

**Крістіна Голуб**

*Київський національний університет будівництва і архітектури,  
науковий співробітник, науково-дослідна частина*

e-mail: golub.kv@knuba.edu.ua

orcid: 0000-0003-3469-0436

## **КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОСТІ АДМІНІСТРАТИВНИХ БУДІВЕЛЬ**

© Голуб К., 2021

<https://doi.org/10.23939/sa2021.01.039>

*У статті визначено основні критерії інтелектуальності адміністративних будівель, описано етапи формування інтелектуальних будівель, проаналізовано рентабельність впровадження сучасних технічних засобів (інженерних систем) та архітектурно-планувальних прийомів в адміністративних будівлях.*

*Ключові слова: інтелектуальні будівлі, адміністративні будівлі.*

### **Постановка проблеми**

На різних етапах розвитку цивілізації поняття “технологія” визначає шлях, що веде до майбутнього прогресу, а швидкість зміни технології є прямо пропорційна швидкості прогресу. На сьогодні, технології в цілому, і в архітектурі, зокрема, розвиваються швидше ніж будь-коли до цього. Звичайними стали для нас поняття інтернет, “розумний телефон” (smartphone), “смарт-годинник” (smart watch), робот-пилосос (robotic vacuum cleaner) тощо. А слово “інтелект” використовується не лише для опису розумових здібностей людини, але й в новому контексті – для характеристики будівель, автомобілів, комп’ютерів та різних портативних гаджетів; це поняття відоміше, як “штучний інтелект”.

Уявлення про штучний інтелект постійно змінюється, трансформується бачення шляхів його розвитку, підходи до вивчення та функціонування. Не викликає сумнівів важливість розвитку технологій штучного інтелекту для різних галузей науки, в тому числі: робототехніка, кібернетика, медична діагностика та інших. Варто також відзначити, що в останні роки значно активізувались інвестиції в наукові дослідження і практичні розробки в цій сфері, так, зокрема, один із лідерів американської наукової думки, інженер-винахідник, мільярдер, засновник компаній SpaceX, PayPal, The Boeing Company, Tesla Incorporated Ілон Маск прийняв рішення у 2016 році інвестувати понад 1 млрд доларів США у компанію Neuralink, головним завданням якої є саме дослідження штучного інтелекту. Надзвичайно важливе значення має штучний інтелект і для функціонування сучасних адміністративних будівель, в тому числі це впливає на екологію, ресурсозбереження, безпеку, комфорт, підтримку життєдіяльності та життєзабезпечення. Нові інтелектуальні системи управління впливають на методіку проектного процесу, взаємодію проектних організацій, змінюють експлікацію і площі технічних приміщень, що спонукає до детального наукового дослідження цієї тематики.

### **Аналіз останніх досліджень та публікацій**

Робота британського вченого, професора Дерек Клементс-Крума (Derek Clements-Croome) (1997) була однією з перших спроб пояснити концепцію формування інтелектуальних будівель, їх

ефективність та потенціал реагування на соціальні та технологічні зміни. Доктор технічних наук в Фінляндії Мерві Хіманнен (Mervi Himanen) досліджує доцільність концепції інтелектуального будівництва в офісних будівлях. Професор Акін Адеджімі (Akin Adejimi) з університету Обафемі Ауволо в Нігерії досліджує роль архітектора при створенні інтелектуальних будівель в 21 тисячолітті.

### Мета статті

Визначити критерії за якими адміністративні будівлі варто відносити до інтелектуальних будівель, встановити основні архітектурно-планувальні прийоми та технологічні засоби, які застосовуються в інтелектуальних адміністративних будівлях.

### Виклад основного матеріалу

Термін “інтелектуальна будівля” вперше з’явився у США на початку 1980-х років і був представлений “Інститутом інтелектуальної будівлі” у Вашингтоні (Intelligent Building Institute, IBI): “Інтелектуальна будівля – це будівля яка інтегрує різні системи для ефективного управління ресурсами в координуючому режимі, щоб максимізувати: технічні характеристики; інвестиції та економію експлуатаційних витрат” (Derek and Clements-Croome, 1997).

На першому етапі (1950–1980 роки) формування інтелектуальних будівель були впроваджені окремі контролери для управління освітленням, вентиляцією, безпекою, комунікаціями тощо (рис. 1).

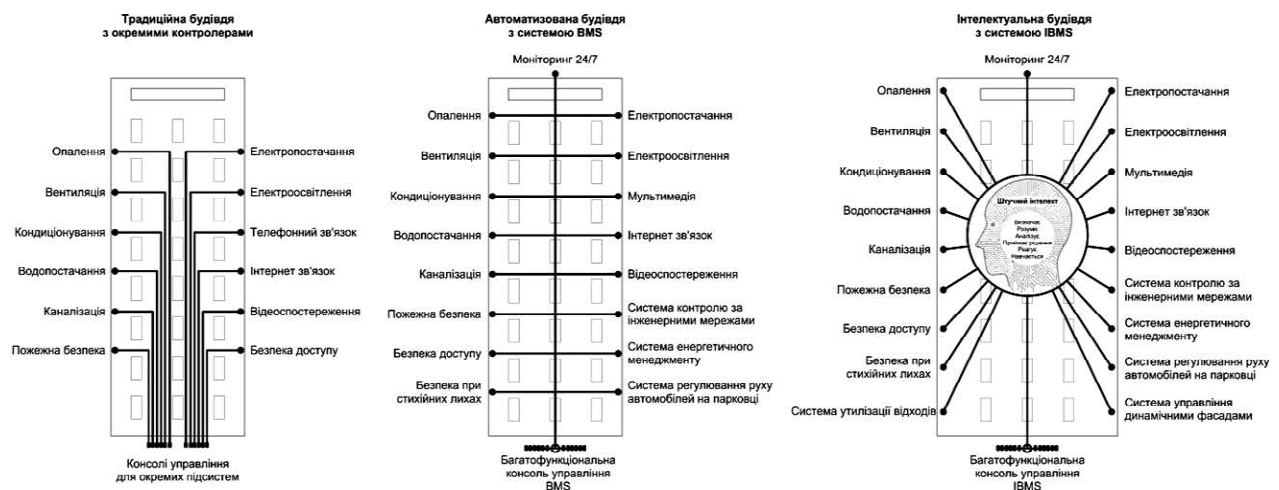


Рис. 1. Схема відмінностей інженерних систем в традиційних будівлях, автоматизованих та інтелектуальних (Розроблено автором (2020) на основі роботи Jim Sinopoli “Smart Buildings” (2006))

На другому етапі (1980–1995 рр.) впровадження “штучного інтелекту” було розроблено і використано систему управління будівлею (Building Management System, BMS), яку також називають система автоматизації (Building Automation System, BAS) – це автоматизована система управління, яка регулює і контролює всі механічні та електричні обладнання, в тому числі: вентиляцію, кондиціонування, опалення, освітлення, системи пожежогасіння і системи безпеки. BMS або BAS складається з програмного забезпечення і апаратних засобів; програмне забезпечення, як правило, має ієрархічну структуру, де система управління дозволяє інтегрувати, автоматизувати та оптимізувати інженерні процеси (Himanen, 2003). Однак, BMS (BAS) не здатна самостійно аналізувати і приймати рішення щодо перепрограмування, реагувати на зміни у вихідних даних, навчатись; управляє такою системою автоматизованого управління завжди людина (оператор).

