

# ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING

УДК 621.311+658.26

С.П. Денисюк, д-р техн. наук, проф., О.В. Коцар, канд. техн. наук, доц.,  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
Х-Д. Хаазис, доктор, проф., І. Довбішук, доктор,  
Університет Бремена, Німеччина

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ ГАЛУЗІ. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СКЛАДСЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

*У статті розглянуто розвиток транспортно-логістичної галузі, особливості формування енергоефективної транспортно-логістичної інфраструктури із визначенням ролі портів у морських транспортних перевезеннях та виділенням процесу енергоефективності складських приміщень як одного із основних завдань модернізації транспортно-логістичної галузі. Оцінено типи складів та їх класифікацію, основні напрямки розвитку складської інфраструктури, визначено, що віднесення складів до одного із класів обумовлює різні вихідні вимоги до їх модернізації та здійснення заходів підвищення енергоефективності.*

*Показано, що при оцінці якості складів у логістичній галузі, в першу чергу, враховується енергоефективність приміщень; енергоефективні складські комплекси мають характеризуватися суттєвим зниженням витрат і викидів у навколишнє середовище, а також застосуванням технологій, які дозволяють знижувати споживання природних ресурсів і негативний вплив на навколишнє середовище, що розглядаються як фактори сталого розвитку ланцюгів постачань великих компаній; підвищення енергетичної ефективності в логістичних системах, зокрема, складських приміщеннях, вимагає модернізації програм розвитку компетенції експертів з енергоаудиту, енергетичного менеджменту, підготовки та підвищення кваліфікації кадрів.*

*Проаналізовано сучасний європейський досвід щодо вирішення проблеми підвищення ефективності функціонування транспортно-логістичної галузі, зокрема, особливості підвищення ефективності функціонування складів за рахунок енергоефективності будівель, а рівень енергоефективності має визначатися у відповідності до вимог актів законодавства ЄС, Енергетичного Співтовариства. Розглянуто вплив процесу автоматизації, моніторингу та управління будівлями на рівень їх енергоефективності згідно європейського регіонального стандарту EN 15232: 2007 «Енергоефективність будівель. Методи визначення впливу автоматизації, керування і експлуатації будівлі».*

**Ключові слова:** транспортно-логістична галузь, енергоефективність, логістична система, підвищення енергетичної ефективності, складське приміщення, автоматизація, моніторинг та управління будівлями.

### Вступ

Транспорт є однією з найбільших системоутворюючих галузей, що мають тісні зв'язки з усіма елементами економіки і соціальної сфери. По мірі зростання обсягів виробництва і підвищення рівня життя населення значення транспорту і його роль як системоутворюючого фактора будуть тільки зростати. Зростання ресурсомісткості перевезень і транспортних витрат обумовлює підвищення транспортних тарифів. Аналіз світових тенденцій розвитку транспорту показує, що жодна країна не здатна контролювати ризики власної економіки, не маючи сильних транспортних позицій.

Глобалізація світової економіки вплинула на активний розвиток мережі міжнародних транспортних коридорів (МТК). МТК – складна технологічна система, що концентрує на генеральних напрямках транспорт загального користування (залізничний, автомобільний, морський, трубопровідний) та телекомунікації [14, 23, 26].

Основою сучасної Європейської транспортної системи є транспортні коридори [9]. Європейська економічна комісія ООН прийняла таке визначення міжнародного транспортного коридору: «Міжнародний транспортний коридор – це частина національної або міжнародної транспортної системи, яка забезпечує значні міжнародні вантажні та пасажирські перевезення між окремими географічними районами, включає в себе рухомий склад і стаціонарне обладнання всіх видів транспорту, що працюють на даному напрямку, а також сукупність технологічних, організаційних та правових умов здійснення цих

перевезень». Сучасний розвиток ідеї транспортних коридорів полягає в концепції інтермодальних і мультимодальних коридорів. Інтермодальний коридор – це взаємодія наступних транспортних складових: залізничний, автодорожній, морський, річковий, трубопровідний, авіатранспорт, об'єднання супутніх інфраструктурних елементів – під'їзних шляхів, митниць прикордонних постів, складів і т.д.

Доступ до безпечних і якісних транспортних послуг визначає ефективність роботи і розвитку виробництва, бізнесу і соціальної сфери. Транспорт розглядається як активний чинник формування конкурентоспроможності товарів і послуг національної економіки; відкритість національного транспортного ринку висуває нові вимоги до комплексного розвитку транспортної інфраструктури. Призначення міжнародних транспортних коридорів – здійснювати експортні, імпорتنі й транзитні переміщення вантажів та пасажирів за оптимальними маршрутами в найкоротший термін з мінімальними втратами. Це зумовлює їх вплив на промислову, продовольчу, демографічну та екологічну безпеку України.

На початку другого десятиліття XXI ст. українська економіка опинилася перед системним викликом, характер і якість якого визначаються поєднанням трьох фундаментальних факторів.

Перший фактор – посилення глобальної конкуренції, яка охоплює ринки товарів, послуг, капіталу та інших факторів економічного зростання. Почалася структурна перебудова світового господарства, пов'язана зі зміною балансу між економічними центрами, зростанням ролі регіональних економічних союзів, очікуваним поширенням нових технологій. Це обумовлює зміну національних і світових вантажів та пасажиропотоків, зростання вимог до якості транспортного обслуговування, безпеки і стабільності транспортної системи, необхідність істотного підвищення конкурентоспроможності української транспортної системи. Другий фактор – зростання ролі людського капіталу в соціально-економічному розвитку, адже рівень конкурентоспроможності сучасної інноваційної економіки все більшою мірою визначається якістю професійних кадрів. Третій фактор – вичерпання джерел експортно-сировинного типу розвитку.

Україна, маючи найвищий транзитний рейтинг у Європі, потребує поетапної реалізації інституціональних перетворень у транспортному секторі економіки. На відміну від розвинутих країн, Україна значно відстає в створенні власних та участі у міжнародних транспортних коридорах, що негативно впливає на формування її національної конкурентоспроможності та вітчизняних промислових підприємств [1]. Важливим на сьогодні є створення енергозберігаючої систем транспортування, розподілу і споживання тепла і електроенергії; підвищення надійності енергопостачання; підняття на новий рівень загальної якості сервісу; отримання доступу до інформації по енергоспоживанню в режимі реального часу; керування витратами енергії.

Найважливіше значення при створенні стійкої транспортної системи має проведення послідовної політики підвищення технічної і технологічної безпеки об'єктів транспортної інфраструктури і транспортних засобів. Насамперед це стосується створенню конкурентоспроможних на світовому рівні транспортних коридорів на базі технічно і технологічно інтегрованої транспортно-логістичної інфраструктури, за рахунок підвищення їх ефективності, у т.ч. енергетичної. Постає задача інтеграції у світовий транспортний простір і реалізація транзитного потенціалу України. Її успішне вирішення означатиме розширення доступу українських постачальників транспортних послуг на зарубіжні ринки, посилення ролі України у формуванні міжнародної транспортної політики і перетворення експорту транспортних послуг в один з найбільших джерел доходів країни.

Як наслідок, набуває актуальності, як одне з першочергових завдань, процес підвищення енергоефективності транспортно-логістичної галузі, зокрема, у складських приміщеннях. Як більш комплексна ця проблема може бути розглянута при створенні транспортно-логістичних схем в системі морських перевезень, де постає поєднання низки організаційно-технологічних рішень, як на горизонтальному, так і вертикальному рівні. Вирішення такої проблеми є особливо нагальним для України, оскільки її транзитні морські можливості практично не задіяні, а технології та обладнання є застарілими та потребують модернізації, зокрема, з точки зору підвищення енергоефективності.

### **1. Розвиток транспортно-логістичної галузі**

Транспортно-логістична система країни – це «кровоносна» артерія, від якості, швидкості, безпеки та ефективності роботи якої, залежить функціонування країни в цілому. Сучасна логістика будується за принципом: «Потрібний товар – необхідної якості і кількості в заданий час і з мінімальними витратами» [18, 21, 23]. Так, 20–70% від загальних витрат на логістику доводиться на транспортування вантажів. У ціні товарів транспортування займає різну частку в залежності від типу і вартості перевезеного товару: 2–3% для електроніки; 5–6% для продуктів харчування; 7–12% для машин і устаткування; 40–60% для сировинної продукції; 80–85% для мінерально-будівельних матеріалів. В окремих випадках транспортування доходить до 300% від вартості товару.

До основних завдань логістики складування відносяться: розміщення складської мережі; складування і підготовка вантажу до постачання (виробничі та інші послуги); управління товарними запасами; організація складських поставок.

Пострадянський транспортно-логістичний простір було орієнтовано на завдання обслуговування директивної економіки, і не відповідає пріоритетам ринкової економіки, інтересам бізнесу (покупців і продавців логістичних послуг) та реаліям сучасної глобальної економіки. Тому в Україні має місце серйозне відставання у всіх областях логістики, логістичний сервіс не відповідає світовим стандартам. Як приклад, наведемо характеристики обсягів перевезення вантажів за видами транспорту (табл.1) та характеристика структура перевезень вантажів морським транспортом (табл. 2) в Україні [8, 12]. Сьогодні морські порти України втрачають свій вантажопотік [8]. Головною причиною є економічні проблеми.

