

РОЗДІЛ VII. ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВНИЦТВА ТА ПРИРОДОЗНАВСТВО

УДК 697

Марина Лапа, Марина Двоєглазова, Ілля Печонкін, Юлія Лапа

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ

Марина Лапа, Марина Двоєглазова, Ілля Печенкин, Юлия Лапа

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ

Maryna Lapa, Maryna Dvoieglazova, Illia Pechonkin, Yuliia Lapa

PROVIDING OF BUILDINGS ENERGOEFFICIENCY

Проведено аналіз нормативної та законодавчої бази, існуючої забудови, підходів до забезпечення енергоефективності будівель під час проектування, будівництва, реконструкції та експлуатації, розроблені рекомендації для підвищення якості та ресурсоздатності будівель за допомогою забезпечення їх енергоефективності.

Ключові слова: енергоефективність, якість будівель, експлуатація будівель.

Рис.: 5. Табл.: 6. Бібл.: 10.

Проведен анализ нормативной и законодательной базы, существующей застройки, подходов к обеспечению энергоэффективности зданий при проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации, разработаны рекомендации для повышения качества и ресурсоспособности зданий путем обеспечения их энергоэффективности.

Ключевые слова: энергоэффективность, качество зданий, эксплуатация зданий.

Рис.: 5. Табл.: 6. Библ.: 10.

The article analyzes the regulatory and legislative framework, existing buildings, approaches to buildings energy efficiency in the design, construction, reconstruction and operation, developed recommendations to improve the buildings quality through their energy efficiency.

Key words: energy efficiency, the buildings quality, buildings operation.

Fig.: 5. Tabl.: 6. Bibl.: 10.

Постановка проблеми. Україна споживає у загальному балансі більше 70 % імпортованих енергоресурсів та є однією з енергозалежних країн Європи, існує проблема неефективного використання енергоресурсів. В Україні понад 30 % кінцевої енергії споживається будинками під час експлуатації, тому вирішення питань енергоефективності будівель у процесі проектування, будівництва, реконструкції та експлуатації є актуальним в умовах енергетичної кризи у країні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як основу для оцінювання житла використовують його фізико-будівельні й архітектурно-просторові особливості, а головне – людські критерії. До них відносять сприйняття середовища людьми, забезпечення ресурсами, видалення продуктів життєдіяльності та зручність управління цими процесами. Усі ці потреби об'єднані в інтегральному понятті якості, тобто у сукупності властивостей, що характеризують ступінь придатності будівель до використання за призначенням і задоволення вимог споживача. Проектуванню енергоефективних будинків присвячені роботи М. М. Бродач, А. Н. Дмитрієва, Т. А. Маркуса, Е. Н. Моррриса, В. Л. Мартинова, Т. О. Кашенко, М. П. Селіванова, Ю. А. Табунщикова, Н. В. Шилкіна [4; 5; 9]. Енергоефективні будівлі як новий напрямок в експериментальному будівництві з'явилися після світової енергетичної кризи 1974 року. Вони стали відповіддю на критику спеціалістів Міжнародної енергетичної ефективності (МІРЕК) ООН про те, що сучасні будівлі мають великі резерви підвищення їх теплової ефективності, але науковці недостатньо вивчили особливості формування їх теплового режиму, а проектувальники не вміють оптимізувати потоки тепла й маси в огороженнях і будівлях. У тій же доповіді фахівців МІРЕК була сформульована головна ідея економії енергії: енергоресурси можуть бути використані більш ефективно завдяки застосуванню заходів, які здійснені технічно, обґрунтовані економічно, а також прийнятні з екологічного та соціального поглядів, тобто викликає мінімум змін звичного способу життя.

Мета статті. Аналіз нормативної та законодавчої бази, недоліків існуючої забудови, розробка рекомендацій для підвищення якості та ресурсоздатності будівель за допомогою забезпечення їх енергоефективності.

