

DOI: 10.32347/2076-815x.2021.77.123-137

УДК 725.1:004.8

Голуб К.В.,

golub.kv@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0003-3469-0436,

Київський національний університет будівництва і архітектури

УЗАГАЛЬНЕННЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ОСОБЛИВОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АДМІНІСТРАТИВНИХ БУДІВЕЛЬ

У статті аналізуються наукові праці вчених у сферах інженерного та архітектурного проектування, котрі вплинули на формування інтелектуальних адміністративних будівель.

Розглянуті основні критерії оцінки інтелектуальності будівель в Азії, Європі та Америці. Встановлено різницю підходів в різних частинах світу: в Азії система враховує вплив на навколишнє середовище, здоров'я працівників, комфортні умови праці, впровадження сучасних технологій, безпеку, рентабельність інвестицій тощо; в Європі зосереджена на взаємодії інтелектуальних будівель з людиною та навколишнім середовищем, мінімізації споживання енергії та експлуатаційних витрат; в США першочергові підходи пов'язані з принципами стійкості та адаптивності до швидких змін технологій і потреб людини.

Виокремлені базові архітектурні прийоми: застосування фотоелектричних елементів на фасадах та вітрогенераторів; улаштування фасадів із подвійним склінням; застосування автоматичних жалюзів між двома шарами скління тощо.

Ключові слова: інтелектуальні будівлі, адміністративні будівлі, індекс інтелектуальності будівель.

Постановка проблеми. Виклики суспільства на початку 70-х років ХХ століття, в тому числі різка зміна цін на нафту, падіння цін на активи, уповільнення розвитку світової економіки і спровокована цим фінансова криза, призвели до переосмислення старої енергоємної та ресурсомісткої моделі функціонування адміністративних будівель і сформували запит на енергоефективність і автоматизацію управління такими будівлями.

В період з 80-х років ХХ століття і до сьогодні наукові дослідження інтелектуальних будівель проводились переважно з точки зору технічних (інженерних) наук, що розкривають виключно ефективність технологій, і не враховують архітектурно-планувальні фактори, які значною мірою впливають

на «інтелектуальність». Це спонукає до проведення наукових досліджень з точки зору архітектурно-містобудівної науки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед українських вчених містобудівні особливості формування адміністративних будівель були розглянуті в працях Ю.М. Білокося, М.М. Дьоміна, І.Т. Лежави, В.Ф. Макухіна, Т.Ф. Панченко, О.С. Слепцова, В.О. Тімохіна, В.В. Товбича, В.П. Уреньова, Г. Й. Фільварова, І.О. Фоміна, Б.С. Черкеса, О.П. Чижевського, В.Г. Штолька, В.В. Шулика; а *архітектурно-планувальні особливості* формування адміністративних будівель – В.А. Абизова, Р. Алідада, В.Е. Геніна, І.І. Доценко, Л. М. Ковальського, В.В. Куцевича, Д.А. Чижмак та інших.

Теоретичною базою дослідження інтелектуальних адміністративних будівель з точки зору технічних (інженерних) наук слугують праці таких зарубіжних науковців, як: Derek Clements-Croome (Велика Британія), Mervi Himanen (Фінляндія), Walter M.Kroner (Сполучені Штати Америки), Leonard K.H. Chow та Andrew Y. T. Leung (Гонконг, Китай), Selin Zağpus (Туреччина), Andrew Harrison (Велика Британія); а серед архітекторів варто відзначити - Akin Adejimi (Нігерія), Michael Wigginton і Jude Harris (Велика Британія).

Мета публікації. Узагальнити основні наукові дослідження особливостей формування інтелектуальних адміністративних будівель.

Основна частина. Із появою поняття «інтелектуальна будівля» на початку 80-х років ХХ століття в колі професійного співтовариства архітекторів та інженерів виникла наукова дискусія, за якими принципами варто відносити будівлі до цієї категорії, оскільки єдиної думки про зміст терміна «інтелектуальна будівля» на той момент не існувало. Так, перші дослідження намагалися відобразити еволюцію та сутність концепції інтелектуальної будівлі. Зокрема, Британський інженер професор Дерек Клементс-Крум (Derek Clements-Croome), який по праву вважається «батьком наукової думки» в сфері інтелектуальних будівель (автор понад 300 статей і 30 монографій, опублікованих автором в період з 1963 року і до тепер), в одній з робіт 2014-го року «Інтелектуальні будівлі: вступ» пояснює, що інтелектуальні будівлі повинні відповідати критеріям стійкої архітектури, тобто бути екологічними, економічними та високотехнологічними, а також мати можливість пристосовуватись, враховуючи швидкість змін та інновацій в інженерному та програмному забезпеченні. Це в свою чергу означає, що потрібні нові підходи до процесів планування, проектування, будівництва та управління об'єктами після введення в експлуатацію [1].