Третім етапом (з 1995 по 2010 рр.) на зміну будівлям з автоматизованою системою управління, прийшли будівлі з інтелектуальними системами управління (Intelligent Building

Management System, IBMS), які здатні самостійно визначати загрози, шукати шляхи досягнення результату, приймати рішення. Будівлі з інтелектуальними система управління здатні моніторити стан будівельних конструкцій, і ризики виникнення стихійних лих: землетрусів, повенів, зсувів та інше (Глинин та Олинец, 2013). Ще однією важливою відмінністю будівель з інтелектуальними система управління від будівель з автоматизованими системами управління є можливість нарощувати і видозмінювати конфігурації вбудованих інженерних систем, що потребує застосування інших планувальних і архітектурних прийомів відмінних від будівель з автоматизованими системи управління (Тєтушкин та Герасимов, 2016).

Починаючи з 2010 року можна виділити четвертий етап розвитку інтелектуальних будівель, в яких окрім наявності інтелектуальної системи управління (IBMS) стало необхідним використання підходів стійкої архітектури (анг. Sustainable Architecture). Як стверджує британський вчений, професор Дерек Клементс-Крум (Derek Clements-Croome) – інтелектуальні будівлі повинні бути стійкими, здоровими та технологічно сучасними; відповідати нормативним вимогам; задовольняти потреби користувачів; і бути достатньо гнучкими та пристосованими для боротьби зі змінами (2011). Основними цілями при створенні інтелектуальних будівель є енергозбереження, мінімізація впливу на навколишнє середовище, комфортні умови праці, безпека та рентабельність інвестицій.

На думку автора, найближчим п'ятим етапом формування інтелектуальних будівель стане адаптивність будівель до швидких змін потреб людини та технологій, покращення “інтелектуальних” можливостей систем управління на основі швидкого, глибокого аналізу ситуацій, дій не лише за наперед заданим сценарієм, а й на основі самонавчання та мінімізації взаємодії з оператором для швидшого і якіснішого реагування.

Варто відзначити, що на сьогодні, інтелектуальні будівлі є лише в країнах з розвинутою економікою, в тому числі: США, Китай, Південна Корея, Японія, Сінгапур, Австралія, Велика Британія, Нідерланди, Німеччина тощо (рис. 2).

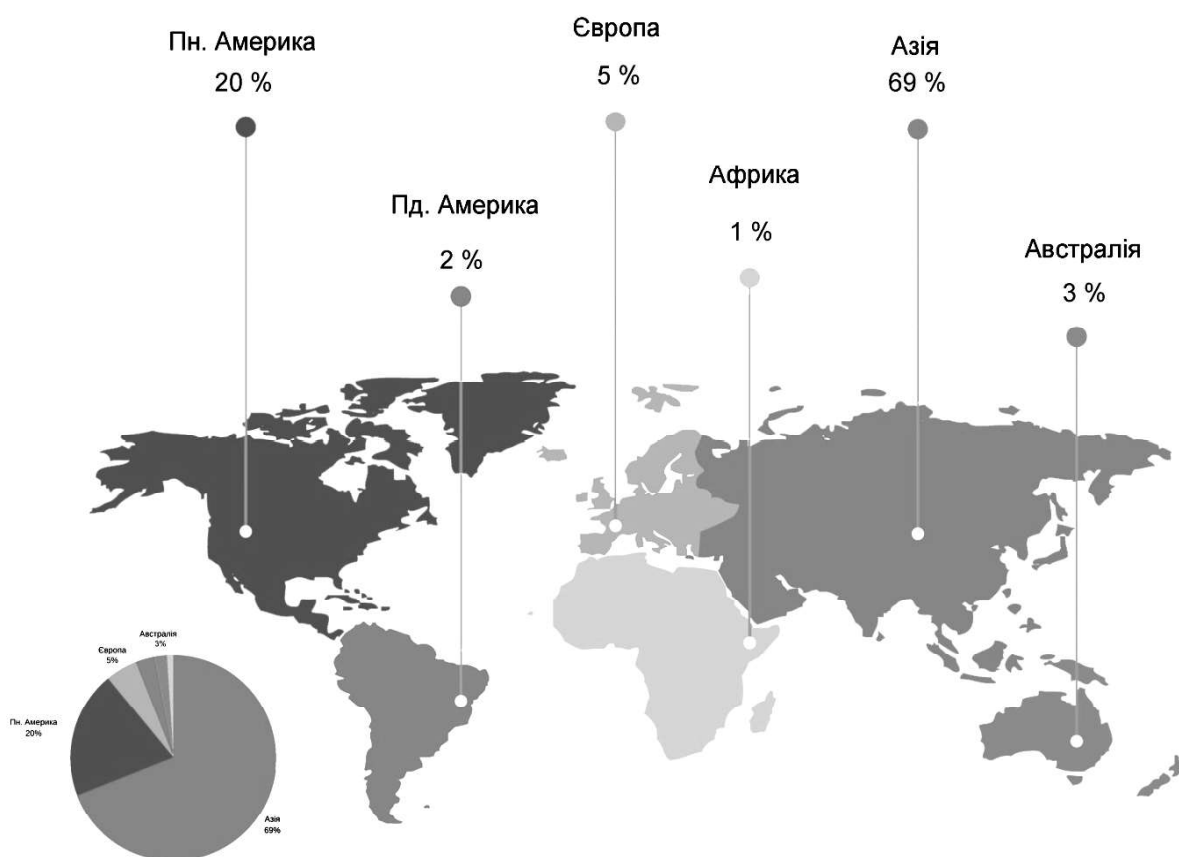


Рис. 2. Схема розповсюдження інтелектуальних будівель в світі (Розроблено автором, 2020)

Адміністративну будівлю варто відносити до “інтелектуальних будівель”, якщо вона відповідає наступним критеріям:

1. має штучний інтелект (IBMS), який автономно здійснює управління будівлею;
2. налічує не менше 15 тисяч інформаційних точок, іншими словами датчиків та сенсорів, через які надходить інформація з контрольованих інженерних систем про стан обладнання та навколишнє середовище, стан будівельних конструкцій тощо;
3. відповідає принципам “стійкої архітектури” (Sustainable Architecture), тобто планувальні та об’ємно-просторові прийоми дозволяють мінімізувати негативний вплив будівель на навколишнє середовище за рахунок енергоефективності.

Показники кількості інформаційних точок, в різних країнах можуть відрізнитись, так, наприклад в Росії до адміністративних будівель з інтелектуальними системами управління відносять будівлі з двома-трьома тисячами точок. Поряд з тим, тут будуються і будівлі, що відповідають загальноприйнятим стандартам, до відповідного рівня можна віднести адміністративну будівлю ВАО “Російські залізниці”, де моніторинг і управління різними інженерно-технічними системами здійснюється через 32 тисячі точок та офісна будівля нафтогазової компанії “ТНК-ВР”, де працює понад 30 інженерних систем і задіяно 28 тисяч точок контролю (Комаров та Жаров, 2013).