Таблиця 1 –Перевезення вантажів за видами транспорту (млн. т)

	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Транспорт	1529	1805	1765	1887	1853	1837	1623	1474
залізничний	357	450	433	469	457	444	386	350
морський	6,3	8	4	4	4	3	3	3
річковий	8,3	13	7	6	4	3	3	3
автомобільний – усього	939	1121	1168	1253	1260	1261	1131	1021
у тому числі								
автопідприємства	99	106	99	118	122	126	131	109
авіаційний	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
трубопровідний	218	213	153	155	128	126	100	97

Таблиця 2 – Структура перевезень вантажів морським транспортом (відсотків)

	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Усі вантажі	100	100	100	100	100	100	100	100
За видами вантажів								
нафта і нафтопродукти	5,4	0,1	6,1	6,6	7,3	5,5	2,8	2,2
вугілля	4,3	1,2	1,1	0,5	0,5	0,5	–	0,9
кокс	1,4	0,4	–	0,1	1,2	0,6	0,5	0,2
руда різна	16,4	8,8	5,1	3,7	2,0	1,9	4,0	27,1
будівельні	15,3	21,1	17,3	21,4	14,5	13,5	4,2	3,3
хімічні і мінеральні добрива	3,2	2,5	1,1	2,9	2,5	2,6	1,5	1,0
лісові	4,1	3,0	0,7	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2
папір	1,6	0,3	0,0	0,1	0,1	–	0,1	0,1
метали різні	15,9	23,8	13,2	9,7	14,5	24,4	41,5	35,5
хлібні	3,9	12,4	16,1	18,1	15,2	5,0	4,7	3,3
вантажі в контейнерах	11,6	9,1	2,3	2,5	1,5	2,0	0,8	0,9
інші вантажі	16,9	17,3	37,0	34,0	40,4	43,7	39,7	25,3
За видами сполучення								
закордонного	83,0	73,9	72,7	71,7	72,2	79,0	85,0	62,1
каботажного	17,0	26,1	27,3	28,3	27,8	21,0	15,0	37,9

Питання раціонального використання та розподілу ресурсів є одним з основних в логістиці [3, 9, 18, 20, 22, 27]. Знизити енергоспоживання при організації руху вантажопотоку можливо при сучасному логістичному підході до керування ланцюгами поставок. Стратегічна мета логістичного керування ланцюгами поставок – ресурсозбереження, мінімізація витрат на матеріали, паливо і енергію. Сучасним рішенням підвищення енергоефективності транспортно-логістичного комплексу при організації вантажоперевезень є обслуговування вантажопотоку в системі виробник – логістичний центр – споживач.

Формування енергоефективної транспортно-логістичної інфраструктури дозволить:

- впровадити енергозберігаючі технології за рахунок управління ланцюгами поставок на основі концепції «зеленої логістики»;
- вирішити проблему взаємодії різних видів транспорту і підвищити якість комплексного обслуговування вантажопотоків;

- знизити собівартість перевезень вантажів за рахунок зниження енергоспоживання;
- зменшити забруднення навколишнього середовища в результаті зменшення обсягу транспортної роботи, що припадає на одиницю перевезеного вантажу.

Ключовим у питанні формування енергоефективної транспортно-логістичної інфраструктури постає вибір оптимального місця розміщення логістичного центру з точки зору логістичних витрат, прибутку і економічного енергоспоживання в процесі обслуговування вантажопотоку. Оптимальне місце розміщення логістичного центру сприятиме енерго- і ресурсозбереженню в транспортній галузі за рахунок скорочення порожніх пробігів, витрат на паливо, підвищення ступеня використання вантажопідйомності та вантажомісткості транспортного засобу, а також дозволить створити умови для застосування енергоефективних видів транспорту і транспортних засобів, тим самим знизити енергоємність перевезення.

Більшість існуючих підходів оптимізації розміщення логістичних об'єктів дозволяють визначити оптимальне місце розміщення елементів транспортно-логістичної інфраструктури з урахуванням транспортних витрат, процесів виробництва та накопичення продукції, її складування при безумовній реалізації політики енергоефективності на кожному ієрархічному рівні.

## **2. Роль портів у транспортно-логістичній галузі**

Інфраструктурні об'єкти можуть функціонувати в умовах обмеженої конкуренції в результаті наявності природних монополій, державного регулювання або концесій [5]. Такі інвестиції можуть бути капіталомісткими і включати матеріальні активи, які повинні функціонувати і експлуатуватися протягом тривалого терміну. Розвиток портів розглядається як каталізатор, що дозволяє стимулювати економічну активність і створювати робочі місця. Наприклад, у Великобританії, хоча вона вже і не є великим центром товарної торгівлі, в 2011 році завдяки наданню морських послуг було створено 262,7 тис. робочих місць, а вартість послуг склала 13,8 млрд. фунтів стерлінгів. Морські порти зарубіжної Європи давно вже стали концентрацією таких функцій морського господарства як судноплавство, суднобудування, судноремонт та рибальство. Поряд з ними розвивалася і промисловість. Виникла специфічна портова промисловість, до якої прийнято відносити: нафтопереробку і нафтохімію; чорну і кольорову металургію; теплову електроенергетику.

Отже, у міру розвитку контейнеризації та транспортування генеральних вантажів, в морських портах виникли перевантажувальні пункти – термінали, а до складу «портової промисловості» увійшли й підприємства окремих галузей. Все це призвело до формування портово-промислових комплексів, в яких до 4/5 території використовується для промислових і складських цілей. Серед них виділяються комплекси, які переробляють сировину і паливо, що надходить, як кажуть, «біля причалу», і комплекси, які розподіляють частину продукції по інших районах.

Історично в Західній Європі сформувалися два головних морських і, відповідно, портових фланги – північний і південний. До північного флангу відносяться порти Балтійського, Північного морів, Ла-Маншу. Здебільшого вони розташовані в естуаріях (естуарій – однорукавне, лійкоподібне гирло річки, що розширюється в напрямку моря або океану) і гирлах річок та поєднують функції морських і річкових портів, що забезпечує хороші зв'язки з хінтерландом (хінтерланд – район, що прилеглий або тяжіє до промислового, торгового центру, порту і т.п.). Наприклад, понад половину вантажів, які складають морський вантажообіг Роттердама, транспортується до нього по річках і каналах.

Вирішальне значення має спеціалізація морських портів через створення так званих "ешелонованих портів", коли портова система буде включати віддалені залізничні вузли і транспортно-логістичні комплекси.

В Європі тенденції в області розвитку портів пов'язані головним чином з будівництвом нових терміналів в діючих портах, а не з будівництвом абсолютно нових об'єктів. Ще в 2003 році ЮНКТАД розробила концепцію керування ланцюгами постачання для застосування в секторі транзитних перевезень, яка, імітуючи складальні лінії в машинобудівній промисловості, дозволяє створювати кластерні об'єднання і налагоджувати ефективну співпрацю в рамках транзитних коридорів в інтересах підвищення якості транзитних операцій. Перспективним напрямком є Концепція конвеєра в морських перевезеннях [19, 24].

У свою чергу, концепцію конвеєра для організації регулярного транспортного обслуговування можна перенести з морських перевезень в систему наземних транзитних перевезень [5, 6, 11]. Внутрішньоконтинентальні термінали стали невід'ємним елементом транспортної системи, особливо в районах стикування внутрішніх і міжнародних перевезень, які в значній мірі залежать від торгівлі. Функціональна спеціалізація внутрішньоконтинентальних терміналів пов'язана з утворенням кластерних груп, що займаються логістичною діяльністю. Аналіз функціонування найбільших світових морських портів показує, що їх можливості щодо подальшого нарощування обсягів перевезень, у тому числі й контейнерних, практично вичерпані. Виходом зі сформованої ситуації є будівництво «сухих» портів. «Сухий» порт – це сукупність складів тимчасового зберігання, допоміжних будівель, споруд,

автомобільних і залізничних шляхів, майданчиків, розташованих за межами території морського порту, що пов'язані між собою і морським портом єдиним технологічним процесом і електронної інформаційної системою для здійснення вантажних операцій з товарами і їх тимчасовим зберіганням під митним контролем [6].

Як приклад комплексних перетворень при модернізації морських портів можна вказати на Програму інноваційного розвитку ВАТ «Мурманський морський торговельний порт» на період 2011–2015 р. [8]. У свою чергу, Програма підвищення енергоефективності ВАТ "Мурманський морський торговельний порт" на 2010 – 2014 роки (складова Програми інноваційного розвитку) встановлює цільові показники енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності, визначає необхідні умови для здійснення заходів, спрямованих на забезпечення енергозбереження. Технічні заходи з енергозбереження, економії ресурсів і зниження собівартості продукції включають такі заходи: закінчення будівництва та введення в експлуатацію вугільної котельні; заміна теплотрас (заміна підземних теплових комунікацій на нові зовнішньої прокладки з сучасними ізоляційними матеріалами); вдосконалення системи тепlopостачання (модернізація системи тепlopостачання у зв'язку зі зміною конфігурації теплової мережі і введенням нових потужностей); установка теплообмінників в теплових пунктах (розроблена програма по заміні елеваторних теплових вузлів на нові із застосуванням пластинчастих теплообмінників); проведення контролю за тепловими втратами будівель і споруд (модернізація огорожувальних конструкцій будівель); проведення контролю за надходженням і обліку надходження енергоресурсів; впровадження систем автоматичного обліку інформації про споживання електроенергії (АСУТП і АСКОЕ); заміна ламп розжарювання; модернізація і установка нового кранового обладнання.

Проведений аналіз показав, що розвиток методології підвищення енергетичної ефективності в логістичних системах, зокрема, складських приміщеннях, вимагає модернізації програм розвитку компетенцій експертів з енергоаудиту, енергетичного та екологічного менеджменту, підготовки та підвищення кваліфікації кадрів з наступним залученням їх на взаємовигідних засадах до реалізації корпоративної політики, орієнтованої на енергоефективність, високу культуру енерговикористання, ініціативи зі стійкого розвитку складів, розподільних центрів і логістичних систем в цілому, зокрема, в ланцюгах морських поставок, суттєво підвищить очікувані рівні зниження енерговитрат.

Більш детально зупинимося на забезпеченні енергоефективності складських приміщень.

### **3. Структура складів та їх класифікація**

Склади є одним з найважливіших елементів логістичних систем [18–22, 26, 27]. На всіх стадіях руху матеріальної продукції (МП), починаючи від первинного джерела сировини і закінчуючи кінцевим споживачем, існує об'єктивна необхідність у спеціально облаштованих місцях для утримання запасів. Цим пояснюється наявність великої кількості різноманітних видів складів. Рух МП через склад збільшує вартість товару, що пов'язано з відповідними витратами.

Основним завданням є вибір розмірів складів, щоб з урахуванням прогнозованого зміни потоків вантажу об'єкт, його площі і об'єми, використовувалися з найбільшою ефективністю.

Основні функції складу: перетворення виробничого асортименту в споживчий відповідно до попиту; складування і зберігання дозволяє вирівнювати тимчасову різницю між випуском (надходженням) продукції та її споживанням і дає можливість здійснювати безперервне виробництво і постачання на базі створюваних товарних запасів; перетворення МП; скорочення витрат на перевезення; надання послуг (надання клієнтам різних послуг, які забезпечують фірмі високий рівень обслуговування споживачів).

