

6. *Beinhocker E.D. Origin of Wealth: Evolution, Complexity, and the Radical Remaking of Economics.* / Eric D. Beinhocker. – Boston : Harvard Business School Press, 2006. – 530 p.
7. *Котлер Ф. Маркетинг-Менеджмент* / Ф. Котлер, К.Л. Келлер. – 12-е издание. – С-Пб. : Питер, 2009. – 816 с.
8. *Бугров О.В., Бугрова О.О. Институціональні механізми досягнення цілей будівельних проектів // Управління розвитком складних систем: зб. наук. праць. – 2012. – №12 – С. 30–34.*
9. *Господарський кодекс України: Закон України від 16.01.2003 № 436-IV [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Офіц. Сайт – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/go/436-15>*
10. *Цивільний кодекс України: Закон України від 16.01.2003 № 435-IV [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Офіц. Сайт – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/435-15>*
11. *Про інвестиційну діяльність: Закон України від 18.09.1991 № 1560-XII [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Офіц. Сайт – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1560-12/page>*
12. *Про фінансовий лізинг: Закон України від 16.12.1997 №723/97-ВР [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Офіц. Сайт – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/723/97-%D0%B2%D1%80>*

References

1. *Bushuyev, S.D., Bushueva, N.S., Babaev, I.A., Yakovenko, V.B., Gregory, E., Dziuba, S. & Voitenko, S. (2010). Creative Technology project and program management: monograph.* Kyiv, Ukraine : Summit-Book, 768.
2. *Biloschytska, S.V. (2011). Application aid of non-coercive interaction to build training systems project management decisions / S.V. Biloschytska, M.M. Alekseenko, O.M. Kurilk., Y.O. Ostapchuk // Management of development of complex systems: 4, 31-35.*
3. *Bushuev S.D. (2012). Destinations dissertation research in the specialty "Project and Program Management" / S.D. Bushuev, V.D. Gogunsky, K.V. Koshkin // Management of development of complex systems: 12, 5 – 7.*
4. *Bushueva, N.S. (2007). Models and methods for proactive management organizational development programs.* Kyiv, Ukraine: Studies. World, 270.
5. *Ryzhakova, H.M. (2013). Alternative analytical instruments to ensure the economic security of public investment construction projects / H.M. Ryzhakova, S.P. Stecenko, Z.V. Lagutina // Management of development of complex systems: 16, 203 – 209.*
6. *Beinhocker, E.D. (2006). Origin of Wealth: Evolution, Complexity, and the Radical Remaking of Economics.* Boston, USA: Harvard Business School Press, 530.
7. *Kotler F. & Keller K. (2009). Marketing Management. 12th edition.* S-Pb., Russia: Peter, 816.
8. *Bugrov A.V. (2012). Institutional mechanisms for achieving the objectives of building projects / A.V. Bugrov, O.A. Bugrova // Management of Development of Complex Systems: 12, 30-34.*
9. *Commercial Code of Ukraine: Ukraine vid 16.01.2003 Law № 436-IV [electronic resource] / Parliament of Ukraine. – Official. Website – Access: <http://zakon.rada.gov.ua/go/436-15>.*
10. *The Civil Code of Ukraine: Ukraine vid 16.01.2003 Law № 435-IV [electronic resource] / Parliament of Ukraine. – Official. Website – Access: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/435-15>.*
11. *On Investments: The Law of Ukraine of 18.09.1991 № 1560-XII [electronic resource] / Parliament of Ukraine. – Official. Website – Access: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1560-12/page>.*
12. *Financial Leasing: The Law of Ukraine from 16.12.1997 №723 / 97-BP [electronic resource] / Parliament of Ukraine. – Official. Website – Access: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/723/97-%D0%B2%D1%80>.*

Стаття надійшла до редколегії 22.10.2014

Рецензент: д-р екон. наук, проф. В.Г. Федоренко, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

УДК 004.896:624

Чуприна Христина Миколаївна

Кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

Чуприна Юрій Анатолійович

Кандидат технічних наук, доцент кафедри менеджменту в будівництві
Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

**ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ РОЗРАХУНКУ
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ**

