

ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ (НА ПРИКЛАДІ КОНЦЕПЦІЇ «ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА БУДІВЛЯ»)

Анотація

Здійснено оцінку доцільності використання автоматизації інженерних систем будівлі. Розглянуто основні засади здійснення інноваційної діяльності. Першочергова увага приділена обґрунтуванню економічної доцільності автоматизації всіх інженерних систем будівлі. Досліджено статистичні дані області, перспективи розвитку даного напрямку в Україні. Наведено розрахунок показників економічної ефективності застосування концепції «інтелектуальна будівля».

The estimation of expedience of using Building Automation was carried out. Basic principles of realization of innovative activity were considered. Primary attention was spared to the explaining financial viability of automation of building's engineering systems. Statistics of the branch, prospects of its development in Ukraine were explored. The calculation of indexes of economic efficiency of using the conception 'Intelligent Building' was presented.

Ключові слова: концепція «інтелектуальна будівля», ресурсозберігаючі технології, економічна оцінка, інвестиції, інноваційна діяльність, автоматизовані системи керування.

Вступ

На Міжнародній конференції в Торонто більше 20 років тому було дано визначення концепції «інтелектуальна будівля» – це споруда, в якій інновації об'єднуються з успішним управлінням для максимізації повернення інвестицій. Мета «інтелектуальної будівлі» – забезпечити комфортне середовище для мешкання і роботи, що досягається шляхом автоматизації процесів при об'єднанні способів створення гнучкої системи управління [1].

Загальні правові, економічні та соціальні умови інвестиційної діяльності на території нашої країни визначає Закон України «Про інвестиційну діяльність», згідно якого інвестиціями є всі види майнових та інтелектуальних цінностей, що вкладаються в об'єкти підприємницької та інших видів діяльності, в результаті якої створюється прибуток (доход) або досягається соціальний ефект [2].

Об'єктом дослідження виступає ринок «інтелектуальної нерухомості» України. Суб'єктами є споживачі автоматизованих систем управління (АСУ).

Питання сутності руху капіталу та інвестицій було висвітлено в працях Александра Г., Бейлі Дж., Мертенса А., Фішера П. Економічна ефективність інвестицій та питання інвестиційного планування виступали предметами досліджень наступних науковців: Анипін В., Богатін Ю, Величко Е., Дегтяренко В., Кардаш В., Радіонова С, Радіонов Н., Савчук В., Суботіна М. Хачатуров Т. та інші. Розробкою алгоритму оцінки економічної ефективності інвестицій в енергозберігаючі заходи займалися Дмитрієв А., Табумщиков Ю., Ковалев І. та ін. Проте здійснювана проектна оцінка ефективності інвестицій не завжди підкріплювалась відповідними фактичними підрахунками та ілюструвалася реальними прикладами.

Сьогодні практично всі будівлі оснащені різними інженерними системами для належного забезпечення її життєдіяльності. Для організації ефективнішого управління об'єктом, а також з метою мінімізації експлуатаційних витрат була розроблена концепція «інтелектуальної будівлі». У розвинених країнах автоматизовані системи керування успішно використовують упродовж більше 30 років; впровадження ресурсозберігаючих технологій відповідно субсидіюється. Проте вітчизняний ринок «інтелектуальної» нерухомості є новоутвореною галуззю, для якої є характерним подолання низки проблем, що обмежують її розвиток.

Постановка задачі

Метою написання даної роботи є доведення економічної ефективності впровадження інноваційних ресурсозберігаючих технологій на об'єктах житлово-комунального господарства на прикладі використання систем «інтелектуальна будівля». Для цього на конкретних прикладах слід привести розрахунок показників економічної ефективності застосування автоматизованих систем управління технологічними процесами, зокрема визначити вартість здійснення подібних проектів та конкретизувати строки повернення капіталовкладень при використанні концепції «інтелектуальна будівля».

Методологія

Теоретичну основу дослідження становить маркетингова теорія та системний підхід до вивчення ринку систем «інтелектуальна будівля». Методи системного та порівняльного аналізу, статистичного дослідження, елементи прогнозування, а також логічного висновку складають *методологічну базу* роботи.

Результати дослідження

Інвестиційною діяльністю є сукупність практичних дій громадян, юридичних осіб і держави щодо реалізації інвестицій. База вітчизняних інвестиційних та інноваційних проектів знаходиться у розпорядженні

Державного агентства України з інвестицій та інновацій, основними завданнями якого є:

- участь у формуванні та забезпеченні реалізації державної інвестиційної та інноваційної політики;
- координація роботи державних органів виконавчої влади у сфері інвестиційної та інноваційної діяльності.

