

УДК 620:621.09.31.311.661.51.313

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ ІННОВАЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ (ОГЛЯД)

**Басок Б.І.**, докт. техн. наук, чл.-кор. НАН України, **Базєєв Є.Т.**, канд. техн. наук

*Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. Желябова, 2а, Київ, 03680, Україна.*

<https://doi.org/10.31472/ihe.3.2018.07>

Підкреслено, що підвищення енергоефективності теплозабезпечення будівель – один з головних факторів соціальної стабільності і вимога безпеки життєдіяльності. Наведено огляд пропозицій щодо технологічних, організаційних і соціально-економічних інновацій підвищення енергоефективності будівель, а також запропоновано обладнання інженерних систем їх енергозабезпечення, у т. ч. при спорудженні “пасивних” будівель типу “нуль-енергії”.

Подчеркнуто, что повышение энергоэффективности теплообеспечения зданий – один из главных факторов социальной стабильности и требование безопасности жизнеобеспечения. Приведен обзор предложенных технологических, организационных и социально-экономических инноваций повышения энергоэффективности зданий, а также оборудования и инженерных систем их энергообеспечения, в т. ч. при сооружении “пассивного” здания типа “ноль-энергии”.

It is emphasized that increasing the energy efficiency of heat supply of buildings is one of the main factors of social stability and the requirement of safety of life support. The review of proposals for technological, organizational and socio-economic innovations to improve the energy efficiency of buildings, as well as equipment and engineering systems for their energy supply, including the construction of a "passive" zero-energy building.

Бібл. 14, рис. 2.

**Ключові слова:** комунальна теплоенергетика, теплозабезпечення, енергоефективність будівель, інноваційні технології, діагностичний центр.

БКБ – багатоквартирні будинки;  
ВВП – валовий внутрішній продукт;  
ВДЕ – відновлювані джерела енергії;  
ДБН – державні будівельні норми;  
ЕСКО – енергосервісна компанія;  
ЖЦБ – життя циклу будівель;

ЗППЕ – загальне постачання первинної енергії;  
ІТП – індивідуальний тепловий пункт;  
ККД – коефіцієнт корисної дії;  
НЕС – нова енергетична стратегія;  
НДДКР – науково-дослідні і дослідно-конструкторські роботи.

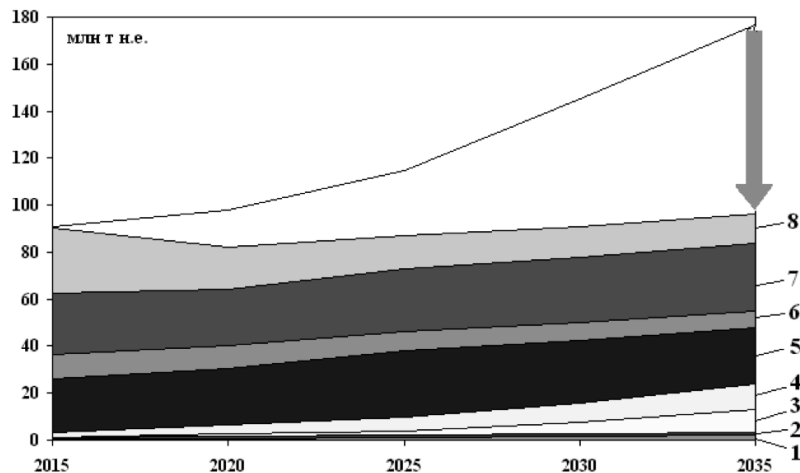
У 2017 році Міненерговугілля України прийняло нову Енергетичну стратегію України на період до 2035 року: “Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність” (НЕС-35) як результат спільних зусиль експертного товариства України, державних інститутів та авторитетних міжнародних установ [1]. НЕС-35 розроблено в контексті Стратегії сталого розвитку “Україна-2020” (Указ Президента України №5 від 12.01.2015) для реалізації програми підвищення енергоефективності і зниження енергоємності економіки.

Ключовою кількісною та якісною характеристикою НЕС-35 є структура загально-первинного постачання енергії – ЗППЕ (рис. 1). До 2035 року в структурі енергобалансу країни істотно знижується частка вугілля (з 27% до 12%) і зростає частка нетрадиційних і поновлюваних енергоресурсів (з 4% до 25%).

Прогнозні показники документу демонструють траєкторію розвитку енергетики і суміжних галузей, першочергові цільові показники з безпеки та енергоефективності. У НЕС-35 позначені досить амбітні цілі – планується досягти зниження енергоємності ВВП більш ніж в два рази до 2035 року: з 0,24 т н. е./тисячу дол. США до 0,13 за ПКС. Серед головних напрямків підвищення енергоефективності економіки України є скорочення енергоспоживання домогосподарств, комерційного та

комунального секторів на потреби опалення шляхом підвищення енергоефективності житлових та громадських будівель.

Політика підвищення енергетичної ефективності будівель крім НЕС-35 визначена також і прийнятими в 2017 році двома законами України – “Про енергетичну ефективність будівель” та “Про фонд енергоефективності” [2, 3]. Положення цих документів спрямовані на реалізацію заходів та механізмів, що стимулюють підвищення енергоефективного використання енергоресурсів в тепlopостачанні і, особливо, в реалізації потенціалу підвищення показника енергоефективності в будівлях. Таким чином, енергоефективність, нарешті, визначена як головний, визначальний драйвер в енергетичній політиці країни і в комунальній теплоенергетиці зокрема. Якби енергоефективність залишалася такою ж як в 2015 році, то ЗППЕ в країні склало б 177 млн. т н. е., тобто на 70% треба було б збільшити споживання ЗППЕ (рис. 1). Саме підвищення енергоефективності, а не нарощування виробництва енергоресурсів, в останні десятиліття у світовій практиці стало одним з основних джерел енергії. В Україні цей вид енергоресурсів, на жаль, все ще залишається недооціненим. Роль енергоефективності в структурі вітчизняних і зарубіжних балансів енергетичних енергоресурсів, в т. ч. і як основного



**Рис. 1. Енергетичний баланс України за НЕС-35: 1 – термальна енергія (довкілля та техногенного походження); 2 – ГЕС; 3 – сонячна та вітрова енергія; 4 – біомаса, біопаливо та відходи; 5 – атомна енергія; 6 – нафтопродукти; 7 – природний газ; 8 – вугілля; стрілка – ефект енергоефективності.**

екологічно чистого енергоресурсу, показана в [4].