Викладення основного матеріалу. Проект першої висотної енергоефективної споруди почав втілюватися в життя в 1972 році, в американському Манчестері. Його автори, архітектори Ендрю і Ніколас Ісаак «здали в роботу» проект будівлі загальною площею 16 350 кв. м. Будівля має сім поверхів, на яких розташовуються офісні приміщення, і технічний поверх (рис. 1).

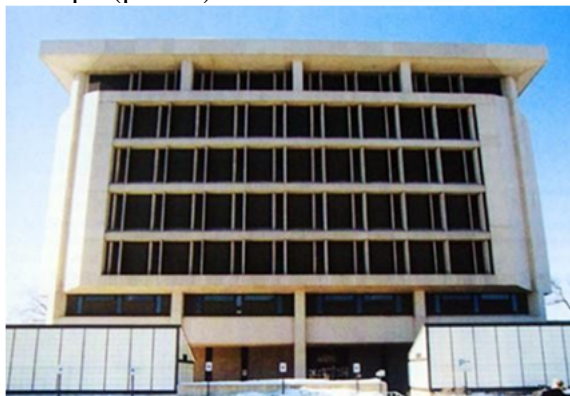


Рис. 1. Перша енергоефективна висотна будівля (США)

Найбільш енергоефективною висотною будівлею велика кількість спеціалістів називають 309-метрову башту Pearl River Tower, побудовану в Гуанчжоу (рис. 2). Будівля має 71 поверх. Спроекували її американці – інженери із Skidmore, Owings & Merrill. Прикладами енергоефективних будівель також є Commerzbank (1997 р., Німеччина), MAIN TOWER – у Франкфурті-на-Майні (2000 р., Німеччина), London City Hall (2002 р., Велика Британія) (рис. 3).



Рис. 2. Pearl River Tower – лідер з енергоефективності (2010 рік, Китай)



Рис. 3. London City Hall (2002 рік, Велика Британія)

Метою вітчизняного проекту енергоефективної будівлі було створення, передексплуатаційна перевірка і наступне впровадження в житлове будівництво міст новітніх технологій і обладнання, що забезпечують як мінімум двократне зниження енергозатрат на експлуатацію житлового фонду. У 2015 р. у Київській області офіційно було введено в експлуатацію перший серійний енергоефективний будинок в Україні – OptimaHouse, який було створено на основі європейських концепцій «Мультикомфортний дім» та «Активний дім», спеціально адаптованих для українського ринку. Низький рівень енергоспоживання, короткі терміни будівництва, незалежність від газопостачання, доступна ціна – головні переваги новобудови (рис. 4).



Рис. 4. Українські проекти

Аналіз існуючих українських будівельних норм показав, що в них:

- відсутні поняття геометричних теплових мостів та їх розрахунку;
- відсутня методика розрахунку теплових мостів для конструкцій, що контактують з ґрунтом у неопалюваних приміщеннях;
- розрахунок теплових мостів виконують за внутрішніми розмірами.

Міжнародний стандарт ISO 50001:2011 встановлює системи і процеси для поліпшення рівня енергоефективності, що враховує енергоефективність, характер використання та кількість споживаної енергії. Застосування цього стандарту дозволить знизити викиди парникових газів та інші екологічні впливи, а також енерговитрати за допомогою системного підходу до енергоменеджменту [4]. Але забудовники в Україні не проводять енергоаудит зведених об'єктів та будівель після капітальної реконструкції. Застосування енергоефективних технологій підвищує вартість будівництва, але знижує вартість експлуатації будівель. Законопроект «Про енергетичну ефективність будівель» вводить сертифікацію енергетичної ефективності для об'єктів будівництва та існуючих будівель з метою визначити фактичні показники енергетичних характеристик. В Україні діє Урядова програма з енергоефективності [2], за два роки дії програми нею скористалися більше 155 тис. громадян – власників приватних будинків. Так, за даними опитаних учасників програми, економія газу для приватного будинку після термомодернізації складає в середньому 29 %. Після заміни вікон на енергоефективні економія газу для приватного будинку становить 12 %, а економія тепла для квартири – 16 %. Модернізація системи опалення і вентиляції дає в середньому 21 % економії газу [2].

