких ПЕ можна перетворювати природний (геологічний) водень або водень, отриманий з харчових і біологічних відходів, в електричну енергію без організації процесу очищення газу [5].

У таблиці наведено вартість промислових паливних елементів для КГУ та акумуляторів для ТВЕ і електромобілів. Помітною є краще співвідношення ціни до терміну експлуатації паливних елементів промислового використання порівняно з акумуляторами для ТВЕ і електромобілів.

Таблиця - Вартість промислових паливних елементів для КГУ та акумуляторів для ТВЕ і електромобілів

Обладнання	Вартість, \$/кВт	Термін експлуатації, рік
Паливні елементи	1300	20-40
Акумулятори для ТВЕ	350	4-5
Акумулятори для електромобілів	200	3-5

Відомі оцінки конкурентоспроможності паливних елементів як високоефективної технології КГУ (ККД складає понад 90%), виконані для ринкових умов України здебільшого є песимістичними [1,2] з огляду на високу ціну в 8337,6 грн/тис.м³ [6]

імпортованого природного газу, який є основою паливною сировиною для живлення РКПЕ. Доцільно обрати більш дешевше паливо для живлення РКПЕ, оскільки для паливних елементів цього типу існує принципова можливість використання різноманітних палив, наприклад, анаеробного газу (АГ) чи синтез-газу (СГ), виробленого із твердих побутових відходів. Ціни таких газоподібних палива є нижчими за ціну на природний газ (ПГ), але оскільки АГ та СГ для ефективного використання в РКПЕ необхідно очищувати від різноманітних шкідливих домішок (можуть містити сірчаний чи вуглекислий газ у обсязі до 30 %), що призводить до підвищення поточних експлуатаційних витрат на функціонування технології, їх економічна вигідність порівняно з традиційним способом використання природного газу породжує сумніви.

Також ТВЕ, що використовуються для електрогенерування, характеризуються мінливістю технологічних показників у часі (потужність, енергія), гостро стоїть питання про акумуляцію обсягів надлишкового вироблення. Елементи технології спалювання водню не лише відповідають високим вимогам екологічних стандартів, але також забезпечують виконання функції накопичення та зберігання надлишків виробленої енергії, яка в іншому випадку була б загублена.

В умовах ринку, що розвивається розглянуто варіанти ефективного використання паливних елементів для спорудження енергетичної установки з метою покриття власних потреб у тепловій та електричній енергії, зокрема на підприємствах деревообробної промисловості. Значний обсяг відходів первинних матеріалів таких виробництв дозволяє організувати вироблення синтез-газу шляхом піролізу органічної сировини [7]. Конкуренціоспроможність подібних установок на основі паливних елементів є високою, навіть у випадку додаткових витрат на якісне очищення виробленого СГ від забруднювачів.

Висновки. Для використання паливних елементів для виробництва електричної енергії відповідним державним органам влади, відомствам, агентствам, профільним комітетам належить подолати існуючі перешкоди, розробити і впровадити необхідні механізми підтримки виробництва електричної та теплової енергії.

Висока конкурентоспроможність промислових зразків ПЕ на ринку альтернативних технологічних рішень порівняно з іншими ТВЕ зумовлена відсутністю впливу кліматичних та метеорологічних факторів на робочі характеристики паливних елементів, на відміну від процесів перетворення сонячної та вітрової енергії.

Список використаної літератури

1. Шулженко С.В., Денисов В.А. Конкуренціоспроможність паливних елементів відносно традиційних технологій виробництва електричної та теплової енергії // Проблеми загальної енергетики. – 2014. – №3(38). – С.29-35.
2. Костюк В.О., Близнюк Є.В. Економічна оцінка перспективи використання паливних елементів для енергопостачання локального об'єкта // Збірник тез доповідей II міжнародної науково-технічної та навчально-методичної конференції «енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – PEMS'15» – 2015 – С.55-57.
3. Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Георгій Гелетука, голова правління Біоенергетичної асоціації України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.uabio.org.
4. Закон України «Про ринок електричної енергії» Офіц. Текст зі змінами станом на 21.05.2019 — Режим доступу: zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19
5. Ukrainian Association for Hydrogen Energy. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.uahe.net.ua
6. Національна акціонерна компанія «Нафтогаз України». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.naftogaz.com
7. Близнюк Є. В. Комплексне енергопостачання підприємства деревообробної промисловості з використанням паливних елементів: 8.05070103 / Близнюк Є. В. – Київ, 2016. – 134 с.

References

1. Shulzhenko SV, Denisov VA Competitiveness of fuel cells relative to traditional technologies of electric and thermal energy production // Problems of general energy. - 2014 - № 3 (38). - P.29-35.
2. Kostyuk V.O., Bliznyuk E.V. Economic assessment of the prospects for the use of fuel cells for the energy supply of a local facility // Proceedings of the 2nd international scientific-technical and educational-methodical conference "Energy management: the state and prospects of development - PEMS'15" – 2015 – P.55-57.
3. Status and prospects of bioenergy development in Ukraine. Georgiy Geletukha, Chairman of the Board of the Bioenergy Association of Ukraine. [Electronic resource]. - Access mode: www.uabio.org.
4. The Law of Ukraine on Poor Electricity Market »Officer. Text as amended on 05/21/2019 - Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2019-19>
5. Ukrainian Association for Hydrogen Energy. [Electronic resource]. - Access mode: www.uahe.net.ua
6. National Joint-Stock Company "Naftogaz of Ukraine". [Electronic resource]. – Access mode: www.naftogaz.com
7. Blyznyuk E.V. Complex energy supply of woodworking industry enterprises using fuel cells: 8.05070103 / Blyznyuk E.V. - Kyiv, 2016. - 134 p.

УДК 621.3.072.6

Костюк В.О., канд. техн. наук, доц., Беліков В.М., магістр
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

КЕРУВАННЯ СИЛОВИМИ ПЕРЕТВОРЮВАЧАМИ МАЛИХ ГЕНЕРУВАЛЬНИХ УСТАНОВОК У СКЛАДІ МІКРОМЕРЕЖІ

Географічне розташування України та її технічний рівень забезпечують можливість широкого впровадження новітніх технологій в галузі застосування технологій відновлюваної енергетики (ТВЕ), а саме сонячної енергії. Цей вид енергії має найбільші переваги над іншими відновлюваними джерелами для природних умов Криму та півдня континентальної частини України завдяки значній кількості сонячних днів протягом року [1].

Мікромережа – електропостачальна система із власними джерелами генерації, також на основі ТВЕ, що може функціонувати як автономна, але зберігає зв'язок із зовнішньою електророзподільною мережею. Режим функціонування із підтриманням приєднання до вузла зовнішньої розподільної електричної мережі є основним. Особливості автоматичного переходу до автономного режиму функціонування із забезпеченням належних показників якості і надійності – складають основу автоматичного функціонування системи електропостачання за схемою мікромережі.

Мікромережа за своєю природою є розподіленою системою керування. Деякі функції керування у багаторівневій системі керування забезпечуються програмно мікромережовим централізованим контролером, який розташований в точці приєднання (PCC – *Point of Common Coupling*) між мікромережею і електророзподільною мережею (ЕМ). Інші функції, такі як відстеження струму та напруги, розподіл потужності та синхронізація мікромережі, виконуються локальними контролерами силових перетворювачів. Силові перетворювачі частоти (ПЧ) за функціональною ознакою поділяють на дві групи: а) перетворювачі, що живлять мережу та б) мережетвірні перетворювачі.

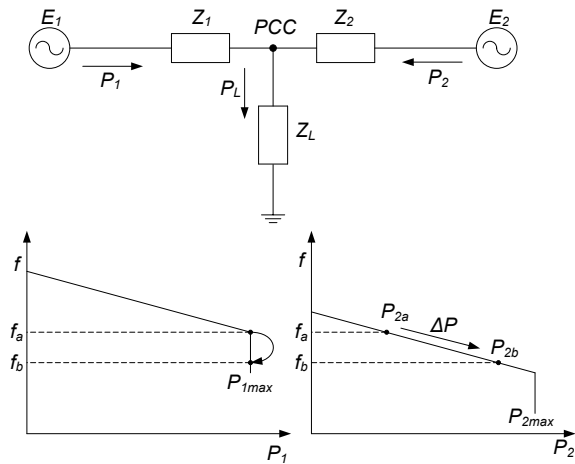
Силовий перетворювач називають *мережетвірним* у випадку його функціонування у автономній мікромережі (відокремлення від зовнішньої ЕМ). Мережетвірний перетворювач задає частоту мікромережі та регулює напругу у вузлі приєднання PCC. Відповідно, такі перетворювачі функціонують в режимі регульованого за частотою та стабілізованого за напругою *джерела напруги*: у статичній системі автоматичного регулювання (САР) значення напруги залежить від заданих значень складових повної потужності [3].

Силовий перетворювач, що *живить мережу*, приєднаний до через вузол приєднання мікромережі до зовнішньої ЕМ функціонує в режимі *джерела струму* із високоякісним слідкуючим контуром струму: частота і напруга задається електричними генераторами зовнішньої мережі, відтак струм визначається заданими значеннями (уставками) по активній та реактивній вихідній потужності системи. Передана до вузла мережі повна потужність може залежати від вимірюваних в режимі реального часу значень частоти і напруги вузла (відхилень, що подаються на вхід САР) частоти і напруги в точці приєднання PCC. Концепція мікромережі використовує частотні характеристики щоб забезпечити стабільну роботу електричної мережі під час роботи в автономному режимі [2]. Сформовані засобами автоматичного керування частотні характеристики використовуються для балансування потужності між джерелами розосередженої генерації мікромережі (зображено на рисунку, [3]). Крутизну частотних характеристик зазвичай визначають, послуговуючись співвідношенням:

$$k_c = \frac{\Delta P}{P_{\text{сист}}} / \frac{\Delta f}{f_{\text{ном}}},$$

де $\Delta P / P_{\text{сист}}$ – відносне значення зміни потужності джерела, яке відповідає відносному відхиленню частоти $\Delta f / f_{\text{ном}}$ на статичній частотній характеристиці «потужність-частота» джерела; $P_{\text{сист}}$ – номінальна потужність всіх джерел генерування, кВт; Δf – рівень відхилення частоти, Гц; $f_{\text{ном}}$ – номінальна частота мережі, Гц.

Крутизна статичної частотної характеристики дає змогу визначити величину і знак первинної регулюючої потужності, що виникає в них у разі певного відхилення частоти [4].



тощо, мікромережа може плавно переходити до роботи в автономному режимі. В момент коли мікромережа відокремлюється від розподільної мережі, фазові кути напруги на кожному мікроджерелі змінюються, що призводить до помітного зменшення частоти в мікромережі [5]. Для аналізу процесів керування мікромережею, на рисунку зображено діаграми залежності потужності джерел мікромережі від робочої частоти напруги у вузлі приєднання РСС.

На рисунку позначено: E_1, E_2 – мікроджерела, Z_L – навантаження мікромережі, Z_1, Z_2 – результуючі опори ліній електропередач, P_1, P_2 – вихідна потужність мікроджерел. Вважатимемо, що регульовані координати змінюються «повільно» у часі (система переходить від одного квазістатичного режиму до іншого), попри те, що процес збільшення споживаної потужності ΔP , зумовлений зміною режиму функціонування споживачів мікромережі, відбувається протягом малого інтервалу часу 0,2 с [3]. Нехай мікроджерело E_1 характеризується максимальною потужністю P_{1max} ; відповідно, мікроджерело E_2 має вихідну потужність P_{2a} , усталене початкове значення якої є значно меншим від деякого граничного значення потужності P_{2max} . У початковий момент обидва мікроджерела функціонують на номінальній розрахунковій частоті f_a . Для забезпечення оптимального розподілу сумарної споживаної потужності P_L у разі її збільшення на ΔP_L , перевантажене мікроджерело E_1 зменшує свою частоту швидше, ніж мікроджерело E_2 , що забезпечується системою автоматичного керування. Після завершення перехідного процесу в системі встановлюється нове значення частоти f_b , причому мікроджерело E_1 забезпечує початкове значення потужності P_{1max} , а мікроджерело E_2 – потужність P_{2b} . В такий спосіб можна забезпечити баланс потужності в мікромережі з двома джерелами розосередженої генерації з вузлом приєднання в автономному режимі роботи.

Висновки. Двонаправлені перетворювачі частоти які є основою силових установок з використанням технологій відновлюваної енергетики, зокрема використовуються у складі малих сонячних, вітрових та комбінованих енергетичних установок. В увагу зосереджено на основних принципах організації системи керування ЕПС за схемою мікромережі, в котрій забезпечується оптимальний розподіл потужності джерел завдяки вибору законів раціонального керування силовими перетворювачами частоти (ПЧ). Дослідження ставить за мету розглянути особливості функціонування сучасних силових ПЧ у схемах малих енергетичних установок, проаналізувати структурні схеми та закони автоматичного керування стабілізованими ЕПС із розосередженими джерелами у складі мікромережі в основних робочих режимах.

Список використаної літератури:

1. Проблеми впровадження вітрових та сонячних електростанцій на території південної енергосистеми та вплив їх роботи на режими об'єднаної енергосистеми [Електронний ресурс] / О. М. Лінник, Р. Є. Кануннікова // Інформаційний збірник «Промислова електроенергетика та електротехніка» - 2015 - Режим доступу: <http://promelektro.blogspot.com/2015/09/oi.html>.
2. Voltage-Source Control of PV Inverter in a CERTS Microgrid / Wei Du, Qirong Jiang, Micah J. Erickson, Robert H. Lasseter; IEEE TRANSACTIONS ON POWER DELIVERY 2014 / DOI: 10.1109/TPWRD.2014.2302313.
3. Comparison of PV inverter controller configurations for CERTS microgrid applications / M. J. Erickson, T. M. Jahns, and R. H. Lasseter / in Proc. IEEE Energy Convers. Congr. Expo., 2011, pp. 659–666.
4. Основні вимоги щодо регулювання частоти та потужності в ОЕС України: СОУ-Н ЕЕ ЯЕК 04.156:2009. - Офіц. вид. — К. : ГРІФРЕ : М-во палива та енергетики України, 2009. — VI, 56 с. — (Нормативний документ Мінпаливенерго України. Настанова)
- 5 The CERTS MicroGrid Concept / Robert Lasseter, Abbas Akhil, Chris Marnay, John Stephens, Jeff Dagle, Ross Guttromson, A. Sakis Meliopoulos, Robert Yinger, and Joe Eto / U.S. Department of Energy 2002.

L. Kulakovskiy, Cand. Sc, Assis. Prof
National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Ukraine

CONTROL THE EFFICIENCY OF FUEL USE FOR THE PROCESS OF DRYING AT THE PEAT BRIQUETTING PLANT

One of the main goals of the Energy Strategy of Ukraine until 2030 is to increase the efficiency of consumption and use of energy products [1]. To realize this goal, it is necessary to increase the harvesting and production own energy resources. Among the main regional types of fuel are milling peat and briquettes from it. The short-term perspective of increasing the production of peat briquettes is primarily due to the efficiency of the use of this resource at the peat plant. It is known that for the existing peat-briquetting factories in Volyn region, the raw material base is exhausted [2].

The production of briquettes is accompanied by the consumption of heat and electric energy, as well as the consumption of peat raw materials in the technological process. The most energy-consuming and metal-containing complex in the production of peat briquettes is the energy technological complex of peat drying process. In the steam tube dryer as the heat transfer agent is used steam. To minimize energy consumption for the drying process, it is necessary to determine the required amount of heat (kJ) for drying peat of certain physical and mechanical properties to the qualitative characteristics of the drying peat. This allow to direct into the dryer saturated steam with the required pressure and temperature.

According to [3], the specific heat consumption per 1 kg of moisture that is removed from the peat is composed of:

$$q = q_1 + q_2 + q_3 + q_5.$$

where q_1 – specific heat consumption for evaporation the moisture from the material, *kJ / kg of evaporate moisture*;

q_2 – specific heat consumption for heating the drying agent, *kJ / kg of evaporate moisture*;

q_3 – specific heat consumption for the heating the peat, *kJ / kg of evaporate moisture*;

q_5 – specific heat consumption to cover environmental losses, *kJ / kg of evaporate moisture*.

The loses of heat depends on the characteristics of the peat that enters the dryer and which is to be acquired when it comes out of the dryer. To obtain quality briquettes, press complex should receive peat with certain characteristics – the moisture content of the dry matter within 10%-20%, the temperature of the peat in the range of 60-80 °C. The temperature of the exhaust gas must not exceed 120 °C to ensure the fire safety. In accordance with the limit values of these limiting factors, the required heat consumption must also be in the minimum and maximum marginal limits.

If, in case of changing the disturbing influences (temperature, moisture contest, peat ash, etc.), the thermal energy consumption is less than the minimum or greater than the maximum value, then it is necessary to increase or decrease the supply of thermal energy to the dryer. Determination of the limit of heat consumption in accordance with the considered method of determining the allowable values of heat consumption may serve as a function of monitoring the consumption of FER (fuel and energy resources). The task of energy monitoring is to analyze information based on norms, rules, energy use regimes to ensure efficient use of energy resources, minimize negative impact, and determine the options for choosing energy saving measures. The monitoring of the peat drying process includes such basic functions as control,

evaluation, forecasting and analysis of the drying process of peat in certain operating of drying regimes, press' and dryer's loading and productivity (Fig. 2).

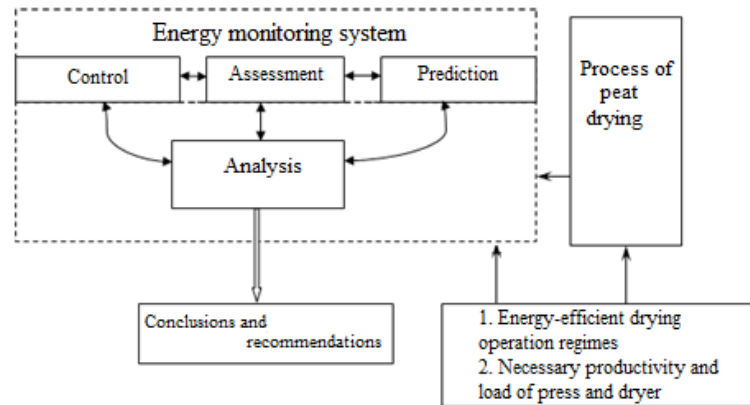


Figure 2 – Block diagram of the energy monitoring system for peat dryer operation process

The implementation of this scheme is as follows. For certain values of the physical and mechanical properties of peat for the necessary, according to a particular situation at the plant, loading of drying installations and presses (depending on the demand for products, seasons, etc.) the energy-efficient drying operation regimes are determined. Energy-efficient regimes consider the level of required heat energy consumption and, accordingly, the waste of steam that income to the dryer. Necessary values of control effects from the control system are sent to the executive mechanisms of the drying process. The current energy consumption values are fed into the energy monitoring system. Also, an energy-efficient energy consumption data are sent from the system of determination optimal drying regimes. Current data in monitoring system is comparing with the optimal ones. Based on these data, the estimation of indicators, analysis of possible deviations is carried out. By the set of data that were received in the system, it is possible to develop a system that can predict the further process progress of the drying process. The system, based on existing data, can formulate a model that can predict the averaged data of the physical and mechanical properties of peat of the whole trolley. And, accordingly, determine the optimum level of energy consumption and the values of the control parameters of the drying peat from one trolley. In addition, the presence of an energy monitoring system allows to predict the usage of FER for drying process, to analyze further technical solutions for improving the drying process, to create the energy-efficient measures at the plant.

References

1. Energy strategy of Ukraine for the period up to 2030 [Electronic resource]: [Approved by the Decree of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated March 15, 2006 No. 145-p.]. - K., 2006. – 129 p. – Access: <https://de.com.ua/uploads/0/1703-EnergyStrategy2030.pdf>- Title from the screen.
2. Gneushev VO Problems of peat briquetting factories due to the lack of production fields / V.O.Gneushev, I.M. Kyrichik // Coal of Ukraine, February 2016. – p. 43-47
3. Gneushev VO Briquetting of peat [Text]: monograph / V.O. Gneoushev. – n Rivne: NUVGP, 2010. – 167 pp.

УДК 621.315.1

Кучанський В.В., канд. техн. наук,
Інститут електродинаміки НАН України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна
Пізнак В.В., студент,
Жирний В.І., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМАТИЧНОГО ШУНТУВАННЯ ФАЗ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ ВИНИКНЕННЯ ВНУТРІШНІХ ПЕРЕНАПРУГ В НЕСИМЕТРИЧНИХ РЕЖИМАХ

Загальна характеристика проблеми. Широке застосування швидкодіючих релейних захистів в поєднанні з автоматичного повторного включення (АПВ) або однофазного автоматичного повторного включення (ОАПВ) для електричних мереж стало найбільш ефективним засобом підвищення надійності електропостачання споживачів. Однак даний спосіб збільшення надійності роботи систем може бути застосований далеко не у всіх випадках. Труднощі виникають при застосуванні його на лініях надвисокої напруги, що пов'язують окремі станції на паралельну роботу, через необхідність контролю синхронізму. У зв'язку з цим необхідна подальша робота над розробкою дієвих заходів запобігання аномальних резонансних перенапруг.

Метою статті є аналіз ефективності застосування автоматичного шунтування фаз для запобігання появи аномальних резонансних перенапруг в паузі ОАПВ.

Запропонований підхід до вирішення проблем. У неповнофазних режимах електростатична (місткість) і електромагнітна (індукційна) відключеної фази повітряної лінії (ПЛ) з її неушкодженими фазами, що залишилися під робочими напругою і струмом, створюють в дуговому каналі відключеної фази струм підживлення дуги, який перешкоджає швидкої деіонізації дугового каналу, а після згасання дуги сприяють появі аномальних резонансних перенапруг [1, 2]. Час горіння дуги підживлення зростає зі збільшенням амплітуди струму підживлення і напруги.

Значення струму дуги підживлення та резонансних перенапруг (Рис. 1) залежать від номінальної напруги і довжини лінії, а також від її конструкції, від переданої в паузі ОАПВ потужності і кількості встановлених на лінії шунтуючих реакторів. З ростом номінальної напруги і довжини лінії струми підживлення зростають, гасіння дуги затягується і тривалість горіння дуги може перевищити час, необхідне для збереження динамічної стійкості системи. Запобігання резонансних перенапруг і можливість застосування ОАПВ на лініях НВН в подібних режимах може бути досягнуто за рахунок обмеження впливу струму підживлення дуги.

Застосування автоматичного шунтування фаз полягає в створенні паралельно дузі підживлення шляху струму з дуже малим опором у вигляді металеві закоротки. В цьому випадку у закоротку спрямовується основна частина струму, опір дуги різко збільшується, що призводить до повного зменшення в ній тим ліквідується повторна дуга підживлення. Як видно з (Рис. 2) застосування автоматичного шунтування фаз здатно дієво запобігти виникненню аномальних резонансних перенапруг через ліквідацію повторної дуги підживлення.

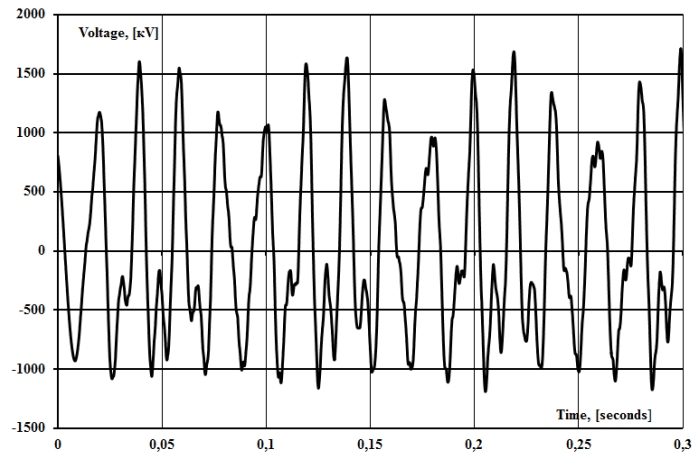


Рисунок 1 – Аномальні резонансні перенапруги в паузі ОАПВ

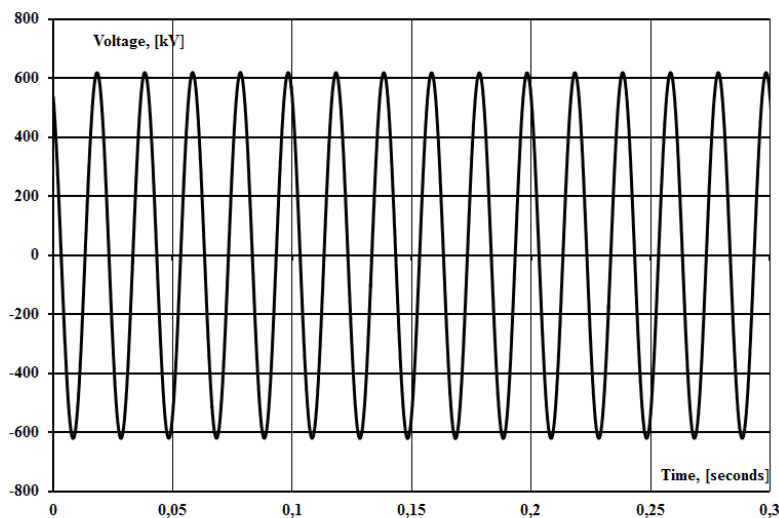


Рисунок 2 – Ефективність застосування АШФ для запобігання аномальних резонансних перенапруг

Висновки.

Наведені в роботі дослідження показали, що автоматичне шунтування фази здатно ефективно знижувати значення аномальних резонансних перенапруг в паузі ОАПВ. Ефективність роботи автоматичного шунтування фаз досягається шляхом зниження електростатичної складової струму дуги підживлення.

Список використаної літератури

1. Krasyl'nykova T. H. Comparative Analysis of Ways of Transient Single Line to Ground Fault Removal on EHV and UHV Transmission Untransposed Lines / T. H. Krasyl'nykova, S. H. DzhononaeV // Elektrychestvo. - 2017. – № 11. – P. 22-29

2. Tugay. Y. The resonance overvoltages in EHV network. Proceedings of IEEE Sponsored Conference EPQU'09 – International Conference on Electrical Power Quality and Utilization, Poland, Lodz, September 15-17, 2009 – pp. 14–18.

References

1. Krasyl'nykova T. H. Comparative Analysis of Ways of Transient Single Line to Ground Fault Removal on EHV and UHV Transmission Untransposed Lines / T. H. Krasyl'nykova, S. H. DzhononaeV // Elektrychestvo. - 2017. – № 11. – P. 22-29

2. Tugay. Y. The resonance overvoltages in EHV network. Proceedings of IEEE Sponsored Conference EPQU'09 – International Conference on Electrical Power Quality and Utilization, Poland, Lodz, September 15-17, 2009 – pp. 14–18.

УДК 621.31

Лило І.В., магістр, **Гліба Д.М.**, магістр, **Коротенко І.В.**, магістр,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

МУЛЬТИАГЕННІ СИСТЕМИ ГНУЧКОЇ ГЕНЕРАЦІЇ З ЦЕНТРАЛІЗОВАНИМ АККУМУЛЮВАННЯМ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Згідно із Законом України "Про електроенергетику" одним з основних напрямків державної політики в електроенергетиці є збереження цілісності та забезпечення надійного і ефективного функціонування ОЕС України, єдиного диспетчерського (оперативно-технологічного) керування нею. Забезпечення виконання цих функцій в Україні покладено на Державне підприємство НЕК "Укренерго".

Від сучасних Smart Grid очікують: підвищення ефективності енергоспоживання (такі складові як demand, response, floating prices, smart metering, peak shaving), зокрема, за рахунок зниження пікових навантажень; використання відновлюваних джерел енергії з розв'язанням задач динамічного балансу споживання та генерації на макро- і мікрорівнях; поширення електромобілів з формуванням стандартів обміну інформацією та фізичного підключення до електромережі; підвищення надійності, стабільності та безпеки.

Розподілена генерація на сьогодні є ефективною та доступною, надзвичайно часто використовуються системні розподільні генерації в усьому світі - фотоелектричні системи. Використовуються як постійно підключені до електромережі фотоелектричні системи, так і гібридні, які можуть працювати як при підключенні до мережі, так і для роботи в періоди низької вартості електроенергії та розгортання їх у періоди високих цін на електроенергію, а також працювати в режимі «off-grid» .

Інші типи існуючих чистих систем розосередженої генерації, такі як вітрові та водневі паливні елементи, потребують поліпшення гнучкості та доступності. Розвиток інноваційних та чистих систем розосередженої генерації буде сприяти розширенню частки екологічної енергії в розподільній мережі. Зокрема, фотоелектричні smart-інвертори повинні зменшувати підвищення напруги, викликане зворотним потоком потужності з фотоелектричних систем, через ефективні стратегії управління системою.