Інноваційна діяльність як одна із форм інвестиційної діяльності здійснюється з метою впровадження досягнень науково-технічного прогресу у виробництво та соціальну сферу, що включає [3]:

- ✓ випуск і розповсюдження принципово нових видів техніки і технологій;
- ✓ прогресивні міжгалузеві структурні зрушення;
- ✓ реалізацію довгострокових науково-технічних програм з великими строками окупності витрат;
- ✓ фінансування фундаментальних досліджень для здійснення якісних змін у стані продуктивних сил;
- ✓ розробку і впровадження нової, ресурсозберігаючої технології, призначеної для поліпшення соціального та екологічного становища.

У 2000 р. відповідно до постанови Кабінету Міністрів України № 654 була створено Українська державна інноваційна компанія (УДІК), що підпорядковується Державному агентству України з інвестицій та інновацій. Нині УДІК є державною небанківською фінансово-кредитною установою з потужною матеріально-технічною базою і розвиненою інфраструктурою. Її головним завданням є фінансування за рахунок власних і залучених коштів науково-технічних і маркетингових досліджень, конструкторсько-технологічних й інших проектних робіт, науково-технічного пошуку, інноваційних та інвестиційних проектів, спрямованих на впровадження у виробництво прогресивних науково-технічних розробок і технологій, освоєння випуску нових видів продукції [4]. Для залучення інвестицій вітчизняними підприємствами, що займаються впровадженням ресурсозберігаючих технологій необхідно здійснити обґрунтування економічної ефективності застосування концепції «інтелектуальна будівля».

1. Обґрунтування економічної доцільності автоматизації всіх інженерних систем бізнес-центрів

Наведемо розрахунок показників економічної ефективності (за внутрішніми даними компанії «Елекон») застосування автоматизованих систем управління технологічними процесами в торгово-офісному центрі площею 200 000 кв. м. та виділимо основні джерела економії ресурсів.

Прямі джерела економії [1]:

1) Зниження експлуатаційних витрат (за рахунок зменшення чисельності обслуговуючого персоналу).

Для обслуговування суспільних або адміністративних об'єктів площею 200 000 кв. м., що оснащені «традиційними» системами, необхідно 50 осіб (Чоп₁).

Застосування систем «інтелектуальна будівля» зменшує кількість обслуговуючого персоналу, як мінімум, вдвічі (тобто Чоп₂ = 25 осіб). При середній місячній зарплаті (ФЗП) 1500 грн./міс. та з урахуванням нарахувань на соціальні заходи (37% від заробітної плати), економія становитиме:

$$\mathcal{E}_1 = \text{ФЗП} * 1,37 * (\text{Чоп}_1 - \text{Чоп}_2) * 12 = 1500 * 1,37 * (50 - 25) * 12 = 616\,500 \text{ грн. / рік.}$$

2) Збільшення строків між капітальними ремонтами [1]:

Використання «інтелектуальної інфраструктури» дозволяє обходитися без капітального ремонту принаймні на протязі 50 років, у той час як звичайна будівля потребує оновлення, як мінімум, один раз на 30 років.

Економія, що обумовлена перенесенням капіталовкладень на капітальний ремонт на 20 років пізніше, приведена до одного року початку ремонту без такого переносу, може бути визначена за наступною формулою:

$$\mathcal{E}_2^{\tau=30} = \left[1 - \frac{1}{(1+E)^{\Delta T}} \right] \cdot k \cdot S \cdot E = \left[1 - \frac{1}{(1+0,1)^{20}} \right] \cdot 110 \cdot 353999 \cdot 0,1 = 3315172,3 \text{ грн. / рік,}$$

де:

$E = 0,1$ – норма дисконту (або коефіцієнт приведення різночасових витрат), що дорівнює середній банківській ставці по кредитах або по депозитам;

$\Delta T = 20$ (років) – термін, на який «відкладається» капітальний ремонт.