Але під час реконструкції та капітальних ремонтів населення, вкладаючи величезні кошти у хаотичну термомодернізацію своїх квартир та будинків, абсолютно не впливає на зниження енергоспоживання, а здебільшого, навпаки, його множить. Цей процес ніким не контролюється, навпаки, органи місцевого самоврядування всіляко заохочують подібну діяльність, оскільки не треба піклуватися про розвиток комунальної теплоенергетики, відсутня нормативна база та доступні методичні матеріали для населення щодо термомодернізації та забезпечення енергоефективності будинків. У багатьох країнах розробляється доступна методична база для населення щодо забезпечення енергоефективності житлових будинків, промислових будівель у процесі будівництва та реконструкції [10].

Розглянемо класифікацію будівель за їхнім рівнем енергоспоживання.

1. Старі будівлі (будівлі побудовані до 1970-х) – потребують для свого функціонування (опалення й охолодження) близько 300 кВт·год/м² на рік. Цей стандарт, на жаль, дотепер відповідає і звичайним будівлям, які будуються в Україні.

2. Нові будівлі (які будувались в Європі з 1970-х до 2002 року) – 150 кВт·год/м² на рік.

3. Будинки низького рівня споживання енергії (з 2002 року в Європі не дозволяється будівництво будинків з більшим енергоспоживанням!) – 60 кВт-год/м² на рік.

4. Пасивний будинок (з 2019 року в Європі не можна будувати будинки за стандартами нижче, ніж пасивний будинок) – 15 кВт-год/м² на рік. Згідно з Директивою ЄС 2012/20 EU по енергоефективності очікується, що до 2020 року усі країни-члени Євросоюзу забезпечать 20 % підвищення власної енергоефективності.

5. Будинок нульової енергії (архітектурно має той самий стандарт, що і пасивний будинок, але інженерно обладнаний так, щоб споживати виключно ту енергію, яку сам і виробляє) – 0 кВт-год/м² на рік.

6. Будинок плюс енергії (будівля, яка за допомогою встановленого інженерного обладнання: сонячних батарей, колекторів, теплових насосів, рекуператорів тощо виробляє більше енергії, ніж використовує сама).

Розглянемо енергоспоживання протягом життєвого циклу (ЖЦ) будівлі. Експлуатація будівель – основний період енергоспоживання та викидів CO₂ протягом ЖЦ будівлі (рис. 5) [6–8]. У нашій країні житловий фонд становить 25 % усіх основних фондів. Стандартне енергоспоживання будинку в Європі становить: опалення – 57 %, ГВП – 25 %, освітлення та прилади – 11 %, приготування їжі – 7 %. Таким чином, основні витрати енергії – це опалення будинку. На рис. 5 показано зниження загального споживання енергії будівель у світі, зведених за сучасними технологіями будівництва.