Мета складування – надавати підтримку все ширшому переліку логістичних функцій, забезпечуючи комбінацію високого рівня обслуговування споживачів і низьких витрат. Для цього необхідним є виконання низки завдань, наприклад: надійне зберігання МП в необхідних умовах і з мінімальними пошкодженнями; забезпечення високого рівня обслуговування споживачів; мінімізація витрат при високій якості операцій; ефективний контроль за переміщенням матеріалів; швидке виконання складських операцій; можливість зберігання всього асортименту необхідних матеріалів; забезпечення безпечних умов роботи та ін.

Склади можуть відрізнятися за розмірами, конструкції, ступеня механізації складських операцій, з вигляду складування, за функціональним призначенням. Як приклад наведемо класифікацію складів компаній Knight Frank [22, 27].

**Складські приміщення класу А+:** 1) сучасна одноповерхова складська будівля з легких металоконструкцій і сендвіч-панелей, переважно прямокутної форми без колон або з кроком колон не менше 12 м і з відстанню між прольотами не менше 24 м; 2) площа забудови 40–45%; 3) рівна бетонна підлога з антипиловим покриттям, з навантаженням не менше 5 т / м<sup>2</sup>, на рівні 1,20 м від землі; 4) високі стелі не менше 13 м, що дозволяють установку багаторівневого стелажного обладнання (6–7 ярусів); 5) регульований температурний режим; 6) наявність системи пожежної сигналізації та автоматичної системи пожежогасіння; 7) наявність системи вентиляції; 8) система охоронної сигналізації та система відеоспостереження; 9) автономна електропідстанція та тепловий вузол; 10) наявність достатньої кількості

автоматичних воріт докового типу (dock shelters) з вантажно-розвантажувальними майданчиками регульованої висоти (dock levelers) (не менше 1 на 500 м<sup>2</sup>); 11) наявність майданчиків для відстою великовантажних автомобілів і паркування легкових автомобілів; 12) наявність майданчиків для маневрування великовантажних автомобілів; 13) наявність офісних приміщень при складі; 14) наявність допоміжних приміщень при складі; 15) наявність системи обліку та контролю доступу співробітників; 16) оптико-волоконні телекомунікації; 17) огорожена та така, що цілодобово охороняється, освітлена впорядкована територія; 18) розташування поблизу центральних магістралей; 19) професійна система керування; 20) досвідчений девелопер; 21) залізнична гілка.

**Складські приміщення класу А:** 1) сучасна одноповерхова складська будівля з легких металоконструкцій і сендвіч-панелей, переважно прямокутної форми без колон або з кроком колон не менше 9 м і з відстанню між прольотами не менше 24 м; 2) площа забудови 45–55%; 3) рівна бетонна підлога з антипилісовим покриттям, з навантаженням не менше 5 т / м<sup>2</sup>, на рівні 1,20 м від землі; 4) високі стелі не менше 10 м, що дозволяють установку багаторівневого стелажного обладнання; 5) регульований температурний режим; 6) система вентиляції; 7) наявність системи пожежної сигналізації та автоматичної системи пожежогасіння; 8) система охоронної сигналізації та система відеоспостереження; 9) наявність достатньої кількості автоматичних воріт докового типу (dock shelters) з вантажно-розвантажувальними майданчиками регульованої висоти (dock levelers), (не менше 1 на 700 м<sup>2</sup>); 10) наявність майданчиків для відстою великовантажних автомобілів і паркування легкових автомобілів; 11) наявність майданчиків для маневрування великовантажних автомобілів; 12) наявність офісних приміщень при складі; 13) наявність допоміжних приміщень при складі; 14) оптико-волоконні телекомунікації; 15) огорожена та така, що цілодобово охороняється, освітлена впорядкована територія; 16) розташування поблизу центральних магістралей; 17) професійна система керування; 18) досвідчений девелопер; 19) наявність системи обліку та контролю доступу співробітників; 20) автономна електропідстанція та тепловий вузол; 21) залізнична гілка.

**Складські приміщення класу В+:** 1) одноповерхова складська будівля, переважно прямокутної форми, новозбудована або реконструйована; 2) площа забудови 45–55%; 3) рівна бетонна підлога з антипилісовим покриттям, з навантаженням не менше 5 т / м<sup>2</sup>, на рівні 1,20 м від землі; 4) висота стель від 8 м; 5) регульований температурний режим; 6) наявність системи пожежної сигналізації та автоматичної системи пожежогасіння; 7) наявність достатньої кількості автоматичних воріт докового типу (dock shelters) з вантажно-розвантажувальними майданчиками регульованої висоти (dock levelers), (не менше 1 на 1000 м<sup>2</sup>); 8) система охоронної сигналізації та система відеоспостереження; 9) система вентиляції; 10) пандус для розвантаження автотранспорту; 11) наявність майданчиків для відстою та маневрування великовантажних автомобілів; 12) наявність офісних приміщень при складі; 13) наявність допоміжних приміщень при складі; 14) оптико-волоконні телекомунікації; 15) огорожена і цілодобово охороняється, освітлена впорядкована територія; 16) розташування поблизу центральних магістралей; 17) професійна система керування; 18) досвідчений девелопер; 19) наявність системи обліку та контролю доступу співробітників; 20) автономна електропідстанція та тепловий вузол; 21) залізнична гілка.

**Складські приміщення класу В:**

1) одно-, двоповерхова складська будівля, переважно прямокутної форми, новозбудована або реконструйована; 2) у разі двоповерхової будівлі має бути достатня кількість вантажних ліфтів / підйомників, вантажопідйомністю не менше 3 т (не менше 1 на 2000 м<sup>2</sup>); 3) висота стель від 6 м; 4) підлога – асфальт або бетон без покриття; 5) система опалення; 6) пожежна сигналізація і система пожежогасіння; 7) пандус для розвантаження автотранспорту; 8) наявність майданчиків для відстою та маневрування великовантажних автомобілів; 9) охорона по периметру території; 10) телекомунікації; 11) система охоронної сигналізації та система відеоспостереження; 12) наявність допоміжних приміщень при складі; 13) система вентиляції; 14) офісні приміщення при складі; 15) наявність системи обліку та контролю доступу співробітників; 16) автономна електропідстанція та тепловий вузол; 17) залізнична гілка.

**Складські приміщення класу С:** 1) капітальне виробниче приміщення або утеплений ангар; 2) висота стель від 4 м; 3) підлога – асфальт або бетонна плітка, бетон без покриття; 4) у разі багатоповерхового будови в наявність вантажних ліфтів / підйомників; 5) ворота на нульовій позначці; 6) наявність майданчиків для відстою та маневрування великовантажних автомобілів; 7) система вентиляції; 8) система опалення; 9) пожежна сигналізація і система пожежогасіння; 10) офісні приміщення при складі; 11) залізнична гілка; 12) пожежна сигналізація і система пожежогасіння; 13) пандус для розвантаження автотранспорту; 14) охорона по периметру території; 15) телекомунікації; 16) наявність допоміжних приміщень при складі.

**Складські приміщення класу D:** 1) підвальні приміщення або об'єкти ГО, неопалювальні виробничі приміщення або ангари; 2) наявність майданчиків для відстою та маневрування великовантажних автомобілів; 3) пожежна сигналізація і система пожежогасіння; 4) система опалення; 5) система вентиляції; 6) офісні приміщення при складі; 7) залізнична гілка; 8) телекомунікації; 9) охорона по периметру території.

Віднесення складів до одного із класів (наприклад, згідно класифікації компанії Knight Frank) обумовлює різні вихідні вимоги до їх модернізації та здійснення заходів підвищення енергоефективності.

Наведені елементи класифікації складів дають загальне уявлення про вид і структуру складських об'єктів (споруд), де необхідно впроваджувати заходи з енергозбереження та енергоефективності.

#### **4. Енергоефективність складських приміщень – європейський підхід**

Розглянемо основні напрямки розвитку складської інфраструктури з точки зору підвищення ефективності їх функціонування [28]. Важливим є системний підхід як якісна організація ефективного управління всіма складськими, логістичними та суміжними бізнес-процесами. Завдання, які вирішуються в складській інфраструктурі:

- інформаційна інтеграція територіально розподілених складів, складських комплексів з метою функціонування в рамках єдиної логістичної системи;
- повний контроль, облік і аудит логістичних, складських процесів в режимі реального часу, проектування і всебічний консалтинг;
- ефективне керування людськими ресурсами, мотивація і операційний контроль роботи;
- зниження витрат за рахунок вибору адекватної моделі керування технологічними процесами складів, складських комплексів, розподільних, дистрибуторських центрів;
- взаємодія складських бізнес-процесів з корпоративними системами.

На складі першочергова увага має приділятися оптимізації та підвищенню ефективності роботи складських технологічних процесів; збільшенню пропускної спроможності складу і ліквідності активів підприємства; зниженню витрат на зберігання і обробку товарно-матеріальних цінностей; забезпеченню повноти виконання замовлень; керуванню енергоефективністю складу.

При оцінці якості складів у логістичній галузі, у першу чергу, враховується енергоефективність приміщень [18, 19, 23–28].

Європейська директива енергетичної ефективності будівель (EPBD) встановила мінімальні стандарти споживання енергії у всіх приміщеннях, у тому числі складських. За результатами розрахунків кожному приміщенню присвоюється сертифікат EPC (Energy Performance Certificates), за допомогою якого енергоефективність порівнюється з мінімальними стандартами. EPBD продовжує вносити зміни до вимоги щодо зменшення викидів CO<sub>2</sub> при використанні ресурсів. Близько 40% загального обсягу споживання енергії припадає на будівлі, тому застосування енергозберігаючих технологій всередині будівель є важливою частиною виконання цілей Кіотського протоколу.

Охарактеризуємо вимоги директиви по енергетичну ефективність будівель 2010/31 / ЄС «Energy Performance of Buildings Directive» (EPBD) [17–19]. Директива EPBD передбачає п'ять блоків нормативних документів, головний з яких визначає методи розрахунку енергоємності будівель по річним витратам теплової та електричної енергії, первинного палива та емісії в атмосферу парникових газів (CO<sub>2</sub>) від спалювання палива:

Блок 1 – Показники енергоємності будівель по споживанню теплової, електричної енергії, первинного палива та емісії CO<sub>2</sub> в атмосферу;

Блок 2 – Розрахункова потужність інженерних систем будівель;

Блок 3 – Методи визначення річного енергоспоживання інженерними системами;

Блок 4 – Методи визначення рівня теплозахисту огорожувальних конструкцій, параметри повітряно-теплого комфорту, розрахункові зовнішні умови;

Блок 5 – Методи випробування інженерних систем; контроль енергоємності будівель.