Віртуальна електростанція (Virtual power plant) – це структура, що поєднує в собі елементи трьох видів: розосереджені генератори (вітроустановки, фотоелектричні станції, міні- і мікро- ТЕЦ тощо); споживачірегулятори навантаження (побутові та промислові); системи акумуляування енергії. Побутові споживачі (пральні машини, холодильники, телевізори, мікрохвильові печі, системи кондиціонування приміщень, нагрівальні елементи тощо) є найбільш легко керованими навантаженнями. Керованість навантаження промислових споживачів у основному залежить від гнучкості їх технологічних процесів. Для деяких процесів підвищують гнучкість за рахунок систем акумуляування енергії. Системи акумуляції можуть накопичувати енергію в різних формах (теплової, електричної, механічної та хімічної). Для побутових споживачів найбільш раціональним варіантом є акумуляування тепла (за режимами роботи теплоакумуляуючі системи добре координуються з мікроТЕЦ). Для промислових споживачів оптимальними накопичувачами є акумуляторні батареї. Система акумуляування енергії вибирається, виходячи із сфери застосування та вартості накопичувачів, з урахуванням, метрологічних умов, географічних чинників.

Вирішення актуальної задачі інтеграції VPP у централізовану електричну мережу в масштабі Microgrid дозволить підвищити рівень гнучкості і надійності електропостачання споживачів, а також підвищити рівень функціонування ринку електроенергії в цілому. Покриття пікових навантажень за рахунок з акумуляованої енергії надасть змогу вірівняти графік навантаження для споживача, так і дасть змогу їм стати учасниками ринку, як постачальник допоміжних послуг. Необхідність і доцільність впровадження в сучасну СЕП потужностей малої енергетики не викликає сумнівів.

Європейські та світові приклади успішної модернізації, а також спроможність систем розосередженої генерації конкурувати з великими джерелами енергії підтверджують цю тезу. Крім того, сучасні засоби автоматики та захисту спроможні подолати технічні проблеми перебудови розподільної мережі енергосистеми з упровадженням автономних генераторів.

Впровадження нової технології керування в СЕП, здатної вирішити задачу «вільного» об'єднання синхронних генераторів без застосування перетворювальних пристроїв силової електроніки за рахунок спеціальної автоматики з використанням ідей мультиагентного автоматичного керування, штучного інтелекту:

- Спрощення механізмів технологічного регулювання об'єктів децентралізованої розподіленої енергетичної інфраструктури;
- Зниження вартості технологічного приєднання до існуючої електричної мережі та вартості рішень з видачі потужності;
- Стимулювання розвитку децентралізованої розподіленої енергетичної інфраструктури, в тому числі працює в режимі когенерації.

Забезпечення енергопостачання споживачів, технологічне приєднання яких до існуючих електричних та теплових мереж вимагає великих витрат (як за рахунок більш технологічно складних рішень, так і за рахунок низької ефективності діяльності власників мереж) і вартість електричної енергії (теплової енергії) для яких з централізованої енергосистеми більш високу.

Енергопостачання нових споживачів територіально-виробничих комплексів, в разі, якщо потрібні істотні витрати на технологічне приєднання та (або) (в разі будівництва об'єктів генерації) на реалізацію схеми видачі потужності.

Застосування мультиагентних технологій дозволяє вирішити наступні питання:

- Вирішуються складні завдання, які раніше не могли бути автоматизовані;
- Результати рішення дають якість, порівняну з рішенням людини;
- Початкове рішення будується ефективно (лінійно або полиномиально);
- Зміни в постановці завдання призводять лише до адаптації рішення «на льоту»;
- Підтримується робота щодо подій в режимі реального часу;

Таким чином враховуючи перешкоди які виникнуть при рекомбінації системи з ієрархічної до мультиагентної, сумарний ефект в кінцевому результаті приведе до позитивних змін. Застосування мультиагентних систем з використанням акумулюючих пристроїв в українських реаліях відкриває великий спектр можливостей для енергосистеми, таких як гнучкість і надійність електропостачання, та надасть змогу споживачам локально взаємодіяти з генерацією, а також створить можливості для появи нових ланок в енергоринку.

Список використаної літератури:

1. Мультиагентні технології - новий спосіб вирішення складних завдань, що використовує принципи самоорганізації і еволюції, властиві живим системам. [Електронний ресурс] // Інноваційний центр Сколково. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.kg.ru/technology/multiagent/>.

2. Валерій Ж. Мультиагентні системи (МАС) в електроенергетиці [Електронний ресурс] / Жихарев Валерій. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.valeriyzhikharev.org/енерготека/мас>.

3. Денисюк С. П. SMART GRID СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ SMART GRID SYSTEMS AND TECHNOLOGIES / Сергій Петрович Денисюк. // ISSN 1813-5420 (Print). Енергетика: економіка, технології, екологія. 2016.. – 2016. – №2. – С. 25–33. – Режим доступу до ресурсу: <http://energy.kpi.ua/article/download/72619/67684>

4. ШЕСТЬ ІННОВАЦІЙ РОЗПОДІЛЬНОЇ МЕРЕЖІ МАЙБУТНЬОГО [Електронний ресурс] // ВС Енерджі Інтернейшл Україна. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://vsenergy.com.ua/categories-page/shist-innovacij-rozpodilchoi-merezhi-majbutnogo/>.

References

1. Innovation Center Skolkovo, 2018. Available: <http://www.kg.ru/technology/multiagent/>. Accessed on: 5.25.2019.

2. Valery Zikharev, Multiagent systems (MAS) in electric power industry, 2018. Available: <http://www.valeriyzhikharev.org/energoteka/mass>. Accessed on: 5.25.2019.

3. Denisyuk Sergey, SMART GRID SYSTEMS AND TECHNOLOGIES SMART GRID SYSTEMS AND TECHNOLOGIES 2016. Available: <http://energy.kpi.ua/article/download/72619/67684>. Accessed on: 5.25.2019.

4. SEVEN INNOVATIONS OF THE FUTURE NETWORK NETWORK, 2019. Available: <https://vsenergy.com.ua/categories-page/shist-innovacij-rozpodilchoi-merezhi-majbutnogo/>. Accessed on: 5.25.2019.

Находов В.Ф., д-р. техн. наук, доц.,
Замулко А.І., канд. техн. наук, доц.,
Шарадзе Р., студент

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

СЦЕНАРНИЙ АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ БЕЗКОНТРОЛЬНОГО РОЗВИТКУ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ

В Україні все більш помітною стає тенденція розвитку відновлюваних джерел енергії, і в першу чергу, стрімке зростання кількості та встановленої потужності сонячних електростанцій (СЕС) [1-3]. З одного боку, ця тенденція є позитивною. Однак функціонування СЕС має низку особливостей, основними з яких є достатньо вузький проміжок часу протягом доби, коли вони здатні генерувати електроенергію, погана прогнозованість їх робочої потужності на короткострокову перспективу, а також значні коливання обсягу виробництва електричної енергії у різні періоди внаслідок впливу метеорологічних умов.

Підтримання балансу виробництва і споживання електричної потужності в об'єднаній енергетичній системі (ОЕС) України забезпечується головним чином за рахунок використання маневрених можливостей енергоблоків ТЕС, а також шляхом зміни протягом доби кількості працюючих енергоблоків. В нічний період на 4 – 6 годин виводяться у холодний резерв до 9 - 16 енергоблоків ТЕС з подальшим їх «підйомом» на денний період, а також у вечірній період на декілька годин включаються в роботу ще до 8 енергоблоків ТЕС [4].

Очевидним є, що безконтрольний розвиток сонячної енергетики не зменшуватиме, а збільшуватиме потребу використання ТЕС у якості маневрених генеруючих потужностей, ще більше погіршить режими їх роботи і суттєво ускладнить диспетчерське управління функціонуванням енергосистеми в цілому, що, у свою чергу, створюватиме додаткові загрози безпеці електропостачання споживачів, неминуче призведе до появи значних додаткових витрат на виробництво електроенергії і, тим самим, викличе подальше зростання цін та тарифів на неї [2].

Перш за все, мова йде про додаткові витрати палива на щоденні повторні пуски теплових енергоблоків, які вранці вже було виведено на робочий режим і які доведеться зупиняти у денний період у зв'язку з появою в енергосистемі надлишку нерегульованої електричної потужності, що генеруватиметься СЕС. Очевидно, що щодобові повторні пуски енергоблоків ТЕС пов'язані зі значною додатковою витратою палива для розпалу котлоагрегатів, причому найбільш дорогого палива: природного газу або мазуту.

Ще одна складова додаткових витрат ТЕС, частина енергоблоків яких буде необхідно додатково задіяти для регулювання робочої потужності енергосистеми у денний період у зв'язку з появою в енергосистемі надлишку нерегульованої електричної потужності СЕС, пов'язана зі зниженням енергетичної ефективності цих енергоблоків при їх роботі зі змінним навантаженням. Мова йде про те, що на теплових енергоблоках, що приймають участь в регулюванні графіків покриття навантаження енергосистеми, знижується коефіцієнт використання їх встановленої потужності та відповідно зростає питома витрата палива на виробництво електроенергії.

Крім того, такі режими роботи не передбачено конструкцією теплових енергоблоків, що призводить до підвищеної зношеності обладнання, зниження надійності його роботи, збільшення витрат на планові та післяаварійні ремонти таких енергоблоків [5, 6], що також негативно відбивається на економічності функціонування

ОЕС в цілому, та є однією з причин підвищення оптових цін та роздрібних тарифів на електричну енергію [7].

Поступове зростання негативного впливу некерованого використання СЕС на режими роботи енергоблоків ТЕС можна проілюструвати, розглянувши декілька сценаріїв, які відповідають збільшенню загальної встановленої потужності СЕС, наприклад, до 4000 МВт (сценарій 1), до 5000 МВт (сценарій 2), до 6000 МВт (сценарій 3) або до 7000 МВт (сценарій 4). Такі величини встановленої потужності СЕС є цілком можливими, виходячи з того, що згідно «Енергетичної стратегії України до 2035 року» частка відновлюваних джерел електричної енергії, приблизно половину потужності яких складають СЕС, до 2020 року повинна досягти 11% загального обсягу виробництва електроенергії, а до 2035 року – 20%.

Результати розрахунків дозволяють стверджувати, що загальні додаткові витрати ТЕС, пов'язані з погіршенням режимів їх роботи внаслідок появи в енергосистемі надлишку нерегульованої електричної потужності, що генеруватиметься СЕС, у випадку реалізації сценарію 4 неконтрольованого зростання їх встановленої потужності, враховуючи тільки зазначені вище перші дві складові цих витрат, становитимуть 5,72 млрд. грн. /рік.

Очевидним є, що розмір цих додаткових витрат (а точніше, втрат) є значним, а тому не усвідомлювати невідворотність їх появи у недалекому майбутньому та не враховувати їх у процесі подальшого розвитку сонячної енергетики не можна.

Висновки

Сценарний аналіз загальних додаткових витрат (втрат) теплової генерації при зростанні обсягів виробництва електричної енергії на СЕС свідчить про негативний вплив безконтрольного розвитку сонячної енергетики на економічні показники функціонування ОЕС України.

Уникнення (зменшення) зазначених додаткових витрат на виробництво електроенергії (і відповідно, підвищення цін і тарифів на неї) можливе шляхом створення механізму економічного управління режимами роботи СЕС, заснованого на забезпеченні узгодженості їх функціонування з характером попиту споживачів на електричну потужність та з режимами роботи об'єктів традиційної генерації.

Список використаних джерел

1. Кабінет Міністрів України. Розпорядження від 01.10.2014р. №902-р. Про національний план дій з відновлювальної енергетики на період до 2020 року.
2. Звіт з оцінки відповідності (достатності) генеруючих потужностей / ДП «НЕК Укренерго». 2017 – 117с.
3. Закон України «Про ринок електричної енергії» від 13.04.2017 р. №2019-VIII.
4. Черноусенко О.Ю Стан енергетики України та результати модернізації енергоблоків ТЕС. Проблеми загальної енергетики. 2014. № 4 (39). С. 20–28.
5. Праховник А.В. Актуальні питання управління попитом на електричну енергію та потужність / А. В. Праховник, В.Ф.Находов, А.І.Замулко. // Проблеми розвитку енергетики. Погляд громадськості. – 2010. – №7. – С. 191–193.
6. Лазуренко А. П. Определение потенциального экономического эффекта от выравнивания графиков электрической нагрузки ОЭС Украины / А. П. Лазуренко, Г. И. Черкашина // Міжнародний науково-технічний журнал – Світлотехніка та Електроенергетика. – 2009. – №1 (17) – С. 4.–12
7. Находов В. Ф. Оценка потенциала снижения затрат энергосистемы в результате выравнивания суточных графиков ее электрической нагрузки [Текст] / В. Ф. Находов, А. И. Замулко, Мохаммад Аль Шарари, В. В. Чекамова. // вісник НТУ«ХП». – 2016. – № 4.(1176) – С.21–31.

Нізімов В.Б., д-р. техн. наук, проф.,
Хоменко В.І., канд. техн. наук, викл. вищої категор.,
Дніпровський державний технічний університет,
Придніпровський державний металургійний коледж

ТЕХНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ АВТОНОМНОГО СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА СЕРЕДНЬОЇ ПОТУЖНОСТІ

Вступ. В даний час широке застосування знаходять автономні генеруючі установки (АГУ) на базі асинхронних (АГ) та синхронних (СГ) генераторів [1].

Як відомо, що АГ потужністю до 100 кВт мають кращі масо-габаритні та вартісні показники чим СГ [2]. Однак, при потужності більше 100 кВт питання масо-габаритних та вартісних показників АГ і СГ не висвітлені.

В генераторному режимі асинхронна машина великої потужності порівняно з синхронною застосовується рідше через ряд стримуючих факторів: круто падаючої зовнішньої характеристики і недоліків конденсаторного збудження [2].

На відміну від асинхронних синхронні генератори мають можливість глибокого незалежного регулювання струму збудження при просіданні напруги на статорі та витримувати значні миттєві перевантаження за потужністю в результаті підключення споживачів співставної потужності.

Мета роботи: аналіз техніко-енергетичних показників АГУ на базі електромеханічних перетворювачів енергії.

Основний зміст. Здійснено порівняльну оцінку масо-габаритних та вартісних показників синхронних та асинхронних генераторів.

Результати порівняння вартості СГ та АГ різних потужностей наведені на рис.1, а. Залежність маси СГ та АГ від потужності наведено на рис.1, б.

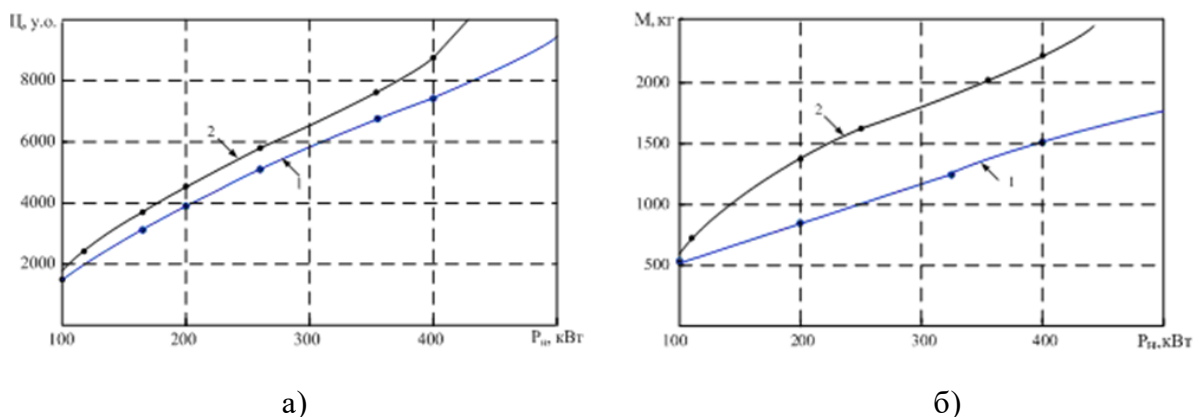


Рисунок 1 – Залежності вартості (а) та маси (б) генераторів від потужності:
1 – для СГ; 2 – для АГ

Як показують наведені графічні порівняння маса СГ в діапазоні потужностей понад 100 кВт приблизно в 1,4...1,5 рази менша, чим в АГ, а вартісні показники в 1,3...1,7 кращі.

Для підвищення енергетичних показників системи збудження СГ застосовують двогрупові схеми, а також схеми збуджувачів з комутуючим тиристором у нульовій точці трансформатора, що призводить до ускладнення силової схеми. Однак, в обох випадках змінюється силова схема без зміни параметрів контуру збудження, при цьому керування здійснюється з меншими кутами відпирання тиристорів.

Тому розглядаємо енергетичні показники одногрупових симетричних і несиметричних збуджувачів, керування якими здійснюється зі значними кутами в номінальних режимах.

Доведено, що при рівних значеннях діапазону регулювання симетричних мостових збуджувачів СГ у порівнянні з несиметричними мають значне зниження коефіцієнта потужності на 13,59 % і зростання споживання реактивної потужності на 42,29 % (рис.2).

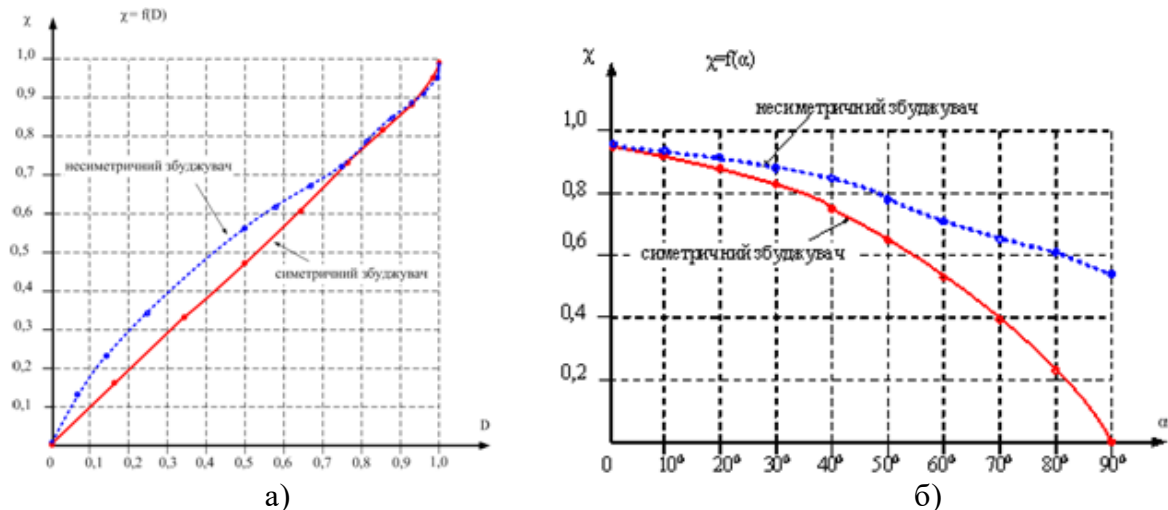


Рисунок 2 – Залежності коефіцієнта потужності від діапазону регулювання (а) та від кута регулювання (б)

Висновок.

Доведено, що маса синхронних генераторів в діапазоні потужностей понад 100 кВт приблизно в 1,4...1,5 рази менша, чим в асинхронних. Синхронні генератори мають в 1,3...1,7 кращі техніко-економічні показниками у порівнянні з асинхронними на потужностях понад 100 кВт, що обґрунтовує їх перевагу у використанні АГУ.

Показано, що при рівних значеннях діапазону регулювання напруги збудження недоліком сучасних симетричних мостових збуджувачів СГ у порівнянні з несиметричними є значне зниження коефіцієнта потужності на 13,59 % і зростання споживання реактивної потужності на 42,29 %.

При існуючих кратностях форсування по напрузі симетрично керовані тиристорні збуджувачі є значними споживачами реактивної потужності $Q_{fn}/P_{fn} = 1,6...2,9$, а споживана ними з генератора повна потужність перевищує активну потужність збудження в 2...3,9 рази.

Список використаної літератури

1. Хоменко В.І. Порівняльна оцінка енергетичних та експлуатаційних показників статичних збуджувачів синхронних машин / В.І. Хоменко, В.Б. Нізімов, С.В. Количев // Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету (технічні науки). – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2014. – Випуск 1 (24). – С. 64–70.

2. Зачепа Ю.В. Уточненный метод расчета нагрузочных характеристик асинхронного генератора с емкостным возбуждением / Ю.В. Зачепа // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Науково-виробничий журнал. – Кременчук: КрНУ, 2011. – Випуск 3/2011 (15). – С. 66–70.

References

1. Khomenko, V. I. et. al. (2014). Comparative estimation of power and operational indicators of static exciters of synchronous machines. *Zbirnyk naukovykh prats Dniprodzerzhynskoho derzhavnoho tekhnichnoho universytetu (tekhnichni nauky)*. Dniprodzerzhynsk. Issue № 1 (24), pp. 64–70.

2. Zachepa Yu.V. (2011)/ Refined method for calculating the load characteristics of an asynchronous generator with capacitive excitation. *Elektromekhanichny and energozberigayuchi systems. Science and magazine magazine*. Kremenchuk. Issue № 3/2011 (15), pp. 66–70.

Побігайло В.А., канд. техн. наук, доц.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

РОЗЧЕПЛЮВАЧІ З ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИМ СПОВІЛЬНЮВАЧЕМ

В публікації розглянуто альтернативне конструктивне рішення захисту від струмів перевантаження та короткого замикання в автоматичних вимикачах, а саме комбінований розчеплювач з електрогідравлічним сповільнювачем.

Відомо, що автоматичні вимикачі (АВ) з інсталяцією в розподільчих шафах (РШ), більш відомі як «шафові вимикачі», залежно від виконання, призначені:

– для захисту від аварійних режимів електричних мереж: перевантаження та короткого замикання (КЗ) або зниження напруги нижче допустимого рівня (в автоматичних вимикачах, встановлених в мережу, захист від зниження напруги не завжди передбачений);

– для захисту електродвигунів змінного струму, а також для інсталяційної комбінації з іншими електричними апаратами (АВ можуть обслуговувати ділянки мережі та окремі електродвигуни, якщо АВ призначені для управління двигуном з фазним ротором або пристроїв з пусковим застосуванням, то в них обов'язково повинен бути передбачений захист від зниження напруги);

– для використання їх в якості роз'єднувачів живлячих та головних мереж.

Традиційне конструктивне виконання захисту від струмів перевантаження та КЗ в шафових АВ. Захист від струмів перевантаження виконує біметалева пластина, а захист від струмів КЗ – електромагнітний розчеплювач.

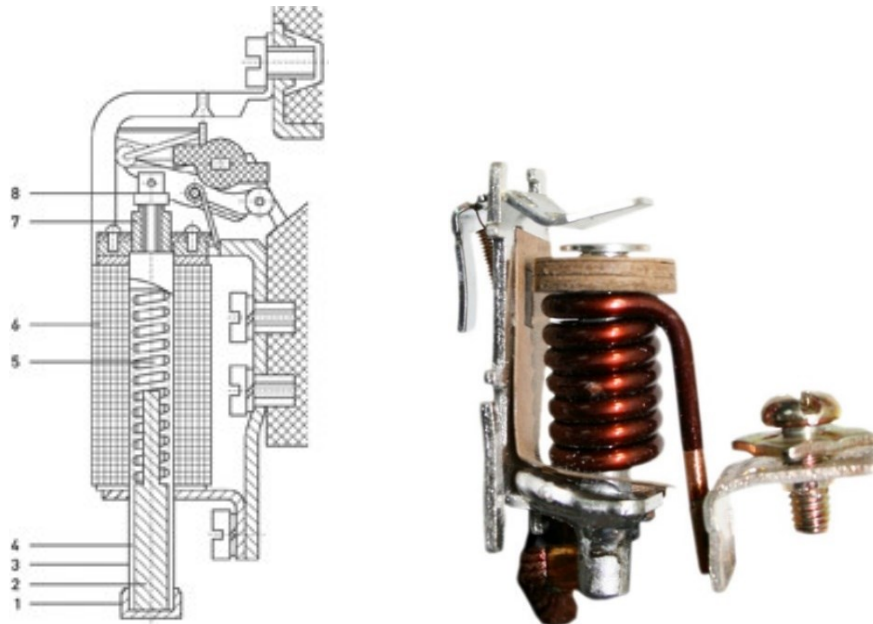
Відзначимо основні особливості властиві саме цьому технічному рішенню захисту від струмів перевантаження:

- відносна залежність від температури оточуючого середовища;
- неможливість швидкого повторного включення після спрацювання АВ;
- нестабільність часо-струмових характеристик АВ.

Пропонується альтернативне рішення виконання елементів захисту АВ, яке є комплексним виконанням захисту від струмів перевантаження та КЗ одночасно, а саме розчеплювач з електрогідравлічним сповільнювачем.

Розчеплювач з електрогідравлічним сповільнювачем призводить до спрацювання механізму приводу АВ, який розмикає контактну групу АВ при проходженні через електрообладнання струму, що перевищує встановлене максимально допустиме значення (струми короткого замикання або перевантаження). Основна частина цього розчеплювача – електромагніт, котушка якого включається послідовно робочим контактам в коло робочого струму. Ескізне зображення конструкції розчеплювача з електрогідравлічним сповільнювачем. Розглянемо принцип дії електромагнітного розчеплювача з гідравлічним зповільненням спрацювання, що забезпечує зворотньо-залежну витримку часу спрацювання розчеплювача в зоні перевантажень. Автоматичне відключення АВ виконується розчеплювачем при струмах перевантаження і струмах КЗ незалежно від того, утримується або не утримується керуючий важіль «вмикання/вимикання» у включеному положенні. Розчеплювач складається з реле, коромисла, рейки і механізму вільного розчеплення.

Реле розчеплювача з гідравлічним сповільненням є електромагнітною системою з двома рухомими частинами: якорем і плунжером. Якір і плунжер є частиною магнітопроводу. Плунжер і пружина переміщуються усередині трубки. Трубка розміщена усередині котушки електромагніту. У трубку заливається кремнійорганічна рідина, яка сповільнює рух плунжера, завдяки своїм хімічним властивостям.



1. – Немагнітна кришка. 2. – Плунжер. 3. – Циліндричний стакан. 4. – Порожина, що наповнюється кремнійорганічною рідиною. 5. – Поворотна пружина. 6. – Котушка. 7. – Полісний наконечник. 8. – Якір.
 Рисунок 1 – Ескіз розчеплювача АВ з гідравлічним сповільненням.

При виникненні струмів перевантаження зростає електромагнітна сила котушки розчеплювача і стає достатньою для здолання протидіючої сили зворотної пружини, тому плунжер починає переміщатися до полюсу осердя. Якір в свою чергу притягується до полюсу осердя при струмі перевантаження, в мить, коли плунжер, зменшуючи опір магнітного ланцюга при переміщенні усередині осердя, впливає на значення магнітної індукції в повітряному зазорі, необхідне для притягування якоря до полюсу осердя. При струмах КЗ пересування плунжера не відбувається, в випадку виникнення КЗ значення магнітної індукції в повітряному зазорі достатньо для втягування якоря без витримки часу. Зусилля якоря розчеплювача передається через коромисло на рейку, яка є ланкою механізму вільного розчеплення. Повернення в первинне положення якоря і рейки здійснюється за допомогою поворотних пружин.

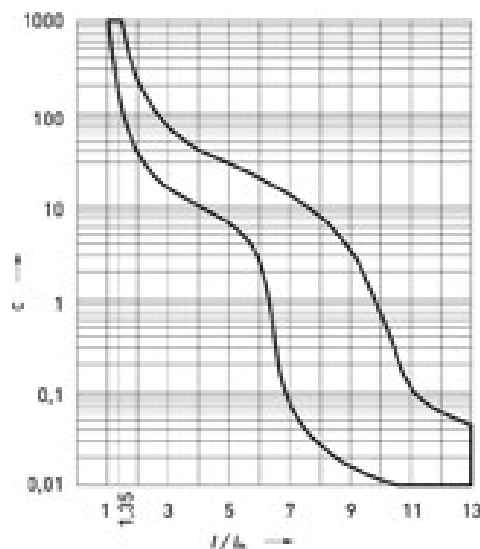


Рисунок 2 – Часо-струмова характеристика спрацювання з гідравлічним сповільнювачем.