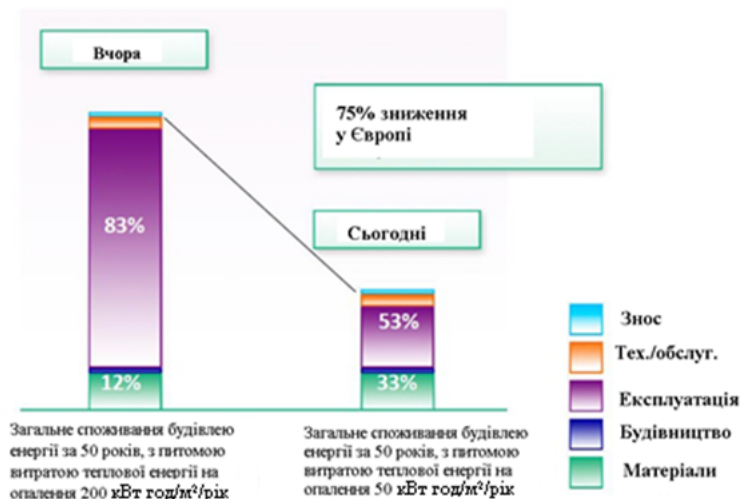


Рис. 5. Загальне споживання енергії будівель протягом життєвого циклу

Сьогодні великим тягарем для економіки нашої держави є тепловтрати. Через незабезпечення енергоефективності будівель втрати тепла становлять 47 %. Наведемо приклад досліджених тепловтрат у п'ятиповерхових будинках перших масових серій (табл. 1) [3].

Таблиця 1

Тепловтрати в п'ятиповерхових будинках перших масових серій

Вид будівлі	Тепловтрати, %				
	Стіни	Горищні перекриття	Підлога 1-го поверху	Вікна	Інфільтрація
Панельний будинок	30	5	7	23	35
Цегляний будинок	22	10	7	23	38

Аналіз існуючої малоповерхової забудови показав, що під час проектування не розраховується термомаса та енергетична ефективність будівлі, не застосовується пасивний дизайн, вікна не враховують рух та направлення сонячних променів, покрівля не пристосована для установки сонячних колекторів, фундаменти не енергоефективні, ча-

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

сто відсутні утеплювальний та відбиваючий прошарок. Такі будинки дорого і довго прогрівати до комфортного стану.

Розглянемо заходи для забезпечення енергоефективності будівель та зниження витрат на опалення під час експлуатації будівель. У процесі проектування захисних конструкцій слід докладно і детально враховувати усі можливі коливання та поєднання температурних і вологісних факторів зовнішнього середовища й механізми їх впливу на комфортні умови усередині приміщень [1]. Для огорожувальних конструкцій житлових та опалюваних будівель вибирають матеріали з невеликим коефіцієнтом теплопровідності, але з вищою питомою теплоємністю. В табл. 2 наведено фізико-механічні показники піноблоків, газоблоків, керамзитоблоків та будівельної цегли.

Таблиця 2

Аналіз основних фізико-механічних показників піноблоків та традиційних будівельних матеріалів

Показники	Цегла будівельна		Керамзито-блоки	Газоблоки	Піноблоки
Густина, кг/м ³	1600-1800	1800	800-1800	600-800	300-1800
Маса 1м ² у „півцеглини”, кг	1200-1800	1450-2000	500-900	90-900	90-900
Теплопровідність Вт/(м·К)	0,6-0,95	0,85-1,15	0,75-0,95	0,07-0,38	0,07-0,38
Морозостійкість, цикл	25	25	25	35	35
Водопоглинання, %	12	16	18	20	8-10
Межа міцності на стиск, МПа	2,5-25	5-30	3,5-7,5	0,5-25,0	0,25-12,5

Сучасні теплоізоляційні матеріали, як правило, мають характерні їм властивості, завдяки яким вони здатні прослужити довгий час навіть у разі експлуатації у важких умовах (табл. 3). А якісна ізоляція дозволяє використовувати систему вентиляції з меншим коефіцієнтом теплового обміну, що значно знижує навантаження на компресор.