Перший блок передбачає методи визначення енергетичних характеристик будівлі з урахуванням показників роботи енергоджерел, їх структури і режимів експлуатації, втрат в енергетичних мережах, можливості залучення в енергобаланс альтернативних джерел енергії.

У цьому ж блоці оцінюється економічна ефективність прийнятих енергозберігаючих рішень як по теплозахисту огорожувальних конструкцій, так і по всіх системах інженерного забезпечення будівель. Показники цього блоку нормативних документів використовуються в подальшому для регулювання енергоємності будівель в наступних моделях: порівняльна маркування енергоефективності будівель за семибальною шкалою (A–G); добровільна або обов'язкова сертифікація будівель за «зеленим» стандартам.

Вихідними даними для першого блоку нормативів служать показники третього блоку: річні показники енергоємності систем інженерного забезпечення будівель: опалення; вентиляції; кондиціонування; водопостачання та водовідведення; освітлення. Розрахунок річного споживання енергії ведеться на підставі прийнятих проектних рішень і розрахункової встановленої потужності інженерних систем (блок 2). Вибір інженерних систем і їх встановленої потужності здійснюється відповідно до системи нормативів по розрахунковим зовнішнім і внутрішнім умовам, рівню теплозахисту огорожувальних конструкцій, рекомендаціями по організації повітряно-теплого режиму будівель (розподіл повітря, розміщення опалювальних пристроїв, блоків кондиціонування) (блок 4).

П'ятий блок передбачає стандарти з випробувань інженерних систем і контролю енергоспоживання в будівлі.

Переглянута Директива EPBD була прийнята у 2010 році (EPBD 2010). Вона має бути впроваджена в усіх країнах ЄС до 2020 року. Основні зміни, внесені в EPBD 2010:

- Директива EPBD 2010 спирається на стандарти, затверджені Європейським комітетом зі стандартизації (Comite 'Europe'en de Normalisation, CEN), що сприяє посиленню ролі європейських стандартів в національних законодавствах;

- національні цільові показники енергоефективності мають базуватися на споживанні первинної енергії в кВт·год / м<sup>2</sup> або альтернативному показнику;

- в країнах-членах ЄС при економічному обґрунтуванні будуть встановлені вимоги з урахуванням стану національної економіки;

- розділи Директиви EPBD 2010, які стосуються використання енергії, отриманої з відновлюваних джерел, при капітальній реконструкції існуючих будівель і для нових споруджуваних будинків, тепер застосовуються до всіх будівель (раніше діяло обмеження по площі до 1000 м<sup>2</sup>);

- необхідна наявність спеціальних регламентів з енергоефективності для інженерних систем (обов'язково для існуючих будівель і на добровільній основі для нових будівель);

- енергетичними характеристиками всіх нових будинків до 2020 року мають бути значення характеристик «будівель з нульовим споживанням енергії» (громадські будівлі повинні виконати дану вимогу до 2018 р.);

- в кожній країні ЄС необхідно розробити заходи, спрямовані на подолання ринкових бар'єрів в реалізації вимог енергозбереження;

- посилюється значення наявності енергетичних сертифікатів будівель;

- вимога старої Директиви EPBD 2002 року по контролю (інспекції) водонагрівачів розширена; тепер вона поширюється на всю систему опалення;

- при інспекції систем вентиляції та кондиціонування повітря сьогодні більша увага вже приділяється питанням зниження навантаження на систему охолодження і можливість застосування низько потенційного охолодження;

- для всіх національних контролюючих органів має бути розроблена незалежна система контролю якості.

Нова Директива EPBD, так само як і попередня Директива EPBD Європи 2002/91 / ЄС, зберігає підхід до будівель як до єдиної енергетичної системи. Так, залишаються зобов'язання для країн-членів ЄС, які сприятимуть розвитку та інтеграції методологій для нормування енергетичних характеристик; для встановлення національних мінімальних вимог до енергетичних характеристик нових та існуючих будівель, що капітально ремонтуються; для введення сертифікації енергоефективності будівель і проведення регулярних оглядів систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря.

Представимо систему чинних норм та стандартів у сфері енергоефективності будівель у ЄС [12], які застосовуються до складських будівель. Чинні норми та стандарти у сфері енергоефективності будівель у ЄС розроблені та розробляються згідно Директиви Європейського Парламенту та Ради 2010/31/ЄС.

Стандарти розрахунку загального енергоспоживання у будівлі: EN 15459:2007 (економічна доцільність); EN 15217:2007 (енергетична сертифікація); EN 15603:2008 (Енергетичні рейтинги). Стандарти, які встановлюють методи розрахунку енергоспоживання окремими інженерними системами та будівлею в цілому: DIN EN 15316:2011 (теплостачання будівель); EN ISO 13790:2008 (параметри енергетичних розрахунків); EN 15243:2007 (розрахунок системи охолодження); EN 15241:2007 (розрахунок системи вентиляції); EN 15232:2007 (автоматичні системи керування та моніторингу). Стандарти визначення навантаження на опалення та охолодження будівлі: EN ISO 13790 (розрахунок теплового балансу будівлі). Стандарти правил вибору умов функціонування будівлі: EN ISO 6946, EN ISO 13370, EN ISO 10077-1, EN 13947, EN ISO 14683 (теплофізичні характеристики огорожуючих конструкцій будівель): BS EN 15242 (вентиляція, інфільтрація, повітрообмін); NF EN 12216, DIN EN 13659 (інсоляція); EN 15251, EN ISO 15927(кліматологія); EN ISO 7345, EN ISO 9288, EN ISO 9251, DIN EN 12792 (термінологічні стандарти). Забезпечення моніторингу і верифікації маркування та сертифікації енергоефективності будівлі: EN 15217 (методи представлення енергоефективності та енергетичної сертифікації будівель); EN 15603 (загальне споживання енергії); EN 15241 (вентиляція будівель); EN 15232 (вплив систем автоматизації, управління та менеджменту); EN 15193 (енергопотребителі для освітлення); EN ISO 13790:2008 (розрахунок енергоспоживання для опалення та охолодження).

Вимога щодо економії енергії розповсюджується на використання енергії для опалення та охолодження приміщень, регулювання вологості, гарячого водопостачання, вентиляції. Класифікація будівлі за енергетичною ефективністю наведена в табл. 3.



Таблиця 3 – Класифікація будинків за енергетичною ефективністю

Класи енергетичної ефективності будівлі	Різниця у % розрахункового або фактичного значення питомих тепловитрат, $q_{\text{буд}}$ , від максимально допустимого значення, $E_{\text{max}}$ , $[(q_{\text{буд}} - E_{\text{max}}) / E_{\text{max}}] \cdot 100\%$
A	мінус 50 та менше
B	від мінус 49 до мінус 10
C	від мінус 9 до плюс 5
D	від плюс 6 до плюс 25
E	від плюс 26 до плюс 75
F	плюс 76 та більше

Для європейських складів основними джерелами енергії залишаються електроенергія і газ [20–23, 27]. Для скорочення споживання енергії в складських приміщеннях удосконалюються технології освітлення, герметичність приміщень і теплоізоляція. Використання застарілих технологій освітлення збільшує рівень споживання електроенергії для освітлення складу до 70%. Установка датчиків руху і високоефективне освітлення може заощадити від 30 до 90% електроенергії. Лише заміна ламп розжарювання на LED лампи дозволяє знизити споживання електроенергії для освітлення на цілих 90%.

Стандарти EPBD проповідують комплексний підхід, який враховує всі особливості складської будівлі, від яких залежить його ефективність. У Європі EPBD стандарти варіюються залежно від кліматичних відмінностей. Наприклад, у Великобританії склади, як правило, не опалюються, тому основна увага приділяється герметичності та теплоізоляції приміщень. У Південній Європі, де існує ризик перегріву складу в літні місяці, денне світло потрапляє через вікна, розташовані на даху або з північного боку. Через ці кліматичні відмінності EPBD поклав на кожну країну відповідальність за створення власних мінімальних стандартів Energy Performance Certificates (EPC) [20].

Будь-які існуючі або нові склади оцінюються на основі стандартів EPC відповідної країни. Основна складова зменшення викиду CO<sub>2</sub> в приміщеннях з високим EPC-рейтингом – це споживання меншої кількості енергії. У свою чергу, будь-яка економія енергоспоживання зменшує операційні витрати. Для прикладу наведемо будівлю складу площею 37353 м<sup>2</sup>, розташовану в Кеттерінгу (Великобританія) [20]. Вона виділяє на 54% менше CO<sub>2</sub>, ніж передбачено стандартами. При цьому будівля споживає на 47% менше енергії, ніж вказано в стандартах Великобританії. Чиста економія витрат у Великобританії може відрізнятись, оскільки залежить від ціни енергії.

Якщо ціна газу становить 6,6 пенсів за 1 кВт год, електроенергії 9 – 12,5 пенсів за 1 кВт год, очікувана річна економія експлуатаційних витрат складе від 70,0 тис. до 100,0 тис. фунтів стерлінгів у порівнянні з базовим рівнем для новозведеного складу. У той же час, для складів, побудованих до 1995 року, річна економія експлуатаційних витрат збільшується до 230,0 – 335,0 тис. фунтів стерлінгів.

Отже, економія витрат, пов'язана з EPC кожної країни, змінюється в залежності від широкого спектру особливостей приміщень і тарифів на енергоресурси у кожній країні, які включені у базові вимоги EPC.

У багатьох випадках європейські склади сьогодні сертифікують за сучасними системами BREEAM та LEED. Зазначимо, що BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) – добровільний рейтинг оцінки зелених будівель, розроблений у Великобританії, а LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) – добровільна система сертифікації зелених будівель, розроблена в США. Сертифікати LEED або BREEAM засвідчують високу енергоефективність об'єкта, екологічну безпеку і сприятливе робоче середовище [19, 24, 25].

Проведений аналіз показав, що енергоефективні складські комплекси – це суттєве зниження витрат і викидів в навколишнє середовище, а також застосування технологій, які дозволяють знижувати споживання природних ресурсів і негативний вплив на навколишнє середовище – фактори сталого розвитку ланцюгів постачань великих компаній.