Комунальна теплоенергетика України та її головна сфера – теплопостачання населених пунктів України – основний споживач первинних енергоресурсів (понад 60% загального енергобалансу країни, переважно імпортованого природного газу). У той же час саме цей сектор має і найбільший потенціал енергозбереження, якщо задіяти заходи і механізми підвищення ефективності використання енергоресурсів, в першу чергу при енергопостачанні в будівлях (теплові втрати тут доходять до 40%). Однак цей потенціал не просто реалізувати внаслідок специфіки теплопостачання. Теплозабезпечення – це така послуга, без якої неможливо прожити. У той же час тепло – це не ринковий товар, від нього неможливо відмовитися. І не можна відмовитися від традиційного постачальника теплової енергії, так як споживач жорстко пов'язаний з ним стаціонарною трубопровідною системою. Тільки зниження якості і/або вартості послуг змушує споживача переходити до інших, розосереджених, автономних або децентралізованих джерел теплопостачання. При цьому система централізованого теплопостачання втрачає своє монопольне становище. У цій галузі не працюють ринкові механізми, а працюють часто взаємовиключні інтереси держави, місцевої влади, контролюючих органів, особисті інтереси чиновників і працівників служби теплопостачання. В цьому і полягає основна складність функціонування та розвитку сфери теплопостачання.

Сфера теплозабезпечення займає особливе положення як галузь паливно-енергетичного комплексу. Вона органічно пов'язана з іншими галузями промисловості і економіки, прогнозами розвитку або, навпаки, з деградацією міст і населених пунктів, сезонної нерівномірністю надання послуг, високими рівнями ризику інвестиційних проектів в умовах ринкової економіки

тощо. Порушення теплозабезпечення викликає соціальну напругу, оскільки специфікою України є те, що ця сфера економіки охоплює все населення країни, зокрема соціально чутливі непрацездатні групи населення (дітей, школярів, пенсіонерів тощо), на відміну від стратегій розвитку інших галузей економіки, орієнтованих на участь активного, соціально затребуваного працездатного населення. Низька енергоефективність теплопостачання є головною причиною високих тарифів для споживача житлово-комунальних послуг та фактором соціальної напруженості. Підвищення енергоефективності – це основна умова національної економічної, екологічної та соціальної стабільності, вимога безпеки життєдіяльності і запорука всієї національної безпеки країни. При цьому необхідно усувати бар'єри на шляху підвищення енергоефективності.

Для реалізації потенціалу підвищення показників енергоефективності в будівлях необхідно задіяти технологічні та організаційно-економічні інновації, розробляти заходи та механізми, що стимулюють підвищення сприйнятливості економіки до інновацій. Технологічні інновації пов'язані як з істотним посиленням теплового опору огорожувальних конструкцій будівель, так і з модернізацією технологій та інженерних систем їх енергопостачання, з використанням нових підходів до розробок таких технологій і систем, з активним залученням відновлюваних джерел енергії та інформаційно-інтелектуальних технологій.

Організаційно-економічні інновації припускають необхідність максимально ефективного управління наявними ресурсами відповідно до нових завдань, а також соціально-економічними, технічними можливостями і механізмами взаємодії комунальної теплоенергетики з економікою в цілому. Такі інновації пов'язані також з удосконаленням механізмів використання ре-

зультатів досліджень, взаємодії державних інститутів, підприємств, управлінців, котрі приймають рішення, експертів, учених.

Функції держави полягають у створенні високо-ефективної системи управління тепlopостачанням населених пунктів України із забезпеченням мінімальних витрат на розвиток і ефективність генерації, транспорту та розподілу теплоти з досягненням якісного, надійного, безпечного тепlopостачання, доступного по оплаті для споживача.

Нижче наведено огляд (короткі анотації) пропозицій щодо технологічних, організаційних і соціально-економічних інновацій підвищення енергоефективності будівель, а також обладнання та інженерних систем їх енергозабезпечення, у т. ч. при спорудженні “пасивної” будівлі типу “нуль-енергії” [5-8].

### **Заходи щодо підвищення енергоефективності в будівлях**

1. *Удосконалення нормативно-правової бази щодо нормування енергоефективності в будівлях.*

Існуючі в будівельній сфері “ДБНи” визначають можливість вибору технічних рішень і способів дотримання нормативних параметрів енергоефективності при будівництві будівель. З появою нових енергоефективних технологій необхідно періодично, наприклад, не рідше одного разу на п'ять років переглядати вимоги до енергоефективності будівель.

2. *Розробка збірки правил в сфері енергозбереження та підвищення енергоефективності промислових будівель і споруд та їх гармонізація з європейськими стандартами.*

Промислові будівлі складають значну частину фонду будівель. Однак для них нормативно-методичні документи з нормування рівня енергоефективності відсутні. Необхідно розробити проект нової збірки правил «Енергетична енергоефективність будівель. Розрахунок споживання енергії для опалення та охолодження» (EN ISO 13790:2008).