Кремнійорганічна рідина, що використовується як сповільнювач розчеплювача АВ має малий тангенс кута втрат (при 25°C $<0,0001$), кремнійорганічна рідина найбільш стійка до утворення цвілі, також має відносно низькі показники гігроскопічності і підвищену нагрівостійкість.

Для кремнійорганічної рідини характерна слабо виражена залежність в'язкості від температури. Мала величина сил міжмолекулярної взаємодії обумовлює їх малу в'язкість і як слідство незначну, в порівнянні з іншими рідкими діелектриками зміну в'язкості, викликану зниженням температури. Так при зниженні температури від 100°C до мінус 35°C в'язкість кремнійорганічної рідини збільшується всього у сім разів, а у мінеральних масел - в 1800 разів (при однакової початкової в'язкості). Наведені переваги кремнійорганічної рідини роблять її незамінним конструктивним елементом в приладобудуванні, радіотехніці та ін галузях електротехнічної промисловості.

Підсумував проведене порівняння двох технічних рішень реалізації захисту від струмів перевантаження та КЗ, відзначимо, що застосування розчеплювача з електрогідравлічним сповільнювачем надає АВ певні переваги в порівнянні з використанням традиційного розчеплювача – біметалевої пластини:

- відносна відсутність залежності розчеплювача від температури оточуючого середовища;
- можливість швидкого повторного включення після спрацювання, в випадку виникнення аварійного режиму;
- зменшення часу спрацювання в разі виникнення режиму перевантаження (зменшення швидкодії АВ, підтверджується багаторазовими практичними дослідженнями);
- стабільність часо - струмових характеристик АВ;
- замість двох функціональних елементів ми маємо один багатофункціональний, що призводить до конструктивного зменшення внутрішнього об'єму конструкції АВ;
- стійкість до вібрації.

Враховуючи переваги використання розчеплювача з електрогідравлічним сповільненням в АВ слід відзначити, що альтернативне технічне рішення захисту від струмів перевантаження та струмів КЗ має перспективу розвитку в даному електротехнічному напрямку.

Список використаної літератури

1. Л.А. Родштейн. Электрические аппараты. Л. – Энергоиздат. 1989. 299 с.
2. А. А. Чунихин. Электрические аппараты. М. – Энергоатомиздат. 1988. 721 с.
3. Б.Н. Неклепаев. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования. М. – «Издательство НЦ ЭНАС». 2001. 164с.
4. Техническое описание продукции компании «E.NEXT Украина». 2010. 104 с.

Чернявський А.В., канд. техн. наук, доц.,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ЕНЕРГОАУДИТУ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

Згідно статистичних даних, оприлюднених Державною службою статистики України (<http://www.ukrstat.gov.ua/>), а також спільноти фахівців хлібопекарської та кондитерської галузей, що понад 72% хліба і хлібобулочних виробів випікають близько 400 промислових хлібозаводів, розташованих в містах і районних центрах. Хлібозаводами України щодоби виробляється понад 6,8 тис. тонн хліба та хлібобулочних виробів. Асортимент продукції, що виробляється дуже різноманітний і щорічно оновлюється. Потужності промислових хлібозаводів використовуються на 30-40% за винятком хлібозаводів Києва і деяких великих міст, де хлібозаводи працюють на повну потужність. Це пояснюється, в першу чергу, високою конкурентоспроможністю продукції, що виробляється та її якістю.

Більшість з хлібозаводів побудовані ще за радянських часів і тому має технологічне та допоміжне обладнання ще з тих часів, що свідчить про високий рівень морального та фізичного зносу енергоспоживаючого обладнання, що викликає суттєві витрати енергоресурсів та низьку ефективність їх використання. При цьому частка вартості енергоресурсів в собівартості продукції, незважаючи на зростання вартості сировини, постійно зростає і в середньому складає 3-5%, а місцями сягає до 10%. Зважаючи, що питомі витрати енергоресурсів на виробництво 1 тони хліба в Україні, в середньому, в 2-3 рази вище, ніж в європейських країнах [1], виникає нагальна потреба в зменшенні цих витрат задля підвищення конкурентоспроможності вітчизняних хлібозаводів.

Перш за все керівникам підприємств слід змінити культуру використання енергоресурсів. Для цього необхідно впровадити систему енергоменеджменту, яка б відповідала вимогам міжнародного стандарту ISO 50001 [2, 3], який наразі гармонізовано в Україні. Першим кроком на цьому шляху має стати запровадження енергетичного моніторингу.

Крім того, хлібозаводам конче необхідно провести комплексні енергоаудиту з метою визначення фактичного рівня ефективності енерговикористання, а також розроблення технічних та економічно доцільних заходів з енергозбереження.

Зважаючи на це за підтримки Проекту GIZ «Energy efficiency in companies» (<https://www.giz.de/en/worldwide/58792.html>) та з залученням міжнародних експертів та національних енергоаудиторів проводився енергоаудит 18 хлібопекарських підприємств. Аудит проводився у відповідності до методики, що викладена в ДСТУ ISO 50002:2016 Енергетичний аудит. Вимоги та настанова щодо їх проведення (ISO 50002:2014, IDT) [4], і охоплювала в себе етапи, що описані нижче.

Планування енергоаудиту. На етапі планування енергоаудиту було визначено обсяг робіт відповідно до рівня деталізації, що вказано проектом (прийнятним для другого типу енергоаудиту відповідно до ДСТУ ISO 50002:2016).

Попередня нарада та збір даних. Метою попередньої наради для енергоаудитора є інформування зацікавлених сторін про цілі енергоаудиту, визначення характеру та обсягу робіт з енергоаудиту, меж та методів енергетичного аудиту, а також обговорення заходів з підготування до проведення енергоаудиту. Для визначення меж енергоаудиту та обсягу обстеження був виконаний запит інформації за допомогою попередньо підготовленої опитувальної форми.

Планування вимірювань. Перед початком обстеження спільно з представниками Компанії були визначені суттєві споживачі ПЕР. В більшості випадків для хлібозаводів енергоресурсами, що закуповувалися, були газ та електроенергія. Найбільш суттєвими споживачами газу були тунельні та ротаційні пекарські печі, в загальному балансі витрат на енергоресурси частка яких складала понад 60%. Іншим суттєвим споживачем газу були парові котли. Що стосується електричної енергії, то тут незаперечним лідером в споживанні електричної енергії виявилися двигуни компресорів стисненого повітря, а також

«ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ»

транспортів, норій, міксерів. На деяких підприємствах мало місце застосування електричних пекарських печей, що теж були суттєвим споживачем електричної енергії.

Під час відвідування Компанії енергоаудитор використовував тепловізор для оцінки стану теплоізоляції котельного та технологічного обладнання, а також теплотрас та огорожувальних конструкцій будівлі. Деякі дані для оцінки ефективності роботи обладнання були взяті з їх паспортів та режимних карт. Також для аналізу ефективності спалювання газу печами та котлами застосовувалися газоаналізатори, а для аналізу режимів електроспоживання електроустановками – аналізатор параметрів електричної мережі.

Проведення огляду об'єкту. Ознайомлення з основними об'єктами Компанії, що проводилося під час відвідування об'єкту аудиту, дозволило аудитору отримати розуміння специфіки роботи Компанії.

Аналіз інформації. Після збору інформації на об'єкті було проаналізовано об'єми споживання енергетичних ресурсів та визначальні впливові змінні. Для збору даних про об'єкт дослідження використовувались такі заходи, як: аналіз наданої представником Компанії технічної документації про обладнання, системи та будівлю, візуальне обстеження обладнання та елементів інженерних систем.

На цьому етапі було проведено оцінку потенціалу енергозбереження компанії та визначено перелік найбільш потенційних заходів з енергозбереження. Сюди можна віднести:

1) Для пекарських тунельних печей:

- теплоізоляція
- режимно-налагоджувальні випробування пальників
- утилізація тепла димових газів.

2) Для парових котлів:

- режимно-налагоджувальні випробування пальників
- збільшення частки повернення конденсату в котельню
- утилізація тепла димових газів.

3) Для компресорів та двигунів технологічних установок:

- запровадження програми керування використанням електродвигунів (застосування двигунів з класом енергоефективності IE3 та вище, своєчасне виведення з експлуатації мало завантажених двигунів, та таких що вже ремонтувались більше 3 разів)

- встановлення частотно-регульованих приводів на обладнання зі змінним режимом роботи.

По завершенню робіт складався звіт за результатами енергетичного аудиту та презентувався на заключній нараді представникам Компанії.

За результатами цих аудитів було визначено усереднений потенціал енергозбереження хлібозаводів, що був на рівні 15-20% від загального енергоспоживання, а також сформовано перелік типових найбільш доцільних для реалізації заходів з енергозбереження. Порівнюючи подібні дослідження, які проводилися Carbon Trust в Великобританії [4] можна зробити висновок, що в більшості випадків їх хлібозаводи мають такі ж потенціальні можливості з енергозбереження, як і ті, що були виявлені під час проведення енергоаудитів на 18 українських хлібозаводах.

Список використаної літератури

1. Тovaжнянський Л.Л., Бухало С.И., Капустенко П.А., Хавин Г.Л. Основные технологии пищевых производств и энергосбережение: Учебн. пособие. - Харьков: НТУ «ХПИ», 2005. - 460 с. - На русск. яз.

2. <https://www.iso.org/ru/iso-50001-energy-management.html>

3. Розен В.П., Чернявский А.В. К вопросу о формировании национальной модели стандартизации внедрения и функционирования системы энергетического менеджмента // Економічна безпека держави і науково-технологічні аспекти її забезпечення (Недінські читання): Праці III-го науково-практичного семінару з міжнародною участю. 20-21 жовтня 2011 р. / відпов. ред. Письменний Є.М., Карасва Н.В. – Черкаси: видавець Чабаненко Ю.А. – 2011. – С. 433-448.

4. http://www.ukriee.org.ua/wp-content/uploads/2016/05/ISO-50000-N125_2016-04-29.pdf

5. The Carbon Trust Industrial Energy Efficiency Accelerator. Guide to the industrial bakery sector // <https://www.carbontrust.com/media/206476/ctg034-bakery-industrial-energy-efficiency.pdf>

УДК 621.311

Бабіч О.Ю., магістрант, **Веремійчук Ю.А.**, канд. техн. наук, ст. викл.,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

АНАЛІЗ ІНСТРУМЕНТІВ ЩОДО ВИКОНАННЯ ПЕРЕДПРОЕКТНИХ РОБІТ ФУНКЦІОНУВАННЯ СЕС

У пошуках альтернативних джерел енергії в багатьох країнах чимало уваги приділяють сонячній енергетиці. В майбутньому технології сонячної енергетики стануть одним з основних джерел енергії. Сонячна енергетика у світі зростає з прискоренням: за 2018 рік було побудовано рекордні 109 ГВт потужностей мережєвих сонячних електростанцій (СЕС).

В Україні збільшення потужностей СЕС так само відбувається із значним відривом від інших технологій відновлюваної енергетики. З 849 МВт нових потужностей ВДЕ, підключених до енергосистеми України у 2018 році, на сонячну енергетику припадає 752 МВт. З них лєвова частка — це великі наземні промислові СЕС. Такі станції мають потужність від кількох мєгават до десятків мєгават та підключаються до високовольних мереж.

Визначення оптимальних конструктивних та експлуатаційних параметрів СЕС може здійснюватися за допомогою різноманітних інструментів. Інженери прагнуть оптимізувати систему, щоб отримати на виході максимальну потужність. Інвестори можуть розрахувати, через який час отримають дивіденди. Теоретичні розрахунки будуть потрібні в якості вихідної точки при введенні станції в експлуатацію - вони допоможуть порівняти реальну продуктивність з розрахованою, а при необхідності - внести відповідні корективи.

Для виконання передпроектних робіт щодо функціонування сонячних електростанцій використовуються різні програмні середовища, але на базовому рівні всі розрахунки зводяться до двох питань – як багато сонячного випромінювання отримає станція і яка буде її потужність.

Інструменти для моделювання сонячних електростанцій - це ряд математичних рівнянь, що дозволяють розрахувати вхідну і вихідну потужність для встановлених фотоелектричних компонентів, щоб ґрунтуючись на отриманих даних, скласти погодинної графік генерації електроенергії сонячними електростанціями. Надалі, об'єднавши отримані значення для різних пір року, можна з високою точністю скласти річний графік виробництва електроенергії. Інструменти для розрахунку і моделювання сонячних електростанцій можуть використовуватися для вирішення різноманітних завдань:

- розробки проектів електрифікації нових об'єктів;
- проведення оптимізації монтажу та експлуатації вже функціонуючих сонячних електростанцій;
- проведення попередніх розрахунків для укладення контрактів або підготовки комерційної пропозиції;
- розрахунку ККД встановленої системи;
- узгодження взаємодії сонячної електростанції з енергосистемою загального користування;
- виконання енергетичних розрахунків і тестів.

Для проведення зазначених робіт розробники систем і проектів, інженери і студенти, в залежності від потреб і вирішуваних завдань, користуються як відкритими (безкоштовними), так і платними інструментами моделювання сонячних електростанцій.

В таблиці 1 наведений порівняльний аналіз програмного забезпечення за різними критеріями.

Таблиця 1. Результати порівняльного аналізу

Критерії	Назва програмного забезпечення							
	PVWatts	System Advisor Model (SAM)	Helioscope	HOMER Pro	Polysun	PV*SOL	PVsyst	iHoga
Безкоштовний	+	+	-	-	-	-	-	-
Використання продукту онлайн	+	-	+	-	+	-	-	-
Україномовний інтерфейс	-	-	-	-	+	-	-	-
Наявність пробної версії	-	-	+	-	+	+	+	+
Банки приймають звіти для видачі кредитів на станцію	-	-	+	-	-	-	+	-
Моделювання первинних розрахунків	+	-	-	-	+	-	-	+
Можливість завантаження власної бази даних метеоспостережень	-	+	+	-	+	+	+	+
Наявність декількох бібліотек даних	-	+	+	+	+	+	+	+
Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс	+	-	+	-	+	-	+	-
Можливість моделювання 3D моделі	-	-	+	-	-	+	-	-
Моделювання фізичного розташування об'єктів на поверхні землі	-	-	+	-	+	+	-	-
Можливість моделювання гібридних мікросистем	-	-	-	+	-	-	-	+
Можливість фінансових розрахунків	-	+	+	+	+	+	+	+
Розрахунок затінення панелей та інших об'єктів	-	-	+	-	-	+	+	-

Висновки

В результаті проведеного аналізу слід зазначити, що сьогоднішній день PVsyst - один з найбільш затребуваних інструментів для моделювання сонячних електростанцій серед інженерів і менеджерів, які займаються реалізацією промислових сонячних електростанцій.

Зазначені інструменти можуть використовуватися в навчальному процесі при виконанні кваліфікаційних та науково-дослідних робіт студентами спеціальності «141-Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Богославська О.Ю., канд. екон. наук,
Інститут загальної енергетики
Національної академії наук України, Україна

НОВІ ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ З УРАХУВАННЯМ СТРУКТУРНИХ ЗРУШЕНЬ В ЕКОНОМІЦІ

Питання прогнозування споживання енергетичних ресурсів при структурних зрушеннях та технологічних змінах на середньо- та довгострокову перспективу постає одним з чинників економічної стабільності розвитку всієї країни, адже обґрунтовані прогнози є ефективним інструментом перспективного планування та управління економікою. Останнім часом для економіки України характерна стрімка динаміка змін обсягів та структури споживання ПЕР. Особливо це стосується виробництва енергоємної продукції промисловості. Структурні та технологічні зрушення в економіці змінюють обсяги споживання енергетичних ресурсів, а в середньостроковій перспективі питання достатнього забезпечення ними є важливим для відновлення економічного зростання в країні.

При прогнозуванні споживання енергоресурсів всі аспекти функціонування системи енергозабезпечення мають бути враховані одночасно.

Реалізація математичної моделі для прогнозування рівнів споживання паливно-енергетичних ресурсів, що враховує потенціал енергозбереження при структурних змінах в економіці, яка формується за видами економічної діяльності (ВЕД), базується на положеннях, що викладені у роботах [1-5]. У дослідженнях щодо прогнозного впливу структури економіки на рівні енергоспоживання вивчалась зміна енергоємності за різними видами ПЕР у ВЕД та в країні в цілому з врахуванням показника Разом за ВЕД на відміну від показника ВВП.

Для автоматизації та створення наочної картини розрахунків, а також для можливості порівняння отриманих результатів, була створена єдина комп'ютерна система для обчислення прогнозу споживання енергетичних ресурсів. Система обчислення має ряд переваг, а саме централізовану систему зберігання даних та проведення розрахунків, структурований інтерфейс, миттєву зміну алгоритму розрахунків між базовою та прогножною структурою ВВП України, різноманітні варіанти обчислення прогнозу ВДВ, простий перехід між розрахунками відповідно видам енергоресурсів, можливість зміни базового року. Розрахунки проводяться незалежно по кожному виду палива та енергоресурсів на основі даних, наявних в базі та отриманих в розрахунку прогнозу ВДВ.

Комп'ютерна система дає можливість подавати прогноз на різних рівнях економіки: на рівні країни, укрупнених секцій, секцій за КВЕД, розділів КВЕД.

Система має дві складові: база даних та блок обчислення. До бази даних належать фактичні дані статистичного аналізу споживання енергопродуктів в економіці України, отримані з доступних джерел. Дані заповнюють базу залежно від календарного року і у подальшому використовуються як базові для конкретного року. Об'єм бази даних обмежений тільки можливостями комп'ютера, дані можуть зберігатися в базі необмежений час, залежно від потреби користувачів бази.

У блоці обчислення проводиться структурований поетапний розрахунок прогнозного споживання певного енергоресурсу на основі наукових розробок з використанням ВВА.

Алгоритм розрахунку прогнозу ВДВ складається з двох частин – розрахунок базових параметрів і розрахунок прогнозу. Основними прогнозними параметрами є: ВВП базового року, ВВП кожного прогнозного року, відсотки ВДВ у складі ВВП базового і кожного прогнозного років для кожної Укрупненої секції (так звана структура ВДВ). Параметри для базового року розраховуються на основі даних, введених у систему.

Розрахунок прогнозу використання енергоресурсів проводиться на основі даних, наявних в базі для певного року та отриманих в розрахунок прогнозу ВДВ.

В процесі поточного обчислювання можна змінювати будь які параметри: ВВП, задану структуру, значення прогнозного року. Всі внесені зміни під час закриття форми будуть збережені і відтворюються у формі під час її відкриття наступному сеансі. В системі передбачена можливість друкування результатів обчислення із можливістю попереднього перегляду результатів.

Список використаної літератури

1. Майстренко Н.Ю. Методи прогнозування енергоспоживання з урахуванням структурних зрушень в економіці : автореф. дис. на здобуття ступеня канд. техн. наук : спец. 05.14.01 «Енергетичні системи та комплекси» / Майстренко Наталія Юріївна ; Ін-т загальної енергетики НАН України. Київ, 2016. 20 с.
2. Маляренко Е.Е. Майстренко Н.Ю. Показатели энергетической эффективности и определение потенциала энергосбережения в промышленных технологиях. Энерготехнологии и ресурсосбережение. 2015. №3. С.18 –28.
3. Маляренко О.Є., Євтухова Т.О., Майстренко Н.Ю. Прогнозування змін кінцевого споживання енергоресурсів з урахуванням структурних і технологічних зрушень в економіці країни. Проблеми загальної енергетики. 2013. Вип.4 (35). С. 33–40.
4. Маляренко О.Є., Майстренко Н.Ю., Куц Г.О. Прогнозування потреби економіки в енергетичних ресурсах з урахуванням попиту на енергоємні експортно-орієнтовані види продукції. Проблеми загальної енергетики. 2015. Вип.4 (43). С. 5 – 13. <https://doi.org/10.15407/pge2015.04.005>.
5. Маляренко О.Є., Майстренко Н.Ю. Прогнозування рівнів споживання паливно-енергетичних ресурсів з урахуванням потенціалу енергозбереження при структурних змінах в економіці. Проблеми загальної енергетики. 2015. Вип.2 (41). С. 5–22. <https://doi.org/10.15407/pge2015.02.005>.

References

1. Maistrenko N.Yu. Metody prohnozuvannia enerhospozhyvannia z urakhuvanniam strukturnykh zrushen v ekonomitsi : avtoref. dys. na zdobuttia stupenia kand. tekhn. nauk : spets. 05.14.01 «Enerhetychni systemy ta kompleksy» / Maistrenko Nataliia Yuriivna ; In-t zahalnoi enerhetyky NAN Ukrainy. Kyiv, 2016. 20 p.
2. Malyarenko Ye.Ye. Maistrenko N.Yu. Pokazately enerhetycheskoi efektyvnosti y opredelenye potentsyala enerhosberezheniya v promyshlennykh tekhnolohiyakh. Enerhotekhnolohyy y resursosberezhenye. 2015. №3. P.18 –28.
3. Malyarenko O.Ye., Yevtukhova T.O., Maistrenko N.Yu. Prohnozuvannia zmin kintsevoho spozhyvannia enerhoresursiv z urakhuvanniam strukturnykh i tekhnolohichnykh zrushen v ekonomitsi krainy. Problemy zahalnoi enerhetyky. 2013. Vyp.4 (35). P. 33–40.
4. Malyarenko O.Ye., Maistrenko N.Yu., Kuts G.O. Prohnozuvannia potreby ekonomiky v enerhetychnykh resursakh z urakhuvanniam popytu na enerhoiemni eksportno-orientovani vydy produktsii. Problemy zahalnoi enerhetyky. 2015. Vyp.4 (43). P. 5 – 13. <https://doi.org/10.15407/pge2015.04.005>.
5. Malyarenko O.Ye., Maistrenko N.Yu. Prohnozuvannia rivniv spozhyvannia palyvno-enerhetychnykh resursiv z urakhuvanniam potentsialu enerhozberezhennia pry strukturnykh zminakh v ekonomitsi. Problemy zahalnoi enerhetyky. 2015. Vyp.2 (41). P. 5–22. <https://doi.org/10.15407/pge2015.02.005>

Бориченко О.В., канд. техн. наук,
Лях В.М., магістр,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

БЕНЧМАРКІНГ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

Енергоефективність та енергозбереження є пріоритетними напрямками енергетичної політики більшості країн світу, в тому числі і України. З огляду на важливість проблеми заощадження енергії в глобальному масштабі, практично у всіх країнах проводяться різні заходи, покликані зменшити кількість споживаної енергії як у промислової, так і в соціальній сфері.

Якщо розглядати окремо житловий сектор України, то обсяги впровадження енергоефективних заходів залишається недостатнім, а рівень споживання енергоресурсів перевищує відповідні показники у порівнянні з іншими країнами Європи.

Наразі, споживання енергоресурсів у житловому секторі в Україні у 3-4 рази вище, ніж у Європі, зокрема:

- нормативні максимальні теплові витрати в Європі біля 45 кВт•год/(м²•рік), в Україні – 57 кВт•год/(м²•рік);
- нормативне споживання теплової енергії в Європі 20-55 кВт•год/(м²•рік), в Україні – 180-310 кВт•год/(м²•рік).

Середнє питоме споживання теплової енергії будівель в Україні в два рази вище, ніж у країнах Європейського Союзу та становить близько 175 кВт•год/(м²•рік), а аналогічний показник країн Європейського Союзу є на рівні 86 кВт•год/(м²•рік) [1].

Проте, наша держава робить кроки до вирішення проблем енергоефективності. Відповідно до «Стратегії сталого розвитку України до 2035 року»:

- планується скорочення енергоспоживання домогосподарств, комерційного та комунального секторів на потреби опалення шляхом підвищення енергоефективності житлових і громадських будівель, а також підвищення енергоефективності опалювальних приладів;
- забезпечення 100%-го комерційного обліку споживання теплової енергії у житловій сфері;
- оптимізація місцевих систем теплопостачання на основі економічної ефективності, узгодження централізації та децентралізації теплопостачання.
- до 2025 року втрати теплової енергії в мережах планують привести до рівня нормативних, до 2030 р. зменшити втрати тепла в мережах теплопостачання на 30% нижче нормативних;
- до 2035 року планує зменшити втрати тепла та електроенергії за рахунок використання енергоефективнішого устаткування та приладів, а також комплексної термомодернізації будівель на 15% [2].

Одним з найбільших споживачів енергоресурсів є житлово-комунальний сектор. Тому першочерговими для економії енергоресурсів у житловому фонді мають бути заходи щодо покращання експлуатаційних характеристик будинків, проведення їх теплової санації, модернізації інженерного обладнання тощо. Для кожного будинку необхідно розробляти конкретні програми енергозбереження, а їх реалізація забезпечить більш комфортні умови проживання [3].

Для створення системи стимулювання енергозберігаючої діяльності, перш за все, необхідно розробити методику оцінки ефективності виконуваних робіт у сфері енергозбереження будівель. З цією метою можна запропонувати застосувати принципи бенчмаркінгу.

У загальному сенсі бенчмаркінг (англ. Benchmarking) - це процес визначення, адаптації наявних прикладів ефективного функціонування компанії, в тій або іншій сфері, з метою покращення власної роботи. Бенчмаркінг в рівній мірі включає два процеси: оцінювання і співставлення. Мета бенчмаркінгу полягає в тому, щоб на основі дослідження встановити потребу в змінах і досягнення успіху в результаті цих змін. Бенчмаркінг здійснюється у рамках аналізу діяльності конкурентів і не є новим підходом для більшості підприємств, установ і організацій. Бенчмаркінг забезпечує більш деталізоване і впорядковане управління, ніж застосування тільки методів аналізу, які включають в себе порівняльний аналіз інформаційного поля компанії та її конкурентів, виявлення сильних і слабких сторін інформаційної політики [4].

Етапи бенчмаркінгу енергоефективності житлових будівель приведені на рис. 1.

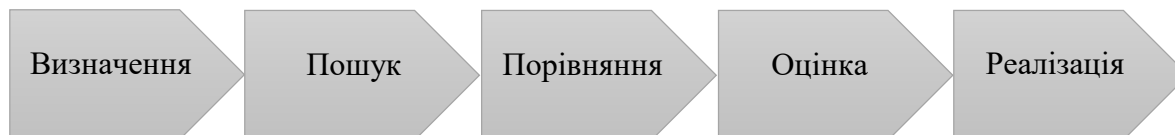


Рисунок 1 - Етапи енергетичного бенчмаркінгу будівлі

Етапи можуть бути коротко описані наступним чином:

1. Фаза визначення:
 - визначення цілей та факторів впливу (створення цільової системи з урахуванням факторів, що впливають на ключові енергетичні показники досліджуваних об'єктів);
 - визначення методу бенчмаркінгу та критеріїв вимірювання (внутрішній / зовнішній порівняльний аналіз);
2. Фаза пошуку:
 - пошук об'єктів для порівняння;
 - класифікація об'єктів порівняння;
 - запис та обробка даних порівняльного аналізу;
 - визначення ключових енергетичних показників (показників споживання об'єктів);
3. Фаза порівняння:
 - визначення порівняльних меж;
 - порівняння створених ключових показників;
 - інвентаризація;
 - обробка даних порівняння;
4. Фаза оцінки:
 - оптимізація потенціалів;
 - дослідження можливих відхилень;
 - аналіз відмінностей між об'єктами;
 - розробка заходів щодо вдосконалень;
5. Фаза реалізації:
 - реалізація розроблених заходів з удосконалення;
 - перевірка цілей (фактичне порівняння);

Бенчмаркінг енергоефективності є ефективним способом оцінки енергетичної якості будівель, оскільки застосовується для питомого енергоспоживання, за допомогою чого інші аспекти продуктивності такі як технології та методи роботи можуть бути прийняті до уваги. Цю методику успішно використовують у Європі. Спеціально розроблені контрольні списки та відомості допомагають у реалізації проектів

бенчмаркінгу, щоб мінімізувати зусилля, пов'язані зі збором, структуруванням та аналізом даних.

В Україні на сьогодні використання бенчмаркінгу енергоефективності не набуло дуже широкого використання. Проте, в нашій країні прийнятий національний стандарт з бенчмаркінгу [ДСТУ EN 16231:2017], що дозволить значно підвищити рівень енергоефективності як для комунальної, так і для виробничої сфери. Основна мета цього європейського стандарту надати організаціям методологію для збору та аналізу даних з енергетики з метою створення і порівняння енергетичної ефективності між двома або в межах одного об'єкту. Це в подальшому може привести до скорочення загального споживання енергії і, отже, скорочення витрат і викидів вуглекислого газу.