Розрахуємо річний економічний ефект (економія), наведений до року вкладення інвестицій:

$$\mathcal{E}_2 = \frac{\mathcal{E}_2^{\tau=30}}{(1+E)^{\Delta T}} = \frac{3315172,3}{1,1^{30}} = 188383 \text{ грн. / рік}$$

Крім того, у звичайній будівлі після надзвичайної події (прорив труби, заpalення об'єкту) скоріше за все, доведеться робити післяаварійний ремонт, що потребує значних грошових витрат; підраховувати багатотисячні збитки. На противагу зазначеній ситуації, в «інтелектуальній будівлі» своєчасно спрацює система, що перекриє потік води або увімкне протипожежні системи та забезпечить негайне сповіщення про аварійну ситуацію диспетчеру відповідної служби, при цьому збитки зведуться до мінімуму. Звісно, оцінити точний економічний ефект у даному випадку складно, адже він залежатиме від кожної конкретної ситуації.

3) Економія електроенергії за рахунок оптимізації енергоспоживання та роботи підсистем (насосів теплоносія, води, охоронної сигналізації) [1]:

Розрахунковий максимум електричного навантаження торгово-офісного центру (готелю) площею 200 000 кв. м ($P_{\text{спож}}$) становить близько 8000 кВт.

Для прийнятого в проектних розрахунках коефіцієнту заповнення графіку навантаження споживання – 60%, сумарне місячне електроспоживання будівлі ($W_{\text{спож}}$) складає:

$$W_{\text{спож}} = P_{\text{спож}} * 8760 * 60\% / 100\% * 0,7 = 8000 * 5256 * 0,7 = 29 * 10^6 \text{ кВт*год,}$$

де:

8760 [год / рік] – кількість годин на рік;

0,7 – коефіцієнт, що враховує річну нерівномірність споживання, а також те, що навантаження в перші роки розрахункового періоду менше, ніж загальне розрахункове.

Таким чином, десятивідсоткова економія електроенергії за рахунок оптимізації електроспоживання дає річний економічний ефект:

$$\Delta_3 = W_{\text{спож}} * t_{\text{пр}} * 10\% / 100\% = 29 * 0,2 * 0,1 * 10^6 = 580\,000 \text{ грн. / рік,}$$

$t_{\text{пр}} = 0,2$ [грн. / кВт*год.] – тариф на електроенергію, що сплачується за роздрібним тарифом компанії-енергопостачальника для 2-го класу напруги.

Залежно від того, які задачі вирішуватиме система, вартість системи «інтелектуальна будівля» істотно змінюється. Наявний досвід побудови автоматизованих систем вітчизняного виробництва показує, що витрати на автоматизацію інженерних систем об'єкту збільшують вартість будівництва 1 кв. м. площі будівлі на 50-100 грн. і складають 5-10% від вартості інженерних і технічних систем, які у будь-якому випадку є в проектах. Тобто вартість автоматизованої системи керування складає лише 1-2% від загальних витрат на будівництво будівлі (для порівняння – аналогічні імпортні системи приводять до дорожчання 1 кв. м. площі будівлі в 1,8 – 2 рази). Відповідно, можемо зробити важливий висновок: 1-2% інвестицій контролюють і забезпечують надійне функціонування більше 40% засобів, вкладених в будівлю.

Економія при проектуванні автоматизованих систем керування технологічними процесами складає 30-35% у порівнянні з варіантом, коли всі підсистеми розробляються окремо, а потім об'єднуються.

Тому при аналізі ефективності фінансових вкладень в створення сучасної будівлі необхідно враховувати не тільки засоби необхідні для будівництва, але і витрати на подальше обслуговування і експлуатацію.

У загальному випадку витрати на етапах життєвого циклу будівлі складаються з двох основних етапів:

- 1) витрати на проектування та будівництво;
- 2) витрати на експлуатацію.

Слід також зазначити, що витрати на будівництво «інтелектуальної будівлі», є значно вищими, ніж на будівництво будівель з традиційним складом інженерного устаткування (рис. 1.1). Проте варто пам'ятати і про те, що сукупна вартість будівлі є сумою витрат на будівництво і експлуатаційних витрат протягом усього життєвого циклу будівлі.