Таблиця 3

Характеристики теплоізоляційних матеріалів

Показник	Шлаковата	Скловата	Кам'яна вата	Базальтове тонке волокно	БСТВ
Гранична температура застоування, °С	до 250	від -60 до +450	до 300-600	від -190 до +700	від -190 до +1000
Середній діаметр волокна, мкм	4 - 12	4 - 12	4 - 12	5 – 15	1 - 3
Сорбційне зволоження за 24 год. (не більш), %	1,9	1,7	0,095	0,035	0,02
Колочість	так	так	ні	ні	ні
Необхідність використ. зв'язуючого	так	так	так	так	ні
К-т теплопровідності, Вт/(м·К)	0,46-0,48	0,038-0,046	0,077-0,12	0,038-0,046	0,035-0,046
Клас горючості (НЗ – незаймисті, З - займисті)	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ
Виділення шкідливих речовин	так	так	так	так	ні
Теплоємність, Дж/(кг·К)	1000	1050	1050	500-800	800-1000
Температура спікання	250-300	450-500	600	700-1000	1100-1500
Довжина волокон, мм	16	15-50	16	20-50	50-70
Хімічна стійкість (втрата ваги) у воді, %	7,8	6,2	4,5	1,6	1,6

Слід зазначити, що деякі недоліки стінових конструкцій є результатом не тільки неопрацьованих проектних рішень, але і низької кваліфікації робітників, випадкового браку або прихованих дефектів будматеріалів.

Конструювання без теплових мостів. Оболонки будівель складаються не тільки з загальноприйнятих конструкцій (стіна, дах, перекриття), але й охоплюють грані, кути, стики і місця порушення цілісності зовнішньої теплоізоляційної оболонки (внаслідок

наскрізного проходження, наприклад, трубопроводів, вентиляційних каналів або елементів будівельних конструкцій). У всіх цих місцях тепловтрати, як правило, збільшені в порівнянні зі звичайними поверхнями. Завдяки ретельному проектуванню і добросовісному виконанню можливо досить сильно зменшити тепловтрати, що виникають через теплові мости.

Конструювання без теплових мостів визначається таким чином: вплив, викликаний «теповими мостами», повинен бути дуже малий або рівний нулю. Тоді спочатку зовсім не включатимемо в розрахунок ефект, викликаний тепловими мостами – це суттєво спростить розрахунок. Дотримання чотирьох правил допомагає понизити тепловтрати, що виникають через теплові мости (табл. 4).

Таблиця 4

Зниження тепловтрат через теплові мости

Правило уникнення теплових мостів	По можливості не робити отвори в теплоізоляційній оболонці
Правило проходження теплоізоляції	Якщо не можливо уникнути отворів в теплоізоляційному шарі, то необхідно по можливості в цьому місці максимально збільшити опір теплопередачі і в шарі теплоізоляції, наприклад, використовувати пористий бетон або деревину
Правило примикання (для стиків)	Розміщення утеплювача в стиках будівельних елементів повинно бути без пустих просторів, тобто стик повинен бути повністю ізолюваний
Правило геометрії	Обирати по можливості грані з тупими кутами ($>90^\circ$)

Герметична оболонка будівлі. Зовнішня оболонка будівель повинна бути повітро-непроникною. Ядром проблеми є неправильне уявлення – поширене переконання, що через нещільність зовнішньої оболонки будівлі (шви, стики, зазори) можна гарантувати у квартирах достатню припливну і витяжну вентиляцію.

Однак повітряний потік через шви має вагомий недолік: якщо через шов ззовні усередину легко проходить повітря, то через напір вітру можливе попадання в конструкцію атмосферних опадів. Якщо повітряний потік приходить зсередини назовні, то ці наслідки уже катастрофічні. Тепле вологе повітря приміщення охолоджується, проходячи через шов; виходячи назовні, воно може уже не містити попереднього проценту вологості, оскільки у холодному повітрі міститься невеликий відсоток водяної пари. Зайва волога конденсується у шві, тобто конструкція наскрізь просочується вологою. Герметичність будівель легко виміряти. Для цього є так званий «тест тиском». За допомогою вентилятора, встановленого у проріз зовнішніх дверей або вікна, створюють у всій будівлі певне розрідження (звичайна величина різниці тиску становить 50 Па). Вимірюється кількість повітря, що проходить через нещільність усередину приміщення, коли у приміщенні створюється знижений тиск. Ця кількість визначає витік повітря. Також розміщення місць витоку повітря можливо точно визначити за допомогою огляду зовнішньої оболонки у характерних місцях (схильних до повітропроникності). Типові місця витоку:

- з'єднання і стики конструкційних елементів;
- проходження кабелів і труб скрізь повітроізолюючу оболонку будівлі;
- примикання вікон і дверей;
- з'єднання різних будівельних матеріалів;
- шви примикання прибудов і еркерів;
- мансардні і слухові вікна, дахові люки.