Список використаної літератури

1. Програма енергозбереження (підвищення енергоефективності) Київської області на 2017 – 2020 роки.
URL: http://koda.gov.ua/wp-content/uploads/2017/05/216_2017.doc.
2. Стратегія сталого розвитку України до 2035 року.
URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80_
3. Енергозбереження у житловому фонді: проблеми, практика, перспективи: довідник / С. Ф. Вольфф, Г. Онишук, Л. Вуллкопф та ін.; Державний науково-дослідницький та проектно-вишукувальний інститут «НДІпроектреконструкція», Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU). – К., 2006. – 144 с.
4. Розен В.П., Тішкевич Б.Л., Розен П.В. Методологія бенчмаркінгу енергоефективності для промисловості України. *Енергозбереження • Енергетика • Енергоаудит*. 2012. №05(99). С.9-19.
URL: http://www.kpi.kharkov.ua/archive/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%B0/eee/2012/6/17968.pdf

References

1. Energy saving program (energy efficiency) of the Kyiv region for 2017-2020.
URL: http://koda.gov.ua/wp-content/uploads/2017/05/216_2017.doc.
2. Ukraine's Sustainable Development Strategy till 2035
URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80_
3. Energy saving in a housing stock: problems, practice, prospects: a guide / S.F. Wolf, G. Onischuk, L. Wollkopf, et al.; The state sciences. research. and design-searched. NDIproektrekonstruktsiya, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU). - K., 2006. - 144 pp.
4. Rosen V.P., Tishkevich B.L., Rosen P.V. Methodology of benchmarking energy efficiency for the Ukrainian industry. *Energy Saving • Power Engineering • Energy Audit*. 2012. №05 (99) .S.9-19.
URL: http://www.kpi.kharkov.ua/archive/%D0%9D%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BA%D0%B0/eee/2012/6/17968.pdf

Бориченко О.В., канд. техн. наук, доц.,
Панадій Є.С., магістр
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

СЕРТИФІКАЦІЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

Згідно із Законом України «Про енергетичну ефективність будівель» з 01 липня 2019 року буде запроваджена обов'язкова сертифікація енергетичної ефективності житлової будівлі. Дане обстеження має право проводити виключно атестований енергоаудитор та фахівець інженерних систем. Сертифікація проводиться на договірних умовах сторін за рахунок власника. У випадку багатоквартирного будинку – за рахунок житлово-будівельного кооперативу, об'єднання співвласників багатоквартирного будинку або ж управителя багатоквартирного будинку. Мешканці будинку, у якому буде проводитися сертифікація, зможуть ознайомитися з результатами даної процедури у доступному місці забудови. Термін дії документа становить десять років [1].

Постає питання: хто ж має оплачувати енергетичний сертифікат. Громадяни чи держава. Адже, отримавши рекомендації щодо підвищення рівня енергетичної ефективності та виконавши термомодернізацію будівлі, з одного боку, мешканці будуть сплачувати менші комунальні рахунки, з іншого боку – споживатимуть раціонально енергоресурси, що допоможе країні імпортувати меншу кількість нафти та природного газу та застерегти від енергетичної кризи; зменшити викиди вуглекислого газу CO₂.

Фінансування заходів із забезпечення енергетичної ефективності будівель здійснюється за рахунок власника будівель, коштів державного і місцевих бюджетів, а також на засадах державно-приватного партнерства або енергосервісу.

Проте сьогодні постає проблема недовіри мешканців забудови до ОСББ, тому розраховувати на кошти зібрані з кожної оселі не варто. Зі сторони держави, грошову підтримку можна отримати у здешевленні кредитів для заходів підвищення рівня енергоефективності, у відшкодуванні частини вартості даних заходів, у заохочувальному тарифоутворенні на комунальні послуги. Ще з 2014 року для населення та ОСББ запроваджена Урядова програма «теплих кредитів», відповідно до якої держбюджет відшкодовує 35% суми кредиту на купівлю енергоефективного обладнання (матеріалів); 40% суми кредиту для ОСББ/ЖБК для загальнобудинкових заходів.

Уряд створив державну установу «Фонд енергоефективності», підписавши угоду про асоціацію з ЄС. Законопроект про цей Фонд Верховна Рада схвалила в першому читанні 21 березня 2017 року. Установа підтримує здійснення заходів з підвищення рівня енергоефективності будівель, згідно з Паризькою угодою сприяє зменшенню викидів двоокису вуглецю та сприяє забезпеченню дотримання Україною міжнародних зобов'язань у сфері енергоефективності. Фінансування Фонду здійснюється за рахунок коштів держбюджету, фінансової підтримки ЄС та уряду Німеччини [2].

Головною вимогою Фонду для отримання коштів є проведення професійного енергоаудиту, який визначить клас енергоефективності будівлі та допоможе ідентифікувати місця найбільшої втрати тепла.

Енергоаудитори видаватимуть сертифікат із інформацією про споживання енергоресурсів будинком та рекомендації для підвищення його енергоефективності. Це потрібно, щоб розробити ефективний комплекс заходів із модернізації житла. Після чого Фонд компенсуватиме частину вартості проектів із запровадження заходів з енергоефективності в багатоповерхових будинках.

«МЕНЕДЖМЕНТ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ»

Для багатоквартирного будинку також можна використати енергосервісний договір – для мешканців, які не мають власних накопичених коштів для реалізації енергоощадних заходів. У цьому випадку знову ж таки відіграє роль зацікавленості людей, адже 2/3 співвласників мають проголосувати за укладення ЕСКО-договору. За допомогою коштів інвестора енергосервісна компанія розробляє та реалізовує заходи з підвищення рівня енергоефективності будинку. Громадяни отримують економію та протягом кількох років виплачують повну вартість заходів інвестору. Отже, чим більша економія, тим швидше будуть сплачені залучені кошти. Після усіх виплат обладнання переходить до співвласників, а зекономлені гроші можуть надалі використовуватися для впровадження інших заходів з енергоефективності.

За проектом USAID «Муніципальна енергетична реформа в Україні» до активних джерел фінансування енергоефективних проектів можна віднести:

1. Кредитні програми, такі як Міжнародна фінансова корпорація (IFC), Північна екологічна фінансова корпорація (НЕФКО), Європейський банк реконструкції та розвитку (ЄБРР), Німецький державний банк розвитку (KfW), Українські банки.

2. Грантові програми та програми технічної допомоги: Центральна Європейська Ініціатива, Шведське агентство міжнародного розвитку (SIDA) тощо.

Розглянемо ключові напрямки діяльності деяких організацій [3]:

- НЕФКО – міжнародна фінансова установа, спрямована на проекти, що покращують стан довкілля і водночас є ефективними з точки зору витрат.

- ЄБРР – міжнародний фінансово-кредитний інститут, який здійснює Програму фінансування альтернативної енергетики в Україні (USELF) та реалізує Українську програму підвищення енергоефективності 2 (UKEEP-2).

- KfW – німецький банк, який реалізує проекти фінансового співробітництва у фінансовому та енергетичному секторах.

Висновки. Підвищити рівень енергоефективності можна шляхом встановлення засобів обліку та регулювання споживання енергетичних ресурсів, впровадження автоматизованих систем моніторингу, покращення показників огорожувальних конструкцій, інженерних систем будівлі, використання альтернативних джерел енергії. Саме ці обґрунтовані рекомендації будуть наведені у сертифікаті енергетичної ефективності будівлі. Як виявляється, фінансову підтримку можна знайти для багатоквартирного будинку. Основний фактор – небайдужість, бажання та зацікавленість мешканців у використанні меншої кількості енергії при організації належного рівня енергетичного комфорту та покращенні екології.

Список використаної літератури

1. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель». [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19>.

2. Постанова від 20 грудня 2017 р. №1099 «Про утворення державної установи «Фонд енергоефективності» [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1099-2017-%D0%BF>.

3. Проект USAID «Муніципальна енергетична реформа в Україні» (MER). *Каталог кредитних, грантових програм та програм міжнародної технічної допомоги в сфері енергоефективності*. [Електронний ресурс], 2015. 32с.

References

1. Law of Ukraine «On Energy Efficiency of Buildings». [Online], available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19>.

2. Decree of December 20, 2017 No. 1099 «On the formation of a state institution» Energy Efficiency Fund». [Online], available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1099-2017-%D0%BF>.

3. USAID Project "Municipal Energy Reform in Ukraine" (MER). *Catalog of credit, grant programs and programs of international technical assistance in the field of energy efficiency*. [Online], 2015. 32p.

Бориченко О.В., канд. техн. наук, доц.,
Чернявський А.В., канд. техн. наук, доц.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ЩОДО ГАРМОНІЗАЦІЇ ОНОВЛЕНОЇ РЕДАКЦІЇ МІЖНАРОДНОГО СТАНДАРТУ ISO 50001:2018

Завдання переходу української економіки на шлях інноваційного та енергоефективного розвитку вимагає створення на всіх рівнях управління умов і механізмів для підвищення енергетичної ефективності та енергозбереження. Ефективне використання енергії допомагає організаціям скоротити витрати, а також сприяє збереженню ресурсів і пом'якшенню наслідків зміни клімату.

Для досягнення бажаних результатів у сфері енергоефективності не достатньо лише впроваджувати відповідні заходи, а потрібно також систематично здійснювати управління енергоспоживанням. З цією метою на будь-якому виробничому чи комерційному об'єкті створюється система енергетичного менеджменту, основною метою функціонування якої є систематичне, цілеспрямоване підвищення енергетичної ефективності господарювання при одночасному раціональному використанні всіх інших ресурсів.

В період між 2016 і 2018 роками з метою забезпечення актуальності та застосування стандартів до поточного бізнес-контексту міжнародний стандарт ISO 50001:2011 був переглянутий Технічним комітетом 301, внаслідок чого було прийняте друге видання ISO 50001:2018, яке анулює і замінює перше видання (ISO 50001:2011).

У порівнянні з першим виданням основні зміни торкнулися наступного [1]:

- прийняття вимог ISO до стандартів на системи управління, охоплюючи структуру високого рівня, ідентичний ключовий текст, а також загальні терміни та визначення, щоб забезпечити високий рівень сумісності з іншими стандартами на системи управління;
- більш високий рівень інтеграції з процесами стратегічного управління;
- більш чітку мову та структуру документа;
- більш суворе підкреслення ролі найвищого керівництва;
- прийняття смислового порядку побудови термінів і їх визначень в розділі 3 і уточнення деяких визначень;
- включення нових понять, в тому числі поліпшення енергетичної результативності;
- більша чіткість в питанні виключення будь-яких видів енергії;
- роз'яснення поняття «енергетичний аналіз»;
- введення поняття унормування показників енергоефективності (ПЕЕ) і пов'язаних з ними базовим рівнів енергоспоживання (БРЕ);
- додаткові роз'яснення плану збору енергетичних даних і пов'язаних з цим вимог (раніше - план вимірювання енергії);
- більш чітке викладання тексту, що відноситься до показників енергоефективності (ПЕЕ) та базових рівнів енергоспоживання (БРЕ) з метою забезпечення кращого розуміння цих понять.

Впровадження системи енергетичного менеджменту на основі ISO 50001 передбачає певні ключові елементи, до переліку яких у 2018 році було додано енергетичний контекст, ризики та можливості. Крім того, до структурних змін в редакції 2018 року належить включення структури високого рівня. Це проста та ефективна концепція, яка передбачає використання ідентичного основного тексту, загальних термінів і визначень з метою забезпечення високого рівня сумісності з іншими

стандартами на системи управління і на користь організаціям, які вирішать впровадити єдину (так звану “інтегровану”) систему управління, яка одночасно відповідає вимогам двох або більше стандартів на системи управління. Як і інші стандарти на системи управління, зокрема ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 тощо, стандарт ISO 50001 і надалі побудований на основі циклу “Плануй–Виконуй–Перевіряй–Дій”.

Процес високого рівня для впровадження системи енергетичного менеджменту на основі ISO 50001:2018 включає наступні складові:

- 1) заручитися лідерством і зобов'язанням з боку вищого керівництва;
- 2) забезпечити наявність відповідних знань і підтримки для досягнення успіху;
- 3) збирати, відстежувати та аналізувати енергетичні дані;
- 4) визначити енергетичний контекст, ризики та можливості;
- 5) визначити сфери суттєвого енерговикористання, пріоритизувати основні джерела енергоспоживання;
- 6) визначити базовий рівень енергоспоживання і показники енергоефективності;
- 7) встановити механізм для постійного поліпшення енергетичної результативності;
- 8) визначити і пріоритизувати можливості для поліпшення енергетичної результативності;
- 9) встановити цілі/ завдання і розробити плани заходів для їхнього досягнення;
- 10) визначити сфери поліпшення через різні джерела: пропозиції працівників, служби інженерних мереж, служби технічного обслуговування, продавці устаткування, стандарти щодо устаткування, а також через різні інструменти енергетичної оцінки, стандарти і посібники;
- 11) після визначення сфер поліпшення, застосувати систематичний підхід (використовуючи такі критерії для прийняття рішень, як окупність (ROI), енергозаощадження, бізнес-цілі тощо) до пріоритизації і фокусування організаційних заходів;
- 12) відслідковувати результативність впровадження заходів, націлених на поліпшення енергетичної результативності;
- 13) демонструвати реальні вимірювані поліпшення;
- 14) впровадити структури для підтримання результатів та керування поліпшенням енергетичної результативності, зокрема, впровадження механізмів для постійного відслідковування енергетичної результативності, визначення і реагування на відхилення.

Висновки. Результативне впровадження стандарту ISO 50001:2018 дозволить застосувати системний підхід до поліпшення енергетичної результативності, які можуть змінити способи, що застосовуються організацією для здійснення енергетичного менеджменту. Інтегруючи енергетичний менеджмент в бізнес-практику, організація може створити процес для постійного поліпшення енергетичної результативності.

За рахунок поліпшення енергетичної результативності і зниження відповідних витрат на енергію організація може підвищити свою конкурентоспроможність. Крім того, впровадження системи енергетичного менеджменту може привести організацію до вирішення завдання протидії глобальним змінам клімату за рахунок зниження емісії парникових газів, пов'язаних зі споживанням енергії.

References

1. ISO 50001:2018 Energy management systems -- Requirements with guidance for use.

A. Vorfolomeiev, Cand. Sc.
National Technical University of Ukraine
'Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute', Ukraine

FACTORS OF ENERGY EFFICIENT OPTIONS IMPLEMENTATION AT INDUSTRIAL ENTERPRISES

Energy efficiency is a strategic priority for Ukraine as a national security concern [1, 2]. With constant rise of energy prices, industrial enterprises with low energy efficiency increase their energy expenditures and decrease their competitiveness. At the same time, Ukrainian companies often are not able to realise the great potential of implementation of the energy efficiency and the energy efficient options in particular [3].

A process of implementation of energy efficiency faces various barriers for all stakeholders: policy bodies, service providers, end-users and financiers [4]. The barriers for end-users (industrial enterprises) will be considered below. These barriers and related implementation factors for energy efficient options implementation could be divided on two groups: company- and (energy efficient) option-oriented.

Company-oriented barriers are economic and financial, information, technical, and institutional [1]. According to [1, 5, 6], for Ukrainian companies the main obstacles are insufficient financial resources and high cost of capital. Their second concern is lack of government policies and incentives to support energy efficiency improvements [1]. Technical barriers like lack of skilled personnel or technology suppliers have high priority too [1, 5].

Option-oriented factors have influence on inner decision-making processes in a company regarding the energy efficient options implementation. They define the attractiveness of an option in terms of financial and ecological feasibility, technical and organizational viability. For Ukrainian companies, financial feasibility of an option (a payback period, investments and operation costs) is the main driver. However, according to [3], for the investment costs from USD 5'000 to USD 100'000 and payback periods from 1 to 5 years the rate of options implementation is almost the same. The most widely implemented are low-cost options (up to USD 5'000) and options with a short payback period (less than 1 year) [3]. These options have their advantages not only in terms of financial benefits, but also technical (they are easy in implementation and often do not require technology changes or maintenance) and organizational ones (they do not need organizational changes or training of personnel). Ecological factors are not so significant for Ukrainian companies at this moment, although some related taxes have significantly risen recently.

Conclusions: 1. Factors of energy efficient options implementation are company- and option-oriented. The last are payback period, investments costs, requirement of the technology change, etc. 2. Further investigations may be focused on the significance of mentioned above factors depending on the size of enterprise, their industrial sectors, current financial status, etc. It will allow developing solutions for supporting such companies in energy efficient modernization like adaptive bank loans, state support programmes, business-consulting approaches etc.

References

1. G.R. Timilsina, G. Hochman, I. Fedets, "Understanding energy efficiency barriers in Ukraine: Insights from a survey of commercial and industrial firms" in *Energy*, Vol. 106, Elsevier, 2016, pp. 203-211.
2. A. Goldthau, T. Boersma, "The 2014 Ukraine-Russia crisis: Implications for energy markets and scholarship" in *Energy Research & Social Science*, Vol. 3, Elsevier, 2014, pp. 13-15.
3. A. Vorfolomeiev, "Implementation of resource efficient and cleaner production options at Ukrainian enterprises" in *Acta Innovations*, Vol. 30, RIC Pro-Akademia, 2019, pp. 68-75.
4. A. Sarkar, J. Singh, "Financing energy efficiency in developing countries—lessons learned and remaining challenges" in *Energy Policy*, Vol. 38, Elsevier, 2010, pp. 5560-5571.
5. EaP GREEN, *Financing resource efficient and cleaner production by SMEs in the EU Eastern Partnership countries: a stakeholders' guide*, UNIDO and OECD, 2018, 69 p.
6. GIZ, "Оцінка ринку постачальників послуг з енергоефективності: актуальний розвиток ринку", Київ: GIZ, 2018, 56 с. (GIZ, *Assessment of market for energy efficiency service providers: actual market status*, Kyiv: GIZ, 2018, p. 56)

Дерев'янюк Д.Г., канд. техн. наук, ст. викл.
Карнажук Т.Р., студентка
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ДЖЕРЕЛ РОЗОСЕРЕДЖЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ НА ОСНОВІ НЕТРАДИЦІЙНИХ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ У КОМУНАЛЬНІЙ СФЕРІ

Особливістю розвитку сучасної енергетичної галузі є впровадження джерел розосередженої генерації (РГ) на основі нетрадиційних відновлювальних джерел енергії (НВДЕ) для електрозабезпечення та теплотзабезпечення споживачів. Основною технологією розосередженої генерації для забезпечення споживачів тепловою енергією є сонячні системи теплопостачання (ССТ)[1].

Основні типи сонячних колекторів, які використовуються в ССТ: плоскі; вакуумні; параболічні; термосифонні[2]. Проаналізувавши переваги і недоліки наведених вище ССТ, можна зробити висновок, що найкращим для житлових багатоквартирних будинків є використання колекторів плоского типу[3].

Розглянувши можливість комбінованого забезпечення тепловою енергією житлових багатоквартирних будинків на прикладі житлового будинку за адресою вул. Механізаторів, 7, було отримано питомих значення обсягів згенерованої теплової енергії даною ССТ для даного будинку помісячно за формулою:

$$Q = \frac{E \cdot 10^3}{S} \quad (1)$$

де E – кількість енергії, яку можна отримати з даху, Гкал;
 S – площа даху, м².

Для того щоб визначити ефективність впровадження ССТ, в якості автономного джерела теплової енергії для багатоквартирних будинків запропоновано показник $K_{ССТ}$. Розрахунок цього показника проводиться за формулою:

$$K_{ССТ} = \frac{Q}{Q_{ГВП} \cdot n_{пов}} \cdot 100\% \quad (2)$$

де Q – питомих значення обсягів згенерованої теплової енергії, ккал/м²;
 $Q_{ГВП}$ – питомих споживання теплової енергії на ГВП, ккал/м²;
 $n_{пов}$ – кількість поверхів.

Висновки: Оскільки при аналізі економічної складової проекту з впровадження ССТ у багатоквартирних житлових будинках показник NPV для даної ССТ, з пільговою відсотковою ставкою 5% на 20 років, або за умови залучення власних коштів за програмою «70/30», в обох варіантах є позитивним, можемо зробити висновок, що впровадження таких систем є доцільним у довгостроковій перспективі. Використання ж запропонованого показника $K_{ССТ}$ дає можливість оцінити ефективність впровадження ССТ на потреби ГВП у якості автономного джерела забезпечення теплової енергії.

Список використаної літератури

1. Гликсон А.Л., Дорошенко А.В. Гелиосистемы и тепловые насосы в системах автономного теплохладоснабжения // Холодильная техника и технология. -1999. - Вып. 61.-С. 62-70.
2. Желих В. М. Экспериментальне дослідження полімерного сонячного колектора / В. М. Желих, Б. І. Пізнак. – Вісник НУ ЛП № 737. – Львів, 2012.
3. Сонячний колектор плоский Newalex KS2100. [Електронний ресурс]// Режим доступу – <https://solar-tech.com.ua/solar-power-system/solar-collectors/ploskii>.

УДК 621.311

Довгалюк О.М., канд. техн. наук, доц., Бондаренко Р.В., аспірант,
Саїдов Ш.Н., магістр, Яковенко І.С., аспірант,
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ З ВІДНОВЛЮВАНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ ПРИ ВИКОРИСТАННІ СИСТЕМ НАКОПИЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ В УМОВАХ ЕНЕРГОРИНКУ УКРАЇНИ

Вступ. Загальна тенденція розвитку енергетики у світі та в Україні полягає в збільшенні частки відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) у структурі генеруючих потужностей енергосистем. Оскільки робота ВДЕ характеризується нестабільністю видачі потужності протягом доби і сезону, то для підвищення ефективності функціонування таких джерел застосовуються системи накопичення енергії (СНЕ). В умовах реформування енергоринку України та активного розвитку технологій зберігання енергії змінюється роль накопичувачів електричної енергії, які стають важливим елементом електричних мереж, здатним суттєво впливати на режими їх роботи. Це робить питання оцінки ефективності використання СНЕ в мережах з ВДЕ актуальним і важливим для енергетики України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значна кількість наукових робіт присвячена дослідженню питань, пов'язаних із застосуванням СНЕ в електричних мережах з ВДЕ. Увага приділяється вдосконаленню технологій зберігання енергії [1], дослідженню показників якості та надійності електричних мереж з ВДЕ [2, 3], особливостям забезпечення та оптимізації режимів електричних мереж з ВДЕ [4], впливу СНЕ на роботу ВДЕ, застосуванню СНЕ в електричних мережах і системах та іншим. Разом з тим питання запровадження лібералізованого енергоринку в Україні призводить до появи нових аспектів використання СНЕ в електричних мережах з ВДЕ, що потребує проведення відповідних досліджень.

Мета дослідження. Метою проведених досліджень була розробка критерію оцінки ефективності використання СНЕ в мережі з ВДЕ в умовах енергоринку.

Основні матеріали дослідження. Аналіз ефективності застосування СНЕ є складним багатокритеріальним завданням, яке повинно вирішуватися з урахуванням поточної ситуації на ринку електроенергії.

На сьогоднішній день в мережах з ВДЕ для вирішення задачі стабілізації видачі потужності доцільно використовувати механічні (маховики, пневматичні і гідроенергетичні установки), електрохімічні (акумуляторні батареї) та електричні (конденсатори і суперконденсатори) типи СНЕ. Запровадження нової моделі ринку електричної енергії в Україні надає ВДЕ нові можливості, які дозволяють їм стати активними учасниками внутрішньодобового і балансуєчого сегментів ринку. Використання СНЕ дозволить зробити більш прогнозованою та стабільною видачу потужності ВДЕ в мережу, яка в умовах енергоринку може відбуватись в різний час доби, що значно впливатиме на вартість відпущеної електроенергії. За таких умов важливою стає оцінка економічної доцільності та ефективності застосування відомих технологій та СНЕ в мережах з ВДЕ.

Для аналізу ефективності роботи електричної мережі з ВДЕ був розроблений техніко-економічний критерій, який враховує особливості використання СНЕ та поточну ситуацію на ринку електричної енергії відповідно до виразу:

$$K_{ef}(x) = \sum_{i=1}^n D_{Szi}(x) - \sum_{i=1}^n D_{Stzi}(x) - \sum_{i=1}^n D_{aszi}(x), \quad (1)$$

де x – тип СНЕ, яка застосовується при роботі ВДЕ; $\sum_{i=1}^n D_{Szi}(x)$ – вартість виробленої ВДЕ

і проданої електричної енергії на ринку за період часу $[1, n]$ при використанні СНЕ типу x ; $\sum_{i=1}^n D_{Stzi}(x)$ – вартість накопичення і зберігання електричної енергії при використанні СНЕ типу x за період часу $[1, n]$; $\sum_{i=1}^n D_{aszi}(x)$ – вартість амортизації та обслуговування СНЕ типу x за період часу $[1, n]$.

Вартість електричної енергії, яка продається ВДЕ на ринку, враховує поточний стан ситуації на ринку і відповідно до [5] визначається наступним чином:

$$\sum_{i=1}^n D_{Szi}(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{z=1}^m (V_{Szi} \cdot P_{zi}), \quad (2)$$

де V_{Szi} – обсяг електричної енергії, проданої ВДЕ на ринку у зоні z та операційному періоді i , який визначений на торгах ринку на добу наперед; P_{zi} – ціна купівлі-продажу електричної енергії у зоні z та операційному періоді i , яка визначена на торгах ринку на добу наперед; z – індекс зони; m – кількість зон.

Сумарна вартість накопичення і зберігання електричної енергії залежить від типу СНЕ, який використовується, і за період часу $[1, n]$ визначається за виразом:

$$\sum_{i=1}^n D_{Stzi}(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{z=1}^m (V_{Stxzi} \cdot P_{gkzi} \cdot (1 - \eta)), \quad (3)$$

де V_{Stxzi} – обсяг електричної енергії, виробленої ВДЕ типу k і накопиченої СНЕ типу x у зоні z та операційному періоді i ; P_{gkzi} – собівартість генерації електричної енергії ВДЕ типу k у зоні z та операційному періоді i ; η – ККД СНЕ типу x .

Для досягнення максимальної ефективності роботи електричної мережі з ВДЕ при використанні СНЕ в умовах енергоринку України необхідно забезпечити максимальне значення коефіцієнту ефективності $K_{ef}(x) \rightarrow \max$.

Висновки. Розроблений техніко-економічний критерій дозволяє зробити кількісну оцінку ефективності роботи електричної мережі з ВДЕ при використанні СНЕ різних типів з урахуванням поточної ситуації на ринку електричної енергії. Він може використовуватись для вирішення задач як на етапі проектування, так і під час експлуатації електричних мереж.

Список використаної літератури:

1. Фіалко Н.М., Тимченко М.П. Технології накопичення енергії у складі інтелектуальних систем енергозабезпечення // Промислова теплотехніка. – 2017. – №4. – Т. 39. – С. 44-54.
2. Жаркін А.Ф., Новський В.О., Палачов С.О. Нормативно-технічне регулювання якості напруги в електричних мережах з джерелами розосередженої генерації // Технічна електродинаміка. – 2016. – №3. – С. 55-57.
3. Попов В.А., Ткаченко В.В., Сахрагард С.Б., Журавлев А.А. Особенности анализа надежности воздушных распределительных сетей с источниками распределенной генерации // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – № 3/8 (75). – С. 26-32.
4. Лежнюк П.Д., Рубаненко О.Є., Гулько І.О. Оптимізація режимів електричних мереж з відновлюваними джерелами електроенергії. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 164 с.
5. Правила ринку «на добу наперед» та внутрішньодобового ринку, Затверджено Постановою НКРЕКП № 308 від 14.03.2018 – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0308874-18>

References:

1. N.M. Fialko and M.P. Timchenko, "Technologies of energy accumulation in intelligent power supply systems," *Industrial heat engineering*, vol. 4, no. 39, pp. 44-54, 2017.
2. A.F. Zharkin, V.O. Novsky, and S.O. Palachov, "Technical regulation of voltage quality in electrical grids with sources of distributed generation," *Technical Electrodynamics*, vol. 3, pp. 55-57, 2016.
3. V.A. Popov, V.V. Tkachenko, S.B. Sakhragard, and A.A. Zhuravlov, "Distinctive features of analysis of reliability of overhead distribution networks with sources of distributed generation," *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 3/8 (75), pp. 26-32, 2015.
4. P.D. Lezhnyuk, A.E. Rubanenko, and I.O. Gunko, *Optimization of regimes of electric networks with renewable energy sources*. Vinnitsa: VNTU, 2017.
5. National Energy and Utilities Regulatory Commission (NEURC), "Rules of the market "one day in beforehand" and the intraday market," *National Energy and Utilities Regulatory Commission*, Legislation of Ukraine, 2018. [Online]. Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v0308874-18>. [Accessed Apr. 30, 2019].