Що стосується країн Європейського Союзу, то найбільш відомими адміністративними будівлями з інтелектуальними системами управління є будівля банку “Credit Suisse First Boston” в Лондоні, що має у своєму складі офісні приміщення, банківські сховища, фітнес-центр, ресторани та конференц-приміщення налічує 5 станцій управління та 40 тисяч інформаційних точок; вежа “Millennium” (Відень, Австрія) загальною площею 100 тис. м<sup>2</sup> має 11 тисяч точок та 1 тис. контролерів; система управління комплексом Національної бібліотеки Франції загальною площею 400 тис. м<sup>2</sup> налічує 2 тис. контролерів і терміналів та 25 тис. інформаційних точок. Розвитком і поширенням концепції “Інтелектуальної будівлі” в Європі цілому займається “Група Інтелектуальних Будівель” (Intelligent Buildings Group, IBG), що входить до складу громадської організації “Привілейована установа інженерів будівельних послуг” (The Chartered Institution of Building Services Engineers, CIBSE) (Siemens-Інтелектуальні збудовані в світі, б. д.; CIBSE – Intelligent Buildings Group, б. д.).

Потреба в автоматизації будівель викликана в першу чергу економічними причинами, але їх активне впровадження нашою країною на проблему збільшення вартості будівлі. Залежно від ступеня складності проекту та рівня технічних рішень приріст вартості квадратного метра будівлі складає від 0,1 до 3 тис. \$ США, але в даному випадку важлива рентабельність таких вкладень. Згідно розрахунків автора, рентабельність вкладень в автоматизацію настає через п’ять-шість років експлуатації. Витрати на установку інтелектуальних систем окупуються шляхом зниження витрат на подальшу експлуатацію будівлі, а саме:

- витрати на електроенергію, теплопостачання і водопостачання за рахунок раціонального їх використання;
- своєчасне виявлення несправностей в інженерних мережах дозволяє вчасно вжити заходів щодо їх усунення та недопущення наслідків аварій;
- завдання безпеки, крім поширених систем охорони і пожежної сигналізації, можуть включати в себе системи контролю цілісності конструкцій самої будівлі (Тєтушкин та Герасимов, 2016).

Відповідно до існуючої статистики, вартість інженерних систем інтелектуальної будівлі становить від 30 до 50 % від загальної вартості об’єкта; 5–7 % з них припадає на інтелектуальні елементи – контролери, автоматизовані робочі місця диспетчерів, програмне забезпечення тощо (Комаров та Жаров, 2013).

На шляху переходу до інтелектуальних будівель важливим є також екологічний фактор, адже будівлі та споруди відповідають за найбільшу частку споживання первинних джерел енергії

(близько 42 %), тому мають велику кількість викидів CO<sub>2</sub> і негативно впливають на навколишнє середовище. Будівлі споживають енергію на кожному етапі життєвого циклу – це приблизно половина всіх невідновлюваних ресурсів (води, енергії та сировини), які споживає людство, а в результаті збільшення чисельності населення та урбанізації – збільшується і споживання енергії (Stevo, 2012). Тому необхідно визначити інтелектуальну будівлю як будівлю, яка забезпечує високу якість внутрішнього середовища з мінімальним споживанням ресурсів і мінімальним впливом на навколишнє середовище. Цей факт підтверджується Директивою 2010/31/ЄС про енергетичні характеристики будівель (2002/91 / ЄС) (Stevo, 2011).

Виходячи з цього, для створення інтелектуальної адміністративної будівлі обов'язком архітектора є впровадження відповідних архітектурно-планувальних та об'ємно-просторових рішень, що пасивно готують будівлю для ефективного функціонування перед використанням інтелектуальних систем управління та її компонентів (апаратне та програмне забезпечення) (Adejimi, 2005).

Варто зазначити, що “не інтелектуальна” адміністративна будівля з чудовою технологією управління все одно залишиться “звичайною” будівлею з відмінним контролем. Така будівля матиме навіть гірші характеристики від будівель з оптимальними відповідними архітектурно-планувальними рішеннями без системи управління (BMS). Тому очевидно, що у зазначеному контексті “інтелект” забезпечується як технологічними засобами так і оптимальною архітектурною концепцією. Інтелектуальні системи управління сприяють стійкому розвитку та адаптивності об'єкта до швидких змін потреб людини та технологій, що лише доповнюють архітектурні рішення будівлі (Stevo, 2012).

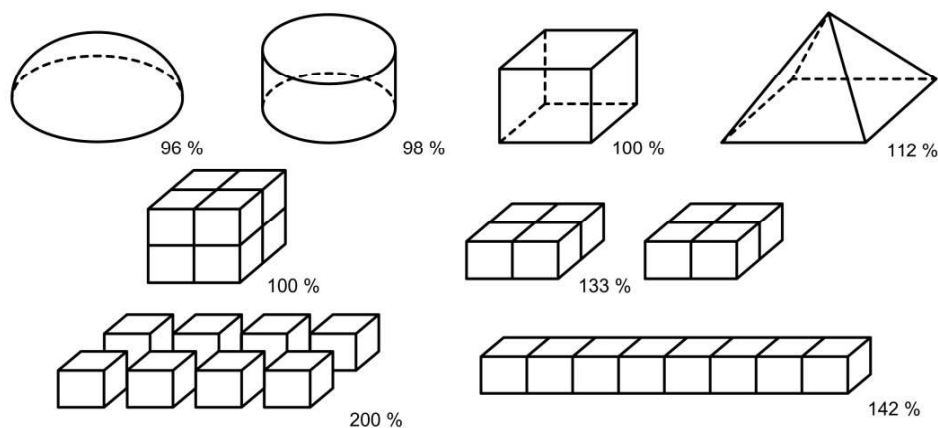


Рис. 3. Показники енергетичної ефективності різних форм (Daniels, 1997)

Прямий взаємозв'язок між геометричною формою та енергетичними характеристиками будівлі розглянуто в науковій статті “Energy-Efficient Building Design in the Context of Building Life Cycle” (рис. 3). Для прикладу розглянуто поверхню куба, яку прийняли як еталонну форму, з показником енергетичної ефективності – 100 %. На основі отриманих даних, було помічено, що енергетичні показники мас, які мали однаковий об'єм, але виконані в різних формах мали різні результати, тобто втрати тепла можуть збільшуватися та зменшуватися залежно від пропорцій та форми поверхонь будівлі (Yüksek та Karadayi, 2017).

Форма будівлі може також відрізнятися в залежності від кліматичних умов. У регіонах як з холодним кліматом, так і в жарко-сухому та помірному кліматичних регіонах слід використовувати компактні форми, що мінімізують частину втрат тепла або навпаки надходження тепла та сприяють забезпеченню затінення та охолодження приміщень; в жарко-вологодому кліматичному регіоні краще застосовувати витягнуті та тонкі форми, довга сторона якої, орієнтована в напрямку переважаючого вітру, що дає можливість максимальної перехресної вентиляції.

Отже, на основі розглянутих вище наукових дослідженнях можна дійти висновку, що ефективність інтелектуальної будівлі залежить як від архітектурно-планувальних прийомів (*пасивних засобів*), так і технологічних (*активних засобів*) (Yüksek та Karadayı, 2017).