***Анотація.** Описано основні етапи технології, методології та розрахунку енергоефективності будівель. Сформульовано вимоги до енергетичної ефективності будівель, визначено основні показники енергоефективності залежно від категорії будівлі. Сформовано вимоги до енергоефективності технічних систем. Прийнято до уваги можливості використання з технічної, економічної та екологічної точок зору різноманітних вискооефективних альтернативних систем. Запропоновано технологію розрахунку енергоефективності будівлі, націлену не тільки на економію енергії, а й на вдосконалення технологічних процесів. На основі запропонованої технології розроблено узагальнену схему архітектури інформаційної системи розрахунку енергоефективності будівель. Реалізація такої системи дозволить автоматизувати енергоаудит і розрахунок енергоефективності будівлі, отримати енергетичний паспорт будівлі та економічний звіт щодо проведення заходів з підвищення енергоефективності.*

***Ключові слова:** енергетична ефективність; енергетичний паспорт; інформаційна система розрахунку енергоефективності будівель*

***Аннотация.** Описаны основные этапы технологии, методологии и расчета энергоэффективности зданий. Сформулированы требования к энергетической эффективности зданий, определены основные показатели энергоэффективности, в зависимости от категории здания. Сформированы требования к энергоэффективности технических систем. Приняты во внимание возможности использования с технической, экономической и экологической точек зрения различных высокоэффективных альтернативных систем. Предложена технология расчета энергоэффективности здания, нацеленная не только на экономию энергии, но и на совершенствование технологических процессов. На основе предложенной технологии разработана обобщенная схема архитектуры информационной системы расчета энергоэффективности зданий. Реализация такой системы позволит автоматизировать энергоаудит и расчет энергоэффективности здания, получить энергетический паспорт здания и экономический отчет по мероприятиям направленных на повышение энергоэффективности здания.*

***Ключевые слова:** энергетическая эффективность; энергетический паспорт; информационная система расчета энергоэффективности здания*

***Abstract.** The paper describes the main stages of technology, methodology and calculation of energy efficiency of buildings. The requirements for energy efficiency in buildings, the main indicators of efficiency, depending on the category of building. Formed energy efficiency requirements for technical systems. Taken into account the possibility of using technical, economic and environmental points of view of various highly efficient alternative systems. The technology of calculating the energy efficiency of the building, aimed not only saving energy but also to improve processes. Based on the proposed technology architecture diagram of the generalized information system calculating energy efficiency of buildings. The implementation of such a system will automate energy audits and energy efficiency calculation buildings, get a passport building energy and economic report on measures aimed at improving the energy efficiency of the building.*

***Keywords:** energy efficiency; energy passport; information system of calculating energy efficiency of the building*

Постановка проблеми

Раціональне використання енергоресурсів є важливою проблемою в усіх галузях сучасного життя, зокрема в будівельному секторі. Проблема розробки програмного забезпечення для розрахунку енергоефективності будівель полягає в тому, що більшість методів розв'язання задач визначення енергоефективності швидко втрачають актуальність, у зв'язку з появою нових матеріалів та технологій. Методи сертифікації енергоефективних будівель для багатьох країн різні, а отже використання одних і тих самих методів європейськими, американськими країнами і Україною – неможливе. Сучасні напрямки вирішення даної проблеми шляхом створення моделей, методів і технологій, що автоматизують процеси розрахунку енергоефективності будівель, обумовлюють актуальність даного дослідження [1; 2; 10].

Останні дослідження і публікації

Питаннями енергозбереження та енергоефективності в будівельному секторі займаються багато вітчизняних і закордонних вчених. Значний внесок в окремі аспекти зазначених напрямів внесли такі вчені: А.С. Городецький, О.Л. Підгорний, А.С. Горшков, В.О. Плоский, О.В. Сергейчук, М.С. Трутнева, О.Д. Самарін, І.М. Буговський, Ю.А. Табунщиков, Л.Д. Богуславський, Т.О. Кащенко, М.С. Барабаш, М.В. Савицький, Г.Г. Фаринюк, В. Треттон, А. Пасоян та інші. Проблемами енергоефективності у промисловому та житловому секторах займаються зарубіжні та вітчизняні вчені: Е. Вексей, А. Гула, В. Колодзейчик, М. Дідушкова, М. Вотапек, І. Земан, В. Сохор; окремі проблеми енергоефективності – К. Тімпе, Г. Люкінг, Г. Меессен. Незважаючи на важливість досліджень цих авторів, залишаються недостатньо розкриті питання, пов'язані з детальним обґрунтуванням технологій і тактики у сфері енергоефективності, актуальні проблеми практичної реалізації – розробки інформаційних систем розрахунку енергоефективності будівель [3; 4].

Мета статті

Метою статті є енергетична ефективність розрахунку нових та наявних будівель, що націлена на вдосконалення технологічних процесів.