У статті «Стійкі інтелектуальні будівлі для людей: огляд» (Sustainable intelligent buildings for people: A review) професор Клементс-Крум визначає вектор розвитку інтелектуальних будівель на найближчі десятиліття, зокрема, на

думку автора, важливу роль відіграватимуть фасади, які крім регулювання теплопровідності, мають забезпечувати складні форми зворотного зв'язку та високий рівень управління: «...покриваючи та вкладаючи матеріали наночастинками, ми зможемо набагато легше змінювати властивості матеріалів, а «самозагоювальні» матеріали в майбутньому внесуть революцію у фасадні рішення». Окремо професор Клементс-Крум наголошує на важливості архітектурних засобів впливу, в тому числі планувальних і об'ємно-просторових рішень на мінімізацію потреб в енергії [2].

Згідно з дослідженнями проведеними британськими вченими Майклом Віггінтоном (Michael Wigginton) і Джуд Гаррісом (Jude Harris) в роботі «Інтелектуальні оболонки» (Intelligent Skins), станом на 2002 рік виділяли понад 30 окремих визначень інтелектуальної будівлі. Автори відзначають, що перші визначення поняття «інтелектуальної будівлі» в основному були зосереджені на ролі технологій, а згодом, по мірі розвитку, також змінювалось і визначення у бік взаємодії користувачів із цими технологіями. З тих пір концепція розширилася завдяки технологічним інноваціям та зовнішнім чинникам, таким як зміни клімату, що посилює важливість енергоефективності та обізнаності щодо впливу будівель на навколишнє середовище [3].

Також в роботі «Інтелектуальні оболонки» вперше визначено принципи проектування інтелектуальної оболонки будівлі, яка здійснює контроль мікроклімату в місці розташування об'єкту (температури, вологості повітря, рівень вуглекислого газу та інших факторів), і здатна реагувати для забезпечення у внутрішньому середовищі належних життєнеобхідних показників мікроклімату і є невід'ємною частиною інтелектуальної будівлі [3].

Доктор технічних наук з Фінляндії Мерві Хіманнен (Mervi Himanen) в своїй дисертаційній роботі «Інтелект інтелектуальних будівель: доцільність концепції інтелектуального будівництва в офісних будівлях» визначає «інтелект будівель» тотожним функції людського інтелекту, який інженери надають будівлі шляхом трансформації знань. Для визначення важливості фактору «інтелектуальності» в адміністративних будівлях професором Хіманненом та його аспірантами було проведено опитування працівників п'яти «інтелектуальних» адміністративних офісних будівель та семи офісних будівель, що не мали інтелектуальних систем управління в м. Гельсінкі, Фінляндія. Анкета для опитування містила 417 параметрів, на яку було отримано 534 відповіді. За результатами даного опитування було встановлено, що якість роботи праці, комфорт, який надають сучасні «інтелектуальні системи управління» збільшують продуктивність офісних працівників на 54% [4].

В статті «Інтелектуальне дослідження будівель: огляд» (Intelligent building research: a review) гонконгських вчених Джонні Квок-Вай Вонг, Хен Лі та Шенгвей Ван (Johnny Kwok-Wai Wong, Heng Li та Shengwei Wang) узагальнено поточні напрямки досліджень інженерних систем в будівництві та вперше запропоновано методика оцінки інвестиційної привабливості адміністративних «інтелектуальних» будівель на етапі концепції, що звісно є надзвичайно важливим для потенційних інвесторів, і допомагає оцінити інвестиційні ризики і період окупності інвестицій. Також автори проаналізували інтелектуальні офісні будівлі Великої Британії і США, і встановили різницю підходів до проектування, зокрема у Великобританії такі будівлі більше орієнтовані на потреби користувачів, тоді як у США акцент зосереджено на технологічних інноваціях [5].