**Пасивні засоби.** Так до них можна віднести такий архітектурний прийом як “наскрізне провітрювання фасаду”, де організація подвійного фасаду та планування атриумів, забезпечують природну аерацію, охолоджуючи при цьому будівлю (рис. 4,5) (Yüksek та Karadayı, 2017).

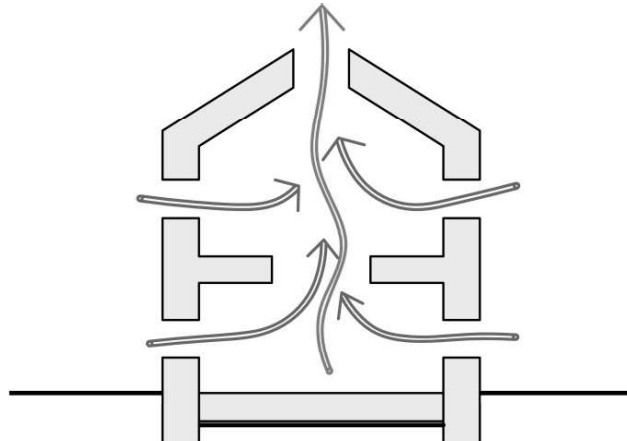


Рис. 4. Організація атриуму для забезпечення природної аерації будівлі (Yüksek та Karadayı, 2017)

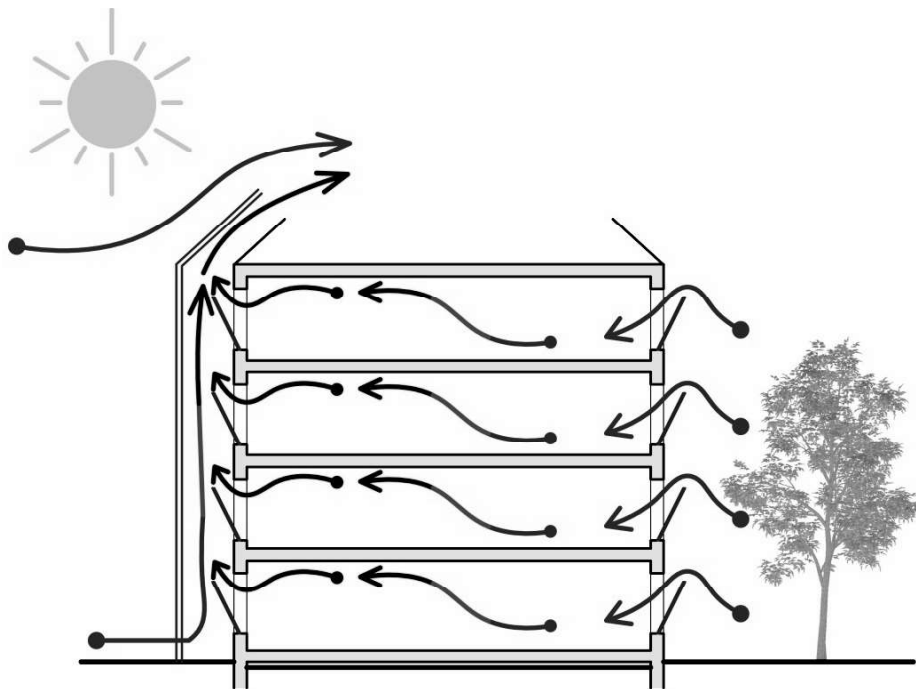


Рис. 5. Організація подвійного фасаду для забезпечення природної аерації будівлі (Yüksek та Karadayı, 2017)

Серед яскравих прикладів із застосуванням атриумів для вентиляції є будівлі Commerzbank Headquartes (Франкфурт, Німеччина, 1997) (рис. 6) та St.Mary Axe (Лондон, Велика Британія, 2004) архітектора сера Нормана Фостера, де організовані подвійне скління фасадів та атриуми, як вертикальні “легені”, що дозволяють повітрю циркулювати між поверхами та не дають будівлі сильно нагрітися влітку і, навпаки, захищають її взимку (рис. 7).

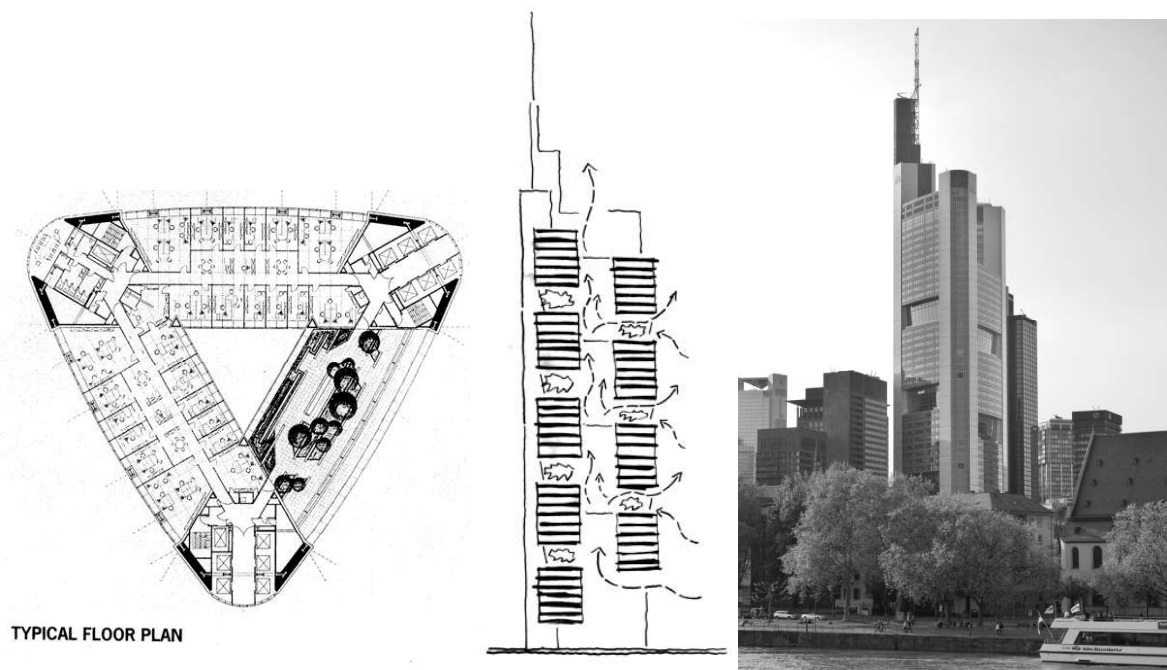


Рис. 6. План, розріз-схема та загальний вигляд будівля Commerzbank Headquarters (Франкфурт, Німеччина, 1997)