Виклад основного матеріалу

Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності

Мінімальні вимоги енергетичної ефективності встановлені для:

- 1) нових будівель, їх секцій і елементів;
- 2) наявних будівель і їх секцій – у разі капітального ремонту таких;
- 3) елементів, що є частиною огорожувальних конструкцій наявних будівель, які суттєво впливають на енергетичну ефективність огорожувальних конструкцій будівлі – в разі модернізації або заміни цих елементів;
- 4) технічних систем будівель – щоразу, коли ці системи встановлюються, модернізуються або замінюються.

Мінімальні вимоги енергетичної ефективності встановлюються диференційовано для різних категорій будівель. Вимоги енергетичної ефективності встановлюються виходячи з оптимальних рівнів витрат, розрахованих відповідно до методології. Ці вимоги енергетичної ефективності повинні переглядатися через регульовані інтервали, що не перевищують п'яти років, і за необхідності оновлюються з метою відображення технічного прогресу в галузі будівництва.

Методологія розрахунку енергетичної ефективності будівель

Енергетична ефективність будівель визначається відповідно до методології розрахунку енергетичної ефективності будівель, яка включає такі елементи:

- 1) фактичні теплові характеристики будівлі, включаючи його внутрішні перегородки:
 - теплову потужність;
 - теплоізоляцію;
 - пасивне опалення;
 - елементи охолодження;
 - теплові мости;
- 2) установки для опалення та постачання гарячої води, в тому числі характеристики їх теплоізоляції;
- 3) установки кондиціонування повітря;
- 4) природну і механічну вентиляцію;
- 5) вбудовану освітлювальну установку (головним чином в нежитловому секторі);
- 6) проектування, позиціонування і орієнтацію будівлі, включаючи зовнішні кліматичні умови;
- 7) пасивні сонячні системи та системи сонячного захисту;
- 8) кліматичні умови всередині приміщення, включаючи передбачені проектом;
- 9) внутрішні навантаження.

Методологія розрахунку енергетичної ефективності будівель передбачає позитивний вплив таких релевантних для обчислення елементів:

- 1) місцеві умови сонячного впливу, активні сонячні системи та інші електричні та теплові системи, що базуються на енергії та отримуються з поновлюваних джерел енергії;

2) виробництво електричної енергії шляхом когенерації;

3) центральні або будинкові системи опалення та охолодження;

4) природне освітлення.

Залежно від категорій будівель, методологія розрахунку енергетичної ефективності будівель повинна давати можливість розрахунку таких показників енергетичної ефективності:

a) питома витрата енергії на опалення приміщень;

b) питома витрата енергії на підготовку гарячої води для господарських потреб;

c) питома витрата енергії на вентиляцію та охолодження;

d) питома витрата енергії на освітлення;

e) глобальна енергетична ефективність будівлі: загальний обсяг необхідної первинної енергії (для опалення приміщень, підготовки гарячої води для господарських потреб, вентиляції та охолодження, освітлення);

f) викиди CO₂.

На основі результатів оцінки енергетичної ефективності будівлі присвоюється клас енергоспоживання будівлі.

Енергетична ефективність нових та наявних будівель

Нові будівлі, їх секції та елементи повинні відповідати мінімальним вимогам енергетичної ефективності. Технічні системи нових будинків повинні відповідати вимогам енергетичної ефективності технічних систем (наведених нижче).

Наявні будівлі та їх секції, які зазнали капітального ремонту, повинні відповідати мінімальним вимогам енергетичної ефективності, у тій мірі, в якій це можливо з технічної, економічної та практичної точок зору.

Мінімальні вимоги енергетичної ефективності є обов'язковими для елементів наявної будівлі, що є частиною огорожувальних конструкцій будівлі і які суттєво впливають на енергетичну ефективність цих конструкцій, при модернізації або заміні цих елементів з метою досягнення оптимальних рівнів витрат.

Технічні системи наявних будівель повинні відповідати вимогам енергетичної ефективності технічних систем (наведених нижче).

Енергетична ефективність технічних систем

Технічні системи нових будівель повинні відповідати вимогам енергетичної ефективності, встановленим відповідно до мінімальних вимог енергетичної ефективності (наведених вище).

Ці вимоги включають:

a) правильну установку, калібрування, автоматизацію, регулювання та належний контроль

технічних систем будівлі;

b) установку вимірювальних систем.