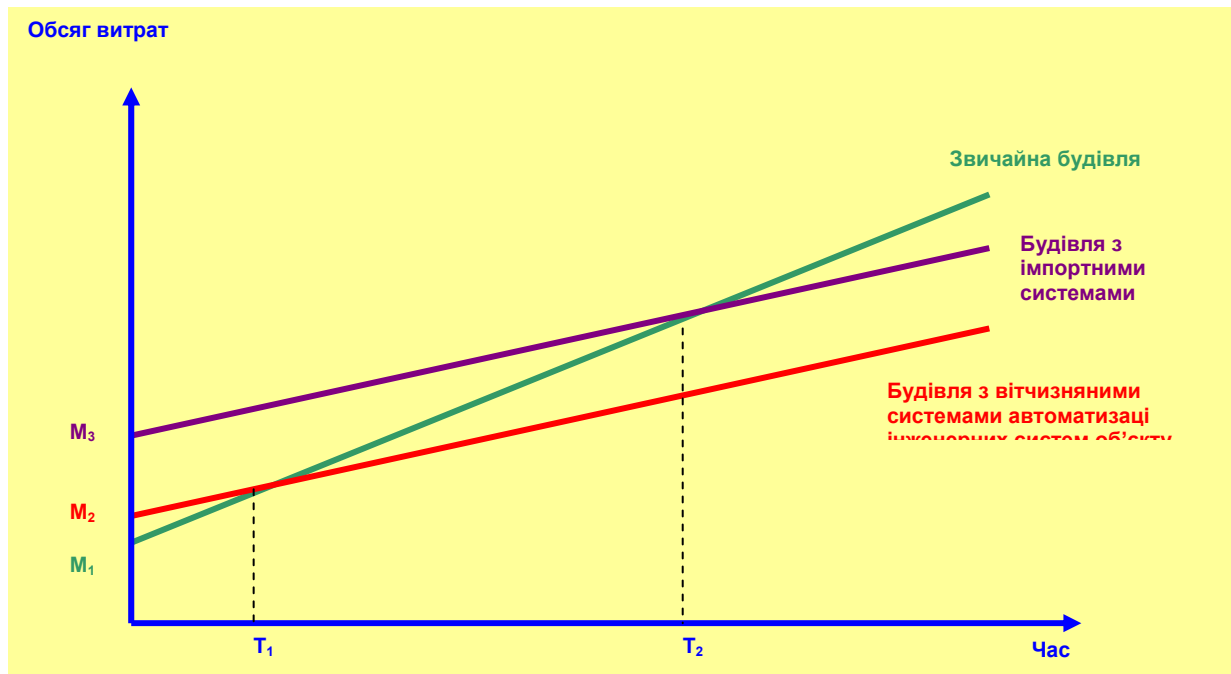


Рис. 1.1. Графік залежності обсягу витрат на протязі певного проміжку часу від використання різних автоматизованих систем керування

Як ілюструє графік, кожен замовник та інвестор прагнуть досягти оптимального співвідношення між вартістю будівництва і витратами на подальшу експлуатацію, які зазвичай зобов'язані між собою таким чином: чим вище вартість будівництва M (при збільшенні глибини і ширини інтеграції АСУ), тим нижче буде вартість експлуатації. І навпаки, чим нижче вартість будівництва M , тим вищими будуть витрати на експлуатацію [1].

При цьому будівля з АСУ українського виробництва повертає вкладені засоби і починає приносити прибуток за часом значно раніше (T_1), ніж його аналог з імпортними АСУ (T_2), і, відповідно, окупиться в 2-3 рази швидше.

Вартість експлуатації "усередненої" будівлі в Україні перевищує вартість будівництва в десятки разів, тобто практично усі кошти витрачається на експлуатацію. Здійснивши порівняння з розвиненими країнами (США, ЄС, Японія та ін.) упевнимся, що дана ситуація є оберненою до вітчизняної: більше капіталовкладень направляють у будівництво, щоб істотно економити в період експлуатації будівлі.

Термін окупності залежить від вартості енергоресурсів і трудових ресурсів. Поки ці статті витрат залишаються відносно невеликі, термін

окупності таких систем в Україні досить значний і складає близько п'яти-шести років, при середньому для Європи терміну в два-три роки. Зі зростанням вартості енергоносіїв і зарплат прогнозується вихід на загальноєвропейський рівень [5].

2. Визначення вартості автоматизації бізнес-центру або готелю

Наведемо алгоритм здійснення підрахунку вартості проекту по оснащенню об'єкту системою «інтелектуальна будівля» [1].

Замовник заповнює опитувальний лист, в якому зазначається перелік локальних систем, які він хотів би бачити на своєму об'єкті і конкретизуються завдання кожної з цих систем.

При отриманні заповненого анкетного листа виконавцем (компанією-розробником, - виробником, - інсталятором) розробляється та направляється на адресу замовника техніко-економічна пропозиція. На даному етапі може бути отримана орієнтовна вартість автоматизації залежно від глибини і ширини інтеграції АСУ, тобто її складу та складності вирішуваних задач.