Вітчизняні виробники вже створили сучасні технології і виготовляють у достатній кількості вікна і двері з високими енергозберігаючими якостями, які відповідають рівню світових стандартів (табл. 5, 6) [3].

Таблиця 5

Термічний опір віконних конструкцій

Тип конструкції	Опір теплопередачі, м ² К/Вт
Одне скло	0,16-0,2
Однокамерний склопакет із звичайним склом	0,3-0,36
Два скла окремо	0,32-0,28
Однокамерний склопакет з одним енергозберігаючим склом	0,5-0,59
Однокамерний склопакет із звичайним склом + одне скло	0,62-0,66
Однокамерний склопакет з одним енергозберігаючим склом + одне скло	0,72-0,8
Двокамерний склопакет із звичайним склом	0,64-1,0
Двокамерний склопакет з подвійним енергозберігаючим склом	0,8-1,25

Таблиця 6

Тепловий опір рами і сплетення із різних матеріалів

Матеріал рами	Опір теплопередачі, м ² К/Вт
Дерево загальною товщиною 80 мм	0,63
Дерево загальною товщиною 50–80 мм	0,50
Дерево загальною товщиною 50 мм	0,36
Пластик	0,36
Пластик з металевим підсиленням	0,28
Алюміній з «термобар'єрами» > 10 мм	0,28
Алюміній з «термобар'єрами» < 10 мм	0,20
Алюміній або сталь без «термобар'єрів»	0,14

Правильна експлуатація сонячного тепла. Вікна пасивних будівель працюють як сонячні колектори – теплонадходження від пасивного використання сонячної енергії здійснюють основний внесок у відшкодування тепловтрат. Пасивний дизайн використовує місцеві кліматичні умови для нагрівання та охолодження будинку природним чином [9]. Концепція використовує сезонні зміни у шляху сонця по небу, щоб нагріти й охолодити будинок, а не використовувати паливо або електрику. Кут пересування сонця по небу змінюється залежно від пори року. Це впливає на рівень сонячного світла, який може увійти до будівлі. Будинки можуть бути сконструйовані таким чином, щоб захопити низьковисотні промені зимового сонця для нагріву та використання захисту вікна, щоб блокувати велику висоту сонця влітку. Мета полягає не в тому, щоб будь-якою ціною отримати максимально можливу кількість сонячної енергії, а в тому, щоб по можливості зберігати на мінімальному рівні недостатню потребу в енергії на опалення [10].

Висновки. Таким чином, незалежно від типу та масштабу будівництва, для підвищення якості будівель, їх енергоефективності та ресурсоспроможності необхідно враховувати певні принципи екологічного дизайну під час будівництва та реконструкції:

- зменшити споживання ресурсів, особливо невідновлюваних ресурсів через енергоефективні конструкції, включаючи відновлювані джерела енергії, використання технологій пасивного сонячного опалення/охолодження, природної вентиляції і природного освітлення;

- проектувати з урахуванням стійкості, адаптивності та можливості перепродажу будівлі;

- для уникнення потенційних небезпек для здоров'я мінімізувати використання небезпечних хімічних речовин, уникати хімічно оброблених матеріалів, бути обережними щодо електромагнітного випромінювання;

- максимізувати здоров'я, безпеку і комфорт споживачів;

- проектувати з метою мінімізації відходів і максимізації ефективності використання води;

- мінімізація забруднення навколишнього середовища повітря, води і ґрунту;

– розробка доступних методичних рекомендацій, посібників відповідних місцевих органів влади для населення щодо забезпечення енергоефективності будівель під час будівництва та реконструкції приватних житлових будинків та термомодернізації квартир.