Денисюк С.П., д-р.техн.наук, проф.,
Коцар О.В., канд.техн.наук, доц.,
Шовкалюк М.М., канд.техн.наук, доц.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ПРОГРАМА НАВЧАННЯ ФАХІВЦІВ З ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СЕРТИФІКАЦІЇ БУДІВЕЛЬ ТА ОБСТЕЖЕННЯ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ

Гармонізація законодавчої [1-3] та нормативної [4] бази України з європейськими вимогами спрямована на стимулювання впровадження енергоефективних технічних рішень у сфері житлово-комунального господарства (ЖКГ). З набуттям чинності Закону України «Про енергетичну ефективність будівель» [1] в Україні розпочато діяльність із сертифікації енергетичної ефективності будівель. У процесі роботи мають вирішуватися різноманітні технічні, економічні, організаційні, юридичні та інші завдання в рамках реалізації проектів комплексної термомодернізації з урахуванням дотримання вимог щодо мікроклімату. Успішне розв'язання таких завдань вимагає підготовки достатньої кількості кваліфікованих фахівців, які для провадження професійної діяльності потребують систематизованих фундаментальних знань у сфері енергозбереження, енергоефективних технологій та енергоменеджменту.

Відповідно до положень [1] в Інституті енергозбереження та енергоменеджменту (ІЕЕ) Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (КПІ ім. Ігоря Сікорського) на базі Центру підготовки енергоменеджерів (ЦПЕМ) створено Атестаційну комісію, відкрито тренінгові курси та розпочато прийом кваліфікаційних іспитів, зокрема, розроблено та впроваджено навчальну програму підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації осіб, які мають намір провадити діяльність з сертифікації енергетичної ефективності та обстеження інженерних систем. Програму розраховано на фахівців, які набули освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр» та «бакалавр» у галузях знань:

- «Архітектура та будівництво»;
- «Електрична інженерія»;
- «Механічна інженерія»;
- «Автоматизація та приладобудування»;
- «Управління та адміністрування»

і мають стаж роботи не менше трьох років у сфері енергетики, енергоефективності та енергозбереження, будівництва та архітектури або ЖКГ [1].

Програма містить наступні модулі:

- законодавча та нормативна база стосовно політики енергоефективності та програми підтримки заходів з енергозбереження в ЖКГ, зокрема, енергосервісні контракти (ЕСКО-контракти);
- енергетичні обстеження будівель (збір вихідної інформації, опитувальні листи, облік енергоресурсів, прилади для виконання енергоаудитів, аналіз даних, енергобаланси та базовий рівень енергоспоживання);
- нормативні вимоги до огорожувальних конструкцій, зовнішнього повітря та внутрішнього мікроклімату приміщень, розрахункові параметри;
- інженерні системи будівлі та джерела енергії (опалення, вентиляції та кондиціювання, гарячого водопостачання, електропостачання, освітлення, теплові пункти, котельні, альтернативні та відновлювані джерела енергії);
- рекомендації щодо вибору заходів з енергозбереження та енергетичний ефект;
- фінансова та екологічна оцінка комплексу заходів та звіт з енергоаудиту;

«МЕНЕДЖМЕНТ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ»

- енергетичний сертифікат та звіт з обстеження інженерних систем будівель, зокрема, детальні розрахунки за чинним національним стандартом [5].

На вивчення програми відведено 108 годин / 3 кредити ECTS, що складаються з лекційних і практичних занять, домашніх завдань та самостійної роботи. Викладання орієнтовано на виконання переважно практичних завдань, що дозволяє фахівцям набути необхідних навичок та умінь для підготовки звітів за результатами обстеження інженерних систем та оформлення сертифікатів енергетичної ефективності будівель. Навчання завершується складанням кваліфікаційних іспитів, окремо за кожним напрямом.

За минулий період в ІЕЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського успішно склали кваліфікаційні іспити і атестовані Атестаційною комісією 38 фахівців із сертифікації енергетичної ефективності та 37 фахівців з обстеження інженерних систем.

Висновки. Розроблена в ІЕЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського навчальна програма підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації фахівців забезпечує актуалізацію теоретичних знань та набуття практичних навичок із сертифікації енергетичної ефективності будівель та обстеження інженерних систем і дозволить в стислі терміни наповнити ринок праці та розв'язувати нагальні завдання з підвищення енергоефективності будівельного фонду, що є одним із головних напрямків державної політики України.

Список використаних джерел:

1. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель». Законопроект № 2118-VIII // Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 33, ст.359.
2. Закон України «Про Фонд енергоефективності». Законопроект № 2095-19 // Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 32, ст.344.
3. Закон України «Про запровадження нових інвестиційних можливостей, гарантування прав та законних інтересів суб'єктів підприємницької діяльності для проведення масштабної енергомодернізації». Законопроект № 327-VIII. // Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 18, ст.220.
4. ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель» // Наказ Міністерства регіонального розвитку України від 08.07.2016 № 220, 2017 – 31 с.
5. ДСТУ Б А.2.2-12 Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та ГВП // Наказ Міністерства регіонального розвитку України від 27.07.2015 № 178, 2016 – 140 с.

References:

1. Law of Ukraine "On Energy Efficiency of Buildings". Draft Law No.2118-VIII // Bulletin of the Verkhovna Rada, 2017, No.33, p.359.
2. Law of Ukraine "On the Energy Efficiency Fund". Draft Law No.2095-19 // Bulletin of the Verkhovna Rada, 2017, No.32, p.344.
3. Law of Ukraine "On introduction of new investment opportunities, guaranteeing rights and legitimate interests of business entities for large-scale energy modernization". Draft Law No. 327-VIII. // Bulletin of the Verkhovna Rada, 2017, No.18, ст.220.
4. DBN V.2.6-31: 2016 "Thermal insulation of buildings" / Order of the Ministry of Regional Development of Ukraine from 08.07.2016 № 220, 2017 – 31 p.
5. DSTU B A.2.2-12 Method for calculation of energy consumption in heating, cooling, ventilation, lighting and PRT / Order of the Ministry of Regional Development of Ukraine dated 27.07.2015 № 178, 2016 – 140 p.

L. Kulakovskiy, Cand. Sc, Assis. Prof
National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Ukraine

DEVELOPMENT THE COMPLEX APPROACHES FOR INCREASING THE POSSIBILITIES OF USING PEAT IN THE PROCESS OF IT'S DRYING IN PECO DRYERS

National Energy Strategies are developed in many European countries. The importance of increasing the production of local fuels is described in it. One relevant available energy source is peat briquette. But there are several reasons not allowing to increase its production. Some of them are significant pollution of the atmosphere by peat plants, high cost of production products and in some cases the depletion of the raw material base in the locations of peat plants.

In the report Ireland's 2018 Greenhouse Gas Emissions Projections marked, that “At best, Ireland will only achieve a 1 % reduction by 2020 compared to a target of 20%» provided by Paris climate agreement [1]. This, and the high cost of production were the reasons for the decreasing the productivity of peat plant in Ireland in 2018. That is why finding ways to reduce environmental pollution in peat briquette production is very useful task.

Industrial production data provided by Derinlou plant at Bord na Mona (Ireland) indicates that in an hour this plant with pneumatic steam-water dryer produces only about 18 tons of briquettes from 45 tons of peat. At the same time, at Manevitskyi peat-briquetting plant in Ukraine, for the production 1 ton of peat briquettes is spent 1,7-1,9 ton of peat [2]. At this plant, a pneumatic gas dryer is used. So, a lot of the peat is lost during the drying process in Peco dryers.

Peco dryer consists of five drying enclosures: two water, so-called, II effect and three steam (I effect). The first two enclosures are operated by opened (disjointed) cycle with a single use of a drying agent. The air entering the drying enclosure absorbs moisture evaporated from peat. After the appropriate cleaning in the separation apparatus this air is ejected into the atmosphere. In the enclosures of I effect, a drying agent is recycled. They are operated by a closed cycle [3]. The part of raw materials entering the plant, as well as peat waste obtained during the preparation and pressing the peat, are directed to a mini-CHP for burning into steam boilers. The presence of a mini-CHP creates additional, and, in comparison with the peat-briquetting plant itself, the main emissions of harmful substances into the atmosphere. Among them, the emissions of carbon dioxide CO. Therefore, to improve the process of utilization and recycling of peat production waste, a cyclic, closed drying process using carbon dioxide as a drying agent instead of air is needed. The carbon dioxide produced during the generation of the heat transfer agent (vapor) in the combustion process and from the exhaust gases can be used in a closed cycle for the first stage of drying. This will significantly reduce losses due to heated air and its purification into the environment. In the existing scheme for drying peat in pneumatic steam-water dryer there is a heater that heats the drying agent for the enclosure of I effect. The peat enters the third enclosure and passes through the fourth and fifth consecutively, from which it goes out in a dry state. The air is fed by a fan in the fifth enclosure 1A, and then consecutively passes through the fourth 1B and the third 1C enclosures. After a proper cleaning in dry separators, it is sent to a scrubber. An excess of water is formed in the scrubber due to the condensation of exhausted heat transfer agent. This water together with the deposited dust is taken into the industrial sewage through the hydraulic shutter for further purification.

Researches conducted at the Tuatsi plant (Estonia) also showed a significant amount of sludge water - 36 m³/h, and the concentration of peat in it – 9.3 m³/h [4]. The chemical analysis of peat of various deposits showed a high content of oxygen, carbon and lignin [5]. Therefore,

in order to reduce pollution from peat-briquetting plants, it is necessary to create an additional module with a plasma-catalytic reactor. This reactor should be able to recycle industrial water in suspension (water and peat) and carbon dioxide after further purification into useful energy products - syngas, methane, and methanol. Therefore, based on a new technical and technological base, it is possible to expand the range of marketable products produced in the form of fertilizers and energy carriers such as synthetic ($H_2 + CO$) gas, methane, methanol and others. If it will be necessary, the production of synthetic liquid fuel can be realized through the Fisher-Tropsch process.

Conclusions. The analysis of the peat drying process in Peco dryers and analysis of the level of peat losses in the process of briquettes production was held. It allowed to identify ways to reduce technological losses of peat, costs for the production of thermal energy.

Reducing the consumption of thermal and electric energy can be greatly achieved by using as a drying agent the carbon dioxide formed during the burning of peat in steam boilers.

It has been found that there are possibilities of reducing pollution of peat by peat briquettes through the gasification of peat and the use of a plasma catalytic reactor for decomposition of carbon dioxide in an electric discharge and the production of new energy products such as synthetic gas, methane, and methanol.

References

1. Ireland's Greenhouse Gas Emissions Projections 2017-2035 / May 2018, 19 p.
2. Gneushev VO Problems of peat briquetting factories due to the lack of production fields / V.O.Gneushev, I.M. Kyrichik // Coal of Ukraine, February 2016. - p. 43-47
3. J. Martin, Mechanical Section/ Irish Engineers Journal Supplement, 1970, p. 34-37.
4. Naumovich V.M. Artificial drying of peat / V.M. Naumovich // M: Nedra, 1984. – 222 p.
5. Kulikova M.P. The study of the chemical composition of peat / MP. Kulikova, L.L. Kuular // Fundamental Research, 2013. - № 4-1. – p. 90-94.

Маляренко О.Є., канд. техн. наук, старш. наук. співроб.,
Майстренко Н.Ю., канд. техн. наук,
Станиціна В.В., канд. техн. наук, **Богославська О.Ю.**, канд. екон. наук
Інститут загальної енергетики НАН України, Україна

РОЗВИТОК КОМПЛЕКСНОГО МЕТОДУ ПРОГНОЗУВАННЯ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ В ЕКОНОМІЦІ КРАЇНИ НА ДОВГОСТРОКОВУ ПЕРСПЕКТИВУ

Наукове обґрунтування розвитку енергетики на сучасному етапі становлення економіки неможливе без застосування відповідних інструментів аналізу – математичних моделей, метою яких є визначення, зокрема, прогнозного попиту на енергоресурси. Прогнозування споживання енергетичних ресурсів на довгострокову перспективу є одним з впливових чинників визначення напрямів розвитку видобувних, переробних та постачальних для палива і енергоносіїв видів економічної діяльності країни, адже ефективне функціонування економіки країни неможливе без забезпечення її роботи паливно-енергетичними ресурсами (ПЕР) Обґрунтовані прогнози є ефективним інструментом перспективного планування та управління на всіх рівнях економіки.

В Інституті загальної енергетики НАН України багато років розробляються прогнози споживання енергоресурсів на коротко-, середньо- до довгострокову перспективу з урахуванням змін в структурі економіки та впровадженням енергозберігаючих заходів у різних сферах економіки [1-4]. Для прогнозування енергоспоживання населенням у інституті розроблені окремі моделі [5].

В останні роки в Інституті розроблено комплексний метод прогнозування попиту на енергоресурси, який дозволяє узгодити прогнози споживання енергоресурсів для рівня країни, що обрахований за макропоказниками (TOP-рівень), та за показниками для видів економічної діяльності (DOWN-рівень) [4]. В подальшому метод набув розвитку – було розроблено методику прогнозування споживання ПЕР секцією D [6], уніфіковано методичний підхід до визначення потенціалу енергозбереження від структурних змін в економіці для всіх без винятку секцій та основних енергетичних ресурсів (паливо, теплова та електрична енергія) для визначення прогнозного попиту на паливо для власних потреб секції та на перетворення в інші види палива та енергії.

З використанням розвинутого комплексного методу обраховано прогнози споживання електричної і теплової енергії, палива в цілому, вугілля, природного газу, нафтопродуктів та ПЕР в цілому по Україні до 2040 р. Результати обчислення по прогнозованому попиту на вугілля і природний газ надані Державному агентству з енергоефективності України. По кожному виду енергоресурсу обчислено з сценарії прогнозного споживання енергоресурсу: 1 - песимістичний залишає рівень енергоефективності 2015 р. при нарощуванні виробництва, 2 - базово-песимістичний враховує структурні зміни в економіці при збереженні технічного рівня 2015 р., 3- базово-оптимістичний – враховує структурні і технологічні зміни, в першу чергу у переробній промисловості та енергетиці, та структурну перебудову переробної промисловості для зниження енергоемності ВВП та ВДВ. Для обчислення прогнозних рівнів енергоспоживання розроблено програму «Попит». Результати моделювання приведені на рис. 1.

«МЕНЕДЖМЕНТ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ»

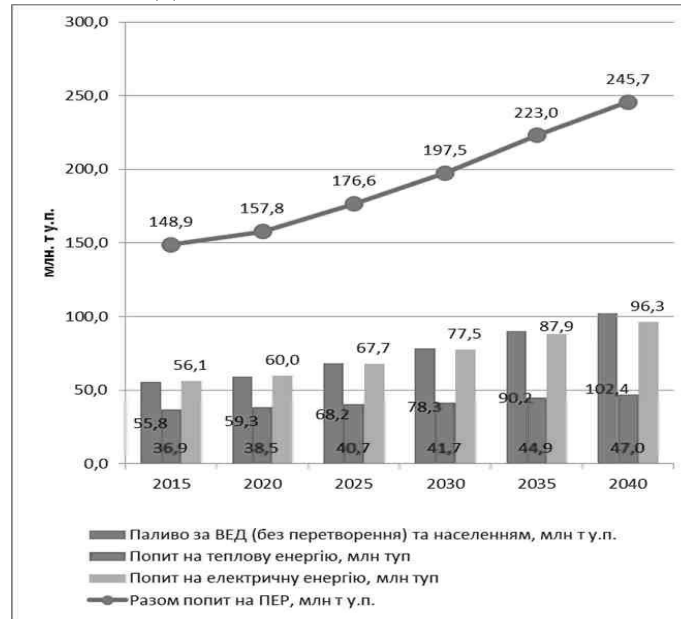


Рисунок 1 – Прогнозний попит на основні види паливно-енергетичних ресурсів до 2040 року

Список використаної літератури

1. Малярєнко О.Є., Майстрєнко Н.Ю. Прогнозування рівнів споживання паливно-енергетичних ресурсів з урахуванням потенціалу енергозбереження при структурних змінах в економіці. Проблеми загальної енергетики. 2015. Вип.2 (41). С. 5–22. <https://doi.org/10.15407/pge2015.02.005>.
2. Малярєнко О.Є., Майстрєнко Н.Ю., Куц Г.О. Прогнозування потреби економіки в енергетичних ресурсах з урахуванням попиту на енергоємні експортно-орієнтовані види продукції. Проблеми загальної енергетики. 2015. Вип.4 (43). С. 5 – 13. <https://doi.org/10.15407/pge2015.04.005>.
3. Малярєнко О.Є., Майстрєнко Н.Ю., Станиціна В.В. Обґрунтування прогнозних обсягів потенціалу енергозбереження в крупних секторах економіки з урахуванням технологічних і структурних зрушень. Проблеми загальної енергетики. 2016. Вип. 4.(47). С. 58–67. <https://doi.org/10.15407/pge2016.04.058>.
4. Кулик М.М., Малярєнко О.Є., Майстрєнко Н.Ю., Станиціна В.В., Спітківський А.І. Застосування методів комплексного прогнозування для визначення перспективного попиту на первинні енергетичні ресурси. Проблеми загальної енергетики. 2017. Вип. 1(48). С.5–15. <https://doi.org/10.15407/pge2017.01.005>.
5. Агєєва Т.П. Методичні основи енергозбереження та прогнозування енергоспоживання в фері житлового та комунально-побутового обслуговування населення України. Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.14.01 / Т.П. Агєєва; Ін-т заг. енергетики НАН України. – К., 2002. – 20 с.
6. Малярєнко О.Є., Станиціна В.В. Уточнення методики прогнозування попиту на паливо з оцінкою структурного потенціалу енергозбереження в енергетичному секторі. Проблеми загальної енергетики. 2019. Вип. 1(56). С. 21-26.

References

1. Malyarenko O.Ye., Maistrenko N.Yu. Prohnozuvannya rivniv spozhyvannya palyvno-enerhetychnykh resursiv z urakhuvanniam potentsialu enerhoberezhennia pry strukturnykh zminakh v ekonomitsi. Problemy zahalnoi enerhetyky. 2015. Vyp.2 (41). P. 5–22. <https://doi.org/10.15407/pge2015.02.005>.
2. Malyarenko O.Ye., Maistrenko N.Yu., Kuts G.O. Prohnozuvannya potreby ekonomiky v enerhetychnykh resursakh z urakhuvanniam popytu na enerhoiemni eksportno-orientovani vydy produktsii. Problemy zahalnoi enerhetyky. 2015. Vyp.4 (43). P. 5 – 13. <https://doi.org/10.15407/pge2015.04.005>.
3. Malyarenko O.Ye., Maistrenko N.Yu., Stanytsina V.V. Obhruntuvannya prohnozykh obsiahiv potentsialu enerhoberezhennia v ukрупnykh sektorakh ekonomiky z urakhuvanniam tekhnolohichnykh i strukturnykh zrushen. Problemy zahalnoi enerhetyky. 2016. Vyp. 4(47). P. 58–67. <https://doi.org/10.15407/pge2016.04.058>.
4. Kulyk M.M., Malyarenko O.Ye., Maistrenko N.Yu., Stanytsina V.V., Spitkovskiy A.I. Zastosuvannya metodiv kompleksnoho prohnozuvannya dlia vyznachennia perspektyvnoho popytu na pervynni enerhetychni resursy. Problemy zahalnoi enerhetyky. 2017. Vyp. 1(48). S.5–15. <https://doi.org/10.15407/pge2017.01.005>.
5. Aheieva T.P. Metodichni osnovy enerhoberezhennia ta prohnozuvannya enerhospozhyvannia v feri zhytlovoho ta komunalno-pobutovoho obsluhovuvannia naselennia Ukrainy. Avtoref. dys... kand. tekhn. nauk: 05.14.01 / T.P. Aheieva; In-t zah. enerhetyky NAN Ukrainy. – K., 2002. – 20 p.
6. Malyarenko O.Ye., Stanytsina V.V. Utochnennia metodyky prohnozuvannya popytu na palyvo z otsinkoiu strukturnoho potentsialu enerhoberezhennia v enerhetychnomu sektori. Problemy zahalnoi enerhetyky. 2019. Vyp. 1(56). P. 21–26.

Підгурський І.П., студент,
Веремійчук Ю.А., канд. техн. наук, ст. викл.,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ НАКОПИЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Враховуючи нинішній рівень споживання енергії та нині відомий рівень запасів викопних джерел, можна стверджувати, що викопні джерела все ще можуть постачати енергію протягом наступних ста років. Але, щоб відповідати міжнародним зобов'язанням щодо більш чистої атмосфери, розвиток електростанцій на основі відновлюваних джерел енергії є неминучою необхідністю, якщо вона прагне зберегти наш нинішній рівень життя і забезпечити можливість для країн, що розвиваються, підвищити свій рівень життя.

Зберігання електричної енергії (крім гідроелектростанцій, що перекачуються) залишається периферійною частиною інфраструктури виробництва електроенергії. Проте просування використання відновлюваних джерел енергії змінює сприйняття зберігання і призводить до значного збільшення інтересу до цих технологій. Події за останні десять років принесли ряд нових технологій зберігання на межу комерціалізації. Хоча лише деякі з нових технологій зберігання досягли стадії комерціалізації для електроенергетичного сектору. Можливості приєднання до електромережі, падіння витрат і підвищення ефективності серед технологій зберігання можуть означати набагато більше при застосуванні цих технологій для сектора виробництва електроенергії.

Існує багато можливих методів зберігання енергії, що знаходяться практично в усіх формах енергії: механічній, хімічній і тепловій. Технології зберігання, які відповідають певним технічним і економічним критеріям та значно відрізняються залежно від застосувань і потреб, будуть, очевидно, різними за типами [1]: насосне гідрозберігання, зберігання теплової енергії, зберігання енергії стисненого повітря, потокові батареї для накопичення енергії, паливні елементи, хімічне зберігання, зберігання енергії маховика, надпровідні магнітні накопичувачі енергії, зберігання енергії в суперконденсаторах.

Станом на 01.01.2019 року [2] в Україні працює 8029 (579 промислових та 7 450 СЕС домогосподарств) об'єктів відновлюваної електроенергетики, яким встановлено «зелений» тариф, загальною потужністю 2 274 МВт, з них:

- 358 СЕС загальною потужністю 1 388 МВт;
- 30 ВЕС загальною потужністю 533 МВт;
- 7450 СЕС приватних домогосподарств 157 МВт;
- 148 МГЕС загальною потужністю 99 МВт;
- 10 електростанцій на біомасі загальною потужністю 51 МВт;
- 33 електростанції на біогазі загальною потужністю 46 МВт.

Висновки

Швидке зростання сектору відновлюваної енергетики України, швидше за все, стимулюватиме значне зростання використання систем зберігання енергії.

Очікується, що найбільше зростання для зберігання енергії відбуватиметься в секторі сонячної енергетики, в рамках якого використання акумуляції буде найвищим у сегменті виробництва електроенергії поза мережею. Батареї продовжуватимуть залишатися основою для систем зберігання відновлюваної енергії.

Список використаної літератури

1. Energy Alternatives India (EAI). Режим доступу: <http://www.eai.in/ref/ct/ees/ees.html>
2. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України України. // Режим доступу – <http://saec.gov.ua>

УДК 621.31

Соколовський П.В., PhD – студент.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ ЕКСПРЕС-АНАЛІЗУ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄДНАНЬ ENERGY SMART COMMUNITY

Функціонування сектору відновлюваної енергетики України, планування її розвитку на базі основних положень концепції Smart Grid спонукають до дослідження нових технічних, та соціально-економічних напрямків енергетичного сектора держави. Сьогодні використання розосереджених джерел енергії є пріоритетним на шляху до енергетичної незалежності багатьох країн світу, в тому числі й України. Реалізації концепції Smart City, потребує дослідження не тільки з точки зору енергетичної складової, але й врахування екологічних та соціально-економічних напрямів [1, 2]. Поєднання цих головних складових знайшло своє пояснення в концепції Energy Smart Community (ESC).

Основною метою створення ESC є підвищення рівнів ефективного використання енергії на стороні споживача та стабілізація роботи як малих, так і регіональних систем розподілу електроенергії. Концепція ESC за рахунок економічних стимулів, гнучкості поведінки споживачів і впровадження джерел розосередженої генерації (Distributed Energy Resources – DER) та ключових елементів концепції Smart Grid технологій передбачає поступове зниження залежності енергетичної галузі від традиційних джерел енергії. Головна роль в ESC відведена розвитку інвестиційної обізнаності споживачів, а саме: використанню інтегрованого системного планування для переходу до ефективних бізнес-моделей в енергетичній сфері.

Залучення та мотивації активних споживачів таких, як prosumer (professional або producer + consumer – «професійний споживач» або «виробник-споживач») і prosumage (PROducers + conSUMers + storAGE), як ключових у розбудові ESC – є пріоритетним напрямом на шляху до створення енергонезалежних регіонів. По суті ESC є ніщо інше, як об'єднання споживачів різних категорій: споживач (consumer), prosumer та prosumage, які можуть працювати в гібридному (живлення з PV систем та загальної мережі) та автономному режимах [3, 4].

В Україні сонячна енергія найбільш активно впроваджується як в промислових масштабах, так і серед приватних користувачів завдяки запуску зелених тарифів в 2008 році (чинний до 2030 року) та прийняття законопроекту переходу на новий механізм стимулювання впровадження «зелених» проектів – аукціонів, а також поліпшення інвестиційної програми від країн-партнерів в галузі розвитку «Зелених технологій». Загальна потужність введених в експлуатацію об'єктів відновлюваних джерел енергії станом на 1 квітня 2019 року склало 3136 МВт. Об'єкти на базі PV від загального обсягу ВДЕ складають 2070 МВт (66%). Серед них 157 МВт припадає на 7550 приватних домогосподарств [5].

Комерційні та приватні Photovoltaic (PV) системи забезпечення електроенергією сприяють збільшенню частки виробництва електроенергії, за рахунок постійного здешевлення складових обладнання, мінімізації екологічних проблем та застосування різних економічних стимулів для їх реалізації.

Проектування PV систем передбачає проведення попередніх інженерних та будівельних розрахунків, потім проектного аналізу та погодження в енергетичних інстанціях. Використання вище вказаних етапів підготовки та залучення спеціалістів є

коштовним і не завжди переходить від етапу проекту до етапу реалізації. Виходом з цієї ситуації є підбір праграм для створення експрес-аналізу (програми допоміжника) для проектної та вартісної оцінки майбутнього проекту [6, 7].

Експрес-аналіз енергозабезпечення будинку можна поділити на три основні етапи:

1. Підготовчий:

– бюджетне планування (розрахунок інвестиційного потенціалу проекту в програмних комплексах системного довгострокового планування LEAP та RETScreen);

– проведення аналізу споживання електроенергії, який виконується в якості додатку в програмному забезпеченні MS Excel CREST Domestic electricity demand model показано на рис 1.

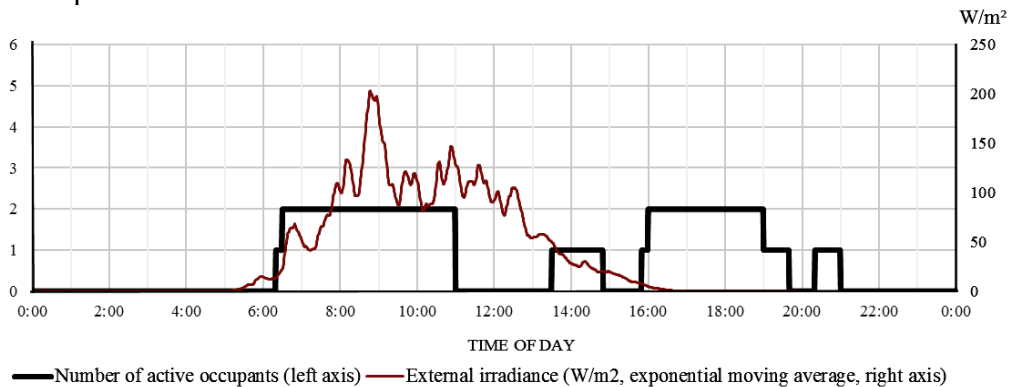


Рисунок 1 – Моделювання споживання електроенергії на основі CREST Domestic electricity demand model

2. Моделювання за вхідними параметрами майбутньої системи енергозабезпечення в програмних середовищах Matlab Simulink, Homer Energy. Визначення втрат в мережі, їх вплив на функціонування PV системи.

3. Перевірка та оцінка обраного обладнання, економічної доцільності та потенціалу використання PV систем забезпечення електроенергією у якості основного, або додаткового джерела живлення будинку в програмних комплексах PVGIS, Sunny Design.