Китайський професор Гонконгського політехнічного університету Шенвей Ван (Shengwei Wang) в своїй книзі «Інтелектуальні будівлі та автоматизація будівель» (Intelligent Buildings and Building Automation) досліджує принципи роботи, управління та застосування автоматизованих систем управління в інтелектуальних будівлях. Автор розкриває ряд важливих питань, таких як: протоколи та стандарти мережевих комунікацій, включаючи застосування Інтернету; інтеграція та взаємодія систем автоматизації будівель; локальні та наглядові стратегії управління типовими системами; конфігурація системи автоматизації та технології управління кондиціонуванням, системою освітлення, системою охорони, контролем доступу та управління системою пожежної безпеки [6].

Основоположною роботою, з точки зору визначення ступеня інтелектуальності будівель вважається монографія «Інтелектуальні системи управління» (Intelligent Building Systems), авторами якої є двоє гонконгських вчених Альберт Т.П. Со і Вей Лок Чан (Albert T.P. So & Wai Lok Chan), які у 1999 році запропонували дворівневу систему. Перший рівень включав вісім «галузей оцінки інтелектуальності» (Quality Environment Modules, QEM, M1 – M8), а другий рівень включав перелік з 378 критеріїв, по кожному з яких проводилась оцінка за системою від 1 до 100 балів. В підсумку оцінювана будівля отримувала бал, що виводився як середня арифметичне з поміж усіх критеріїв, також авторами було запропоновані показники важливості критерію залежно від функції будівлі [7].

Пізніше один із авторів Со Альберт Т.П. разом з Вонг Елвін С.В. та Вонг К.С. (Albert T.P. So, Alvin C.W. Wong, K.C. Wong) в своїй роботі «Нове визначення інтелектуальних будівель для Азії» запропонували удосконалену версію цієї методики, яка включала вже дев'ять «галузей оцінки інтелектуальності (QEM)» (M1 – M9).

В 2001 році вчені з Азіатського інституту інтелектуальних будівель (АІВ), що знаходиться в Гонконгу Вонг К.С., Со Альберт Т.П. та Леунг Ендрю Ю. Т., опублікували нову версію «2.0» методики визначення «Індексу інтелектуального будівництва» (ІВІ).

Згодом епідемія вірусу гострого респіраторного захворювання (SARS) у 2003 році в Гонконгу змусила переглянути дану методику, і в 2005 році вчені Леонард К. Х. Чоу та Ендрю Ю. Т. Леунг (Leonard K.H. Chow та Andrew Y. T. Leung) (АІВ) запропонували включити додаткову галузь (M10), як доповнення до існуючих дев'яти, мова йшла про галузь охорони здоров'я. Станом на сьогодні, саме за цією версію «3.0» визначають рівень інтелектуальності будівель в Азії та деяких країнах Європи (таблиця. 1) [8].

Таблиця 1.

Методика оцінки індексу інтелектуальності будівель (ІВІ)

Номер галузі	Назва галузей згідно 1-ї версії 1999-го року	Назва галузей згідно оновленої 1-ї версії 1999-го року	Назва галузей згідно версії «2.0» 2001-го року	Назва галузей згідно версії «3.0» 2005-го року
	<i>Автори:</i> Со Альберт Т.П. та Чан Вей Лок	<i>Автори:</i> Со Альберт Т.П., Вонг Елвін С.В. та Вонг К.С. (Азіатський інститут інтелектуального будівництва (АІВ) в Гонконгу)	<i>Автори:</i> Вонг К.С., Со Альберт Т.П. та Леунг Ендрю Ю. Т. (АІВ)	<i>Автори:</i> Чоу Леонард К. Х. та Леунг Ендрю Ю. Т. (АІВ)
	<i>Назва роботи:</i> «Інтелектуальні системи управління»	<i>Назва роботи:</i> «Нове визначення інтелектуальних будівель для Азії»	<i>Назва роботи:</i> «Індекс інтелектуальності будівель: Інструкція ІВІ: Версія 2.0»	<i>Назва роботи:</i> «Новий індекс інтелектуальності будівель для всього світу - кількісний підхід в досвіді оцінки будівель, два міжнародних фінансових центри»
1	Безпечність для довкілля та енергозбереження (<i>Environmental friendly-health and energy conservation</i>)	Безпечність для довкілля (<i>Environmental friendly or green index</i>)	Безпечність для довкілля (<i>Environmental friendly or green index</i>)	Екологічність (<i>Green</i>)

Продовження таблиці 1.