Список використаних джерел

1. *Вольфганг Ф.* Основные положения по проектированию пассивных домов / Ф. Вольфганг. – М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 144 с.
2. *Держенергоефективності України* [Електронний ресурс] // Офіційний сайт Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України. – Режим доступу : <http://saee.gov.ua>.
3. *Експлуатація та ремонт будівель міської забудови.* Ч. 1 / [під ред. М. М. Попович, Т. В. Прилипко, Т. Е. Потапова]. – Вінниця : ВНТУ, 2004. – 96 с.
4. *Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання (ISO 50001:2011, IDT): ДСТУ ISO 50001:2014.* – [Чинний від 16.09.2014]. – К. : Мінекономрозвитку України, 2015. – 27 с. – (Державний стандарт України).
5. *Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006.* – [Чинний від 2007-04-01]. – К. : Мінбуд України, 2006. – 73 с.
6. *Лапа М. В.* Развитие научных основ повышения качества эксплуатации и ресурсоспособности критически важных объектов инфраструктуры : монография / М. В. Лапа, К. Н. Маловик. – Х. : Индустрия, 2016. – 280 с.
7. *Лапа М. В.* Управління документацією при виконанні ремонтно-будівельних робіт / М. В. Лапа, Н. М. Шашкевич, І. С. Печонкін // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем : матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф. (19-22 травня 2015 р., м. Чернігів). – Чернігів : ЧНТУ, 2015. – С. 192–194.
8. *Підвищення якості планування та проведення поточних і капітальних ремонтів виробничих будівель, споруд на АЕС* / М. В. Лапа, М. А. Цезарук, І. С. Печонкін, Є. В. Мирошниченко // Збірник наукових праць СНУАЕтаП. – 2013. – № 4 (26). – С. 156–163.
9. *Табуничиков Ю. А.* Энергоэффективные здания / Ю. А. Табуничиков, М. М. Бродач, Н. В. Шилкин. – М. : АВОК-ПРЕСС, 2003. – 200 с.
10. *Indigo shire council* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.indigoshire.vic.gov.au>.

References

1. *Volfgang, F.* (2008). *Osnovnye polozheniia po proektirovaniu passivnykh domov [Basic Situation on designing passyv houses]*. Moscow: Izd-vo Assotsiatsii stroitelnykh vuzov (in Russian).
2. *Derzhenerhoefektyvnosti Ukrainy [State Energy Efficiency]. Ofitsiynyi sait Derzhavnogo ahentstva z enerhoefektyvnosti ta enerhozberezhennia Ukrainy [Site of the State Agency for Energy and Energy Saving of Ukraine]*. [www.saee.gov.ua](http://saee.gov.ua). Retrieved from <http://saee.gov.ua>.
3. *Popovych, M.M., Prylypko, T.V., Potapova, T.E.* (2004). *Ekspluatatsiia ta remont budivel miskoi zabudovy [Operation and maintenance of urban buildings]*. Vinnytsia: VNTU (in Ukrainian).
4. *Enerhozberezhennia. Systemy enerhetychnoho menedzhmentu. Vymohy ta nastanova shchodo vykorystannia [Energy management systems — Requirements with guidance for use] (2015). DSTU ISO 50001:2014 from September 16, 2014.* Kyiv: Ukraine Ministry of Economic Development (in Ukrainian).
5. *Konstruktzii budynkiv i sporud. Teplova izoliatsiia budivel [Construction of buildings and structures. Insulation of buildings] (2006). DBN V.2.6-31:2006 from 01 April.* Kyiv: Ukraine Ministry of Construction (in Ukrainian).
6. *Lapa, M.V. & Malovik, K.N.* (2016). *Razvitie nauchnykh osnov povysheniia kachestva ekspluatatsii i resursosposobnosti kriticheski vazhnykh obiektov infrastruktury [The Scientific fundamentals development of Increase quality operation and resource abilities critical infrastructure objects]*. Kharkov: Industriia (in Russian).
7. *Lapa, M. V.* (2015). *Upravlinnia dokumentatsiieiu pry vykonanni remontno-budivelnykh robit [Document management in the execution of repair and construction works]. Proceedings from Kompleksne zabezpechennia yakosti tekhnolohichnykh protsesiv ta system: materialy V Mizhnar.*