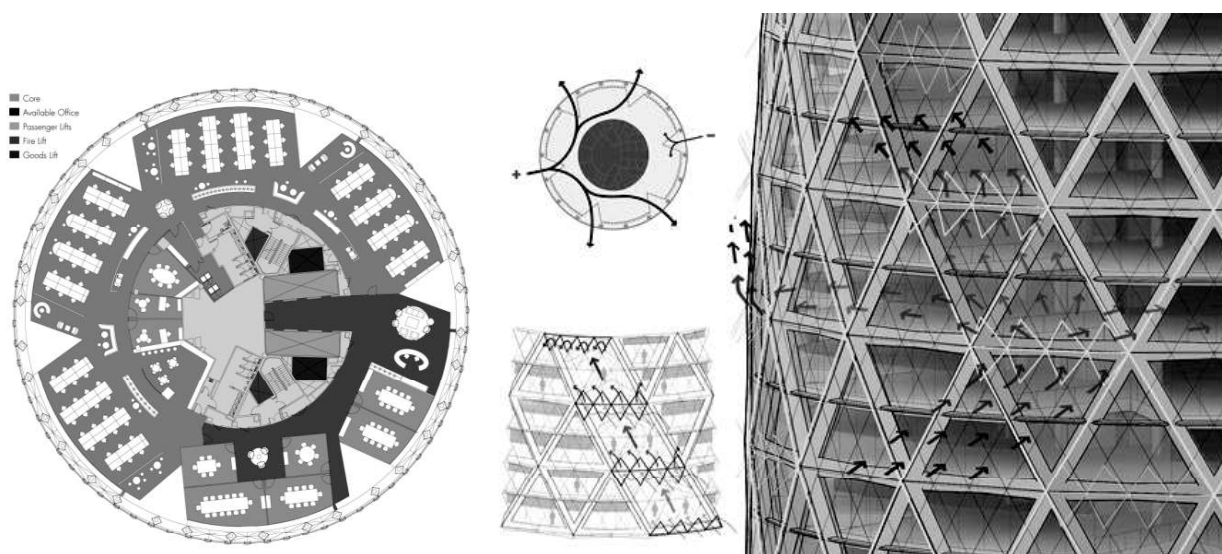


Рис. 7. План, розріз-схема та загальний вигляд будівля Commerzbank Headquarters (Франкфурт, Німеччина, 1997)

В Лахта Центр, що знаходиться в Санкт-Петербурзі у кутових ділянках передбачені подвійні фасади, простір між ними створює, так звані, буферні зони. Будівля складається з п'яти "пелюсток", буферні зони розташовуються при цьому між гранями пелюсток (рис. 8).

У спекотні і сонячні дні відсікають зайве сонячне тепло і світло в приміщеннях вежі "Лахта центру" автоматизовані жалюзі. Інтелектуальні системи управління лише самостійно підбирають необхідний мікроклімат до відкриття цих жалюзей, щоб допомагати роботі інженерних систем контролювати потік сонячної радіації всередину та кількість холодного повітря, яке має подати в ці приміщення (Лахта Центр, 2020).

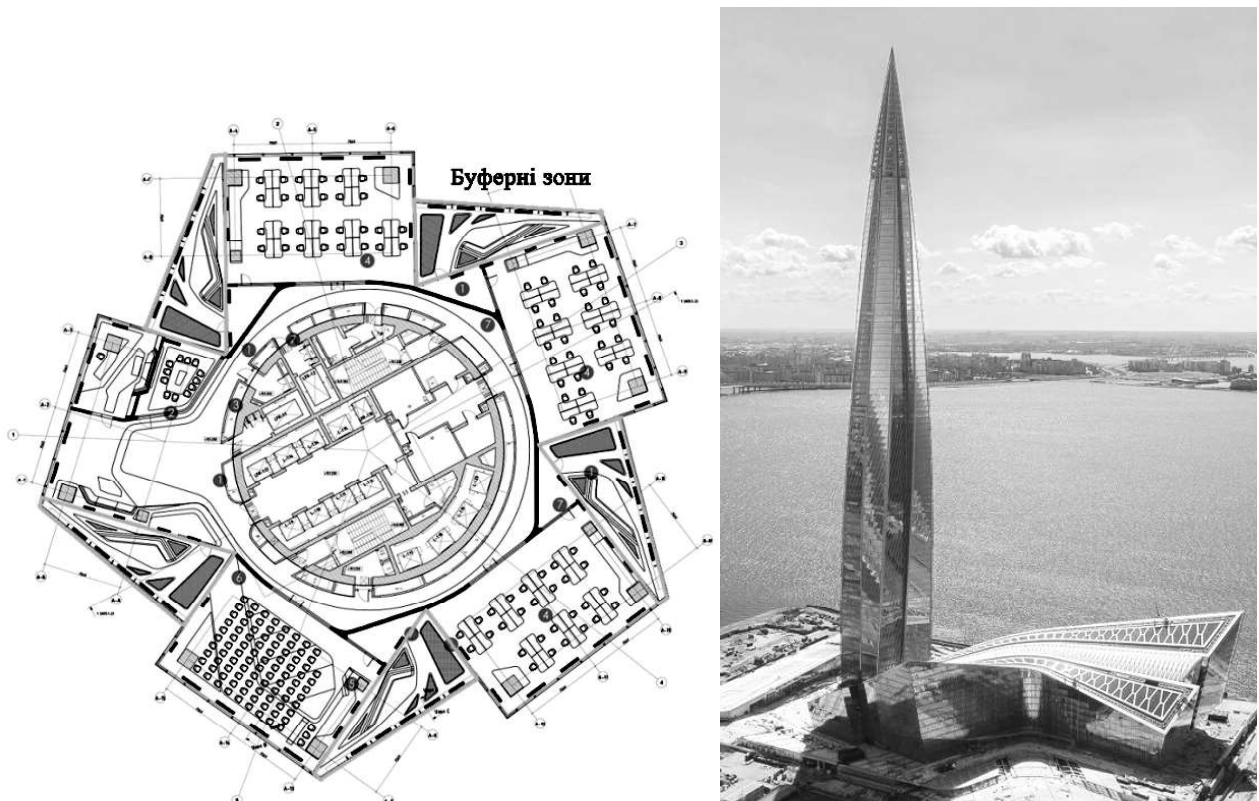


Рис. 8. План та загальний вигляд будівлі Лахта Центр (Санкт-Петербург, Росія, 2018)



Рис. 9. Фото фрагментів фасадів будівлі The Sony City Osaki Building (Токіо, Японія, 2006)

Ще одним пасивним засобом, що використовується для охолодження будівлі, є дощова вода. Яскравим прикладом із застосування даного прийому є будівля “The Sony City Osaki Building” (рис. 9), східний фасад якої покритий спеціалізованими керамічними жалюзіями – BIOSKIN, які засновані на роботі традиційних японських бамбукових екранів “Sudare”. BIOSKIN охолоджує будівлю дощовою водою, зібраною з поверхні даху, подаючи її через пористі керамічні труби і не потребує для цього використання електроенергії. Коли вода випаровується, вона знижує температуру в приміщенні, а згодом і охолоджуючи повітря у всьому кварталі (Голуб, 2017).



Будівля Лондонської мерії (London City Hall) архітектурного бюро Foster and Partners є яскравим прикладом, де форма забезпечує оптимальну енергетичну ефективність та притінення (рис. 10).