«Зелені» складські комплекси надають низку стійких конкурентних переваг для орендарів, власників і інвесторів. Власники вииграють за рахунок кращої заповнюваності об'єкта та зниження ризиків зростання цін на комунальні послуги. Для інвесторів важливим є зростання прибутковості інвестицій, а також довгострокова цінність об'єкта. Для орендарів – скорочення комунальних платежів, зростання продуктивності праці, поліпшення іміджу компанії. Якість середовища всередині будівлі (температура, якість повітря, вологість, освітлення) впливає на продуктивність праці і якість виконуваної роботи, тому важливо формувати у персоналу складів енергозберігаючий світогляд.

### 5. Енергоефективність будівель – закордонний досвід та орієнтири України

Україна зобов'язалася привести своє законодавство у відповідність із Директивами європейського Енергетичного Співтовариства з енергоефективності [2].

Відповідно до рішення Енергетичного Співтовариства, прийнятих у грудні 2009 році, вересні 2010 року та у жовтні 2011 року, Договірні Сторони Енергетичного Співтовариства, серед яких і Україна, наразі знаходяться у процесі реалізації декількох європейських Директив із енергоефективності, зокрема, Директиву 2006/32/ЄС щодо енергетичної ефективності кінцевого використання енергії та енергетичних послуг, 2010/31/ЄС щодо енергоефективності в будівлях та 2010/30/ЄС щодо маркування енергетичної продукції.

Одним із важливих зобов'язань України, як повноправного члена Енергетичного Співтовариства, є імплементація у національне законодавство вимог Директиви Європейського Парламенту та Ради ЄС 2010/31/ЄС «Про енергетичну ефективність будівель» в рамках виконання ратифікованого Договору про заснування Енергетичного Співтовариства.

Країни Європейського Союзу, США, Японія, Південна Корея та інші не збираються зупинитися на шляху розвитку енергозбереження в будівлях [2, 18, 19, 21, 28]. Так, наприклад, у Німеччині згідно з законом, прийнятим парламентом ЄС у 2001 року, всі будівлі мають «енергетичний паспорт», в якому визначені норми споживання енергії будинками, зокрема, на гаряче водопостачання, вентиляцію, опалення, кондиціонування, підігрів води. Згідно з цими показниками, у паспорті проставлені такі категорії з енергетичної ефективності: *A* – 30 кВт год / м<sup>2</sup> за год.; *B* – 50 кВт год / м<sup>2</sup> за год.; *C* – кВт год. / м<sup>2</sup> за год.; *D* – кВт год / м<sup>2</sup> за год.

До 2030 року у Німеччині мають намір знизити енергоспоживання до нульового показника, застосовуючи сонячні і вітрові генератори, теплові насоси, енергозберігаючі технології у будівництві. Найбільший ефект в енергозбереженні забезпечується при обліку теплової енергії індивідуально кожним споживачем, реалізацією федеральних програм, а також обов'язковою освітою громадян у питаннях енергоефективності. До повної енергозберігаючої санації входять: зміна покриття, утеплення даху і горючого приміщення будівлі; удосконалення ізоляції фасаду; ізоляція стельового перекриття підвалу; повна заміна опалювальної системи з водяними стояками; удосконалення вентиляції будинку; заміна вікон та балконних дверей на більш досконалий варіант; інтегрування систем регенерації тепла; заміна входних дверей квартири, під'їзду і сходових секцій. Завдяки Федеральній програмі Німеччина розраховує створити житловий фонд енергоефективних будинків із енергоспоживанням від 55 до 70 кВт год / м<sup>2</sup> за год.

У США першочерговими завданнями, які поставив конгрес для забезпечення енергоефективності, є: надання значних субсидій і пільг для споживачів, які реалізують всі вимоги, що ведуть до зниження енергоспоживання; виконання програми єдиних стандартів для виробництва, будівництва і матеріалів, що ведуть до енергозбереження та економії енергії; заборона традиційних ламп розжарювання і їх заміна енергозберігаючими; заміна звичайних вікон склопакетами з тепловідбивним склом; маркування продукції достовірними, дійсними показниками з енергозбереження; розробка проєктів будівництва енергоефективних будівель у різних кліматичних зонах країни.

Підвищення енергоефективності будівель в США – це завдання, яке вирішує стандарт, переглянутий і актуалізований фахівцями Американського національного інституту стандартів (ANSI), Американського товариства інженерів з опалення, холодної техніки та кондиціонування повітря (ASHRAE) та Товариства інженерів-світлотехніків США (IES). Документ описує комплексний підхід до модернізації існуючих будівель для підвищення їх енергоефективності та називається ANSI/ASHRAE/IES 100-2015 "Енергоефективність існуючих будівель". Стандарт містить докладні описи процесів і процедур, необхідних для модернізації існуючих житлових і комерційних будівель з метою досягнення більш високого рівня ефективності використання енергії. До числа нововведень входять опис процедур економічних розрахунків щодо життєвого циклу інфраструктури, а також рекомендації щодо виявлення потенційних можливостей для енергозбереження. У документі описані підходи до підвищення енергоефективності будівель 53 типів, які можуть розміщуватися в одній з 17 кліматичних зон/підзон.

В Україні відсутнє спеціальне законодавство у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель. Технічний стан переважної більшості існуючих будівель та енергетичних систем не дозволяє забезпечувати адекватний рівень енергетичних характеристик будівель. Прийняття законопроекту забезпечить врегулювання правових та організаційних засад діяльності у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель.

Наведемо низку стандартів, які сьогодні діють у сфері енергоефективності будівель України [12, 13]: ДСТУ НБ А.2.2-5:2007 (енергетичний паспорт); ДСТУ БВ EN 7730:2012 (ергономіка теплових середовищ); ДСТУ БВ EN15261:2012 (розрахункові параметри мікроклімату); ДСТУ БВ EN 13790:2013 (енергетичний рейтинг); ДСТУ БВ EN15217:2012 (енергетична сертифікація); ДСТУ БВ EN 13790:2012 (розрахунок споживання енергії).

Формування нормативного поля в Україні у сфері енергоефективності будівель ще не завершено. Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України разом з Державним агентством з енергозбереження та енергоефективності України з метою врегулювання на законодавчому рівні питання щодо підвищення енергетичної ефективності будівель розроблено проект Закону України «Про енергетичну ефективність будівель» (далі – законопроект) [7]. Законопроект погоджений Секретаріатом Енергетичного Співтовариства від 16.11.2015 та відповідає вимогам положень Директиви ЄС 2010/31/ЄС «Про енергетичну ефективність будівель». Кабінет Міністрів України 06.07.2016 р. схвалив Законопроект «Про енергетичну ефективність будівель», як один із базових законів для масштабного впровадження енергоефективності у будівлях. Його мета – встановити чіткі критерії рівня енергоефективності кожного будинку в Україні; забезпечити умови для скорочення споживання енергії; визначити правові, економічні та організаційні засади діяльності у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель. Більше того, законопроект створює умови для раціонального споживання громадянами енергоресурсів у будівлях, скорочення витрат на оплату енергії, підвищення якості та комфорту життя, збільшення вартості житла. У законопроекті, зокрема, визначаються:

- основні засади державної політики та інформаційного забезпечення у сфері енергетичної ефективності будівель;
- організаційно-правові засади сертифікації енергетичної ефективності будівель;
- особливості здійснення обстеження систем опалення та кондиціонування будівель;
- основні енергоефективні заходи в будівлях та механізми їх фінансування;
- загальні засади професійної діяльності у сфері енергетичної ефективності будівель;
- нормативно-правові засади здійснення незалежного моніторингу сертифікатів енергетичної ефективності будівель та звітів про результати обстеження систем опалення та кондиціонування будівель;
- особливості розроблення національних планів щодо збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії;
- відповідальність за порушення законодавства у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель.

Згідно із законопроектом для об'єктів будівництва та існуючих будівель передбачається здійснення сертифікації енергетичної ефективності з метою визначення фактичних її показників, проведення оцінки відповідності зазначених показників установленим мінімальним вимогам до енергетичної ефективності будівель, розроблення рекомендацій щодо підвищення рівня енергетичної ефективності будівлі, що враховують місцеві кліматичні умови та є технічно і економічно обґрунтованими [7]. Законопроектом передбачено механізми залучення коштів на впровадження енергоефективних заходів та інструменти гарантування фінансування заходів із підвищення рівня енергетичної ефективності будівель (Фонд енергоефективності), які базуються на практиках країн-членів ЄС.

Власне енергетична ефективність будівель визначається згідно методики, яка розробляється відповідно до вимог актів законодавства ЄС, Енергетичного Співтовариства, гармонізованих європейських стандартів у сфері енергетичної ефективності будівель та затверджується центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері будівництва. У процесі визначення енергетичної ефективності будівель обов'язково має враховуватися інформація про: місцеві кліматичні умови, враховуючи розміщення та орієнтацію будівлі; функціональне призначення, тип, архітектурно-планувальне та конструктивне рішення будівлі; геометричні, теплотехнічні та енергетичні характеристики будівлі; нормативні санітарно-гігієнічні та мікрокліматичні умови приміщень будівлі; довговічність огорожувальних конструкцій під час експлуатації будівлі; технічні характеристики інженерного обладнання; використання відновлюваних джерел енергії, у тому числі пасивних сонячних систем та систем захисту від сонця, енергії, виробленої внаслідок когенерації.

#### **6. Окремі напрямки реалізації політики енергоефективності в складських приміщеннях**

**Вплив автоматизації, моніторингу та керування будівлями.** Вплив автоматизації, моніторингу та управління будівлями оцінюється європейським регіональним стандартом EN 15232: 2007 «Енергоефективність будівель. Методи визначення впливу автоматизації, керування і експлуатації будівлі» (EN 15232: 2007 «Energy performance of buildings – Impact of Buildings Automation, Controls and Buildings Management», NEQ) [16]. Цей стандарт розроблено для визначення правил та методів оцінювання впливу автоматизованого систем моніторингу та керування будівлею та технічного керування будівлею на енергоефективність будівель та використання енергії в будівлях.

Стандарт визначає метод оцінювання енергозберігаючих факторів, що може застосовуватися разом із загальною оцінкою енергоспоживання будівлі, доповнює серію стандартів, які розроблені для розрахунку енергоефективності інженерних систем будівель, наприклад, опалення, охолодження, вентиляції, освітлення. Стандарт враховує, що при експлуатації будівель за допомогою автоматичного керування будівлями (BAS) і менеджменту будівель (BM) енергоспоживання будівель може бути знижено.