3. *Удосконалення практики експертизи проектно-документації та нагляду за виконанням нормативних вимог з енергоефективності.*

На додаток до державного будівельного нагляду при будівництві та капітальному ремонті об'єктів капітального будівництва необхідно ввести процедури контролю відповідності будівельним нормам і правилам (з подальшим отриманням сертифікату енергетичної відповідності) і для будівель (за типовими проектам) для індивідуальних житлових будинків і малоповерхових багатоквартирних будинків. Сертифікат дає право власнику будівлі на його продаж, оренду чи експлуатацію.

4. *Розвиток системи національних лабораторій, що займаються сертифікацією будівель, будівельних матеріалів і обладнання, а також тестування новозбудованих будівель.*

Мережа національних лабораторій є невід'ємною частиною контролю дотримання “ДБН”, в т.ч. стандартів на стадіях проектування і будівництва. Лабораторії повинні мати незалежний статус, що зумовлюватиме більш високу якість послуг, а їх оплату зробити незалежною від результатів проведених сертифікацій і тестів. Головною умовою для лабораторій має стати унеможливлення однієї лабораторії брати участь у всіх стадіях проходження одного проекту (проектування, тестування і сертифікація), що забезпечить більш високий рівень відповідності будівель “ДБН”.

5. *Удосконалення правил визначення класу енергетичної ефективності будівель та заходи по реалізації вимог по маркуванню енергоефективності будівель.*

Забудовники повинні розмішувати на фасаді будівлі, яка вводиться в експлуатацію, рівень енергоефективності будівлі (але не рівень енергозбереження). Необхідно заборонити продаж будинків в разі відсутності сертифікату енергетичної відповідності рівню енергетичної ефективності будівлі (A+++ – найвищий; A++ – високий, ..., E – особливо низький). Пропозиції з визначення класів енергетичної ефективності будівель наведено у [9].

6. *Економічне стимулювання будівництва з низьким споживанням енергії і пасивних будівель.*

На сьогодні відсутні механізми, що стимулюють політику просування пасивних будинків і будинків з майже нульовим споживанням енергії. Необхідно розробити стандарт на будівництво пасивних будинків. Повинні бути розроблені процедура і умова пільгового фінансування і кредитування нового будівництва, капітального ремонту та модернізації житлових будинків з питомою витратою на опалення нижче 60 кВт·годин/м<sup>2</sup>·рік. Повинна бути розроблена система заохочення кращих проектів, знижена оплата об'єктів капітального будівництва з найвищим рівнем енергоефективності за підключення до систем тепlopостачання.

7. *Держзакупівля будівель і устаткування високих рівнів енергоефективності та будівель з низьким споживанням енергії.*

При будівництві будівель високого рівня енергоефективності за рахунок бюджетних коштів повинні бути визначені терміни введення будинків відповідних рівнів енергоефективності, в т.ч. і будівель, які відповідають стандарту «пасивний будинок». Необхідно побудувати декілька експериментальних будинків, накопичити дані про технології будівництва, параметри експлуатації будівель, можливості зниження вартості життєвого циклу таких будівель. У законодавстві про держзакупівлі енергоспоживаючого обладнання повинні бути розроблені правила закупівлі такого обладнання для потреб бюджетних організацій, використовуючи аналіз цінових пропозицій постачальників з урахуванням вартості експлуатації обладнання і будівель протягом всього

циклу життя. Необхідно створити інформаційний інтернет-ресурс про енергоефективні зразки основних видів побутового та офісного обладнання, наявного на ринку країни.

8. *Підвищення вимог з енергоефективності побутових установок і систем освітлення.*

Стандарти з енергоефективності побутових енергоспоживаючих установок і систем освітлення постійно удосконалюються в міру появи нових технологій. Необхідно забезпечити введення обов'язкових стандартів енергоефективності для розширеного списку обладнання з гармонізацією стандартів і правил маркування з такими, що прийняті в ЄС. Необхідно ввести субсидії і податкові пільги для стимулювання покупки енергоефективних електропобутових і освітлювальних приладів в житловому секторі (або утилізації старих холодильників, морозильників, пральних машин тощо).

9. *Розробка програми доведення щорічної частки комплексних ремонтів багатоквартирних будинків (БКБ) по енергоефективним проектам до 2% від площі всього фонду БКБ і забезпечення держпідтримки комплексних ремонтів.*

Необхідна державна підтримка комплексних капітальних ремонтів за умови зниження за їх підсумками питомого споживання енергії на опалення і вентиляцію на 30% і більше. При частоті вибіркового ремонту хоча б до одного разу на вісім років потрібна бюджетна підтримка в розмірі не менше 50% від вартості ремонту. Надання такої підтримки можна поставити в залежність від ефекту економії енергії. Є досвід фінансового стимулювання такої діяльності в США, Польщі, Естонії.

10. *Реалізація програми "Теплі кредити" для малоабезпечених домогосподарств.*

Від низької енергоефективності будівель більше інших економічно страждають малоабезпечені домогосподарства. Допомога по програмі "Теплий дім" і "Дешеве світло" дозволить знизити витрати по оплаті комунальних послуг шляхом реалізації порівняно простих заходів щодо вдосконалення теплозахисту елементів будівлі (вікна, двері тощо), інженерних енергопостачальних систем, установок приладів витрати води в системах холодного і гарячого водопостачання

11. *Реалізація пілотних проектів "Білі сертифікати" для заміни джерел світла в житлових будинках і в бюджетній сфері.*

Необхідно використовувати наявний досвід інших країн, набір добре налагоджених механізмів стимулювання енергоресурсів до підвищення енергоефективності шляхом придбання енергоефективного обладнання за рахунок компенсації частини витрат на його закупівлю. Для бюджетної сфери можна розробити і запустити одну-дві пілотних програми в рамках схеми "білі сертифікати", наприклад, схему освітлення в школах чи/та систему опалення з ІПП і за результатами реалізації

визначити реальну економію коштів, термін окупності та інші техніко-економічні показники.