Після узгодження техніко-економічної пропозиції готується технічне завдання на проектування, в якому указуються всі вимоги до АСУ. При цьому завдання на проектування розробляється у співавторстві замовника і інтегратора системи «інтелектуальна будівля».

Наступним етапом є створення робочого проекту. Подібно до того, як при проектуванні суміжних інженерних систем необхідна їх взаємне поєднання за складом устаткування та його технічним характеристикам, так і при проектуванні інформаційної системи слід враховувати склад і характеристики локальних систем управління. Далі здійснюється підбір відповідного устаткування.

Після проходження наведених вище етапів можемо говорити не про «зразкову» вартість автоматизації, а конкретно про вартість усього устаткування з елементами комплексної автоматизації стосовно вимог глибини і ширини інтеграції конкретного об'єкту.

Наступні кроки впровадження АСУ – виготовлення та постачання устаткування, монтаж на об'єкті, пусконаладжувальні роботи і введення (запуск) системи в експлуатацію. Вартість цих робіт визначається традиційно з використанням нормативних документів.

3. Конкретизація строків поверненості капіталовкладень у систему «інтелектуальна будівля»

Визначивши у попередньому розділі, що автоматизація інженерних систем будівлі дійсно сприяє досягненню значного економічного ефекту у розрізі енергоспоживання, що відбувається за допомогою використання сучасних енергозберігаючих систем концепції «інтелектуальна будівля», необхідно конкретизувати показники економічності у залежності від строків експлуатації АСУ. Наприклад, виходячи з потреб замовника може бути

визначено наскільки синхронізація роботи систем опалювання, вентиляції і кондиціонування дозволяє зменшити енергоспоживання.

Важливо зазначити, що близько 25% від загального споживання всієї електроенергії витрачається на освітлення. Витрати на енергозберігаючі технології і гнучку конфігурацію інженерних систем будівлі окупаються в Європі в середньому за 7 років. Використання систем управління освітленням економить до 60% електроенергії, а термін служби всіх ламп збільшується в 20 разів [6].

Показники економічності обумовлюють терміни окупності подібної концепції (табл.3.1).

Таблиця 3.1

Період поверненості капіталовкладень в оснащення системою «інтелектуальна будівля»

Будівля здається в оренду	
Період поверненості капіталовкладень, років	< 8
IRR* (за 8 років)	15,17 %
Тільки енергозбереження та експлуатація	
Період поверненості капіталовкладень, років	< 15
IRR* (за 15 років)	15,13 %
Будівля експлуатується власником	
Період поверненості капіталовкладень, років	< 6
IRR* (за 6 років)	18,95 %

* внутрішня норма прибутковості (за основу було взято показники компанії SMART-LIFE)

Показники економічності на етапі експлуатації: енергоресурси використовуються раціонально (економія – 10-20% на рік); економія на ремонтах і повній заміні устаткування (витрати на ремонт устаткування скорочуються до 50%); економія на службі експлуатації (штат експлуатаційної служби скорочується в три-чотири рази) [7].

Висновки

Тривалий період реформування національної економіки ускладнив стан матеріально-технічної бази в усіх галузях промисловості, що зумовило загострення питання раціонального використання обмежених ресурсів.

Обґрунтовуючи економічну доцільність впровадження систем автоматизації та диспетчеризації інженерних систем будівлі ми виявили низку переваг концепції «інтелектуальна будівля». При оснащенні автоматизованими системами управління технологічними процесами бізнес-центрів, адміністративних споруд, готелів тощо досягається економія на споживанні електроенергії до 10-20%, підвищується продуктивність виконуваних робіт на 5-8%, істотно покращується комфорт і безпека, зменшується негативний вплив на навколишнє середовище. При цьому загальні витрати на експлуатацію будівлі зменшуються до 30%, а на ремонт –

практично удвічі. Так, для бізнес-центра площею близько 50 тис. кв. м. економія щорічних комунальних витрат по Києву може скласти близько \$1 млн. [5].

Крім того, спрощується процес технічної експлуатації таких споруд – у залежності від складності рішень по автоматизації інженерних систем достатньо лише одного диспетчера на житлову споруду. Фахівці також відзначають, що у багатьох випадках доцільнішим і обґрунтованим з економічної точки зору стає не модернізація вже існуючих споруд, а будівництво "інтелектуальних" будівель з нуля.