Висновки. Визначено, що використання експрес-аналізу є доцільним на першому етапі визначення можливості та ефективності будівництва PV систем забезпечення електроспоживанням приватного будинку або домогосподарства, які постають сьогодні основними складовими систем ESC. Описані етапи експрес-аналізу є максимально наближеними до розрахункових та програмних засобів, які використовуються та є науковими обгрунтованими компаніями розробниками. Вагомою перевагою експрес-аналізу є його універсальний підхід та доступність до звичайного користувача з можливістю використання спеціалізованих техніко-економічних програмних комплексів.

References

1. A. Kirilenko and S. Denysiuk, " Modern tendencies of construction and management modes of Electroenergy networks" Energy saving. Power engineering. Energy audit, vol. 9, special. vol. T2: Power electronics and energy efficiency, pp. 82–94, 2014.
2. S. Denysiuk and D. Derevianko " A novel method of complex reliability assessment in microgrids with distributed generation", presented at International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES), Kremenchuk, Ukraine, pp. 212–215, 2017.
3. E. Espe, V. Potdar and E. Chang, "Prosumer Communities and Relationships in Smart Grids: A Literature Review", Evolution and Future Directions. Energies, vol. 11. 2018.
4. R. Verschae, T. Kato and T. Matsuyama, "Energy management in prosumer communities: A coordinated approach". Energies, vol. 9, p.562, 2016.
5. National Energy and Utilities Regulatory Commission: " On the status of the renewable energy sector in the first quarter of 2019" Available: <http://www.nerc.gov.ua>. Accessed on: 07.04.2019.
6. A. Keshtkar, S. Arzanpour and F. Keshtkar, "Adaptive residential demand-side management using rule-based techniques in Smart Grid environments". Energy Build, vol.133, pp. 281–294, 2016.
7. S. Denysiuk, R. Strzelecki and V. Opryshko, "The smart grid concept implementation by expanding the use of demand side management and modern power electronic installations" Power engineering: economics, technique, ecology, vol. 4 (46), pp. 7–17, 2016

Стовпник С. М., канд.техн.наук, доц.,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна
Темченко О.А., д-р.техн.наук, проф.,
Криворізький економічний інститут
ДВНЗ «Київський національний економічний
університет ім. В. Гетьмана», Україна

СУЧАСНИЙ СТАН ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ НА ЗАЛІЗОРУДНИХ КАР'ЄРАХ

В теперішній час цілком зрозуміло, що перед людством стоїть проблема вичерпання запасів горючих копалин, які є одночасно найціннішою хімічною сировиною. При цьому застосування всіх видів палива супроводжується інтенсивним забрудненням навколишнього середовища. Дефіцит енергії змушує людство залучати до енерговиробництва більш широке коло природних явищ, шукати надійні шляхи і способи підвищення ККД, виробництва і використання енергії, а також ширше впроваджувати ресурсозберігаючі екологічно безпечні геотехнології, зокрема на енергоємних технологічних процесах видобутку, транспортування, дроблення та збагачення залізної руди на потужних гірничозбагачувальних комбінатах [1-3].

Сучасний гірничо-збагачувальний комбінат переробляє близько 35 млн. тон сирової руди, при видобутку якої на залізорудних кар'єрах використовується в основному електроенергія, дизельне паливо і енергія вибухових речовин (ВВ), а також застосовується обладнання з встановленою потужністю близько 700 МВт, зокрема, на виробництво товарної залізовмісткої продукції витрачається близько 2,5 млрд. кВт.год електричної енергії. Постачання таких підприємств електроенергією здійснюють напругою 110 - 120 кВ з облаштуванням декількох підстанцій глибокого вводу. Електроприймачі живляться напругою 6-10 кВ і 0,4 кВ, а основними споживачами є: бурові верстати, екскаватори, електровозний транспорт, конвеєрні підйомники з дробарками. З урахуванням вищезазначеного зрозуміло, що основну частку в кошторису операційних витрат для видобутку 1 т руди на сучасних залізорудних кар'єрах становлять саме витрати на енергоресурси. Зокрема, орієнтовний розподіл сумарних енерговитрат на гірничо-збагачувальних комбінатах України виглядає наступним чином: на видобуток 1 тони сирової руди припадає 6,4- 8,3 кВт-год електроенергії, на внутрішньокар'єрний транспорт рудника - 3,0- 3,5 кВт-год., і транспортування залізорудної сировини з поверхових площадок кар'єра до збагачувальних фабрик – 2-3 кВт-год, а для отримання 1 тони товарного концентрату витрачається близько 145 кВт.год електроенергії. Отже, найбільш енергоємним технологічним процесом переробки руди є збагачення, у якому витрачається близько 20% всіх енергоресурсів комбінату і є основним споживачем електроенергії – понад 45 % загальних витрат, а на подрібнення мінеральної сировини приходить до 30% зазначених витрат. Разом з тим, витрати на амортизацію з метою відновлення техніко-експлуатаційних характеристик застарілого гірничого устаткування в цілому по гірничозбагачувальним підприємствам Кривбасу за 2016 – 2017 роки змінюються лише в межах від 23,8% до 18,5%, причому спостерігається тенденція до їх зниження, що негативно впливає на можливості оновлення техніко-технологічної бази і відповідно зниження значних коефіцієнтів спрацювання енергоємного обладнання на рівні 70 % по основним технологічним переділам видобутку і переробки залізорудної сировини. Енергетичні витрати на матеріали протягом останніх років мають тенденції суттєво підвищуватись і досягають 50 % усіх операційних витрат гірничорудного підприємства.

Значимість підвищення ефективності енергозбереження на сучасних кар'єрах обумовлюється загальним зростанням потреби в енергії, відносною обмеженістю і подорожчанням первинних енергоресурсів, посиленням екологічних вимог до гірничодобувної галузі вітчизняної промисловості та до охорони навколишнього середовища в цілому. За таких умов успішний розвиток енергоефективності буде полягати в нарощуванні обсягів виробництва первинних енергоресурсів при пріоритетному впровадженні енергозбереження, насамперед, в енергоємні технологічні процеси, зокрема на етапі подрібнюванні залізорудної сировини кульовими млинами.

Висновки. Варто виокремити наступні загальні напрямки економії енергії та відповідно поліпшення енергоспоживання на залізорудних кар'єрах:

1. Удосконалення методів обліку і контролю над використанням енергії не вимагає великих витрат і досить ефективно, оскільки на основі цього можливе усунення нераціонального споживання енергії технологічним устаткуванням значної одиничної потужності на певних переділах в рамках існуючого технічного рівня її використання.

2. Підвищення коефіцієнту корисної дії установок по перетворенню і кінцевого використання енергії. І хоча цей пункт для виконання досить складний, його вирішення пов'язане з підвищенням технічного рівня гірничого обладнання і раціоналізацією режиму його роботи.

3. Зниження корисних витрат енергії за рахунок створення нових неенергоємних технологій видобутку мінеральної сировини, у тому числі за рахунок застосування нових вибухових речовин з кращими технічними характеристиками, що дозволить отримати оптимальний кусок сирової руди, зменшити вихід негабариту та скоротити витрати на його підривання.

4. Збереження якісних і більш цінних енергоресурсів шляхом широкого впровадження інноваційних ресурсо та енергозберігаючих геотехнологій розробки родовищ відкритим способом

Отже, на залізорудних кар'єрах України зниження енергоємності видобутку руди слід здійснювати шляхом цільового вдосконалення технології та раціональної організації гірничого виробництва на базі існуючої, удосконаленої і створення нової техніки на основі застосування природоохоронних екологізбалансованих стратегій стійкого розвитку гірничорудних підприємств за складних умов господарювання та невизначеності цінових характеристик на ринках залізорудної сировини.

Список використаної літератури

1. Бардась А. В. Науково-технічні принципи впровадження ресурсозберігаючих екологічно безпечних геотехнологій / А. В. Бардась, К. С. Богач // Сталый розвиток економіки. - 2013. - № 1. - С. 177-180. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sre_2013_1_40.

2. Анистратов Ю.И. Расчётно-теоретические предпосылки энергосбережения на рудных карьерах / Ю.И. Анистратов, С.А. Гончаров // Горный журнал. - 2009. - №11. - С. 21-23.

3. Кравець В.Г. Дослідження надійності функціонування гірничотранспортного устаткування на глибоких залізорудних кар'єрах / В.Г. Кравець, О.А. Темченко, В.В. Вапнічна, Г.В. Шиповський // Вісник НТУУ "КПІ". Серія "Гірництво": Зб. наук. праць. - К.: НТУУ "КПІ", 2016. - Вип. 30.- С. 48- 60.

References

1. Bardas, A., & Bogach, K. (2013). Scientific and technical principles of implementing resource-saving ecologically safe geotechnologies. *Stalyy rozvytok ekonomiky*, 1, 177-180.

2. Anystatov, Yu., & Honcharov, S., Calculation and theoretical prerequisites of energy saving at iron-ore quarry (2009). *Gornyi Zhurnall*, 1, 21-23.

3. Kravets', V., Temchenko, O., Vapnychna, V., & Shypovs'kyu, G. (2016). Research of reliability of functioning of the mining transport equipment on deep iron-ore quarries. *Visnyk NTUU «KPI»*, 30, 48-60.

H. Strelkova, Cand. Sc. (Phys. & Math.), Assoc. Prof.,
M. Strelkov, Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Prof., **I. Dango**, Msc.,
National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Ukraine

TOPOLOGICAL APPROACH TO ANALYSIS OF ELECTRICITY MARKET DESIGN

Introduction. In the systems theory, a topological approach is widely used as a research method to analyze the elements and their interconnections in complex systems. This approach is also a part of mathematical modeling in investigating the functioning of electric power systems. Regarding the analysis of electricity market models, this approach was applied in [1-3]. Due to the proven capabilities of the method to study specific properties, processes, and phenomena in the energy sector, it has been chosen to analyze Senegal's electricity market design. As Senegal is a developing country, electricity consumption is low but a strong tendency towards increasing electricity demand is observed in recent years caused by economic and demographic growth. However, there is a disparity in access to electricity grids between different types of consumers, for example, this access is difficult or absent for consumers in the rural and remote areas. For small communities connected to grids, the most typical problems are outages and recurring electricity shortages. Senegal's electricity industry still faces a set of challenges including power stations rehabilitations, upgrading the electricity infrastructure and electricity source diversification [4-5]. The growing electricity demand and developing renewable energy need a more competitive environment and liberalization of the electricity market in Senegal.

The purpose of the research is to define electricity market design by using a topological approach for analyzing the composition and structure of the electricity sector on Senegal's example that will contribute to designing a more competitive electricity market environment.

Results and discussion. To achieve the purpose of research, the topology of the infrastructure of the electricity market has been considered through the construction of directed structural graphs for market system components. According to [2-3], the infrastructure system consists of the technological system, including the technical and production system, and the commercial system, including the trade and contract system. The electric power system of Senegal is divided on one regional system with the transmission and distribution network and six local non-connected electric power systems with their own distribution networks. The graphs (Fig. 1, a, b) reflect the structure of the regional and local technical system including different types of physical assets and their interconnections. Further, there will be only considered the regional system in the research.

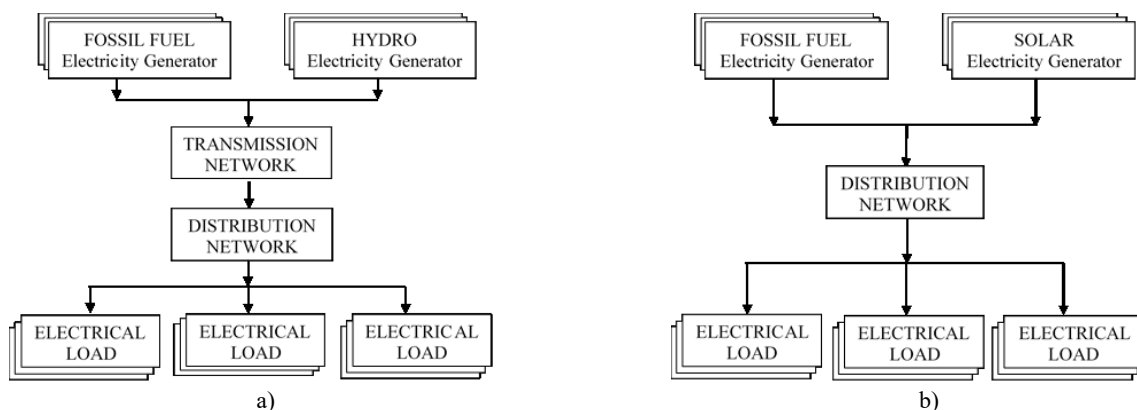


Figure 1 – Directed structural graphs of the regional technical system (a) and the local technical system (b)

The owners of physical assets of the regional technical system are presented in the directed structural graph of the production system of the electricity market (Fig.2, a). SENELEC is the vertically integrated state-owned enterprise. This is a multiproduct company that generates, transmits and distributes electricity. This enterprise is also the operator of transmission and distribution systems. Other electricity producing companies presented in the graph have various forms of ownership and management. The directed structural graph of the commercial system of the electricity market is given in Fig. 2, b. The graph shows that the electricity generation is subject to competition and all the electricity must be sold to SENELEC. This enterprise holds a tender at the electricity auction, where obtains supply offers from primary sellers. After conducted tender SENELEC signs contracts for the purchase of electricity. As a result, this enterprise has respectively a monopsony on the purchase of wholesale electricity and a monopoly on the sale of retail electricity. All final buyers have no right to choose an electricity supplier. SENELEC is also the operator of wholesale and retail markets.

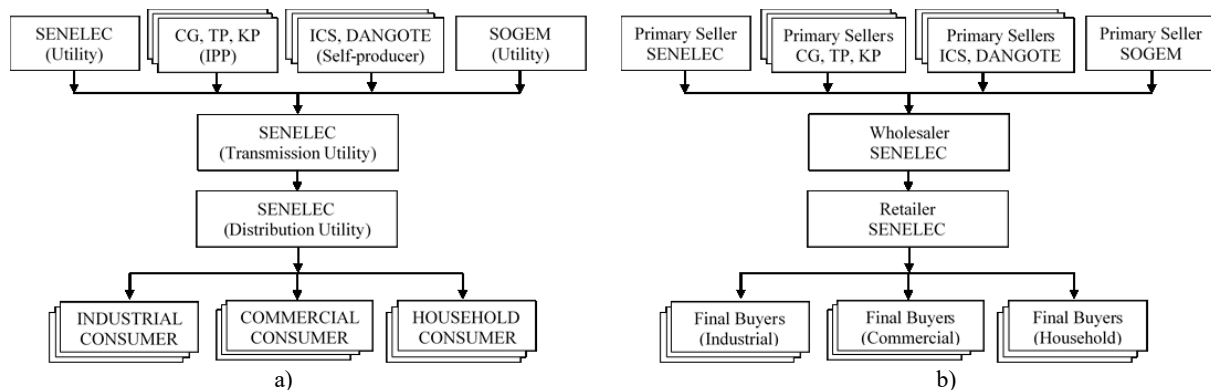


Figure 2 – Directed structural graphs of the production system (a) and the commercial system (b): IPP - independent power producer; CG – Contour Global; TP - Tobene Power; KP - Kounoune Power; ICS - chemical industry; DANGOTE - cement industry

Comparative analysis of the constructed graphs of the technical, production and commercial systems has shown the similarity of their topological structures, which is the attribute of the wholesale monopsony model. Considering that SENELEC is a single buyer that has delegated rights to buy and sell electricity, the electricity market in Senegal operates as the purchasing agency, which is a version of the wholesale monopsony model. Since SENELEC is a vertically integrated company, this model is also an integrated version of the wholesale monopsony model.

Conclusions. Due to the applied topological approach, the structural graphs of technical, production and commercial systems of the electricity market in Senegal were constructed. The comparative analysis of their structural graphs has shown the electricity market design in Senegal corresponds to the wholesale monopsony model, in particular, the integrated version of the purchasing agency. This type of design has sufficient background to develop a more competitive market environment by dividing the SENELEC into three specialized electricity companies for generating, transmitting and distributing electricity, increasing the number of electricity producers and implementing the electricity pool as a version of the existing model.

References

1. S. Hunt and G. Shuttleworth, *Competition and Choice in Electricity*. Chichester, England: Wiley, 1996.
2. M. T. Strelkov, "Static model of the composition of the electricity market system," (in Ukrainian), *Power Engineering: Economics, Technique, Ecology*, no. 3, pp. 117-123, 2015.
3. M. T. Strelkov, "Static model of the structure of the electricity market system," (in Ukrainian), *Power Engineering: Economics, Technique, Ecology*, no. 4, pp. 22-31, 2016.
4. D. Schwartz, Ed. *The Energy Regulation and Markets Review*. 6th ed., London, UK: Law Business Research Ltd, 2017.
5. A.S. Ba, "The energy policy of the Republic of Senegal: Evaluation and Perspectives," *HAL*, December 2018, HAL Id: hal-01956187. [Online]. Available: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01956187>

H. Strelkova, Cand. Sc. (Phys. & Math.), Assoc. Prof.,
M. Strelkov, Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Prof.,
National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Ukraine

MODELS AND STRUCTURES FOR CONSUMER-CENTRIC ELECTRICITY MARKET

Introduction. Today, energy systems around the world are being transformed due to the impact of a wide range of factors associated with the global trend of decarbonization accompanied by the process of decentralization and digitalization in the electricity industry. The typical features of this energy transition are increasing the share of electricity from renewable energy sources in the energy balance and expanding distributed generation with diffusion of SMART technologies. There are countries, where technological, economic, financial and organizational initiatives and incentives, established by national energy policies, have already led to the formatting this new type of energy systems, which can be characterized as multi-agent, intelligent, decentralized and environmentally friendly energy systems.

To overcome the barriers regarding the formation of a consumer-oriented electricity market, in March 2019, the European Parliament approved two key documents: Directive on common rules for the internal market for electricity and Regulation on the internal market for electricity, that are a part of the Clean Energy for All Europeans package. Since the rules enter into force in the very near future, it makes possible to state that the EU electricity market design will be changed towards increasing consumer participation. As Ukraine intends to be integrated into the European energy market, there is a need to investigate the potentials of market design existing in Ukraine regarding the adopting the European concept of the consumer-oriented electricity market as well as the conditions necessary for implementing this type of market.

The purpose of the research is to identify the perspectives for the consumer-centric electricity market in Ukraine under the liberalization of the market access for pro-active consumers to establish a more competitive electricity market environment.

To reach the purpose, the analysis of existing concepts of consumer-centric electricity markets including their business models and structures has been provided.

Results and discussion. Observed structural changes, caused by privatization and unbundling the energy business, modify the pattern of the energy sector. In the short and middle-term perspectives, these changes, in turn, must lead to the empowerment of consumers in the electricity market and increasing the number of prosumers. However, in most cases, the traditional design and structure of electricity markets are not prepared to adopt the participation of prosumers. The existing incentives to activate the participation of consumers in the market are still far from effective support tools. Regarding prosumers participation in the retail electricity market, a few concepts of market mechanisms are commonly discussed. Among them are peer-to-peer energy trading, prosumer grid integration, indirect customer-to-customer trading and prosumer community groups [1-4]. These concepts have been consolidated in three approaches to business models and structures of the local electricity market considered below.

Peer-to-peer business models (P2P) of local electricity market have a completely decentralized implementation and are the least structured set of the models. These markets involve numerous contractual relations between different agents, in which prosumers interconnect directly each other without a supervisory agent, buying or selling electricity and other services (e.g. electricity storage, water heating). Such multi-bilateral trade is organized according to the pre-defined trading scheme with a set of rules and guidelines to facilitate the transactions between numerous individual agents.

Prosumer-to-grid business models (P2G) of the local electricity market are the most structured set of models. Depending on whether or not a microgrid is connected to the main grid, P2G models have two versions. In the interconnected version, the prosumers provide services to a microgrid connected to the main grid. In the island version, the prosumers provide services to a stand-alone independent microgrid. Numerous individual prosumers have different incentives in each version. In the interconnected version of P2G, the prosumers have incentives to generate more electricity to be sold to the main grid. In the island version of P2G, the prosumers should optimize their service at the microgrid level. This set of models involves prosumer marketplaces (e.g. low or high marketplaces according to the voltage level), brokerage system and pre-defined participation rules to help networks operators improve the energy distribution efficiency.

Business models of Prosumer Community Groups are situated between P2P and P2G. They are more structured than P2P and less than P2G. These models serve interests the limited numbers of prosumer groups. In terms of scale and structure, the prosumer groups can be defined as community-based prosumer groups and community-organized prosumer groups. Such business models of the local electricity market may present opportunities for communities, local organizations and authorities to pool their resources to efficiently manage energy needs and generate a revenue stream for community benefit. In this business model, there is a possibility to aggregate the distributed energy resources as a single virtual power plant connected to the main grid. This type of aggregators can supply electricity to different markets and even participate in the wholesale market.

The comparative analysis of existing concepts of the consumer-centric electricity market has shown that the local electricity market can be provided in the frame of the wholesale and retail electricity market design. However, to improve the actors' competitiveness on the local electricity market, there is lack of research focused on consideration of consumer-centric electricity market as a complex system through a topological approach to its technological and commercial systems [5-6]. Further development of consumer-centric models will be spreading out the electricity market deregulation from wholesale to retail electricity market design.

Conclusions. In the context of electricity market design, an evolving the decarbonization strategy of the national economy and transition towards decentralized production of electricity with growing part of renewable energy technologies require a revision of existing trade rules as well as regulatory framework regarding new market players. In perspective, the Ukrainian electricity sector should adopt some types of local electricity market. However, today there are constraints to implement any type of business models (P2P, P2G, and Prosumer Community) in the frame of new wholesale electricity market design, caused by the national regulatory framework and not sufficient level of digitalization in the electricity sector. To implement the competitive local electricity markets within the framework of Ukrainian electricity market design, a more comprehensive analysis of market design with using a topological approach is recommended to carry out.

References

1. T. Chen, Q. Alsafasfeh, H. Pourbabak, and W. Su, "The Next-Generation US Retail Electricity Market with Customers and Prosumers—A Bibliographical Survey," *Energies*, vol. 11, no. 1, 2018, Art. no. 8, doi:10.3390/en11010008.
2. Y. Parag and B. K. Sovacool, "Electricity market design for the prosumer era," *Nature energy*, vol. 1, no. 4, 2016, Art. no. 16032, doi.org/10.1038/nenergy.2016.32.
3. T. Sousa, T. Soares, P. Pinson, F. Moret, T. Baroche, and E. Sorin, "Peer-to-peer and community-based markets: A comprehensive review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 104, pp. 367-378, 2019.
4. M. Khorasany, Y. Mishra, and G. Ledwich, "Market framework for local energy trading: A review of potential designs and market clearing approaches," *IET Generation, Transmission & Distribution*, vol. 12, no. 22, pp. 5899-5908, 2018.
5. M. T. Strelkov, "Static model of the composition of the electricity market system," (in Ukrainian), *Power Engineering: Economics, Technique, Ecology*, no. 3, pp. 117-123, 2015.
6. M. T. Strelkov, "Static model of the structure of the electricity market system," (in Ukrainian), *Power Engineering: Economics, Technique, Ecology*, no. 4, pp. 22-31, 2016.

УДК. 621.31, 621.36

Федорейко В.С., д-р техн. наук, проф.,
Загородній Р.І., канд. техн. наук,
 Тернопільський національний педагогічний університет ім. Володимира Гнатюка,
Іскерський І.С., канд. техн. наук, докторант,
 Національний університет біоресурсів і природокористування України

ЕКОНОМІЧНИЙ АСПЕКТ ДИВЕРСИФІКАЦІЇ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ОСНОВІ БІОРЕСУРСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Поряд з розвитком сонячної, вітрової, гідро-енергетики на ринку є системи генерації на базі різноманітних біотехнологій та утилізаційних структур. Останній із вказаних напрямів має надзвичайне значення для нашої держави. Україна має значний енергетичний потенціал завдяки продукуванню відновлювальної біомаси. Середній щорічний приріст деревини в країні сягає 35 млн. м³ і використовується в межах 40-50 %. Україна має найнижчий показник серед країн Європи з обсягів заготівлі енергетичної деревини. В нас практично відсутня культура санітарно-енергетичних чисток лісів і придорожніх насаджень. Все це вкупі з соломною злакових культур, елеваторними відходами може скласти вагомий внесок в енергетичний баланс держави.

Щоб встановити економічну ефективність диверсифікації джерел енергії на основі біоресурсних технологій необхідно визначити вартість сушіння зернових. Кінцева вартість затрат на сушіння ($P_{суш.}$) зернових культур складається з вартості палива ($P_{пал.}$), електроенергії ($P_{елек.}$), його транспортування ($P_{транс.}$), зберігання ($P_{зб.}$) та заробітна плата операторів ($P_{зр.пл.}$):

$$P_{суш.} = P_{пал.} + P_{елек.} + P_{транс.} + P_{зб.} + P_{зр.пл.} \quad (1)$$

Складова вартості палива ($P_{пал.}$) суттєво залежить від виду палива. Найбільш використовуваними видами палива на елеваторах для сушіння зернових є дизель, пропан-бутан, природний газ.

Розглянемо можливість використання пелет та відходи очистки зерна для зниження експлуатаційних витрат на сушіння. Для цього порівняємо вартості палив (табл.1). У таблиці вказана ринкова вартість кожного з палив, ККД-котлів, теплотворна здатність, розхід палива при зниженні вологості на 1 % для 1 т зернових та вартість палива грн. при зниженні вологості на 1 % для 1 т зернових.

Таблиця 1. Порівняння затрат на різні види палива для сушіння зернових.

№	НАЗВА	Дизельне паливо (л)	Пропан-бутан (л)	Природний газ (м ³)	Пелети (кг)	Несертифіковане паливо (кг)
1	Теплотворність (кВт)	10,4	7,25	8,3	4	2,8
2	ККД котла	0,89	0,92	0,92	0,85	0,85
3	Вартість енергоносія	25	12	10,2	2,8	0,5
4	Розхід палива при зниженні вологості на 1 % для 1 т зернових	1,53	2,14	1,87	4,13	5,16
5	Вартість палива грн. при зниженні вологості на 1 % для 1 т зернових	38,31	25,67	19,06	11,56	2,58

З даної таблиці видно, що незважаючи на зниження ККД котла та збільшення розходу палива, вартість пелет та несертифікованого палива (відходи очистки зерна) суттєво нижчі. Таким чином, загальна вартість сушіння зернових знизиться за рахунок дешевої складової $P_{пал}$. А використання регульованих електроприводів дозволить знизити споживання електроенергії $P_{елек.}$.

Розглядаючи можливість застосування твердопаливного вихрового теплогенератора як об'єкта раціонального інвестування (проекту), в першу чергу варто розрахувати показник економічної ефективності його застосування та ряд показників, що характеризують його доцільність [2].

Наприклад, запропонований біотепло-генератор можна використовувати на елеваторах для сушки зерна, для обігріву житлових будинків, для забезпечення температурних режимів різних об'єктів господарювання [1], що дасть змогу:

- повністю відмовитися від імпортного палива (природний газ, вугілля);
- зменшити навантаження на доквілля;
- підвищити конкурентоспроможність продукції українських підприємств;
- поліпшити інвестиційну привабливість України;
- створити додатково тисячі робочих місць.

Переважає більшість зернових сушарок обладнані газовими пальниками, а для використання пелет та відходів елеватора необхідно переобладнати зернові комплекси на твердопаливні теплогенератори.

Орієнтовна вартість переобладнання для 2000 кВт потужності буде становити 3,5 млн. грн. Дані затрати окупляться менше як за 100 діб роботи комплексу при використанні відходів елеватора, та за 150 діб роботи на пелетах. З даних розрахунків виходить економічна доцільність переобладнання комплексу.

Запропонована нами технологія переобладнання зернових сушарок пройшла виробничі випробування і успішно експлуатується на чотирьох елеваторах Київської, Тернопільської та Чернігівської областей.

Висновки:

1. Запропонована технологія дозволяє у кілька разів зменшити витрати на сушку зернових культур при умові раціоналізації автоматизованих режимів роботи зернової сушарки та твердопаливного біотеплогенератора.

2. У випадку недостатності власних обігових коштів можливим є розгляд питання твердопаливного вихрового теплогенератора як об'єкта раціонального інвестування (проекту). Тому в першу чергу варто розрахувати показник економічної ефективності його застосування та ряд показників, що характеризують його доцільність проведення інвестицій за рахунок залучених коштів як об'єкта інвестування та можливість їх повернення.