12. *Використання підходу аналізу витрат циклу життя.*

При обґрунтуванні доцільності реалізації заходів щодо підвищення енергоефективності використовується характеристика "вартості життя циклу будівель (ЖЦБ)" – сума початкових і майбутніх витрат, пов'язаних з будівництвом і експлуатацією будівель. Оцінка витрат ЖЦБ проводиться при мінімізації витрат для власника при одночасному скороченні шкоди навколишньому середовищу. Вартість ЖЦБ – це повна дисконтована вартість будівництва, експлуатації, ремонту, утилізації будівлі впродовж повного терміну існування будівлі з нормативно допустимими показниками якості. Аналіз вартості ЖЦБ включає оцінку наступних компонентів: витрати, період часу, ставка дисконтування. При розрахунку використовується теперішня і можлива ціна енергоресурсу.

13. *Розвиток систем енергосервісних контрактів в громадських і житлових будівлях.*

Необхідно вирішити питання про об'єднання класичного перформанс-контракту з субсидіями з бюджету на капремонт бюджетних і житлових будівель. Важливо вирішити питання вдосконалення договорів з ЕСКО за рахунок: фінансування проектів з виділенням бюджетних грантів як частки від інвестиційних витрат, надання пільгового кредиту та ін. Зарубіжний досвід використання енергосервісних контрактів в житловому секторі обмежений.

14. *Розвиток системи статичного спостереження за рівнями ефективності використання енергії в житлових будинках і в бюджетних закладах.*

В даний час така система спостереження для оцінки структури використання енергії в житловому і в бюджетному секторі відсутня. Бракує даних про обсяги продажу обладнання на основі нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії та їх децентралізованого використання в будівлях. Повинна бути створена спеціальна форма звітності такого моніторингу, що містить відомості для оцінки цільових індикаторів програми енергозбереження для сфери послуг та для бюджетної сфери. Міністерства-розпорядники коштів повинні мати базу даних по споживанню енергії по площах об'єктів і мати плани зниження питомих показників споживання енергії за періодами, наприклад, в п'ять років.

15. *Реалізація систем топології житлових і громадських будівель.*

Система дозволяє більш точно визначити масштаби споживання енергії, можливості її економії. Для кожного типу будівель наводяться детальні характеристики будівлі, її енергопаспорт, наявність теплових насосів, тип вікон, питома витрата енергії, рівень енергоефективності, викиди парникових газів та ін.

Формування кривих розподілу будівель за рівнем енергоефективності в рамках кожного типу будівель здатне привести до кращого результату.

16. *Рейтинг житлових будинків за рівнем енергоефективності на основі даних від енергозберігаючих компаній і даних енергетичних обстежень будівель.*

Значений рейтинг визначається з використанням даних ресурсопостачальних організацій, енергетичних паспортів, звітів про енергообстеження. Будинки з низьким рівнем енергоефективності підлягають першій черзі проведення заходів з енергозбереження та підвищення енергоефективності в рамках комплексного капремонту та модернізації.

17. *Формування рекомендації та альбомів технічних рішень по підвищенню енергоефективності.*

Необхідно розробити типові проекти комплексного ремонту і модернізації типових житлових будинків бюджетної сфери зі зниженням питомих витрат енергії на опалення після капремонтів на 20%, 30% і 40% і "глибокого зниження". При цьому важливо використовувати тепловізійні і інші діагностичні засоби використання будівель. Остаточна робота з модернізації будівель може проводитися за результатами тепловізійного обстеження чи/та на основі прямих контактних прецензійних вимірів теплотехнічних характеристик будівельних конструкцій.

18. *Програма підтримки системи "розумного обліку" (smart meters) споживання енергоресурсів в житлових будинках.*

Інтелектуальний "розумний" прилад обліку – електронний пристрій, який записує і запам'ятовує дані про споживання електроенергії, води або інших ресурсів в інтервалах часу година або менше і передає цю інформацію енергопостачальній компанії для цілей управління, моніторингу та білінгу. Виставлення споживачам диференційованих рахунків в залежності від часу доби може мотивувати їх до зміни обсягу і тимчасового профілю споживання енергоресурсів і тим самим "згладити" пік їх споживання. Енергопостачальна організація при цьому може відстрочити будівництво додаткових енергопотужностей або зменшити закупівлю електроенергії. Споживачі за показниками на моніторах можуть отримати інформацію про поточне ретроспективне споживання енергії і оперативно змінити своє споживання ще до отримання рахунку за спожиту енергію.

19. *Створення системи надання банківських гарантій по кредитах на капітальний ремонт житлових будинків.*

Така система може бути створена в т. ч. і на основі формування фондів енергозбереження. Може бути використаний пільговий кредит в разі досягнення цілей підвищення енергоефективності. Така практика є, наприклад, в Німеччині. У Латвії пільговий кредит можна

отримати при зниженні споживання енергії на 20%.

20. *Удосконалення системи цільових завдань щодо підвищення енергоефективності та системи моніторингу виконання цільових завдань щодо підвищення енергоефективності в бюджетній сфері.*

В одних будинках можна отримати суттєву економію енергії (до 40...50%), а в нових будівлях, побудованих за останніми вимогами "ДБН", знизити споживання енергії хоча б на 15% не просто або вкрай дорого. Тому цілі енергозбереження потрібно ставити для всієї муніципальної сфери, а не для кожної бюджетної установи. Кошти необхідно направляти в першу чергу на реалізацію заходів, які швидко окупаються, на найменш енергоефективних об'єктах бюджетної сфери з урахуванням рівня енергоефективності будівель.