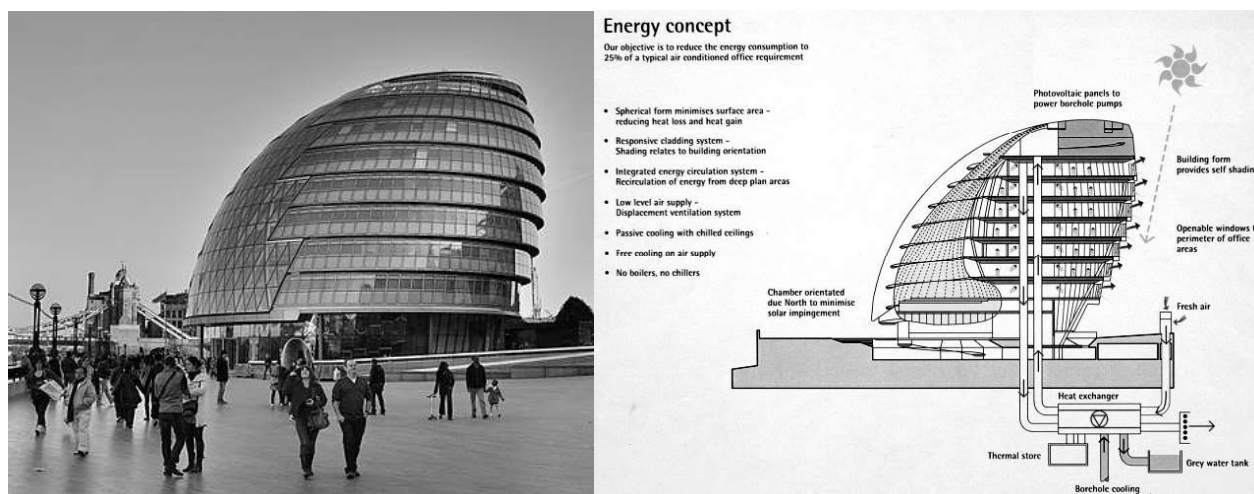


Рис. 10. Зовнішній вигляд та схема концепту енергоефективності будівлі мерії Лондона "City Hall" (Лондон, Велика Британія, 2002)

У пасивній системі сонячного опалення будівельні елементи (вікна, стіни, підлога тощо) збирають і зберігають тепло, а потім розподіляють внутрішній простір. Сонячне світло потрапляє безпосередньо в інтер'єр через скління, вражає масивні внутрішні поверхні (як правило, бетонну поверхню та кладку стін), вбирається, і перетворюється в тепло. Частина тепла з поверхонь негайно виводиться назад в інтер'єр приміщення, а решта поглиненого тепла надходить у теплову масу, яка повільно нагрівається та згодом поступово віддає тепло. В даному випадку також може застосовуватися принцип подвійного скління фасадів.

**Активні засоби.** Енергія сонця та вітру є чистими джерелами і не забруднюють атмосферу. Зі збільшенням висоти будівлі – збільшується швидкість вітру, тому реалізація вітрогенераторів у висотних будівлях стає все ефективнішою, виробляючи все більшу кількість електроенергії. Так Bahrain World Trade Center стала першою будівлею в 2008 році, в яку були інтегровані вітрогенератори (рис. 11). Будівля розташована головним фасадом в сторону Персидської затоки, звідки вітер дме найбільшу кількість днів в році, таким чином вітрогенератори дозволяють забезпечити від 11 до 15 % від загальних енергетичних потреб веж, або приблизно від 1,1 до 1,3 ГВт-год на рік (Patowary, 2015).

Яскравим прикладом застосування активних засобів проектування є 71-поверхова будівля Pearl River Tower в м. Гуаньджоу (рис. 12), яка на 100 % самостійно забезпечує себе електроенергією. Окрім того, що її південний фасад влаштований подвійним склінням з вентиляцією, що знижує нагрів будівлі і витрати на кондиціонування, будівля оснащена величезними вітровими турбінами, що розташовуються на двох технічних поверхах, які видають в 15 разів більше енергії, ніж звичайні вітряні млини (вітрогенератори). На даху розташовуються резервуари для збору дощових опадів з системою очищення та рециркуляції води. Pearl River Tower також обладнана сонячними колекторами для нагріву води, сонячними фотоелектричними панелями та "розумними" жалюзіями, що відкриваються і закриваються залежно від погоди (Глазко, 2014).

Стіни одного з технічних корпусів 25-поверховий хмарочосу CIS Tower в Манчестері, облицьовані понад 7-ма тисячами сонячних панелей, які виробляють до 180 мегават-годин електроенергії на рік. Цього достатньо для роботи 1000 комп'ютерів (рис. 13) (Глазко, 2014).



Рис. 11. Зовнішній вигляд будівлі та вітрової турбіни Bahrain World Trade Center (Манама, Бахрейн, 2008)

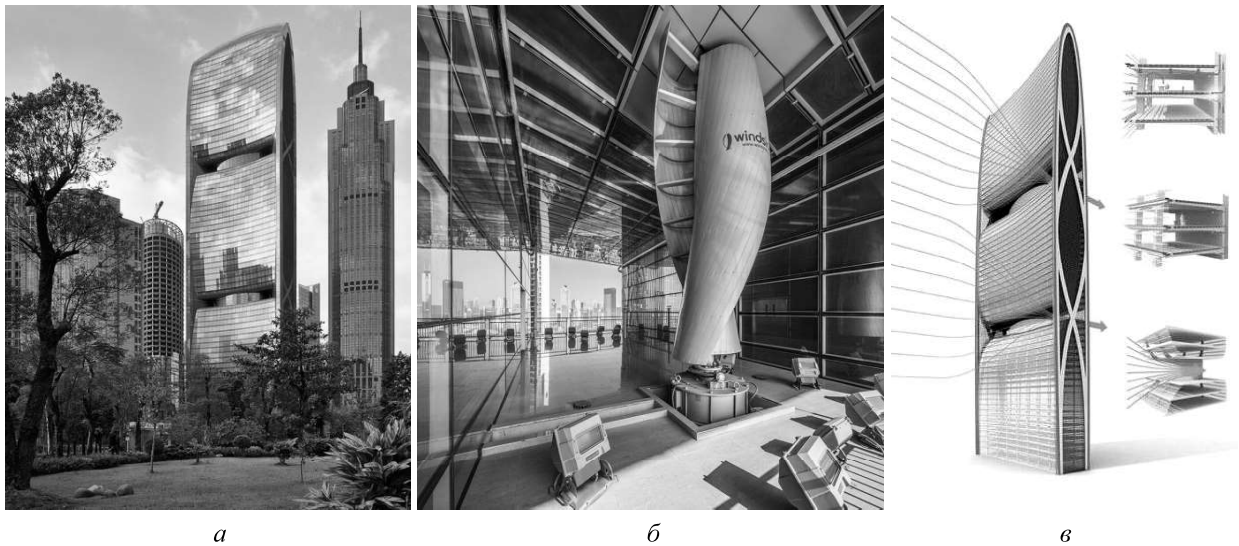


Рис. 12. Будівля “Pearl River Tower” (Гуаньдзюу, Китай, 2012): а – загальний вигляд будівлі; б – схема взаємодії вітрових потоків з вітровими турбінами; в – вигляд вітрової турбіни, вигляд будівлі та вітрової турбіни



Рис. 13. Облицювання сонячними панелями фасадів будівлі “CIS Tower” (Манчестер, Англія, 2006)

Варто зазначити, що процес проектування інтелектуальних адміністративних будівель більш складний, і передбачає детальну розробку всіх інженерних систем вже на стадії “Ескізний проект”. Засіб, що допомагає інтегрувати всі інженерні системи на ранніх стадіях – це інформаційне моделювання будівлі (Building Information Modeling, BIM) (Intelligent design? How will BIM influence intelligent buildings and hard FM, 2018). Термін BIM (Building Information Modeling або Building Information Model) вперше з’явився в 1992 році в роботі нідерландських архітекторів Г. А. ван Недервена (G. A. van Nederveen) та Ф. П. Толмана (F. P. Tolman) (Building Information Modeling – технологии XXI века, 2014). Інформаційне моделювання будівлі – це метод, який на етапі проектування тривимірної моделі передбачає збір і комплексну обробку інформації не лише архітектурно-планувальних та конструктивних рішень, але й всіх інженерно-технологічних рішень, фінансову та іншу інформацію про будівлю з усіма її взаємозв’язками і залежностями. В інформаційному моделюванні будівля і все, що має до неї відношення, розглядається як єдиний об’єкт (Building Information Modeling – технологии XXI века, 2014; Комаров та Жаров, 2013).