Технічні системи наявних будівель при їх модернізації або заміні повинні відповідати вимогам енергетичної ефективності, у тій мірі, в якій це можливо з технічної, економічної та практичної точок зору.

У ході проектування нових будівель і до отримання дозволу на будівництво повинні бути вивчені і взяті до уваги можливості використання з технічної, економічної точок зору і з точки зору охорони навколишнього середовища таких високоефективних альтернативних систем, як:

1) децентралізовані системи енергопостачання, що базуються на відновлюваних джерелах енергії;

2) когенерація;

3) теплові насоси;

4) будинкові чи централізовані системи опалення або охолодження, особливо якщо вони базуються, цілком або частково, на поновлюваних джерелах енергії.

Аналіз можливостей використання альтернативних систем може здійснюватися:

1) для однієї будівлі – в індивідуальному порядку;

2) для групи аналогічних будівель або будівель загального типу, розташованих в одній і тій самій зоні;

3) для всіх будівель, підключених до централізованого опалення або охолодження в одній і тій же зоні.

При проектуванні нових будівель повинно застосовуватися найбільш доцільне рішення, прийняте на основі проведення аналізу можливостей використання альтернативних систем. Техніко-економічне обґрунтування використання альтернативних систем включається до складу проектної документації.

Використання в будівлях поновлюваних джерел енергії

Нові та наявні будівлі, які зазнали капітального ремонту, повинні споживати мінімальну кількість енергії, одержуваної з відновлюваних джерел.

Вимоги щодо використання енергії з відновлюваних джерел встановлюються диференційовано, залежно від категорії будівель, і застосовуються, якщо це можливо з технічної, економічної та практичної точок зору.

Технологія визначення енергоефективності будівлі

Технологія визначення енергоефективності будівлі націлена не тільки на економію енергії, а й на вдосконалення технологічних процесів. З цією метою оптимізація енергоефективності будівлі повинна охоплювати всі елементи технологічного процесу (рис.1).

Рис. 1. Схема взаємодії елементів технологічного процесу визначення енергоефективності будівлі

Технологія розрахунку витрат електроенергії включає:

- розрахунок витрат електроенергії на освітлення (зовнішнє, внутрішнє);
- розрахунок числа годин роботи на рік електроприймачів;
- визначення норми витрат електроенергії для силового навантаження будівель;
- розрахунок втрат в електричній мережі;

Технологія розрахунку витрати теплової енергії включає:

- розрахунок витрати енергії на опалення;
- розрахунок теплової енергії на вентиляцію;
- розрахунок теплової енергії на гаряче водопостачання.

Технологія розрахунку потреби в паливі для виробництва

Розрахунок теплової енергії на планований період, визначення потреби у паливі на виробництво теплової енергії визначається за нормами питомої витрати палива, на весь обсяг теплової енергії, необхідної для теплопостачання споживачів у запланованому періоді. Для визначення потреби у паливі на виробництво теплової енергії використовуються групові норми питомої витрати палива, засновані на індивідуальних нормах. В основу розробок індивідуальних норм повинні бути покладені нормативні характеристики котлоагрегатів. Нормативна характеристика являє собою залежність витрати умовного палива на 1 Гкал теплової енергії, що виробляється.

Технологія розрахунку потреби у холодній воді

Розрахунок витрат ведеться за кількістю осіб в будівлі.

Оцінка потенціалу економії енергоресурсів

Основною вихідною інформацією визначення потенціалу економії є баланси витрат електричної енергії в будівлі. Вони можуть будуватися за результатами енергетичного обстеження або за аналітичними виразами.

Потенціал економії енергоресурсів оцінюється за результатами енергоаудиту таким чином:

1) будується баланс споживання:

– за видами енергоносіїв (електроенергія, тепла енергія, вода);

– по об'єктах;

– по вартості енергоносіїв;

2) визначаються енергоносії, які найбільш суттєво впливають на бюджет будівлі;

3) розробляються заходи щодо економії енергоносіїв;

4) проводиться оцінка економічної ефективності впровадження розроблених заходів щодо економії енергоносіїв, розраховується термін окупності;

5) складається програма енергозбереження.

На основі наведеної технології визначення енергоефективності будівлі сформовано загальну архітектуру інформаційної системи розрахунку енергоефективності будівлі (рис. 2).