Наведемо окремі визначення, які широко використовуються при автоматизації, моніторингу та керування будівлями [16].

Системи автоматизації і керування будівлі (BACS) [building automation and control systems (BACS)]: системи, що складаються з технічних засобів, програмного забезпечення, інженерних служб (включаючи їх взаємозв'язку), використовуваних для автоматичного керування, моніторингу, оптимізації роботи, а також для керування діями персоналу і менеджменту з метою забезпечення енергетично ефективних, економічних і безпечних операцій з обслуговування інженерним обладнанням будівлі.

Функції BACS, крім функцій контролю, включають в себе функції обробки даних. Система керування будівлею (building management system; BMS). Служби будівлі розділяють на технічні, інфраструктурні та фінансові служби; керування енергоспоживанням є частиною завдань експлуатації будівлі. Система керування енергоспоживанням будівлі є частиною BMS і частиною BACS. Система керування енергоспоживанням будівлі включає в себе збір, реєстрацію, аварійну сигналізацію, звітність і аналіз даних щодо енергоспоживання тощо.

Технічна система будівлі (technical building system): технічне обладнання різних систем: опалення, охолодження, вентиляції, кондиціонування, гарячого водопостачання, освітлення та електропостачання. Технічна система будівлі включає в себе також й інші підсистеми, що працюють в будівлі. Технічне керування будівлею; TBM (technical building management; TBM): комплекс заходів, погоджено виконуваних різними службами, що включає в себе роботи з моніторингу технічного стану та підтримання працездатності як об'єкта в цілому, так і його окремих елементів і систем, оптимізацію технічних процесів керування при експлуатації. Завданням TBM також є оптимізація технічного обслуговування і енергоспоживання.

Оптимізація технічних процесів поширюється на опалення, вентиляцію, кондиціонування, освітлення, безпеку, надійність електричних енергосистем і моніторинг їх параметрів, а також на служби будівлі, включаючи комунікації, технічне обслуговування та керування. Оптиміальна взаємодія керування освітленням, віконницями і системами опалення, вентиляції і кондиціонування (HVAC) вимагає координації автоматичних систем будівлі. Інтенсивність потоку денного світла в приміщення контролюється з метою зменшення споживання електроенергії для штучного освітлення. Це здійснюється віконницями. Застосування віконниць для контролю денного світла впливає також і на споживання енергії для опалення та охолодження, оскільки навантаження сонячної енергії корелюється з положенням віконниць. З цієї причини методика розрахунків повинна включати в себе окрему оцінку ефективності опалення, охолодження (HVAC) і освітлення.

Для оцінки впливу інтегрованої системи автоматизації будівлі (в даному випадку віконницями і освітленням) на потреби енергії для опалення та охолодження повинні бути відомі дані щодо сонячного навантаження, що залежать від положення віконниць. Керування віконницями має враховувати як наявність денного освітлення, так і ту частину штучного освітлення, яка заміщується денним світлом. Ця частина розраховується з урахуванням часу роботи штучного освітлення та питомого споживання енергії на освітлення.

**Вплив BACS і TBM на енергетичну ефективність будівель [18].** Системи автоматизації і керування будівлі забезпечують ефективне керування системами опалення, вентиляції, охолодження, гарячого водопостачання та освітлення, дозволяють підвищити енергетичну та операційну ефективність систем. З метою досягнення максимального ефекту у сфері енергозбереження програма функціонування служб будівлі і програмне забезпечення систем має вибиратися таким чином, щоб здійснювати керування будинком з урахуванням реальних потреб користувачів, виключаючи або зменшуючи невиправдані витрати енергії відповідно. Технічне керування будівлею надає інформацію про експлуатацію, технічне обслуговування, роботу окремих служб і всієї системи керування будівлею, головним чином з метою оцінки енергоспоживання (різні виміри, аналіз і зберігання отриманих даних), а також здійснює своєчасне діагностування необґрунтованих витрат енергії. Оцінка енергоспоживання висуває вимоги до документообігу та процесу контролю і використовується для розробки поточних і попереджувальних коригувальних дій для підвищення енергетичної ефективності будівель.

Для будівель визначені наступні класи ефективності системи автоматизації керування будівлею: Клас *D* – будівлі, в яких відсутня необхідність використання BACS для керування енергоефективністю будівлі; Клас *C* – будівлі, в яких використовуються спрощені BACS; Клас *B* – будівлі, в яких використовуються вдосконалені BACS і деякі певні функції TBM; Клас *A* – будівлі, в яких використовуються енергетично високоефективні BACS і TBM.

Наведемо основні функції BACS [16].

**Функції керування та їх відповідність класам ефективності BACS:**

**I Автоматичне керування підсистемами**

1 Керування опаленням

1.1 Керування генерацією тепла [система контролю встановлена безпосередньо на джерелі тепла (у цьому випадку система може контролювати зону, що складається з декількох приміщень) або в

приміщенні]: автоматичне керування відсутнє; централізоване керування; керування в окремому приміщенні за допомогою термостатичного клапана або локального електронного контролера; керування в окремому приміщенні за допомогою зв'язку локального контролера і BACS; керування в окремому приміщенні, яке включає в себе контроль «на вимогу» (по числу людей, якості повітря);

1.2 Керування температурою теплоносія в розподільній мережі (прямою або зворотному трубопроводі) (аналогічна функція може бути застосована для контролю мереж прямого електричного нагріву): автоматичний контроль відсутній; керування з компенсацією зовнішньої температури;

2 Керування по температурі всередині приміщення;

1.3 Керування циркуляційними насосами (насоси можуть бути встановлені на різних ступенях мережі): керування відсутнє; керування включено / вимкнено; керування швидкістю (продуктивністю) насоса без контролю перепаду тиску  $\Delta p$  з частотно регульованим приводом; керування швидкістю (продуктивністю) насоса з контролем перепаду тиску  $\Delta p$  з частотно регульованим приводом;

1.4 Керування зміною витрати та / або розподілом теплоносія (один контролер може контролювати одне або кілька схожих приміщень / зон): автоматичне керування відсутнє; керування за заданою програмою; керування з оптимальним запуском / зупинкою;

1.5 Керування температурою від джерела енергії (котла): постійна температура; температура, що залежить від зовнішньої температури; температура, що залежить від поточного навантаження;

1.6 Завдання порядку роботи різних генераторів тепла: пріоритети, засновані тільки на навантаженнях; пріоритети, засновані на навантаженнях і потужностях генераторів; пріоритети, засновані на ефективності генераторів;

2 Керування охолодженням:

2.1 Керування генерацією холоду / холодоносія [система контролю встановлена безпосередньо на джерелі (у цьому випадку одна система може контролювати зону, що складається з декількох приміщень) або в приміщенні]: автоматичне керування відсутнє; централізоване керування; керування в окремому приміщенні за допомогою термостатичного клапана або локального електронного контролера; керування в окремому приміщенні, яке включає контроль «на вимогу» (по кількості людей, якості повітря);

2.2 Керування температурою холодоносія води в розподільній мережі (на лінії подачі або зворотній трубі): автоматичний контроль відсутній; керування з компенсацією зовнішньої температури; керування по температурі всередині приміщення;

2.3 Керування циркуляційними насосами (насоси можуть бути встановлені на різних ступенях мережі): керування відсутнє; керування включено / вимкнено; керування швидкістю (продуктивністю) насоса без контролю різниці тиску  $\Delta p$  з частотно регульованим приводом; керування швидкістю (продуктивністю) насоса з контролем різниці тиску  $\Delta p$  з частотно регульованим приводом;

2.4 Керування витратою та / або розподілом холодоносія (один контролер може контролювати одну або кілька схожих приміщень / зон): автоматичне керування відсутня; керування за фіксованою програмою; керування з оптимальним запуском / зупинкою;

2.5 Залежність розподілу холодоносія від виділення тепла: немає залежності; часткова залежність (за параметрами систем кондиціонування); повна залежність;

2.6 Керування температурою від джерела енергії: постійна температура; температура залежить від зовнішньої температури; температура залежить від поточного навантаження;

2.7 Завдання порядку роботи різних генераторів холоду: пріоритети, засновані тільки на навантаженнях; пріоритети, засновані на навантаженнях і потужностях генераторів; пріоритети, засновані на ефективності генераторів;

3 Керування вентиляцією та кондиціонуванням:

3.1 Керування повітряними потоками на рівні розподілу між приміщеннями: керування відсутнє; ручне регулювання; керування по часу; керування по присутності людей; керування в окремому приміщенні, яке включає в себе контроль «на вимогу»;

3.2 Керування повітряними потоками на рівні розподільвача повітря: керування відсутнє; керування включенням / зупинкою; керування потоком з контролем величини тиску або без;

3.3 Контроль загрози заморожування теплообмінника: відсутній; реалізований;

3.4 Контроль перегріву теплообмінника: відсутній; реалізований;

3.5 Вільне механічне охолодження: контроль відсутній; нічний контроль; вільне охолодження;  $H_x$ -спрямоване охолодження;

3.6 Керування температурою повітря, що подається: контроль температури відсутній; контроль постійної температури подачі; температура залежить від температури зовнішнього повітря; температура залежить від навантаження;

3.7 Керування вологістю: контроль вологості відсутній; обмеження вологості повітря, що подається; підтримання вологості повітря, що подається; керування по вологості повітря, що виходить з приміщення (будівлі);

4 Керування освітленням:

4.1 Керування по зайнятості приміщення: ручне включення / вимикання; ручне включення / вимикання плюс загальне «групове» вимикання світла; автоматичне включення / димер; автоматичне включення / автоматичне вимикання; автоматичне ручне включення / димер; автоматичне ручне включення / автоматичне вимикання;

4.2 Керування денним освітленням: ручне; автоматичне;

4.3 Керування пристроями штучного затінення (штори, віконниці, маркізи): механічне ручне керування; моторизований привід з ручним керуванням; моторизований привід з автоматичним керуванням; комбіноване керування освітленням / затінюванням / кондиціонуванням;

**II Система автоматизації виділеного приміщення та всієї будівлі:**

1 Система автоматизації виділеного приміщення та будівлі відсутня;

2 Система автоматизації виділеного приміщення та будівлі, адаптована для централізованого керування (наприклад, графік роботи обладнання, робочі параметри);

3 Система автоматизації і керування будівлею оптимізована для використання систем автоматизації виділеного приміщення (локальні контролери, робочі параметри);

**III Експлуатація та технічне обслуговування квартир і всієї будівлі:**

1 Виявлення збоїв в роботі систем виділеного приміщення та будинків і діагностика несправностей;

2 Повідомлення інформації, що відноситься до споживання енергії, умов у приміщенні та можливості вдосконалень.