У процесі досягнення мети дослідження було визначено основні засади здійснення інноваційної діяльності. Здійснено економічну оцінку ефективності застосування систем «інтелектуальна будівля», зокрема наведено розрахунки досягнення економічного ефекту на прикладі автоматизації всіх інженерних систем бізнес-центрів (офісних приміщень, підприємств готельного господарства). Конкретизовано строки повернення капіталовкладень у систему «інтелектуальна будівля».

У результаті дослідження було отримано практичні результати, які дозволяють підвищити ефективність управління розвитком технологічних процесів об'єктів промислового, житлового, адміністративного призначення. Отримані результати можуть знайти практичне використання в підсистемі управління розвитком автоматизованими системами управління на підприємствах готельного господарства, об'єктах соціальної інфраструктури; враховуватися при будівництві житлових, офісних, торгово-розважальних комплексів, спортивних і фізкультурно-оздоровчих закладів та інших інвестиційно-привабливих об'єктів. Дана робота має також загальне практичне значення, оскільки одержані результати можуть бути враховані при здійсненні заходів щодо реформування житлово-комунального господарства України [8].

Найбільш важливими критеріями при виборі системи автоматизації є: технічні характеристики, експлуатаційні характеристики, сервіс та підтримка, надання постачальником обладнання, фінансові критерії (економічний ефект в результаті оснащення АСУ, вартість проекту тощо) [9]. За оцінками галузевих експертів, на сьогоднішній день потенційний ринок прогресивних будівельних технологій у 10 разів більше, ніж реально освоєний [10]. Причин тому є декілька. Одна з них криється в тому, що будівництвом та експлуатацією будівлі зазвичай займаються різні організації. Відповідно, будівельні організації не переймаються питаннями вартості подальшої експлуатації, а тому вони часто економлять на системах автоматизації. Серед інших причин можна назвати порівняно дешеву працю та електроенергію. Для підвищення рівня інвестиційної привабливості необхідно удосконалювати податкову політику та нормативно-законодавчу практику,

що стосується також і перегляду позицій стимулювання інноваційної діяльності підприємств.

Отже, при оснащенні будівлі автоматизованими системами управління її технологічних процесів досягається значний економічний ефект, що варіюється не лише залежно від використовуваного устаткування, алгоритмів оптимізації режимів його роботи, а також і залежно від того, ким експлуатується будівля та які цілі прагне досягти інвестор.

На відміну від розвинених країн, де концепція «інтелектуальна будівля» стала невід'ємною частиною як сучасного житла, так і об'єктів промислового, адміністративного, господарського призначення, в Україні автоматизовані системи управління знаходяться на етапі впровадження. Тому на шляху розповсюдження використання ресурсозберігаючих систем в нашій країні виникає низка проблем – від нечіткого уявлення замовників про комплексні системи автоматизації до відсутності нормативної бази як по проектуванню та впровадженню цих систем, так і по будівництву «інтелектуальних споруд». Тому у подальших дослідженнях варто більш детально проаналізувати можливі шляхи розв'язання зазначених проблем та дослідити особливості діяльності підприємства у залежності від етапу життєвого циклу ринку систем «інтелектуальна будівля».

Література:

1. Офіційний сайт компанії «Елекон» [Electronic Resource] <http://www.elecon.com.ua>
2. Закон України «Про інвестиційну діяльність» від 18.09.91 N 1561-XII.
3. Офіційний сайт Державного агентства України з інвестицій та інновацій [Electronic Resource] <http://investexchange.flint.kiev.ua>
4. Офіційний сайт «Української державної інноваційної компанії» [Electronic Resource] <http://www.udik.com.ua>
5. Сайт професійного журналу про нерухомість «Property Times» [Electronic Resource] <http://www.property.times.com.ua>
6. Інформаційно-аналітичний інтернет-ресурс про HiFi-техніку hifiNews.ru [Electronic Resource] <http://www.hifinews.ru>
7. Настыч И. Спрос на «интеллектуальные здания» / Настыч И. // Property Times. – 2007. – №49. – С. 16-17.
8. Офіційний сайт Міністерства з питань житлово-комунального господарства України [Electronic Resource] <http://www.minjkg.gov>
9. Матвейчук Г., Можейко К. Современные технологии управления производством / Г. Матвейчук, К. Можейко // Техноplus. – 2004. – №4.
10. Сайт видання „Cnews” у сфері інформаційних технологій і телекомунікацій [Electronic Resource] <http://www.cnews.ru>