21. *Формування рейтингу (бенчмаркінг) і сертифікації громадських будівель з енергоефективності "енергетичні зірки".*

Необхідно реалізувати реальну роботу по сертифікації, моніторингу та рейтингу енергоефективності громадських будівель, використовуючи енергетичні паспорти, енергетичні декларації і дані енергозберігаючих компаній (із зазначенням даних для сертифікації питомих викидів парникових газів). Необхідно створити систему зіставлення параметрів енергоефективності ("бенчмаркінгу") для об'єктів бюджетної власності та проводити сертифікацію і щорічний конкурс "енергетичні зірки"

22. *Економічне стимулювання виробництва енергоефективного обладнання, матеріалів і вікон з високими параметрами теплозахисту.*

За кордоном таке стимулювання виробництва енергоефективного обладнання, матеріалів і вікон з високими параметрами теплозахисту проводиться, в основному, у формі надання пільгових кредитів. У законодавстві про закупівлі необхідно ввести положення про необхідність пред'являти вимоги, щоб в тендерах на поставку будматеріалів та енергообладнання для будівництва за участю фінансування з бюджету допускалися лише ті компанії, які виробляють сучасні енергоефективні матеріали і обладнання.

23. *Програма заміни опалювальних котлів.*

Велика частина опалювальних котлів має порівняно низький ККД (72...75%). Необхідно ввести обов'язкові стандарти енергоефективності для нових побутових газових котлів, замінити котли на нові енергоефективні моделі з ККД не менше 95%. Газопостачальні компанії повинні надавати субсидії для заміни старих котлів на нові.

24. *Формування приватно-державного партнерства щодо фінансування пріоритетних НДДКР в сфері підвищення енергоефективності.*

Необхідно визначити пріоритетні НДДКР в сфері підвищення енергоефективності в житловому секторі

та у сфері комунальних послуг. Мінрегіону України спільно з МОН України доцільно організувати розробку наукових основ, технічних рішень стосовно дослідно-конструкторську документацію для будівництва експериментальних енергоефективних житлових та адміністративних будівель, які комфортні та енерго- і ресурсомінімізуючі, та характеризуються зниженням в два і більше разів споживанням первинних енергоресурсів. Будівництво має проводитись з урахуванням взаємодії з навколишнім середовищем та із застосуванням технологій утилізації теплоти при теплопередачі її через огорожувальні конструкції, а також зі створенням системи використання теплоти ґрунту, вод, стічних вод і системи автоматизованого управління мікрокліматом будівлі.

*25. Інформаційна підтримка і пропаганда створення енергоефективного суспільства.*

Необхідно розробити систему збору інформації з формуванням "бібліотеки позитивного досвіду", створити мережу консультативних центрів. Сформувані стереотипи ефективної поведінки управлінців з підвищення енергоефективності, розробити освітні програми, організувати семінари, конференції, "дні енергоефективності" та ін.

Вищевказані заходи політики підвищення енергоефективності будівель, чинна техніко-технологічна база і нормативні вимоги будівництва дозволяють в цілому проводити енергозбереження в будівлях. Сьогодні найбільш поширена теплоізоляція будівель. Але енергозберігаючий ефект від теплоізоляції може бути зведений до нуля, якщо одночасно не буде удосконалюватися уся система енергопостачання будівлі. При цьому інженерне обладнання системи повинно розглядатися і оцінюватися не окремо, а як частка системи. Тобто повинен бути реалізований т. з. холистичний підхід – оцінка показників системи у цілому. Набір вимог до енергетичних характеристик будівель (EPB – standards) сьогодні розробляється в Європі на рівні CEN і глобально у світі на рівні ISO (ISO TS 163 і 205) [10].

Модернізація систем енергозабезпечення об'єктів ЖКГ пов'язана також з розробкою і впровадженням гібридних систем електротеплозабезпечення багатоповерхових будинків. Такі об'єкти виконують роль споживачів-регуляторів Об'єднаної електричної системи України. Розроблено принципові схеми гібридних систем та проаналізовано особливості функціонування цих систем для різних варіантів реалізації їх базових контурів [11, 12].

Проектування енергоефективних будівель потребує широкого поширення інформації про принципи проектування енергоефективних будівель, вибору будівельних матеріалів та їх монтажу, застосування автоматизації будівель, аналізу фізики та комфорту в приміщенні будівлі [13]. Необхідне комплексне проектування енер-

гоефективних будівель в тренді нових вимог, зокрема використання відновлюваних джерел енергії, які повинні бути виконані архітекторами і інженерами відповідної спеціальності. Вже на етапі концептуально-го проектування визначаються найекономічні матеріали і системи вентиляції та кондиціонування повітря, системи підтримки визначеного рівня витрати енергії для конкретних потреб споживача.

Отже, перед теплозабезпеченням населених пунктів стоять нові виклики. Формування енергоефективної наукомісткої комунальної теплоенергетики неможливо без використання досягнень науки і техніки та вдосконалення соціально-економічного розвитку. У свою чергу, завдання створення нових технологій і обладнання та підвищення соціально-економічного рівня життя в країні повинні визначати і стимулювати вибір пріоритетних напрямків фундаментальних досліджень. Треба використовувати ефективні механізми виявлення тих фундаментальних досліджень, які мають найбільший потенціал для зниження енергоємності. Потрібне розширення і поглиблення теорії і практики спорудження енергоефективних, зокрема пасивних, будівель. Необхідно створити організаційно-економічну систему трансформації результатів фундаментальних досліджень для стимулювання розвитку енергоефективних інноваційних технологій.