Розглянемо функції ВАС, що впливають на енергоефективність будівлі. Оцінка функцій повинна використовуватися з метою:

– визначення мінімальної кількості функцій, які застосовуються в проекті;

– визначення функцій ВАС, які слід враховувати при розрахунку споживання енергії в будівлі, якщо ці функції не описані докладно;

– розрахунок споживання енергії в еталонному випадку методом фактора ефективності ВАС.

Якщо інше не встановлено органами державної влади, мінімальні вимоги до функцій ВАС і ТВМ, що підлягає впровадженню, для будівель з системами керування класу ефективності С повинен відповідати функціям контролю ВАС, наведеним нижче.

**Функції контролю ВАС**

**I Автоматичний контроль підсистем:**

1 Керування опаленням:

1.1 Контроль генерації тепла [система контролю встановлена безпосередньо на джерелі тепла (у цьому випадку одна система може контролювати зону, що складається з декількох приміщень) або в приміщенні]: керування в окремому приміщенні за допомогою термостатичного клапана або локального електронного контролера;

1.2 Керування температурою теплоносія в розподільній мережі, прямому або зворотному трубопроводі (аналогічна функція може бути застосована для контролю мереж прямого електричного нагріву): керування якістю; керування з компенсацією зовнішньої температури (в залежності від керування якістю);

1.3 Керування циркуляційними насосами (насоси можуть бути встановлені на різних ступенях мережі): керування включено / вимкнено; керування швидкістю (продуктивністю) насоса без контролю перепаду тиску  $\Delta p$  з частотно регульованим приводом (керування кількістю);

1.4 Керування витратою та/або розподілом теплоносія [один контролер може контролювати одну або кілька схожих приміщень / зон (кількісне регулювання)]: керування за фіксованою програмою; керування з оптимальним запуском / зупинкою (керування пропусками);

1.5 Керування температурою від джерела енергії (котла): температура залежить від зовнішньої температури;

1.6 Завдання порядку роботи різних генераторів тепла: пріоритети, засновані тільки на навантаженнях (керування каскадом);

2 Керування охолодженням:

2.1 Керування генерацією холоду / холодоносія [система контролю встановлена безпосередньо на джерелі (у цьому випадку одна система може контролювати зону, що складається з декількох приміщень) або в приміщенні]: керування в окремому приміщенні за допомогою термостатичного клапана або локального електронного контролера;

2.2 Керування температурою холодоносія води в розподільній мережі (на лінії подачі або зворотній трубі): керування з компенсацією зовнішньої температури (якісне регулювання);

2.3 Керування циркуляційними насосами (насоси можуть бути встановлені на різних ступенях мережі): керування включено / вимкнено; керування швидкістю (продуктивністю) насоса без контролю перепаду тиску  $\Delta p$  з частотно регульованим приводом;

2.4 Керування витратою та / або розподілом холодоносія (один контролер може контролювати одне чи кілька схожих приміщень / зон): керування за фіксованою програмою; керування з оптимальним запуском

/ зупинкою (керування пропусками);

2.5 Взаємозв'язок генерації холодоносія від споживання теплоносія: частковий взаємозв'язок (за параметрами HVAC систем);

2.6 Керування температурою від джерела енергії: температура залежить від зовнішньої температури (керування якісне);

2.7 Завдання порядку роботи різних генераторів тепла: пріоритети, засновані тільки на навантаженнях (каскадне керування);

3 Керування вентиляцією та кондиціонуванням:

3.1 Керування повітряними потоками на рівні приміщення: керування за часом (нічний, денний інтервал);

3.2 Керування повітряними потоками на рівні розподільника повітря: керування відсутня; керування включенням / виключенням;

3.3 Контроль загрози заморожування теплообмінника: контроль реалізований;

3.4 Контроль перегріву теплообмінника: контроль реалізований;

3.5 Вільне механічне охолодження: використання низьких нічних температур;

3.6 Керування температурою повітря, що подається: контроль постійної температури подачі;

3.7 Керування вологістю: обмеження вологості повітря, що подається;

4 Керування освітленням:

4.1 Керування по зайнятості приміщення: ручне включення / вимикання; ручне включення / вимикання плюс загальне «групове» вимикання світла;

4.2 Керування денним освітленням (ручне);

5 Керування пристроями штучного затінення (штори, віконниці, маркізи): механічне ручне керування; моторизований привід з ручним керуванням;

#### **II Система автоматизації приміщень:**

1 Система автоматизації і керування будівлею (автоматизація квартир (приміщень) відсутня; система автоматизації приміщень адаптована для централізованого керування (наприклад, графік роботи обладнання, робочі параметри));

#### **III Експлуатація та технічне обслуговування квартир і всієї будівлі:**

1 Виявлення збоїв в роботі систем приміщень та будинків і діагностика несправностей;

2 Повідомлення інформації, яка відноситься до споживання енергії, умов у приміщенні та можливості удосконалення.

Також зазначимо доцільність застосування «Методики економічної оцінки енергетичних системах в будівлях», представленої в стандарті EN 15459: 2007 [17]. Стандарт EN 15459: 2007 «Енергоефективність будівель. Методика економічної оцінки енергетичних системах в будівлях» (EN 15459: 2007 "Energy performance of buildings – Economic evaluation procedure for energy systems in buildings", NEQ) діє в частині використовуваної термінології, застосовуваних методів і довідкових даних. Стандарт містить методичні вказівки і процедури розрахунку техніко-економічних показників інженерних рішень в області проектування навколишнього середовища будівлі і способи оцінки їх абсолютної і відносної економічної ефективності. Стандарт є одним з базових стандартів для обґрунтування найбільш доцільного з техніко-економічної точки зору варіанти реалізації енергозберігаючих заходів і будівлі і вибору їх оптимального поєднання.

#### **Висновки**

Аналіз особливостей формування енергоефективної транспортно-логістичної інфраструктури із визначенням ролі портів у морських транспортних перевезеннях дозволив виділити процес енергоефективності складських приміщень як одне із основних завдань модернізації транспортно-логістичної галузі. За результатами досліджень встановлено, що склади, які є одним з найважливіших компонентів логістичних систем, являють собою складні підсистеми, функціонування яких визначає ефективність, зокрема енергетичну, логістичних ланцюгів в цілому.

Показано, що оцінка типів складів та їх класифікація дозволяє сформулювати різні вихідні вимоги до здійснення заходів підвищення енергоефективності. Енергетичної ефективності складів можна досягти впровадженням заходів з енергозбереження та енергоефективного устаткування, продуктивність яких багато в чому визначається типами складських приміщень та умовами їхнього функціонування.

Високої енергетичної ефективності транспортно-логістичної інфраструктури, зокрема складів, можна досягти лише поєднанням технічних та організаційних методів за невід'ємної умови залучення персоналу до енергоефективної поведінки. Для України важливо розпочати роботу з енергетичної класифікації всіх будівель, зокрема, складських будівель, здійснити підготовку до цієї процедури з напрацюванням відповідної нормативно-правова база, методики визначення класів енергоефективності будівель з безумовним врахуванням кращого європейського досвіду.

**Список використаної літератури**

1. Давтян К. В. Теоретичні основи функціонування міжнародних транспортних коридорів та їх роль в економіці України // БізнесІнформ. – 2012. – № 12. – С. 151–155.
2. Энергоэффективность будівель: український провал і зарубіжний досвід [Електронний ресурс] : 07 Грудня 2015. – Режим доступу: <http://www.eircenter.com>
3. Копылова О.А., Рахмангулов А.Н. Методика формирования энергоэффективной транспортно-логистической инфраструктуры // Современные проблемы транспортного комплекса России. – 2012. – № 2. – С. 45–53.
4. Муравьев Д.С., Рахмангулов А.Н. Выбор и расчет основных параметров «сухого» порта // Современные проблемы транспортного комплекса России: Межвуз. сб. науч. тр. – Магнитогорск: Изд.-во Магнитогорск. техн. ун-та им. И. Носова. – 2012. – № 2. – С. 54–59.
5. Обзор морского транспорта 2013 год // Конференция Организации Объединенных Наций по торговле и развитию. ЮНКТАД. – Нью-Йорк и Женева, 2013. – 228 с.
6. Переробка вантажів у морських (річкових) портах (причалах) України. І півріччя 2015 року [Електронний ресурс] : К.: Держстат, 2016. – Режим доступу: [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua)
7. Про енергетичну ефективність будівель [Електронний ресурс]: проект Закону України No 4941 від 11.07.2016: за станом на 2 серп. 2016 р. – Режим доступу: [http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4\\_1?pf3511=596](http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=596)
8. Программа инновационного развития Открытого Акционерного Общества «Мурманский морской торговый порт» на период 2011–2015 г. [Електронний ресурс] : – Режим доступу: <http://innovation.gov.ru/sites/default/files/documents/2016/49495/5832.pdf>
9. Рахмангулов А.Н., Копилова О.А., Аутів Є.К. Вибір місць для логістичних потужностей // Світ транспорту. – 2012. – № 2. – С. 19–22.
10. Статистичний збірник «Транспорт і зв'язок України» 2015 рік. [Електронний ресурс] : К.: Держстат, 2016. – Режим доступу: [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua)
11. Рафиков С.А. Роль транспортных коридоров в повышении эффективности экономики регионов // Проблемы современной экономики. – 2012. – № 1. – С. 325–327.
12. Фаренюк Г.Г. Законодавчі та нормативні вимоги до показників енергоефективності будівель. Практика виконання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://old.minregion.gov.ua/attachments/content-attachments/>
13. Фаренюк Г.Г. Розвиток національної законодавчої та нормативної бази як основа забезпечення енергоефективності будівель [Електронний ресурс] : Матеріали Міжнародної конференції «Україна – енергонезалежна держава» // ICC WBO. 26 лютого 2015 р. – Режим доступу: <http://iccua.org/wp-content/uploads/2015/03/Rozvitok-natsionalnoyi-zakonodavchoyi-ta-normativnoyi-bazi1.pdf>
14. Чернявський Ю.І. Екологічні аспекти розвитку міжнародного транспортного коридору Європа–Азія // Економіка природокористування і охорони довкілля. – 2013. – С. 227–234.
15. Energy performance of buildings – Common terms, definitions and symbols for the overall energy performance rating and certification / Technical report. – ISO/TR 16344. First edition 2012-10-15.
16. EN 15232: 2007 «Energy performance of buildings – Impact of Buildings Automation, Controls and Buildings Management», NEQ.
17. EN 15459: 2007 "Energy performance of buildings – Economic evaluation procedure for energy systems in buildings", NEQ.
18. [http://www.carecprogram.org/uploads/events/2013/CFCFA-training-KGZ/009\\_103\\_209\\_logistics-center-development-ru.pdf](http://www.carecprogram.org/uploads/events/2013/CFCFA-training-KGZ/009_103_209_logistics-center-development-ru.pdf)
19. <http://commercialproperty.ua/references/warehouse.php>
20. [http://www.imvo.lviv.ua/uploads/files/IMVO\\_presentation\\_ukr.pdf](http://www.imvo.lviv.ua/uploads/files/IMVO_presentation_ukr.pdf)
21. <http://www.it.ru/itrfid/effect.pdf>
22. <http://www.knightfrank.ru/>
23. <http://www.logistics.ru/warehousing/news/klassifikaciya-skladskih-pomeshcheniy-knight-frank>
24. <http://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch4en/appl4en/ch4a4en.html>
25. <http://www.rivnist.in.ua/news/2014/08/22/6068>
26. [http://www.rmsforum.lv/admuploads/file/3\\_shljapnikov\\_transbaltica\\_2014.pdf](http://www.rmsforum.lv/admuploads/file/3_shljapnikov_transbaltica_2014.pdf)
27. <http://www.ssi-schaefer.ru/log-sistemy/avtomatizirovannye-skladskie-sistemy.html>
28. <http://www.uaprom.info>