Список використаної літератури

1. Федорейко В. С. Підвищення енергоефективності біотеплогенератора шляхом раціонального дозування компонентів горіння / В. С. Федорейко, І. Б. Луцик, І. С. Іскерський, Р. І. Загородній // Науковий вісник Національного гірничого університету, 2014. – Дніпропетровськ : НГУ. – № 4. – С. 27–32. Режим доступу :

<http://nv.nmu.org.ua/index.php/uk/arkhiv-zhurnalu/za-vipuskami/960-2014/zmist-4-2014/elektrotekhnichni-kompleksi-ta-sistemi/2630>

2. V. S. Fedoreiko, M. R. Luchko, I. S. Iskerskyi, R. I. Zahorodnii. Enhancing the efficiency of energy generation systems based on solid biofuels: technical and economic aspects / Naukovyi Visnyk NHU, 2019, № 2. – S 94–100.

References

1. Fedoreiko, V. S., Lutsyk, I. B., Iskerskyi, I. S. and Zahorodnii R. I. (2014), "Increase of energy efficiency of heat generator through batching components of burning", *Naukovyi visnyk Natsionalnoho hirnychoho universytetu*, no. 4, pp. 27–32.

2. V. S. Fedoreiko, M. R. Luchko, I. S. Iskerskyi, R. I. Zahorodnii. Enhancing the efficiency of energy generation systems based on solid biofuels: technical and economic aspects / Naukovyi Visnyk NHU, 2019, № 2. – S 94–100.

Батюта К.В., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ОСББ «ПРОТАСІВ ЯР»

Об'єктом дослідження для проведення енергетичного аудиту є житловий будинок, що знаходиться в місті Києві, за адресою: вул. Амосова 4.

Має 15-17-22 поверхи, неопалювальний підвал. Поряд з будинком знаходиться центральний тепловий пункт. На сьогоднішній день в будинку проживає близько 1300 жителів. Будівля житлового будинку цегляна, плоский дах. Загальна площа забудови 36000 м². Загальна опалювальна площа 32560 м². Площа засклення 4045 м².

З рисунку 1 можна побачити, що найбільше грошей витрачається на оплату теплової енергії – 86%, на електроенергію – 14%. Дані за водопостачання відсутні. Отже, у першу чергу акцентуємо увагу на впровадженні енергозберігаючих заходів задля зменшення споживання теплової енергії, а також паралельно покращувати стан у системах електропостачання.

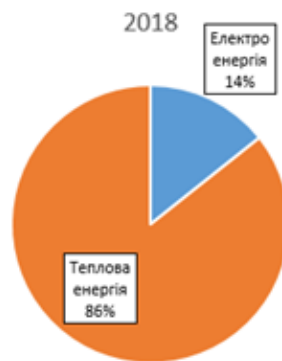


Рисунок 1 – Оплата за теплову, електричну енергію

Тепловізійна зйомка на рисунку 2 показала, що найбільші тепловтрати відбуваються через огорожуючі конструкції будинку, неущільнені вікна, запірну арматуру. Доцільно утеплити зовнішні стіни надземної частини будинку, а також запірну арматуру, що знаходиться в ЦТП.

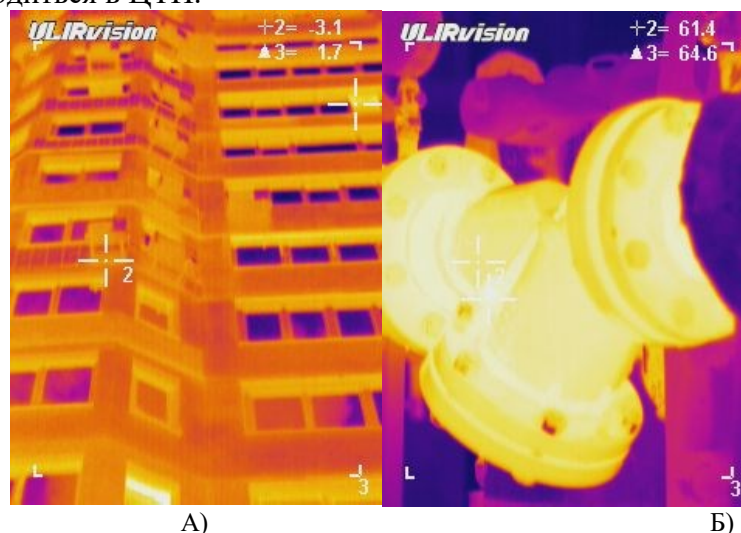


Рисунок 2 – Тепловізійна зйомка: А) зовнішні стіни, віконні конструкції, Б) запірна арматура

**IV Міжнародна науково-технічна та навчально-методична конференція
«Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – REMS'18»**

«ПАНЕЛЬ – ОБГОВОРЕННЯ»

У результаті впровадження запропонованих заходів енергозбереження, таблиця 1, споживання енергоносіїв значно зменшиться і призведе до підвищення рівня енергоефективності, що і є метою даної роботи.

Таблиця 1 – Заходи з енергозбереження

Загальні результати запропонованих заходів з енергозбереження					
Електрична частина			Теплова частина		
Назва заходу	Капітало-вкладення, грн	Річна економія, грн	Назва заходу	Капітало-вкладення, грн	Річна економія, грн
Модернізація системи освітлення	25 647	68 013	Ущільнення вікон	850	36 346
			Утеплення стін	14 400 000	2 082 886
			Утеплення дахів	952 000	747 607
			Теплоізоляція запірної арматури	25 000	298 521

Список використаної літератури:

1. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016. – Офіц. вид. – К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – 11с.
2. В.В. Прокопенко, О.М. Закладний, П.В. Кульбачний Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями: Навчальний посібник. – К.: Освіта України, 2009. – 437 с.
3. Веремійчук Ю.А. Аналіз результатів перевірки суб'єктів господарювання наглядовими органами – основа для здійснення енергетичного аудиту/ А.І. Замулко, Ю.А. Веремійчук, М.В. Матвійчук // Енергетика: економіка, технології, екологія. 2016. № 4 С. 32-37 ISSN 1813-5420 (Print).
4. Вступ до енергетичного менеджменту : навч. посібник / С. Ф. Артюх, О. П. Лазуренко, К. В. Махотіло, Г. І. Черкашина, Ю. А. Веремійчук; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2018. – 200 с.

Федіна О.О., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ОСББ «ТБК – 2000»

Об'єктом дослідження є багатоповерхова житлова будівля, що знаходиться за адресою: м. Київ, вул. Вузівська 5. Будівля побудована в 2000 році. Має 14-18 поверхів (180 квартир), неопалювальний підвал і дах, який межує з технічним поверхом. Загальний опалювальний об'єм 231548 м³. Площа зовнішніх стін 5980 м². Площа скління 1196 м².

Річна вартість використаних енергетичних ресурсів за поточний рік представлена вигляді діаграми, як ми бачимо основана частина коштів їде на оплату теплової енергії.

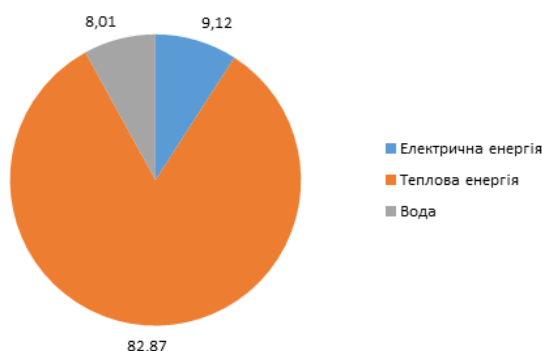


Рисунок 1 – Співвідношення річної вартості енергетичних ресурсів

Тепловізійна зйомка на рисунку 2 та 3 показала, що великі втрати теплової енергії відбуваються через неякісну ізоляцію на трубопроводах системи опалення, а також через неутеплені зовнішні стіни.

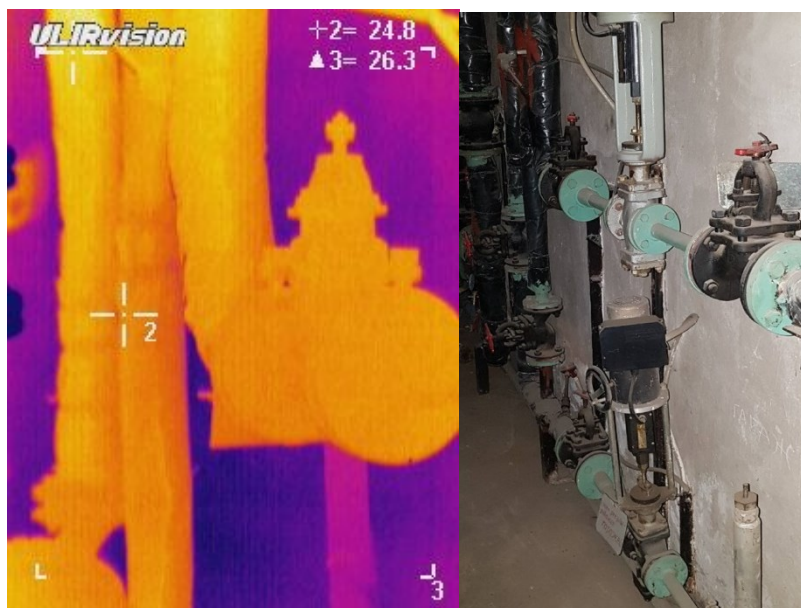


Рисунок 2 – Тепловізійна зйомка теплового пункту будинку

«ПАНЕЛЬ – ОБГОВОРЕННЯ»

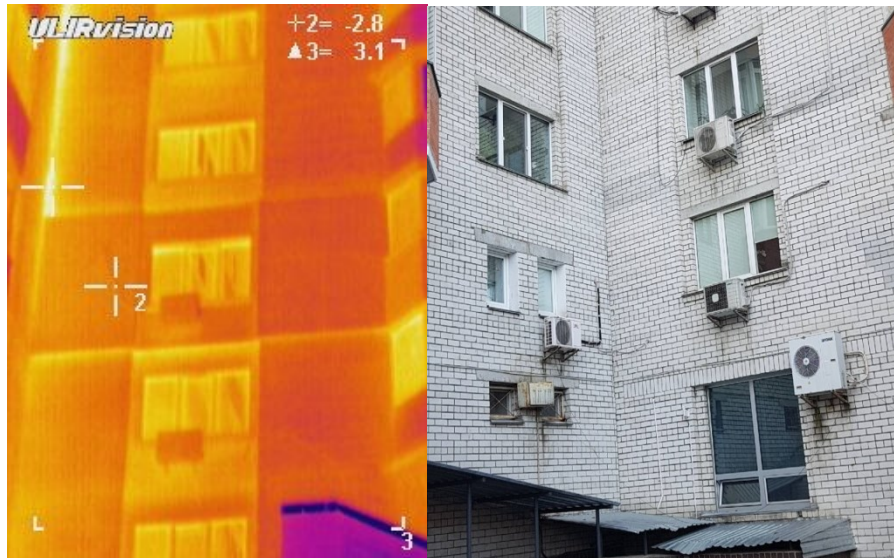


Рисунок 3 – Тепловізійна зйомка фасаду будинку

В ході виконання енергетичного обстеження було розглянуто та проаналізовано усі діючі енергетичні системи будівлі, їх поточний стан та параметри. За результатами проведеного дослідження були запропоновані заходи з енергозбереження, які могли б покращити енергоефективність даної будівлі.

Таблиця 1 – Енергозберігаючі заходи та економія від їх впровадження

Енергозберігаючі заходи	Інвестиції грн	Чиста економія		Окупність роки
		кВтгод/рік	грн	
Встановлення тепловідбиваючої плівки на вікна	356 408	84 884	96 300	3,7
Утеплення підлоги	262 880	218 604	247 808	1
Утеплення стін	650 624	109 419	123 930	5,1
Встановлення датчиків присутності на поверххах	10 260	1 099	1847	0,6
Встановлення частотного перетворювача насосів системи опалення	45 180	18 466	31 023	1,5
Всього	1 325 352	432 472	500 908	12

Від реалізації даних заходів очікуються загальна економія витрат на опалення житлового будинку за рахунок зменшення теплових втрат. А також економія електричної енергії за рахунок раціонального її використання. Результати впровадження даного проекту можна буде отримати вже в опалювальному сезоні 2019-2020 років. Також це поліпшить умови проживання в будинку, скоротяться витрати теплової енергії через неефективне її використання. Всі ці заходи дозволять більш економно та якісно споживати енергію.

Список використаної літератури:

1. В.В. Прокопенко, О.М. Закладний, П.В. Кульбачний Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями: Навчальний посібник. – К.: Освіта України, 2009. – 437 с.
2. Вступ до енергетичного менеджменту : навч. посібник / С. Ф. Артюх, О. П. Лазуренко, К. В. Махотіло, Г. І. Черкашина, Ю. А. Веремійчук; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2018. – 200 с.
3. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31:2006. – [Чинні від 2007–04–01] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 65 с. – (Державні будівельні норми України).
4. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2–15:2005. – [Чинні від 2006–01–01] – Київ: Держбуд України, 2005. – 45 с. – (Державні будівельні норми України).
5. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1–27:2010. – [Чинний від 2011-11-01] // Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).
6. Національна комісія регулювання енергетики України. Регулювання. Ціни та тарифи. <http://www.nerg.gov.ua>

Татаренко Д.П., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ОСББ «ЛЕБЕДІВ КВАРТАЛ»

Об'єктом дослідження є багатоповерхова житлова будівля, що знаходиться за адресою: м. Київ, вул. Гоголя 5. Будинок побудований за індивідуальним проектом, налічує дев'ять під'їздів (17-18 поверхів), які були введені в експлуатацію у 2004-2007рр. Будинок цегляний, має плоский дах, неопалювальний підвал. Загальна площа будинку - 50160 м². Загальна опалювальна площа – 47024 м². Площа засклення – 5460 м². Площа зовнішніх стін - 35453,2 м².

Річна вартість використаних енергетичних ресурсів за поточний рік представлена вигляді діаграми, як ми бачимо основана частина коштів їде на оплату теплової енергії.



Рисунок 1 – Співвідношення річної вартості енергетичних ресурсів

Тепловізійна зйомка на рисунку 2 та 3 показала, що великі втрати теплової енергії відбуваються через відсутність ізоляції на трубопроводах системи опалення, а також через огородження



Рисунок 2 – Тепловізійна зйомка фасаду будинку

«ПАНЕЛЬ – ОБГОВОРЕННЯ»

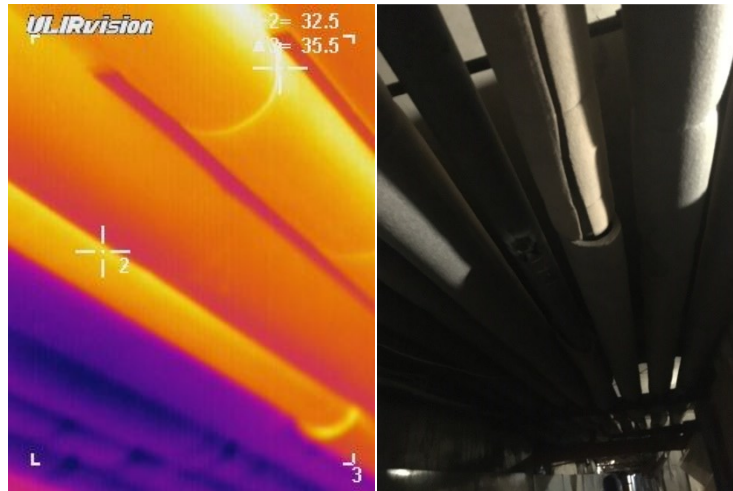


Рисунок 3 – Тепловізійна зйомка теплопункту

В ході виконання енергетичного обстеження було розглянуто та проаналізовано усі діючі енергетичні системи будівлі, їх поточний стан та параметри. За результатами проведеного дослідження були запропоновані заходи з енергозбереження, які могли б покращити енергоефективність даної будівлі.

Таблиця 1 – Енергозберігаючі заходи та економія від їх впровадження

Енергозберігаючі заходи	Інвестиції грн	Чиста економія		Окупність роки
		кВтгод/рік	грн	
Утеплення балконів	1 354 878	579523,6	675610,9	2
Заміна вікон	641550,9	52525,26	61245,18	10,5
Встановлення терморегуляторів на приладах опалення	1525920	207244,4	241606,3	3,8
Теплоізоляція запірної арматури та неізольованих ділянок труб	350865	65281,98	76105,99	2,5
Встановлення частотного перетворювача на двигуни ліфтів	208874	37361,25	62837,21	3,3
Встановлення частотного перетворювача на насоси	205632	29743,2	50024,55	4,1

Від реалізації даних заходів очікуються загальна економія витрат на опалення житлового будинку за рахунок зменшення теплових втрат, виключення витоків теплоносія, більш якісного і раціонального використання теплової енергії, відповідно до погодних умов та збалансованій подачі теплоносія до кінцевого споживача. Результати впровадження даного проекту можна буде отримати вже в опалювальному сезоні 2020-2021 років. Також це поліпшить умови проживання в будинку, скоротяться витрати теплової енергії через неефективне її використання. Всі ці заходи дозволять більш економічно та якісно споживати енергію.

Список використаної літератури:

1. В.В. Прокопенко, О.М. Закладний, П.В. Кульбачний Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями: Навчальний посібник. – К.: Освіта України, 2009. – 437 с.
2. Вступ до енергетичного менеджменту : навч. посібник / С. Ф. Артюх, О. П. Лазуренко, К. В. Махотіло, Г. І. Черкашина, Ю. А. Веремійчук; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2018. – 200 с.
3. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31:2006. – [Чинні від 2007–04–01] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 65 с. – (Державні будівельні норми України).
4. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2–15:2005. – [Чинні від 2006–01–01] – Київ: Держбуд України, 2005. – 45 с. – (Державні будівельні норми України).
5. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1–27:2010. – [Чинний від 2011-11-01] // Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).

Луїнін М.М., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ЖБК «МЕДИК»

Об'єктом дослідження є багатоповерхова житлова будівля, що знаходиться за адресою м. Київ, вул. О.Головка, 1. Будівля побудована в 1980 році. Має 9 поверхів (54 квартир), неопалювальний підвал і дах, який межує з технічним поверхом. Загальний опалювальний об'єм 4640 м³. Площа зовнішніх стін 1526,5 м². Площа скління 401,1 м².

Річна вартість використаних енергетичних ресурсів за поточний рік представлена вигляді діаграми, як ми бачимо основана частина коштів їде на оплату теплової енергії.

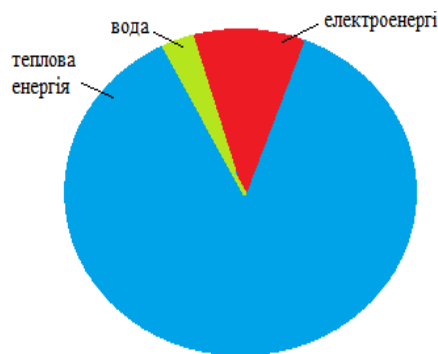


Рисунок 1 – Співвідношення річної вартості енергетичних ресурсів

Тепловізійна зйомка на рисунку 2 та 3 показала, що великі втрати теплової енергії відбуваються через відсутність ізоляції на трубопроводах системи опалення, а також через решітчане огороження

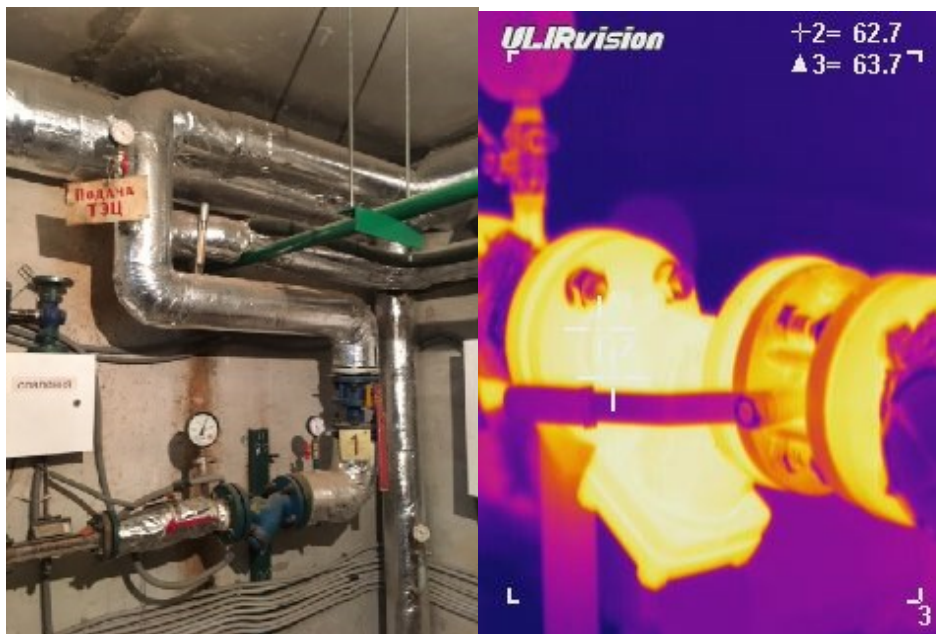


Рисунок 2 – Тепловізійна зйомка теплового пункту будинку

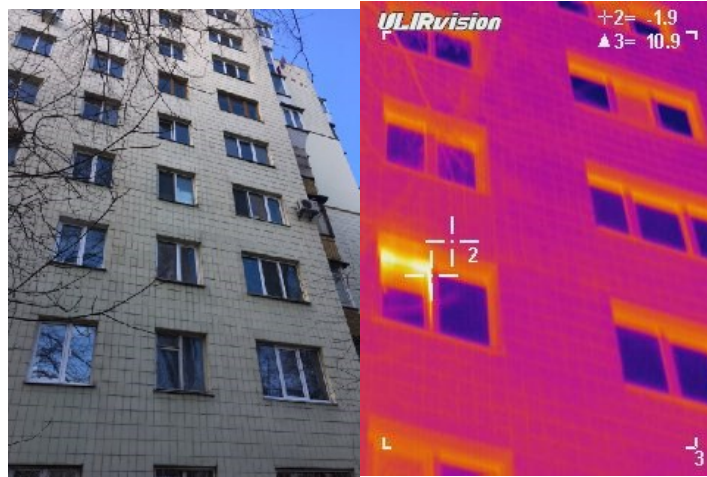


Рисунок 3 – Тепловізійна зйомка фасаду будинку

В ході виконання енергетичного обстеження було розглянуто та проаналізовано усі діючі енергетичні системи будівлі, їх поточний стан та параметри. За результатами проведеного дослідження були запропоновані заходи з енергозбереження, які могли б покращити енергоефективність даної будівлі.

Таблиця 1 – Енергозберігаючі заходи та економія від їх впровадження

Захід	Капітало-вкладення	Економія фінансів(в рік)	Простий термін окупності
Промивка систем опалення	10240	22592	0,45
Встановлення теплозберігаючої плівки на вікна	98294	19570	5,02
Встановлення датчиків присутності	1287	264,1	4,87
Встановлення реле напруги	2184	(непряма)	
Модернізація приводу ліфта	6700	2178	3,08
Утеплення горища	99300	75332	1,23(*)

Під час оцінки ефективності енерговикористання було встановлено, що при споживанні електроенергії присутні незначні втрати, уникнути яких практично неможливо (втрати в кабельних лініях та трансформаторах). Стосовно використання енергії в технологічному процесі, ефективність не достатньо висока. Тому можливістю скорочення витрат на електричну енергію стала модернізація системи освітлення(встановлення датчиків), та встановлення частотного регулятора на привід ліфту. При аналізі даних споживання теплової енергії було встановлено наявність значних втрат через технічний поверх(горище). Це пов'язано з низькими температурами протягом опалювального періоду та високу теплопровідність конструкцій. Для зменшення витрат на опалення було запропоновано утеплити горище, встановити тепловідбиваючу плівку на вікна та провести очистку системи опалення.

Список використаної літератури:

1. В.В. Прокопенко, О.М. Закладний, П.В. Кульбачний Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями: Навчальний посібник. – К.: Освіта України, 2009. – 437 с.
2. Вступ до енергетичного менеджменту : навч. посібник / С. Ф. Артюх, О. П. Лазуренко, К. В. Махотило, Г. І. Черкашина, Ю. А. Веремійчук; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2018. – 200 с.
3. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31:2006. – [Чинні від 2007–04–01] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 65 с. – (Державні будівельні норми України).
4. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2–15:2005. – [Чинні від 2006–01–01] – Київ: Держбуд України, 2005. – 45 с. – (Державні будівельні норми України).
5. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1–27:2010. – [Чинний від 2011-11-01] // Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).
6. Національна комісія регулювання енергетики України. Регулювання. Ціни та тарифи. <http://www.nerg.gov.ua>

Степаненко В.А., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ОК «КІБІ – 2»

Об'єктом дослідження є багатоповерховий житловий будинок, що знаходиться за адресою: м. Київ, вул. Єреванська 10-А. Будівля побудована в 1977 році, має 9 поверхи, горище та підвал, в якому розміщуються службове приміщення та теплопункт. Будинок налічує 2 під'їзди, 90 квартир (однокімнатних - 18, двокімнатних - 45, трикімнатних - 27), в яких проживає 200 мешканців. Площа застакнення 1271,17 м², що складає 31,29% від загальної площі конструкції, що огорожує (4062,482 м²).

Річна вартість використаних енергетичних ресурсів за поточний рік представлена у вигляді діаграми. Як ми бачимо основана частина коштів іде на оплату теплової енергії, що використовується для опалення.

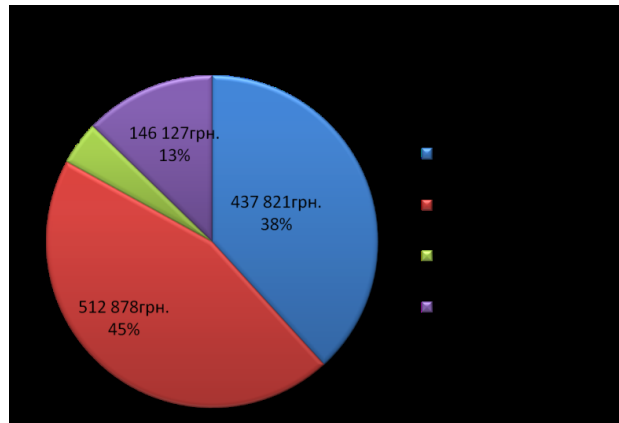


Рисунок 1 – Співвідношення річної вартості енергетичних ресурсів

Тепловізійна зйомка на рисунку 2 показала різницю між утепленою та неутепленою стіною. Також бачимо різкий перепад температур на стику, що призводить до конденсації води і появи мікротріщин.

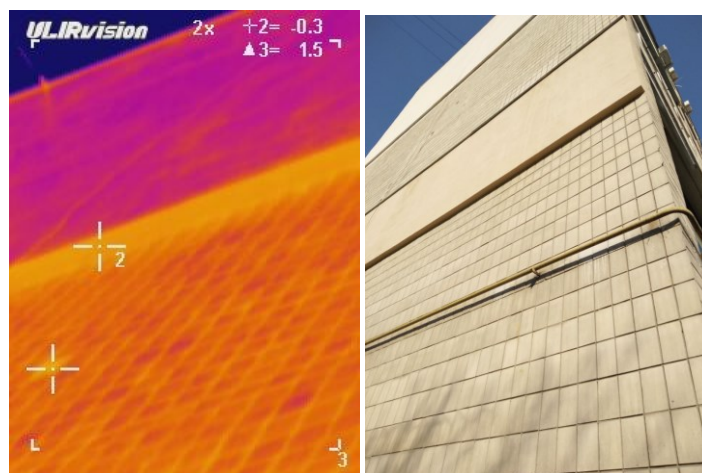


Рисунок 3.2 – Тепловізійний знімок зовнішньої стіни будівлі

При тепловізійній зйомці віконних конструкцій (рисунок 3) було виявлено, що значні втрати теплової енергії відбуваються у місцях з'єднання склоблоків між собою, та у місцях прилягання до непрозорих огорожуючих конструкцій.