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

nauk.-prakt. konf. – Comprehensive quality assurance processes and systems. Conference proceedings of the V Intern. scientific-practical conference (Chernihiv, May 19-22, 2015). Chernihiv: ChNTU, pp. 192–194 (in Ukrainian).

8. Lapa, M.V., Tsezaruk, M.A., Pechonkin, I.S., Myroshnychenko, Ye.V. (2013). Pidvyshchennia yakosti planuvannia ta provedennia potochnykh i kapitalnykh remontiv vyrobnychykh budivel, sporud na AES [Improving the quality of planning and execution of the industrial buildings and structures current and capital repair in nuclear power plants]. *Zbirnyk naukovykh prats SNUiEtaP – Scientific works SNUNEI*, no 4 (26), pp. 156–163 (in Ukrainian).

9. Tabunshnikov, Iu. A., Brodach, M. M., Shilkin, N. V. (2003). *Energoeffektivnye zdaniia [Power effective buildings]*. Moscow: AVOK–PRESS (in Russian).

10. *Indigo shire council [Site of the Indigo shire council]*. www.indigoshire.vic.gov.au. Retrieved from <http://www.indigoshire.vic.gov.au>.

Лапа Марина Володимирівна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри промислового та цивільного будівництва, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Белова, 4, корп. 23, м. Чернігів, 14000, Україна).

Лапа Марина Владимировна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры промышленного и гражданского строительства, Черниговский национальный технологический университет (ул. Белова, 4, корп. 23, г. Чернигов, 14000, Украина).

Лапа Маруна – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Industrial and Civil Construction Department, Chernihiv National University of Technology (4 Belova Str., build. 23, 14000 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: siver_info@i.ua

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2560-0371>

ResearcherID: 1673-2016

Двоєглазова Марина Валеріївна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри публічного управління та менеджменту організацій, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Белова, 4, корп. 23, м. Чернігів, 14000, Україна).

Двоєглазова Марина Валерьевна – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры публичного управления и менеджмента организаций, Черниговский национальный технологический университет (ул. Белова, 4, корп. 23, г. Чернигов, 14000, Украина).

Dvoieglazova Maryna – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Public Administration and Organizations' Management Department, Chernihiv National University of Technology (4 Belova Str., build. 23, 14000 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: maryna.dvoieglazova@gmail.com.

Печонкін Ілля Сергійович – інженер-аналітик, група компаній ЛІРА (вул. Кадетський Гай, 6а, оф. 209, м. Київ, 03048, Україна).

Печенкин Илья Сергеевич – инженер-аналитик, группа компаний ЛИРА (ул. Кадетский Гай, 6а, оф. 209, г. Киев, 03048, Украина).

Pechonkin Iliia – engineering analyst, LIRA group of companies (6a Kadetskiy Hai Str., office 209, 03048 Kyiv, Ukraine).

E-mail: jeniviev@mail.ru.

Лапа Юлія Борисівна – студентка, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Белова, 4, корп. 23, м. Чернігів, 14000, Україна).

Лапа Юлия Борисовна – студентка, Черниговский национальный технологический университет (ул. Белова, 4, корп. 23, г. Чернигов, 14000, Украина).

Лапа Yuliia – student, Chernihiv National University of Technology (4 Belova Str., build. 23, 14000 Chernihiv, Ukraine).

E-mail: Yu_lapa@mail.ru