Удосконалення механізму використання результатів досліджень для підвищення енергоефективності енергопостачання в комунальній енергетиці повинно передбачати:

- стратегію розвитку системи теплопостачання на досить довгий період (до 15 років) з урахуванням інноваційних науково-технічних і технологічних розробок у цій галузі, супроводжуючи її "змінними планами-прогнозами" на більш короткі періоди.

- удосконалення системи соціально-економічних відносин в комунальній енергетиці, які б стимулювали енергогенеруючі підприємства до інноваційного переоснащення енергопостачальних технологій, тобто створення необхідних умов для формування інноваційно-активної політики.

- формування економічно ефективного механізму управління процесами створення і реалізації інтелектуальної діяльності.

- використання вітчизняних ресурсів (виробничих, наукових, інвестиційних, кадрових, інформаційних тощо) для нарощування наукового і виробничо-технологічного потенціалу щодо цільових науково-технічних напрямків і проектів.

Необхідно поєднати фундаментальні, прикладні дослідження та інновації з урахуванням ринкових відносин. При цьому доцільним видається реалізувати замкнений цикл: фундаментальні дослідження – прикладні дослідження – створення інноваційних техноло-



Рис. 2. Від фундаментальних досліджень до інноваційної економіки.

гій і перехід до інноваційної економіки (рис. 2).

Тісне переплетення природно-технічних і соціальних аспектів енергопостачання сектору будівель житлово-комунального господарства потребує вирішення проблем модернізації та розвитку як науково-виробничої сфери теплопостачання так і поглибленого аналізу соціально-економічних процесів, пов'язаних з теплопостачанням. Головними цілями наукових досліджень установ НАН України при цьому є:

1. Науково-методичне обґрунтування політики модернізації та розвитку комунальної теплоенергетики, в т. ч. розробки і створення наукоємних технологій, що підвищують показники енергетичної ефективності будівель.

2. Активна участь в розробці регуляторних документів (законів, концепцій, стратегій, програм, нормативно-технічної бази тощо), що визначають політику енергоефективності в сфері комунальної теплоенергетики.

Досягнення цих цілей повинно спиратися на результати фундаментальних, прикладних, і пошукових досліджень. Існують різні формулювання характеристик зазначених видів досліджень, можна погодитися з наведеними, наприклад, в [14]:

**Фундаментальні дослідження.** Експериментальна або теоретична діяльність, спрямована на отримання нових знань про основні закономірності устрою,

функціонування і розвитку людини, суспільства, навколишнього середовища.

**Прикладні дослідження.** Дослідження, що спрямовані переважно на застосування нових знань для досягнення конкретних цілей і вирішення конкретних завдань.

**Пошукові дослідження.** Дослідження, що спрямовані на отримання нових знань з метою їх подальшого практичного застосування (орієнтовані наукові дослідження) і (або) на застосування нових знань (прикладні наукові дослідження) і проводяться шляхом виконання науково-дослідних робіт.

В ІТТФ НАН України в останній час виконані розробки інноваційного обладнання і технологій для підвищення енергоефективності будівель та інженерних систем їх енергозабезпечення. Заходи реалізовані у «пасивній» будівлі [7]. Розроблена методика визначення індикаторів енергоефективності будівель, огорожувальних конструкцій будівель і практика проведення енергоаудитів з використанням для таких заходів діагностичного центру – у демонстраційної будівлі типу "нуль-енергії", спорудженої на території ІТТФ НАН України, з енергопостачанням від поновлюваних джерел енергії (теплота ґрунту, сонячна інсоляція, вітер). Такий об'єкт виконує роль науково-методичного центру навчання студентів теплоенергетичних спеціальностей, а також підвищення кваліфікації фахівців, що займа-

ються розробкою енергоефективних технологій енергопостачання будівель і їх енергоаудитом.

З урахуванням отриманих результатів досліджень інфраструктури енергопостачання демонстраційного "пасивного" будинку, з метою поглиблення та розширення теорії і практики підвищення енергоефективності будівель, на найближчу перспективу визначено головні цілі наукових досліджень, предмети фундаментальних, прикладних досліджень, тематика, методи і інструментарій таких досліджень.

### **Фундаментальні дослідження**

#### *Предмет досліджень.*

Розвиток науково-технічних основ розробки енергоефективних технологій енергопостачання будівель житлово-комунальної сфери.

#### *Тематика досліджень.*

1. Поглиблення та розширення теорії теплообміну в конструкціях будівель, в т. ч. з урахуванням в тепловому балансі будівель пасивного вкладу енергії сонячного випромінювання.

2. Поглиблення і розширення теорії теплообміну в ґрунтових масивах при використанні для енергопостачання будівель геотермальної енергії.

3. Системний і безперервний облік протягом представлено року всіх проявів кліматичного чинника (сонячної радіації, швидкості вітру, температури зовнішнього повітря) і аналіз їх впливу на теплопередачу через зовнішні елементи будівель.

#### *Методи та інструментарій досліджень.*

1. Аналітичні дослідження з розробкою математичних моделей і методів досліджень складних процесів і систем з використанням великих масивів даних.

2. Експериментальні дослідження при розробці наукових основ створення енергоефективних технологій та обладнання енергопостачання будівель.

### **Прикладні дослідження**

#### *Предмет досліджень.*

Розробка технологій енергоефективних систем енергопостачання будівель з урахуванням оптимізації архітектурно-планувальних рішень будівель.

#### *Тематика досліджень.*

1. Оцінка потенціалу і ринку паливно-ресурсної бази енергопостачання, в т. ч. з урахуванням нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії.