**S. Denysiuk**, Dr. Sc. Sciences, prof., **A. Kotsar**, PhD. Sc. Sciences, Assoc.  
**National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”**  
**X-D. Haasis**, Dr. Sc., prof., **I. Dovbishuk**, doctor,  
**University of Bremen, Germany**

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF TRANSPORT LOGISTICS. ENERGY WAREHOUSES**



*The article discusses the development of transport and logistics industry, especially the formation of energy-efficient transport and logistics infrastructure to the definition of the role of ports in maritime transport and traffic allocation process, energy storage facilities as one of the main tasks of modernizing transportation and logistics industry. Reviewed by types of compositions and their classification, the main lines of storage infrastructure, determined that the assignment of syllables to one of the classes makes different output requirements for their modernization and implementation of energy efficiency measures.*

*It is shown that in assessing the quality warehouses in the logistics industry, primarily takes into account energy facilities; energy storage systems are characterized by a significant reduction in costs and emissions into the environment, and the use of technologies that reduce the consumption of natural resources and the negative impact on the environment, considered as factors of sustainable supply chains of large companies; energy efficiency in logistics systems, including storage facilities require modernization programs of the competence of experts on energy, energy management, training and skills development.*

*The modern European experience to address improving the efficiency of transport and logistics sector, including features to enhance the functioning of warehouses through energy efficiency of buildings and energy efficiency must be determined in accordance with legislative acts of the EU Energy Community. The influence of process automation, monitoring and management of buildings on the level of energy efficiency under the European Regional Standard EN 15232: 2007 "Energy efficiency of buildings. Methods for determining the impact of automation, control and operation of the building".*

**Keywords:** transport and logistics industry, energy, logistic system, energy efficiency, warehouse, automation, monitoring and management of buildings.

#### References

1. Davtyan K.V. theoretical foundations of the international transport corridors and their role in the economy of Ukraine // BusinessInform. – 2012. – № 12. – P. 151–155.
2. Energy efficiency of buildings: Ukrainian and foreign experience failure [electronic resource]: 7 December 2015. – Access: <http://www.eircenter.com>
3. Kopylova O.A., Rakhmangulov A.N. Technique of formation of energy-efficient transport and logistics infrastructure // Modern problems of the transport complex of Russia. - 2012. - № 2. - S. 45-53.
4. Ants D.S., Rakhmangulov A.N. Selection and calculation of the main parameters of the "dry" port // Modern problems of the transport complex of Russia. – Magnitogorsk: Magnitogorsk Technical University named G. Nosov. – 2012. – № 2. – P. 54–59.
5. Review of Maritime Transport 2013 // United Nations Conference on Trade and Development. UNCTAD. – New York and Geneva, 2013. – 228 p.
6. Processing of cargo in the sea (river) ports (berths) Ukraine. The first half of 2015 [electronic resource]: K.: State Statistics, 2016. – Access: [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua)
7. On the energy efficiency of buildings [electronic resource]: the draft Law of Ukraine No 4941 of 11.07.2016, as of Aug 2. 2016 – Access: [http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4\\_1?pf3511=596](http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=596)
8. Innovative Development Program of JSC "Murmansk sea trading port" for the period 2011–2015 [electronic resource]: – Access: <http://innovation.gov.ru/sites/default/files/documents/2016/49495/5832.pdf>
9. Rahmanhulov A.N., Kopylov A.A., Autiv E.K. The choice of sites for logistics facilities // World Transport. – 2012. – № 2. – P. 19–22.
10. Statistical Yearbook "Transport and Communication of Ukraine" in 2015. [Electronic resource]: K.: State Statistics, 2016. – Access: [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua)
11. Rafikov S.A. The role of transport corridors to improve the efficiency of regional economies // Problems of Modern Economics. – 2012. – № 1. – P. 325–327.
12. Farenjuk G.G. Legislative and regulatory requirements for the energy performance of buildings. Practice performance [electronic resource]. – Access: <http://old.minregion.gov.ua/attachments/content-attachments/>
13. Farenjuk G.G. Development of national legislative and regulatory framework as the basis of energy efficiency of buildings [electronic resource]: International Conference "Ukraine – volatile state" // ICC WBO. February 26, 2015 – Access: <http://iccu.org/wp-content/uploads/2015/03/Rozvitok-natsionalnoyi-zakonodavchoyi-ta-normativnoyi-bazi1.pdf>.
14. Cherniavsky Y.I. Environmental aspects of the international transport corridor Europe-Asia // Environmental Economics and Environment. – 2013. – P. 227–234.
15. Energy performance of buildings – Common terms, definitions and symbols for the overall energy performance rating and certification / Technical report. – ISO/TR 16344. First edition 2012-10-15.
16. EN 15232: 2007 «Energy performance of buildings – Impact of Buildings Automation, Controls and Buildings Management», NEQ.
17. EN 15459: 2007 "Energy performance of buildings – Economic evaluation procedure for energy systems

in buildings", NEQ.

18. [http://www.carecprogram.org/uploads/events/2013/CFCFA-training-KGZ/009\\_103\\_209\\_logistics-center-development-ru.pdf](http://www.carecprogram.org/uploads/events/2013/CFCFA-training-KGZ/009_103_209_logistics-center-development-ru.pdf)
19. <http://commercialproperty.ua/references/warehouse.php>
20. [http://www.imvo.lviv.ua/uploads/files/IMVO\\_presentation\\_ukr.pdf](http://www.imvo.lviv.ua/uploads/files/IMVO_presentation_ukr.pdf)
21. <http://www.it.ru/itrfid/effect.pdf>
22. <http://www.knightfrank.ru/>
23. <http://www.logistics.ru/warehousing/news/klassifikaciya-skladskih-pomeshcheniy-knight-frank>
24. <http://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch4en/appl4en/ch4a4en.html>
25. <http://www.rivnist.in.ua/news/2014/08/22/6068>
26. [http://www.rmsforum.lv/admuploads/file/3\\_shljapnikov\\_transbaltica\\_2014.pdf](http://www.rmsforum.lv/admuploads/file/3_shljapnikov_transbaltica_2014.pdf)
27. <http://www.ssi-schaefer.ru/log-sistemy/avtomatizirovannye-skladskie-sistemy.html>
28. <http://www.uaprom.info>

УДК 621.311+658.26

С.П. Денисюк, д-р техн. наук, проф., О.В. Коцар, канд. техн. наук, доц.  
Национальный технический университет Украины  
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»  
Х-Д. Хаазис, доктор, проф., И. Довбишук, доктор  
Университет Бремена, Германия

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ СКЛАДСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

*В статье рассмотрено развитие транспортно-логистической отрасли, особенности формирования энергоэффективной транспортно-логистической инфраструктуры с определением роли портов в морских транспортных перевозках и выделением процесса энергоэффективности складских помещений как одной из основных задач модернизации транспортно-логистической отрасли. Оценены типы складов и их классификация, основные направления развития складской инфраструктуры, определено, что отнесение складов к одному из классов обуславливает разные исходные требования к их модернизации и осуществлению мероприятий по повышению энергоэффективности.*

*Показано, что при оценке качества складов в логистической отрасли, в первую очередь, учитывается энергоэффективность помещений; энергоэффективные складские комплексы должны характеризоваться существенным снижением затрат и выбросов в окружающую среду, а также применением технологий, позволяющих снижать потребление природных ресурсов и негативное воздействие на окружающую среду, которые рассматриваются как факторы устойчивого развития цепей поставок крупных компаний; повышение энергетической эффективности в логистических системах, в частности, складских помещениях, требует модернизации программ развития компетенции экспертов по энергоаудиту, энергетического менеджмента, подготовки и повышения квалификации кадров.*

*Проанализировано современный европейский опыт решения проблемы повышения эффективности функционирования транспортно-логистической отрасли, в частности, особенности повышения эффективности функционирования складов за счет энергоэффективности зданий, а уровень энергоэффективности должен определяться в соответствии с требованиями актов законодательства ЕС, Энергетического Сообщества. Рассмотрено влияние процесса автоматизации, мониторинга и управления зданиями на уровень их энергоэффективности согласно европейского регионального стандарта EN 15232: 2007 «Энергоэффективность зданий. Методы определения влияния автоматизации, управления и эксплуатации здания».*

**Ключевые слова:** транспортно-логистическая отрасль, энергоэффективность, логистическая система, повышение энергетической эффективности, складское помещение, автоматизация, мониторинг и управление зданиями.

Надійшла 04.10.2016

Received 04.10.2016