Розробкою трьохвимірної інформаційної моделі об’єкта займається група фахівців, що складається з архітекторів, інженерів-конструкторів, інженерів-механіків, інженерів-електриків. До 3D моделі будівлі додаються інженерні системи і системи життєзабезпечення: електричні мережі, системи опалення, водопостачання, каналізації, вентиляції, пожежогасіння та інші, що дає можливість в автоматичному режимі створювати документацію від креслень до рішення аналітичних задач, проводити і розробляти заходи з метою оптимізації витрат при будівництві та подальшій експлуатації будівлі; дозволяє/допомагає в реальному часі отримувати об’єктивну інформацію про стан експлуатованого об’єкта за допомогою інтелектуальної системи управління будівлею (IBMS), що сприяє скороченню часу на реагування (Комаров та Жаров, 2013).

### Висновки

За прогнозами Міжнародного агентства з енергетики – попит на енергію зростає на 50 відсотків до 2050 р. – це означає, що зараз, як ніколи, очевидні основні переваги впровадження комплексної системи автоматизації та диспетчеризації будівлі в порівнянні з автономними інженерно-технічними системами. Забезпечення наявності належних інструментів для управління витратами в довгостроковій перспективі є ключовим внеском в економіку країн та функціонування компаній (Zagrus, 2002).

Крім того, інтелектуальна будівля повинна забезпечувати повсякденну життєдіяльність людини, кібербезпеку, мати захист від тероризму, пожеж, природних стихійних лих та антропогенних факторів. Беручи до уваги сейсмічну активність певних регіонів нашої планети, вчені активно працюють над можливістю попередження землетрусів та цунамі в режимі реального часу.

В статті доведено, що інтелектуальність адміністративних будівель визначається наявністю як технологічних засобів, так і оптимальною архітектурною концепцією, яка дозволяє мінімізувати негативний вплив будівель на навколишнє середовище, покращити показники енергоефективності та умови користування будівлею.

Результати дослідження вказують на те, що адміністративну будівлю варто відносити до “інтелектуальних будівель”, якщо вона відповідає наступним критеріям: має штучний інтелект (IBMS), налічує не менше 15 тисяч інформаційних точок та відповідає принципам “стійкої архітектури” (Sustainable Architecture).

Тому подальше дослідження інтелектуальних будівель з точки зору архітектури є необхідним, адже сучасна адміністративна будівля повинна бути запроєктована з урахуванням можливості адаптуватися до швидких змін технологій та потреб людини.

## Бібліографія

Adejimi, A., 2005. Intelligent Building and the Relevance of Design Professionals in the Global Age. *Globalization, Culture and the Nigerian Environment*. P. 142–146.

App.croneri.co.uk., 2018. Intelligent Design? *How Will BIM Influence Intelligent Buildings And Hard FM | Croner-I*. [online] Доступно: <<https://app.croneri.co.uk/feature-articles/intelligent-design-how-will-bim-influence-intelligent-buildings-and-hard-fm>> [Дата звернення: 11 квітня 2020].

CIBSE, б.д. CIBSE – *Intelligent Buildings Group*. [online] Доступно: <<https://www.cibse.org/net-works/groups/intelligent-buildings>> [Дата звернення: 2 серпня 2020].

Clements-Croome, D., 2011. Sustainable intelligent buildings for people: A review. *Intelligent Buildings International*. P. 67–86.

Daniels, K., 1997. *The Technology Of Ecological Building: Basic Principles and Measures*. Basel: Birkhäuser Verlag.

Derek, T. and Clements-Croome, J., 1997. What do we mean by intelligent buildings? Automation in construction. 6 (5–6). P. 395–400.

Himanen, M., 2003. *The Intelligence of Intelligent Buildings. The Feasibility of the Intelligent Building Concept in Office Buildings*. Espoo: VTT.

Patowary, K., 2015. *The Bahrain World Trade Center Has Built-In Wind Turbines*. [online] Amusingplanet.com. Доступно: <<https://www.amusingplanet.com/2015/11/the-bahrain-world-trade-center-has.html>> [Дата звернення: 12 липня 2020].

Siemens, б.д. Интеллектуальные Здания В Мире. [online] Доступно: <<https://building-technologies.siemens.ru/support/infocenter/references/world/>> [Дата звернення: 12 січня 2020].

Sinopoli, J., 2006. *Smart Buildings*. Austin, Texas: Spicewood Publishing. P. 2.

Stevo, S., 2011. Trendy v oblasti inteligentných budov. *Inteligentné a vysoké budovy*. 17(3). P. 18–20.

Stevo, S., 2012. Intelligent buildings – Architecture vs. Technology. *Posterus*, [online] Доступно: <<http://www.posterus.sk/?p=13028>> [Дата звернення: 9 квітня 2018].

Ussc.ua., 2014. *Building Information Modeling – Технологии XXI Века*. [online] Доступно: <<https://www.uscc.ua/ru/infocentr/stati-i-intervyu/building-information-modeling-tekhnologii-XXI-veka.html>> [Дата звернення: 3 травня 2020].

Yüksek, I. та Karadayi, T. T., 2017. *Energy-Efficient Building Design in the Context of Building Life Cycle*. [online] Доступно: <<https://www.intechopen.com/books/energy-efficient-buildings/energy-efficient-building-design-in-the-context-of-building-life-cycle>> [Дата звернення: 25 липня 2020].

Zağpus, S., 2002. *Development of Intelligent Buildings and Their Impacts on Architecture in Turkey*. Master Thesis. Izmir Institute of Technology.

Глазко, Л., 2014. 9 Самых Экологичных Небоскребов Мира. [online] Recycle. Доступно: <<https://recyclemag.ru/article/9-samyh-ekologichnyh-neboskreb-ov-mira>> [Дата звернення: 10 серпня 2020].

Глинин, Ю. А. та Олинец, М. А., 2013. Возможности “интеллектуальных зданий” и актуальность их использования. *Архитектура зданий и сооружений*. С. 189–194.

Голуб, К., 2017. Зарубіжний та вітчизняний досвід формування інтелектуальних будівель. *Архітектурний вісник КНУБА*. 13. P. 469–485.