2. Експериментальні дослідження з розробки науково-конструктивних рішень при створенні енергоефективних технологій та обладнання енергопостачання будівель з визначенням вихідних даних і залежностей для інженерних розрахунків обладнання та конструктивних елементів будівель.

3. Розвиток методів поглибленого техніко-економічного аналізу енергоефективності енергопостачання будівлі.

4. Розробка організаційно-економічних і управлінських заходів та механізмів щодо підвищення енергоефективності енергопостачання будівель.

#### *Методи та інструментарій досліджень.*

Аналітичні і експериментальні методи досліджень теплопередачі і моніторинг теплових потоків в огорожувальних конструкціях і елементах будівель з використанням автоматизованих діагностичних систем.

### **Висновки**

1. Підвищення енергоефективності, а не нарощування виробництва енергоресурсів в останні десятиліття стало одним з основних трендів розвитку світової енергетики. В Україні цей вид енергоресурсів, на жаль, все ще залишається недооціненим, хоча потенціал його значний в теплопостачанні, особливо в секторі будівель. Низька енергоефективність – головна причина високих тарифів для споживача житлово-комунальних послуг та потенційна загроза зростання соціальної напруженості. Підвищення енергоефективності, зокрема, енергоефективності теплозабезпечення будівель – це основна умова національної економічної, екологічної та соціальної стабільності, вимога безпеки життєдіяльності і отже, національної безпеки країни.

2. Технологічні організаційні і соціально-економічні інновації в теплопостачанні будівель в даний час підготовлені до широкомасштабної реалізації. Розроблено основні заходи політики підвищення енергоефективності. Закон України "Про енергетичну ефективність будівель", "Про фонд енергоефективності" і Нова енергетична стратегія України до 2035 року "Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність" дають підстави для реалізації заходів і механізмів, що стимулюють підвищення енергоефективного використання енергоресурсів в теплопостачанні і, зокрема, реалізації потенціалу підвищення показника енергоефективності в будівлях.

3. В ІТТФ НАН України виконані розробки інноваційного обладнання і технологій для підвищення енергоефективності будівель та інноваційних інженерних систем їх енергозабезпечення. Деякі заходи вже реалізовані у діагностичного центру – демонстраційної будівлі типу "нуль-енергії", спорудженої на території ІТТФ НАН України.

4. По проблемам підвищення енергоефективності сектора будівель на найближчу перспективу визначено головні цілі наукових досліджень, предмети фундаментальних, прикладних досліджень, тематика, методи і інструментарій таких досліджень.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. *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.

2. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» від 22.06.2017 № 2118-VIII, (Відомості Верховної Ради, 2017, № 33, с.359),

<http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2118-19>.

3. Закон України «Про Фонд енергоефективності» від 08.06.2017 № 2095-VIII. (Відомості Верховної Ради, 2017, № 32, с.344),

<http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2095-19/print1453786260848146>.

4. Басок Б. И., Базеев Е. Т. Повышение энергоёмкости Украины – миссия и основной приоритет развития энергетики // Пром. теплотехника, 2017. – Т. 39, №2. – С. 46-52.

5. Башмаков И. А. Тридцать мер политики для ускорения энергоэффективности в российских зданиях.

[http://www.cenef.ru/art\\_11212\\_119\\_node2.html](http://www.cenef.ru/art_11212_119_node2.html)

6. Організаційно-економічні механізми модернізації теплоенергетики України Тематичний збірник матеріалів /за загальною редакцією чл.-кор Б.І. Баска; – К.: ТОВ “Видавничий дім “Каліта”. – 2015. – 338 с.

7. Басок Б. И., Базеев Е. Т. Инновационные технологии для зданий – приоритет повышения энергоэффективности в Украине // Пром. теплотехника, – 2017. – Т. 39, №4. – С. 61-67.

8. Карп И. Н., Никитин Е. Е. Пути решения проблем коммунальной энергетике // ЖКХ Украины, –2011. №6. – С. 16-22.

9. Личак В.И. Уточнение таблицы базового и нормируемого по годам строительства показателей энергоэффективности жилых и общественных зданий. // Энергосбережение. – 2014. – №1. – С. 23-31.

10. *Инженерное оборудование*: от отдельных установок к системам и к сертификатам энергопотребления зданий. // Энергосбережение. №4, 2015.– С. 9-10.

11. Фіалко Н.М., Тимченко М.П., Халатов А.А., Шеренковський Ю.В. Інтелектуальні енергетичні системи теплозабезпечення будівель. Вісник національного університету “Львівська політехніка”. Збірник наукових праць, серія Теорія і практика будівництва, № 844, 2016.– С. 203-209.

12. Басок Б.И., Веремійчук Ю.А., Рибіна О.Б., Лисенко О.М. Оцінка потенціалу енергоспоживання кінцевими споживачами (населенням) для регулювання енергосистеми в періоди пікового зростання та нічного провалу споживання електроенергії // Пром. теплотехника. Т. 39. №7. – 2017. – С. 131-132.

13. Fedorczak-Cisak M., Furtak M., Kotowiz A. Aspects and implementation of low-energy buildings design. Вісник національного університету “Львівська політехніка”. Збірник наукових праць, серія Теорія і практика будівництва, № 844, 2016.– С. 253-259.

14. Кулагин А.С. О терминологической путанице в оценке результатов научной деятельности // Вестник РАН, Т. 96, №8, 2016. – С. 698-705.