Рис. 2. Узагальнена схема архітектури інформаційної системи розрахунку енергоефективності будівлі

Висновки

На основі наявних технологій визначення енергоефективності будівель сформульовано вимоги до енергетичної ефективності будівлі, виділено основні етапи методології та розрахунку енергетичної ефективності будівлі. Визначено основні показники енергоефективності будівлі, залежно від її категорії. Сформовано вимоги до енергоефективності технічних систем. На основі

запропонованої технології визначення енергоефективності будівлі розроблено схему загальної архітектури інформаційної системи розрахунку енергоефективності будівлі, реалізація якої дозволить: автоматизувати процес проведення енергоаудиту, визначити енергоефективність будівлі, отримати енергетичний паспорт будівлі та економічний звіт щодо заходів з підвищення енергоефективності.

Список літератури

1. Демченко В. В. Методи підвищення енергоефективності будівлі / В. В. Демченко, Х. М. Чуприна, О. В. Невмержицький // Управління розвитком складних систем : зб. наук. пр. – К. : КНУБА, 2013. – № 16. – С. 138–143.
2. Чуприна Х. М. Методи визначення теплопровідності та енергоефективності огорожувальних конструкцій будівлі в BIM / Х. М. Чуприна // Міжвідомчий наук.-техн. зб. "Будівельне виробництво". – К. : НДІБВ, 2013. – Вип. 55. – С. 28–38.
3. Чуприна Х. М. Інтегрована єдина енергетична модель будівлі / Х. М. Чуприна // Управління розвитком складних систем : зб. наук. пр. – К. : КНУБА, 2014. – № 17. – С. 125–131.
4. Чуприна Х. М. Система проектування енергоефективних будівель / Х. М. Чуприна // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції САПР ALLPLAN. – К. : КНУБА, 2014. – С. 80–83.
5. Горшков А. С. Энергоефективность в строительстве: вопросы нормирования и меры по снижению энергопотребления зданий. ИЖС. №1. 2010.
6. Гоц Х. М. Використання сучасних технологій САПР для проектування енергоефективних будівель / Х. М. Гоц // Управління розвитком складних систем : зб. наук. пр. – К. : КНУБА, 2012. – № 11. – С. 100–106.
7. Коpecь, Г. Р. Результати вирішення проблем енергоефективності у муніципальному секторі міста Львова / Г. Р. Коpecь // Проблеми економіки та управління №611. – Л. : Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2008. – С. 80–85.
8. Матросов Ю. А. Энергосбережение в зданиях. Проблема и пути ее решения. – М., НИИСФ, 2008, 496 с.
9. Терешкина Т. Р. Системы энергоменеджмента. Стандарт ISO 50001: учебное пособие / СПбГТУРП. СПб., 2013. – 36 с. – ISBN 978-5-91646-075-9.
10. ДИРЕКТИВА Европейского парламента и Совета №2010/31/ЕС от 19 мая 2010 года об энергосбережении зданий.

References

1. Demchenko, V. (2013). Energy efficiency building methods / V. Demchenko, K. Chupryna, A. Nevmerzhitsky // Management of Development of Complex Systems. Kyiv, Ukraine: KNUCA, 16, 138-143.
2. Chupryna, K. (2013). Methods for determination of thermal conductivity and energy efficiency building envelope in BIM. Interdepartmental scientific-technical. Coll. "Construction Industry". Kyiv, Ukraine: NDIBV, 55, 28-38.
3. Chupryna, K. (2014). Integrated integrated energy model building. Management of Development of Complex Systems. Kyiv, Ukraine: KNUCA, 17, 125-131.
4. Chupryna, K. (2014). System design energy efficient buildings. Proceedings of the International Scientific Conference CAD ALLPLAN. Kyiv, Ukraine: KNUCA, 80-83.
5. Gorshkov, A. (2010). Energy efficiency in the building: issues of regulation and measures to reduce energy consumption of buildings. IZHS, 1.
6. Gots, K. (2012). Using modern technology CAD for designing energy efficient buildings. Management of Development of Complex Systems. Kyiv, Ukraine: KNUCA, 11, 100-106.
7. Kopec, G. (2008). The results of solving the problems of energy efficiency in municipal sector of the city. Problems of Economics and Management: Izd Nat. Univ "Lviv. Polytechnic", 611, 80-85.
8. Matrosov, Y. (2008). Energy savings in buildings. The problem and its solutions. Moscow, Russia: NIISF, 496.
9. Tereshkina, T. (2013). Energy management system. ISO 50001: a tutorial / SPbGTURP. SPb., Russia: 36.
10. Directive of the European Parliament and the Council №2010 / 31 / EC of 19 May 2010 of the energy savings in buildings.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.О. Білощицький, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.