Комаров, Н. М. та Жаров, В. Г., 2013. Управление инженерными системами интеллектуального здания с использованием технологий информационного и инфографического моделирования. *Сервис plus*. 2. С. 74–81.

Лакhta Центр, 2020. *Многофункциональный Комплекс Лакhta Центр*. [online] Доступно: <<http://lakhta.center/ru/about/>> [Дата звернення: 7 липня 2020].

Тётушкин, В. А. та Герасимов, Б. И., 2016. Система управления интеллектуальным зданием как инновационный элемент сервиса недвижимости. *Университет им. В. И. Вернадского*. 3(61). С. 153–170.

## References

Adejimi, A., 2005. Intelligent Building and the Relevance of Design Professionals in the Global Age. *Globalization, Culture and the Nigerian Environment*. P. 142–146.

App.croneri.co.uk., 2018. Intelligent Design? *How Will BIM Influence Intelligent Buildings And Hard FM | Croner-I*. [online] Available at: <<https://app.croneri.co.uk/feature-articles/intelligent-design-how-will-bim-influence-intelligent-buildings-and-hard-fm>> [Accessed date: 11 April 2020].

- CIBSE, б.д. CIBSE – *Intelligent Buildings Group*. [online] Available at: <<https://www.cibse.org/networks/groups/intelligent-buildings>> [Accessed date: 2 August 2020].
- Clements-Croome, D., 2011. Sustainable intelligent buildings for people: A review. *Intelligent Buildings International*. 3. P. 67–86.
- Daniels, K., 1997. *The Technology Of Ecological Building: Basic Principles and Measures*. Basel: Birkhäuser Verlag.
- Derek, T. and Clements-Croome, J., 1997. What do we mean by intelligent buildings? Automation in construction. 6 (5–6). P. 395–400.
- Himanen, M., 2003. *The Intelligence of Intelligent Buildings. The Feasibility of the Intelligent Building Concept in Office Buildings*. Espoo: VTT.
- Patowary, K., 2015. *The Bahrain World Trade Center Has Built-In Wind Turbines*. [online] Amusingplanet.com. Available at: <<https://www.amusingplanet.com/2015/11/the-bahrain-world-trade-center-has.html>> [Accessed date: 12 July 2020].
- Siemens, б.д. Intelligent Buildings in the World. [online] Available at: <<https://building-technologies.siemens.ru/support/infocenter/references/world/>> [Accessed date: 12 January 2020].
- Sinopoli, J., 2006. *Smart Buildings*. Austin, Texas: Spicewood Publishing. P. 2.
- Stevo, S., 2011. Trendy v oblasti inteligentných budov. *Inteligentné a vysoké budovy*. 17(3). P. 18–20.
- Stevo, S., 2012. Intelligent buildings – Architecture vs. Technology. *Posterus*, [online] Available at: <<http://www.posterus.sk/?p=13028>> [Accessed date: 9 April 2018].
- Usc.ua., 2014. *Building Information Modeling – Technologies of the XXI Century*. [online] Available at: <<https://www.uscc.ua/ru/infocentr/stati-i-intervyu/building-information-modeling-tekhnologii-XXI-veka.html>> [Accessed date: 3 May 2020].
- Yüksek, I. та Karadayi, T. T., 2017. *Energy-Efficient Building Design in the Context of Building Life Cycle*. [online] Available at: <<https://www.intechopen.com/books/energy-efficient-buildings/energy-efficient-building-design-in-the-context-of-building-life-cycle>> [Accessed date: 25 July 2020].
- Zağpus, S., 2002. *Development of Intelligent Buildings and Their Impacts on Architecture in Turkey*. Master Thesis. Izmir Institute of Technology.
- Glazko, L., 2014. *9 Most Ecological Skyscrapers in the World*. [online] Recycle. Available at: <<https://recyclemag.ru/article/9-samyh-ekologichnyh-neboskreb-ov-mira>> [Accessed date: 10 August 2020].
- Glinin, Y. A. and Olinets, M. A., 2013. Possibilities of “intelligent buildings” and the relevance of their using. *Arkhitektura zdaniy i sooruzheniy*. P. 189–194.
- Golub, K., 2017. Foreign and domestic experience of the intelligent buildings formation. *Arkhitekturnyy visnyk KNUBA*. 13. P. 469–485.
- Komarov, N. M. and Zharov, V. G., 2013. Management of engineering systems of an intelligent building using information and infographic modeling technologies. *Servis plus*. 2. P. 74–81.
- Lahta Center, 2020. *Multifunctional Complex Lakhta Center*. [online] Available at: <<http://lakhta.center/ru/about/>> [Accessed date: 7 July 2020].
- Tyotushkin V. A. and Gerasimov B. I., 2016. Intelligent building management system as an innovative element of real estate service. *Universitet im. V. I. Vernadskogo*. 3(61). P. 153–170.

**Kristina Golub**

*Kyiv National University of Construction and Architecture. Kyiv,  
researcher*

e-mail: [golub.kv@knuba.edu.ua](mailto:golub.kv@knuba.edu.ua)

orcid: 0000-0003-3469-0436

## EVALUATION CRITERIA OF THE OFFICE BUILDINGS INTELLECTUALITY

© Golub K., 2021

*The article defines the main criteria of office buildings intelligence, describes the stages of intelligent buildings formation, analyzes the profitability of the introduction of modern technical means (engineering systems) and architectural planning techniques in office buildings.*

*At different stages of civilization, the concept of “technology” defines the path leading to future progress, and the rate of technology change is directly proportional to the rate of progress. Nowadays, artificial intelligence is extremely important for the functioning of modern office buildings, including the impact on the environment, resource conservation, safety, comfort and life support.*

*According to research based on the works of scientists such as Derek Clements-Croome, Mervi Himannen, Akin Adejimi and others, and based on the analysis of intellectual buildings of the world from the 50s of the twentieth century to the present, 4 stages of intelligent buildings formation were identified.*

*At the first stage (1950–1980) of the formation, separate controllers were introduced. At the second stage (1980–1995), the introduction of the “artificial intelligence” – Building Management System (BMS) – was developed and used. At the third stage (from 1995 to 2010) an intelligent building management system (IBMS) was introduced, which can independently identify threats, look for ways to achieve results and make decisions. Starting from 2010, we can highlight the fourth stage of development of the intelligent buildings, in which, in addition to the availability of the intelligent management system (IBMS), it became necessary to use approaches of sustainable architecture.*

*The research results indicate that the office building should be classified as an “intelligent building” if it meets the following criteria:*

- 1. Has artificial intelligence (IBMS), which autonomously manages the building.*
- 2. Has at least 15 thousand information points, in other words, sensors and controllers, through which information is received from controlled engineering systems about the state of equipment and the environment, the state of building structures, etc.*
- 3. Complies with the principles of sustainable architecture, when planning and architectural techniques can minimize the negative impact of buildings on the environment through energy efficiency.*

*The article proves that the office buildings intelligence is determined by the availability of both technological means and the optimal architectural concept, which minimize the negative impact of buildings on the environment; improve energy efficiency and conditions of the building exploitation. Therefore, further research of intelligent buildings from the point of architectural view is necessary, because a modern office building must be designed with the ability to adapt to rapid changes in technology and human needs.*

**Key words:** *intelligent buildings, administrative buildings.*