**TECHNOLOGICAL AND SOCIO-ECONOMIC  
INNOVATIONS FOR IMPROVING ENERGY  
EFFICIENCY OF BUILDINGS (REVIEW)**

**Basok B.I., Bazeev E.T.**

*Institute of Engineering Thermophysics of the National  
Academy of Sciences of Ukraine, vul. Zhelyabova, 2a, Kyiv,  
03680, Ukraine*

<https://doi.org/10.31472/ihe.3.2018.07>

The communal heat power engineering of Ukraine and its main area – the heat supply of the settlements of Ukraine – is the main consumer of primary energy resources (more than 60% of the total energy balance of the country, mainly imported natural gas). At the same time, this sector has the greatest potential for energy saving if measures and mechanisms are used to increase the efficiency of energy use, first of all with energy supply in buildings (thermal losses here reach up to 40%). Low energy efficiency of heat supply is the main reason for high tariffs for the consumer of housing and communal services and the challenge of social tension. Increasing energy efficiency is a basic condition for national economic, environmental and social stability, a requirement for the safety of life and a guarantee of the entire national security of the country. An overview of technological, organizational and socio-economic innovations for increasing energy efficiency of buildings is presented. Innovative equipment and technologies for increasing the energy efficiency of buildings and innovative engineering systems for their energy supply have been carried out at ITTP NAS of Ukraine. The method of determination of energy efficiency indicators of buildings, enclosing structures of buildings and the practice of conducting energy audits with the use of such diagnostic center measures as demonstration building of the "zero energy" constructed on the territory of ITT of NAS of Ukraine with energy supply from renewable energy sources (heat of soil, insolation, wind). Such a demonstration facility serves as a scientific and methodological center for training students of heat energy specialties, as well as the training of specialists involved in the development of energy efficient energy supply technologies for buildings and their energy audit. On the problems of increasing energy efficiency of the building sector in the near future, the main objectives of scientific research, subjects of fundamental, applied research, subjects, methods and tools of such research were determined.

References 14, figures 2.

1. [Energy strategy of Ukraine for the period up to 2035"Security, Energy Efficiency, Competitiveness"]. 2017. 66p. (Ukr.)<http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358>

2. [Law of Ukraine "On the energy efficiency of buildings" dated June 22, 2017, № 2118-VIII], Vidomosti Verkhovnoyi Rady [Data from the Verkhovna Rada], 2017. № 33. P.359.

(Ukr.)<http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2118-19>

3. [Law of Ukraine "On the energy efficiency Fund" dated June 8, 2017, № 2095-VIII], Vidomosti Verkhovnoyi Rady [Data from the Verkhovna Rada], 2017. № 32. P.344. (Ukr.) <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2095-19/print1453786260848146>

4. Basok B.I., Bazeev E.T. [Increasing the energy intensity of Ukraine is the mission and the main priority of the development of energy], Promyshlennaya teplotekhnika [Industrial Heat Engineering], 2017. V. 39. №2. P. 46-52. (Rus.)

5. Bashmakov I. A. [Thirty policy measures for accelerating energy efficiency in Russian buildings] [http://www.cenef.ru/art\\_11212\\_119\\_node2.html](http://www.cenef.ru/art_11212_119_node2.html)

6. [Organizational and economic mechanisms for the modernization of heat power engineering of Ukraine /ed. Basok B.I., Kyiv, TOV "Vydavnychy dim "Kalita" 2015. 338 p. (Ukr.)

7. Basok B.I., Bazeev E.T. [Innovative technologies for buildings is the priority of increasing energy efficiency in Ukraine], Promyshlennaya teplotekhnika [Industrial Heat Engineering], 2017. V. 39. №4. P. 61-67. (Rus.)

8. Karp I. N., Nikitin E.E. Ways to solve the problems of municipal power engineering // Housing and municipal services in Ukraine 2011. №6. P. – 16-22. (Ukr)

9. Lychak V.I. Clarification of the table of basic and standardized for years of construction of energy efficiency indicators for residential and public buildings. // Energy Saving 2014.– №1.– P. 23 – 31.

10. [Engineering equipment: from individual installations to systems and to certificates of energy consumption of buildings], Energoberezeniye [Energy saving], 2015. №4. P. 9-10. (Rus.)

11. Fialko N.M., Timchenko M.P., Khalatov A.A., Sherenkovskiy Yu. V. [Intelligent energy systems of heat supply of buildings], Visnyk Natsionalnoho Universytetu "Lvivskapolitekhnika". Zbirnyk naukovykh prats, Seriya: Teoriya i praktyka budivnytstva [Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic". Collection of scientific works, Series: Theory and Practice of Construction], 2016. № 844. P. 203-209. (Ukr.)

12. Basok B.I., Lysenko O.M., Denisyuk S.P., Veremijchuk Ju.A., Rybina O.B., Lazurenko O.P. Otsinka potentsialu enerhospozhyvannya kintsevymy spozhyvachamy (naselennyam) dlya rehulyuvannya enerhosystemy v periody pikovoho zrostannya ta nichnoho provalu spozhyvannya elektroenerhiyi [Estimation of the potential of energy consumption by end users (population) for regulating the power system during periods of peak growth and night failure of electricity consumption], Promyslova teplotekhnika [Industrial Heat Engineering], 2017, V. 39, №7, P. 131-132. (Ukr.)

13. Fedorczyk-Cisak M., Furtak M., Kotowiz A. [Aspects and implementation of low-energy buildings

design], Visnyk Natsionalnoho Universytetu "Lvivska politekhnika". Zbirnyk naukovykh prats, Seriya: Teoriya i praktyka budivnytstva [Bulletin of the National University "LvivPolytechnic". Collection of scientific works, Series: Theory and Practice of Construction], 2016. № 844. P. 253-259.

14. *Kulagin A.S.* [On the terminological confusion in the evaluation of the results of scientific activity], VestnikRossiyskoyakademiinauk [Bulletin of the Russian Academy of Sciences], 2016.V. 96. № 8. P. 698-705.(Rus.)

*Отримано 25.06.2018*

*Received 25.06.2018*