«ПАНЕЛЬ – ОБГОВОРЕННЯ»

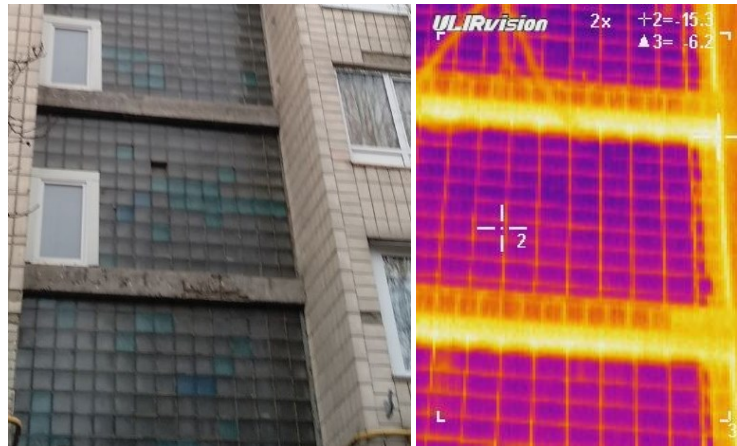


Рисунок 3 – Тепловізійний знімок склоблоків будинку

В ході виконання енергетичного обстеження було розглянуто та проаналізовано усі діючі енергетичні системи будівлі, їх поточний стан та параметри. В результаті були виявлені можливості підвищення ефективності енерговикористання за рахунок заходів із середнім терміном окупності (5-10 років), які потребують фінансових вкладень.

Таблиця 1 – Енергозберігаючі заходи та економія від їх впровадження

Енергозберігаючі заходи	Інвестиції, грн.	Економія фінансів, грн./рік	Простий термін окупності, років
Заміна вікон на сходових клітинах	154620	23562,67	6,56
Встановлення автоматичного регулятора теплового потоку	96560,45	20496,4	4,71
Встановлення сонячної електростанції	199027	27720	7,18
Встановлення частотного перетворювача для двигуна ліфта	10320	1976,76	5,22
Утеплення фасаду	1398173,73	140320,58	9,96

Від реалізації запропонованих заходів очікується зменшення витрат на опалення житлового будинку за рахунок зменшення теплових втрат через непрозорі та прозорі огорожуючі конструкції, та за рахунок автоматичного регулювання теплового потоку відносно температури зовнішнього повітря. Також відбудеться поліпшення умов проживання в будинку. Терміни окупності не перевищують 10 років, що є меншим за життєвий цикл самих заходів.

Список використаної літератури:

1. Kyivenergo.ua [Електронний ресурс] .– Режим доступу: <http://kyivenergo.ua/> (дата звернення 29.02.2019).
2. В.В. Прокопенко, О.М. Закладний, П.В. Кульбачний Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями: Навчальний посібник. – К.: Освіта України, 2009. – 437 с.
3. Веремійчук Ю.А. Аналіз результатів перевірки суб'єктів господарювання наглядовими органами – основа для здійснення енергетичного аудиту/ А.І. Замулко, Ю.А. Веремійчук, М.В. Матвійчук // Енергетика: економіка, технології, екологія. 2016. № 4 С. 32-37 ISSN 1813-5420 (Print).
4. Вступ до енергетичного менеджменту : навч. посібник / С. Ф. Артюх, О. П. Лазуренко, К. В. Махотило, Г. І. Черкашина, Ю. А. Веремійчук; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2018. – 200 с.
5. Державні будівельні норми України. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. ДБН В.2.6-31:2006
6. СНиП П-3-79* «Коэффициенты теплопроводности материалов».

Мельник Д.О., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ОСББ «ЛИПКІВСЬКОГО, 15»

Об'єктом дослідження є багатоповерхова житлова будівля, що знаходиться за адресою м. Київ, вул. Митрополита Василя Липківського, 15. Будівля побудована в 1969 році. Має 9 поверхів (162 квартир), опалювальний підвал і плоский дах. Загальний опалювальний об'єм 27746 м³. Площа зовнішніх стін 4300 м². Площа скління 1612 м².

Річна вартість використаних енергетичних ресурсів за поточний рік представлена вигляді діаграми, як ми бачимо основана частина коштів їде на оплату теплової енергії.



Рисунок 1 – Співвідношення річної вартості енергетичних ресурсів

Тепловізійна зйомка на рисунку 2 та 3 показала, що великі втрати теплової енергії відбуваються через відсутність ізоляції на технологічних ланках трубопровідної системи опалення, а також через світлопрозорі огороження.



Рисунок 2 – Тепловізійна зйомка теплового пункту будинку

«ПАНЕЛЬ – ОБГОВОРЕННЯ»



Рисунок 3 – Тепловізійна зйомка фасаду будинку

В ході виконання енергетичного обстеження було розглянуто та проаналізовано усі діючі енергетичні системи будівлі, їх поточний стан та параметри. За результатами проведеного дослідження були запропоновані заходи з енергозбереження, які могли б покращити енергоефективність даної будівлі.

Таблиця 1 – Енергозберігаючі заходи та економія від їх впровадження

Енергозберігаючі заходи	Інвестиції грн	Чиста економія		Окупність роки
		кВт.год(Гкал)/рік	грн	
Електрична частина				
Встановлення датчиків руху	6561	1180	2082,7	3
Заміна двигуна ліфтової установки	24000	9779	16428,7	4,4
Всього	30561	10959	18511,4	1,65
Теплова частина				
Заміна старих вікон на енергозберігаючі	1 066 696	140,4	232 279,2	9,8
Утеплення підвалу	45 500	351	580 697,91	0,1
Утеплення стін	1 030 667	252,72	418 102	2,5
Всього	2 142 863	744,12	1 231 079,1	1,7

Від реалізації даних заходів очікуються загальна економія витрат на опалення житлового будинку за рахунок зменшення теплових втрат, виключення витоків теплоносія, більш якісного і раціонального використання теплової енергії, відповідно до погодних умов та збалансованій подачі теплоносія до кінцевого споживача. Результати впровадження даного проекту можна буде отримати вже в опалювальному сезоні 2019-2020 років. Також це поліпшить умови проживання в будинку, скоротяться витрати теплової енергії через неефективне її використання. Всі ці заходи дозволять більш економічно та якісно споживати енергію.

Список використаної літератури:

1. В.В. Прокопенко, О.М. Закладний, П.В. Кульбачний Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями: Навчальний посібник. – К.: Освіта України, 2009. – 437 с.
5. Вступ до енергетичного менеджменту : навч. посібник / С. Ф. Артюх, О. П. Лазуренко, К. В. Махотіло, Г. І. Черкашина, Ю. А. Веремійчук; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2018. – 200 с.
6. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31:2006. – [Чинні від 2007–04–01] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 65 с. – (Державні будівельні норми України).
7. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2–15:2005. – [Чинні від 2006–01–01] – Київ: Держбуд України, 2005. – 45 с. – (Державні будівельні норми України).
8. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1–27:2010. – [Чинний від 2011-11-01] // Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).
9. Національна комісія регулювання енергетики України. Регулювання. Ціни та тарифи. <http://www.nerg.gov.ua>

Бойчук О.І., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ОСББ «ЧАЙКА»

Об'єктом дослідження є багатоповерхова житлова будівля, що знаходиться за адресою місто Київ, вул. Металістів 35/15. Будівля побудована в 1966 році. Має 9 поверхів (53 квартири), неопалювальний підвал і дах, який межує з технічним поверхом. Загальна опалювальна площа становить 2756,52 м². Площа зовнішніх стін 1122,42 м². Площа скління 235,2 м².

Річна вартість використаних енергетичних ресурсів за поточний рік представлена вигляді діаграми, як ми бачимо основана частина коштів їде на оплату електричної енергії.

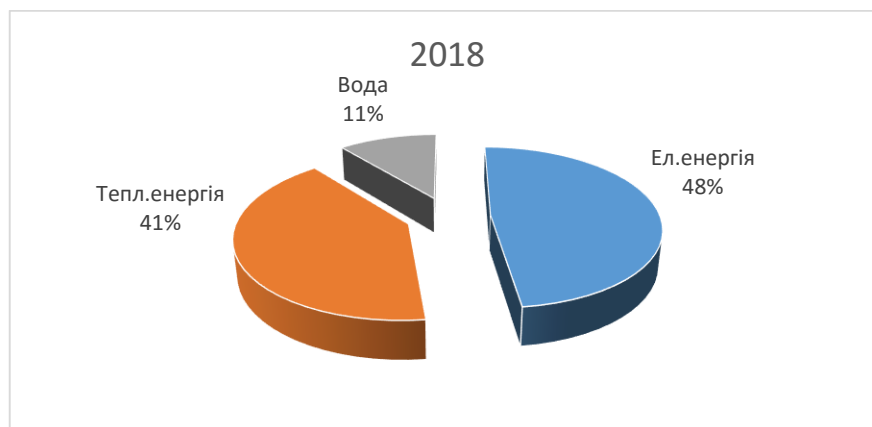


Рисунок 1 – Співвідношення річної вартості енергетичних ресурсів

Тепловізійна зйомка на рисунку 2 та 3 показала, що великі втрати теплової енергії відбуваються через відсутність ізоляції на трубопроводах системи опалення, а також через решітчане огороження

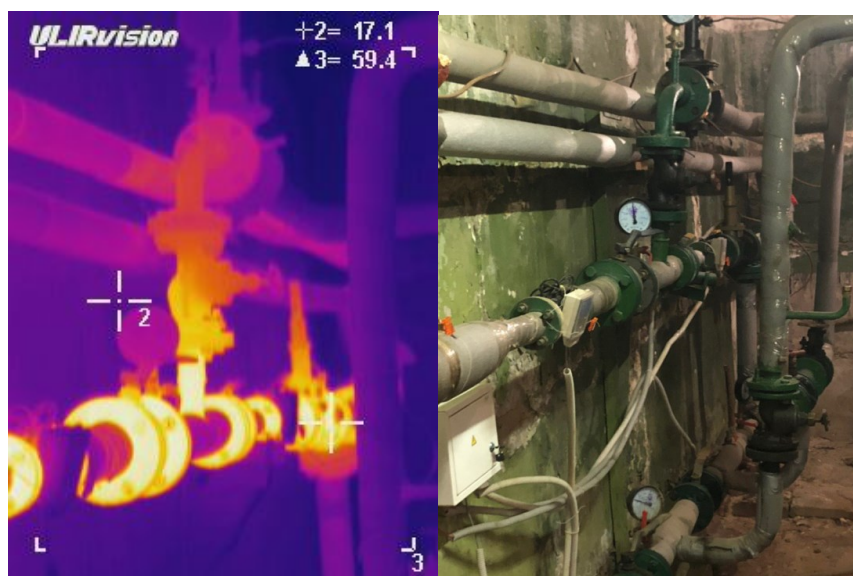


Рисунок 2 – Тепловізійна зйомка теплового пункту будинку

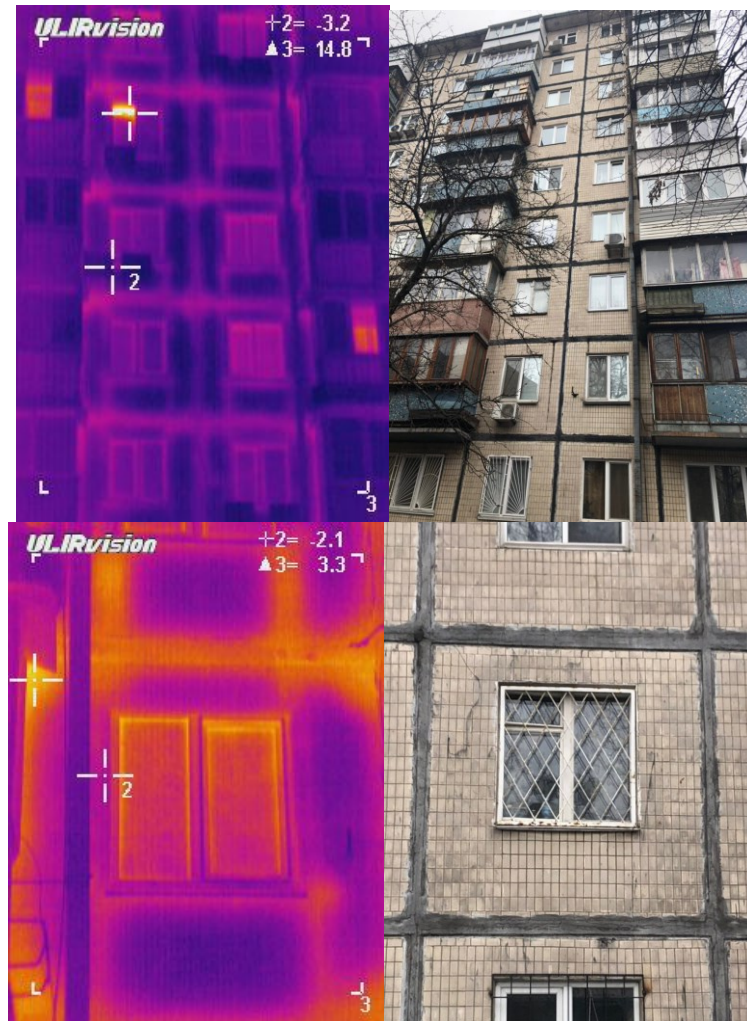


Рисунок 3 – Тепловізійна зйомка фасаду будинку

Від реалізації даних заходів очікуються загальна економія витрат на опалення житлового будинку за рахунок зменшення теплових втрат, виключення витоків теплоносія, більш якісного і раціонального використання теплової енергії, відповідно до погодних умов та збалансованій подачі теплоносія до кінцевого споживача. Результати впровадження даного проекту можна буде отримати вже в опалювальному сезоні 2019-2020 років. Також це поліпшить умови проживання в будинку, скоротяться витрати теплової енергії через неефективне її використання. Всі ці заходи дозволять більш економно та якісно споживати енергію.

Список використаної літератури:

1. В.В. Прокопенко, О.М. Закладний, П.В. Кульбачний Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями: Навчальний посібник. – К.: Освіта України, 2009. – 437 с.
2. Веремійчук Ю.А. Аналіз результатів перевірки суб'єктів господарювання наглядовими органами – основа для здійснення енергетичного аудиту/ А.І. Замулко, Ю.А. Веремійчук, М.В. Матвійчук // Енергетика: економіка, технології, екологія. 2016. № 4 С. 32-37 ISSN 1813-5420 (Print).
3. Вступ до енергетичного менеджменту : навч. посібник / С. Ф. Артюх, О. П. Лазуренко, К. В. Махотіло, Г. І. Черкашина, Ю. А. Веремійчук; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2018. – 200 с.
4. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31:2006. – [Чинні від 2007–04–01] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 65 с. – (Державні будівельні норми України).
5. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2–15:2005. – [Чинні від 2006–01–01] – Київ: Держбуд України, 2005. – 45 с. – (Державні будівельні норми України).
6. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1–27:2010. – [Чинний від 2011-11-01] // Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).
7. Національна комісія регулювання енергетики України. Регулювання. Ціни та тарифи. <http://www.nerg.gov.ua>

Вольський В.В., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ЖБК «ПРОМБУДІВЕЛЬНИК»

Об'єктом дослідження є багатоповерхова житлова будівля, що знаходиться за адресою: м. Київ, вул. Солом'янська 8. Будівля побудована в 1973 році. Має 13 поверхів (100 квартир), неопалювальний підвал і дах, який межує з технічним поверхом. Загальна опалювальна площа – 4539,9 м². Площа зовнішніх стін 1731 м². Площа скління 2121,4 м².

Річна вартість використаних енергетичних ресурсів за поточний рік представлена вигляді діаграми, як ми бачимо основана частина коштів їде на оплату теплової енергії.

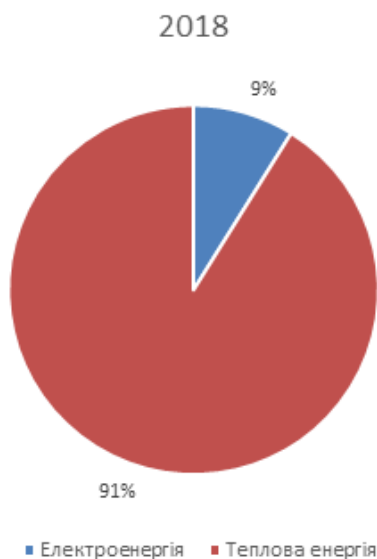


Рисунок 1 – Співвідношення річної вартості енергетичних ресурсів.

Тепловізійна зйомка на рисунку 2 та 3 показала, що великі втрати теплової енергії відбуваються через відсутність ізоляції на трубопроводах системи опалення, а також через вікна.



Рисунок 2 – Тепловізійна зйомка теплового пункту будинку

«ПАНЕЛЬ – ОБГОВОРЕННЯ»



Рисунок 3 – Тепловізійна зйомка фасаду будинку

В ході виконання енергетичного обстеження було розглянуто та проаналізовано усі діючі енергетичні системи будівлі, їх поточний стан та параметри. За результатами проведеного дослідження були запропоновані заходи з енергозбереження, які могли б покращити енергоефективність даної будівлі.

Таблиця 1 – Енергозберігаючі заходи та економія від їх впровадження

Енергозберігаючі заходи	Інвестиції грн	Чиста економія		Окупність роки
		кВтгод/рік	грн	
Теплоізоляція трубопроводів системи опалення	20 420	12 141	14 166	1,5
Встановлення доводчиків	19 500	34 715	40 471	0,5
Заміна старих вікон на енергозберігаючі	2 333 540	189 348	220 754	10
Промивка системи опалення	130 000	41 658	48 572	2,6
Заміна ламп на світлодіодні	2100	3761	5266	0,5
Встановлення датчиків руху в коридорах	5200	4050	5670	0,9
Всього	2 510 760	285 673	335 079	16

Від реалізації даних заходів очікуються загальна економія витрат на опалення житлового будинку за рахунок зменшення теплових втрат, виключення витоків теплоносія, більш якісного і раціонального використання теплової енергії, відповідно до погодних умов та збалансованій подачі теплоносія до кінцевого споживача. Результати впровадження даного проекту можна буде отримати вже в опалювальному сезоні 2019-2020 років. Також це поліпшить умови проживання в будинку, скоротяться витрати теплової енергії через неефективне її використання. Всі ці заходи дозволять більш економно та якісно споживати енергію.

Список використаної літератури:

1. В.В. Прокопенко, О.М. Закладний, П.В. Кульбачний Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями: Навчальний посібник. – К.: Освіта України, 2009. – 437 с.
2. Вступ до енергетичного менеджменту: навч. посібник / С. Ф. Артюх, О. П. Лазуренко, К. В. Махотіло, Г. І. Черкашина, Ю. А. Веремійчук; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків: НТУ "ХПІ", 2018. – 200 с.
3. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31:2006. – [Чинні від 2007–04–01] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 65 с. – (Державні будівельні норми України).
4. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2–15:2005. – [Чинні від 2006–01–01] – Київ: Держбуд України, 2005. – 45 с. – (Державні будівельні норми України).
5. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1–27:2010. – [Чинний від 2011-11-01] // Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).
6. Національна комісія регулювання енергетики України. Регулювання. Ціни та тарифи. <http://www.nerg.gov.ua>

Олійник В.В., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ЖБК «МЕДИК – 4»

Об'єктом дослідження є багатоповерхова житлова будівля, що знаходиться за адресою м. Київ, вул. Стражеско 3А. Будівля побудована в 1986 році. Має 16 поверхів (111 квартир), неопалювальний підвал і дах, який межує з технічним поверхом. Загальний опалювальний об'єм 35960 м³. Площа зовнішніх стін 7606,5 м². Площа скління 840 м².

Річна вартість використаних енергетичних ресурсів за поточний рік представлена вигляді діаграми, як ми бачимо основана частина коштів їде на оплату теплової енергії.



Рисунок 1 – Співвідношення річної вартості енергетичних ресурсів

Тепловізійна зйомка на рисунку 2 та 3 показала, що великі втрати теплової енергії відбуваються через відсутність ізоляції на трубопроводах системи опалення, а також через решітчане огороження

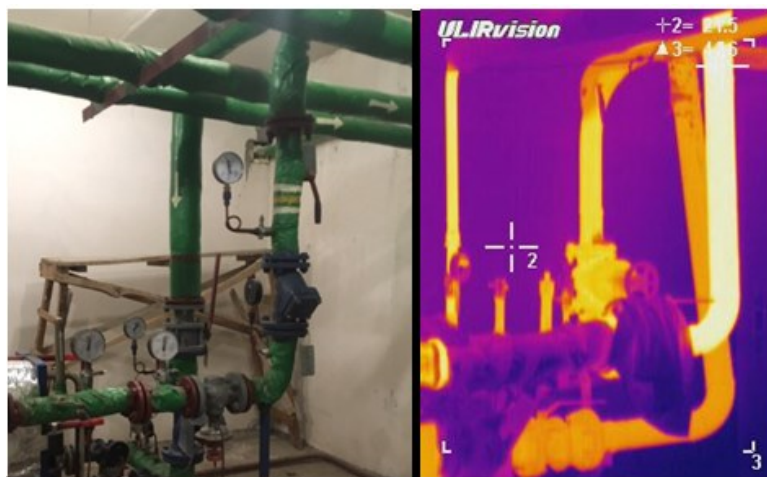


Рисунок 2 – Тепловізійна зйомка теплового пункту будинку



Рисунок 3 – Тепловізійна зйомка фасаду будинку

В ході виконання енергетичного обстеження було розглянуто та проаналізовано усі діючі енергетичні системи будівлі, їх поточний стан та параметри. За результатами проведеного дослідження були запропоновані заходи з енергозбереження, які могли б покращити енергоефективність даної будівлі.

Таблиця 1 – Енергозберігаючі заходи та економія від їх впровадження

Електрична частина			Теплова частина		
Назва заходу	Капіталовкладення, грн	Річна економія, грн	Назва заходу	Капіталовкладення, грн	Річна економія, грн
			Промивка системи опалення	90000	67609,85
Встановлення датчиків присутності	7440	643,86	Встановлення енергозберігаючих вікон	497000	72274,13 грн
			Утеплення стін за допомогою ППУ	1317100	476336

Під час оцінки ефективності енерговикористання було встановлено, що при споживанні електроенергії присутні незначні втрати, уникнути яких практично неможливо (втрати в кабельних лініях та трансформаторах). Стосовно використання енергії в технологічному процесі, ефективність не достатньо висока. Тому можливістю скорочення витрат на електричну енергію стала модернізація системи освітлення (встановлення датчиків), та заміни ламп розжарювання. При аналізі даних споживання теплової енергії було встановлено наявність значних втрат через прозорі конструкції (вікна). Це пов'язано з низькими температурами протягом опалювального періоду та високу теплопровідність конструкцій. Для зменшення витрат на опалення було запропоновано замінити на сучасні металопластикові вікна та провести очистку системи опалення.

Список використаної літератури:

1. В.В. Прокопенко, О.М. Закладний, П.В. Кульбачний Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями: Навчальний посібник. – К.: Освіта України, 2009. – 437 с.
2. Вступ до енергетичного менеджменту : навч. посібник / С. Ф. Артюх, О. П. Лазуренко, К. В. Махотіло, Г. І. Черкашина, Ю. А. Веремійчук; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2018. – 200 с.
3. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31:2006. – [Чинні від 2007–04–01] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – 65 с. – (Державні будівельні норми України).
4. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення: ДБН В.2.2–15:2005. – [Чинні від 2006–01–01] – Київ: Держбуд України, 2005. – 45 с. – (Державні будівельні норми України).
5. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1–27:2010. – [Чинний від 2011-11-01] // Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).

УДК 621.311

Журавльова Д.А., студент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ЖБК «ЧЕРВОНИЙ ЖОВТЕНЬ»

Об'єктом проведення енергетичного аудиту є ЖБК «Червоний жовтень», що знаходиться в місті Києві, за адресою Чоколівський б-р. 9/13.

Житловий будинок має 5 поверхів, 38 квартир, неопалювальний підвал, у якому розташований індивідуальний тепловий пункт. Має 2 поверхи, неопалювальний підвал, у якому розміщений тепловий пункт. Стіни об'єкту дослідження цегляні, дах - вальмовий чотириохскатний. Гаряче водопостачання відбувається за рахунок газових колонок, у кількості 38 шт. Опалення центральне. Загальна площа забудови 2525,8 м². Житлова площа 1600,5 м². Загальна опалювальна площа 2265 м². Площа застелення 471,4 м².

З рисунку 1 можна побачити, що майже всі гроші витрачаються на оплату теплової енергії – 99%, на електроенергію – 1%. Отже, у першу чергу акцентуємо увагу на впровадженні енергозберігаючих заходів задля зменшення споживання теплової енергії, а також паралельно покращувати стан у системах електропостачання.

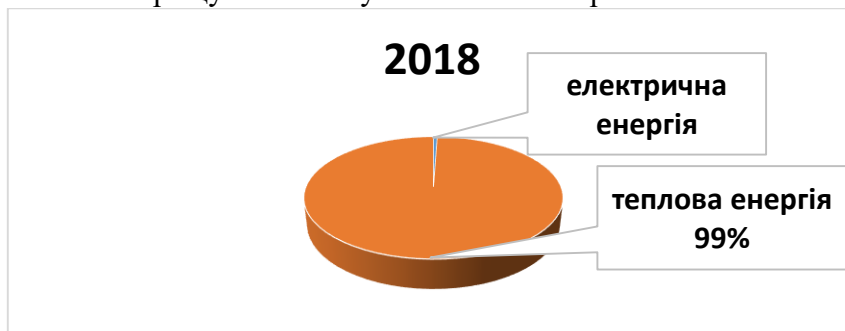


Рисунок 1 – Оплата за теплову та електричну енергію

Тепловізійна зйомка на рисунку 2 показала, що найбільші тепловтрати відбуваються через стіни. Доцільно стіни утеплити. Також тепловізійна зйомка на рисунку 3 показала, що радіатори прогриваються нерівномірно. Це свідчить про те, що терміново необхідно провести захід по очищенню елементів теплопостачання.



Рисунок 2 – Тепловізійна зйомка фасаду житлової будівлі

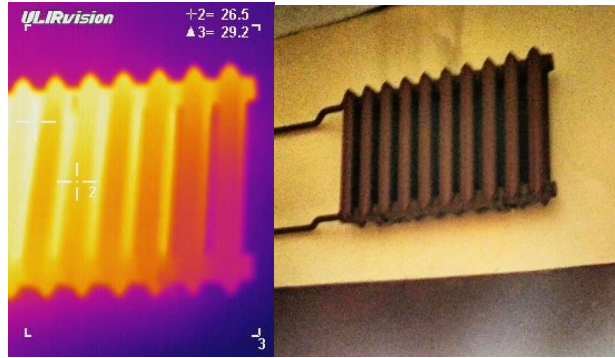


Рисунок 3 – Тепловізійна зйомка радіаторів системи опалення

У результаті впровадження запропонованих заходів енергозбереження, таблиця 1, споживання енергоносіїв значно зменшиться і призведе до підвищення рівня енергоефективності, що і є метою даної роботи.

Таблиця 1 – Заходи з енергозбереження

Загальні результати пропонованих заходів з енергозбереження					
Електрична частина			Теплова частина		
Назва заходу	Капітало-вкладення, грн	Річна економія, грн	Назва заходу	Капітало-вкладення, грн	Річна економія, грн
Заміна люмінесцентних ламп на світлодіодні	437,4	474,87	Утеплення стін	1 446 686	358 676
			Закриття отвору даху	100	612,13
			Утеплення вікон теплоізоляційною плівкою	42 760	33 253
			Очищення системи опалення	55 600	44 669

Висновки: на сьогоднішній день питання енергозбереження є досить актуальним, адже споживання енергоресурсів стрімко зростає. Раціональне та економне використання природних ресурсів, скорочення шкідливих викидів в атмосферу та ефективне використання електричної та теплової енергії набувають виключно важливого значення у сучасному суспільстві.

Необхідність підвищення рівня енергетичної безпеки є одним з головних завдань нашої держави на сучасному етапі її соціально-економічного розвитку.

У даній роботі об'єктом дослідження є ЖБК «Червоний жовтень». Аналіз ефективності енергоресурсів показав основні проблеми, які в свою чергу сильно впливали на споживання енергоресурсів. Для початку, для вирішення даних проблем було запропоновано засоби з енергозбереження, що допоможуть зменшити споживання теплової та електричної енергії. Наступним кроком був проведений економічний аналіз ефективності впровадження цих заходів на даному об'єкті. Запропоновані заходи показали значну економію енергоресурсів, що говорить про доцільність їх впровадження.

Список використаної літератури:

1. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. – [Чинний від 2011-11-01] // Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).
2. Вступ до енергетичного менеджменту: навч. посібник / С. Ф. Артюх, О. П. Лазуренко, К. В. Махотіло, Г. І. Черкашина, Ю. А. Веремійчук; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків: НТУ "ХПІ", 2018. – 200 с.
3. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016. – Офіц. вид. – К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – 11 с.
4. В. Прокопенко, О.М. Закладний, П.В. Кульбачний Енергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями: Навчальний посібник. – К.: Освіта України, 2009. – 437 с.
5. Національна комісія регулювання енергетики України. Регулювання. Ціни та тарифи. <http://www.nerg.gov.ua>