Номер галузі	Назва галузей згідно 1-ї версії 1999-го року	Назва галузей згідно оновлена 1-ї версії 1999-го року	Назва галузей згідно 2-ї версії 2001-го року	Назва галузей згідно 3-ї версії 2005-го року
2	Використання простору та гнучкість (<i>Space utilization and flexibility</i>)	Використання простору та гнучкість (<i>Space utilization and flexibility</i>)	Використання простору та гнучкість (<i>Space utilization and flexibility</i>)	Використання простору та гнучкість (<i>Space</i>)
3	Витрати на експлуатацію та технічне обслуговування (<i>Life cycle costing-operation and maintenance</i>)	Комфорт людини (<i>Human comfort</i>)	Комфорт людини (<i>Human comfort</i>)	Комфорт людини (<i>Comfort</i>)
4	Комфорт людини (<i>Human comfort</i>)	Ефективність роботи (<i>Working efficiency</i>)	Ефективність роботи (<i>Working efficiency</i>)	Ефективність роботи (<i>Working efficiency</i>)
5	Ефективність роботи (<i>Working efficiency</i>)	Культура (<i>Culture</i>)	Культура (<i>Culture</i>)	Культура (<i>Culture</i>)
6	Безпека (пожежа, землетрус, катастрофи та споруди тощо) (<i>Safety - fire, earthquake, disaster and structure etc</i>)	Втілення високих технологій (<i>Image of high technology</i>)	Втілення високих технологій (<i>Image of high technology</i>)	Втілення високих технологій (<i>Image of high technology</i>)
7	Культура (<i>Culture</i>)	Заходи безпеки (<i>Safety and Security</i>) - пожежа, землетрус, катастрофи тощо	Заходи безпеки (<i>Safety and Security</i>) - пожежа, землетрус, катастрофи тощо	Безпека та конструкція (<i>Safety and Structure</i>)
8	Втілення високих технологій (<i>Image of high technology</i>)	Процес будівництва та конструкції (<i>Construction process and structure</i>)	Процес будівництва та конструкції (<i>Construction process and structure</i>)	Практика управління та безпека (<i>Management Practice & Security</i>)

Номер галузі	Назва галузей згідно 1-ї версії 1999-го року	Назва галузей згідно оновлена 1-ї версії 1999-го року	Назва галузей згідно 2-ї версії 2001-го року	Назва галузей згідно 3-ї версії 2005-го року
9	—	Експлуатація та обслуговування з акцентом на економічну ефективність (<i>Cost effectiveness – operation and maintenance with emphasis on effectiveness</i>)	Економічна ефективність (<i>Cost effectiveness</i>)	Економічна ефективність (<i>Cost effectiveness</i>)
10	—	—	Здоров'я та санітарія (<i>Health and Sanitation</i>)	Здоров'я та санітарія (<i>Health and Sanitation</i>)

Продовження таблиці 1.

Оцінка інтелектуальності будівель в світі відбувається за спеціальними стандартами. Наприклад, у більшості країн Європи інтелектуальні будівлі оцінюють за допомогою «Методу екологічної ефективності будівель» (Building Research Establishment Environmental Assessment Method, BREEAM). Даний метод допомагає оцінювати за різними аспектами процес їх проектування, будівництва та експлуатації, включаючи: споживання енергії; викиди вуглекислого газу; забруднення навколишнього середовища; управління водними ресурсами; екологічну відповідальність; здоров'я та безпеку; добробут персоналу (працівників). За даною методикою, проектувальники інтелектуальної будівлі повинні розглядати всі аспекти комплексно, в такому разі будівля матиме довший термін експлуатації та рентабельність інвестицій [1]. Станом на 2020 рік за цим стандартом сертифіковано понад 590 тис. об'єктів у 83 країнах світу. До стандартів BREEAM належать декілька національних стандартів: BREEAM DE (Німеччина), BREEAM ES (Іспанія), BREEAM NL (Нідерланди), BREEAM NOR (Норвегія), BREEAM SE (Швеція), BREEAM UK (Велика Британія) і BREEAM USA (США), а також міжнародний стандарт, BREEAM International для країн, де відсутні національні стандарти [20].

Одним з найбільш поширених критеріїв оцінки будівель в США є система «Супровід в сфері енергоефективного та екологічного проектування»

(Leadership in Energy and Environmental Design, LEED) розроблена науковцем Робертом К.Ватсоном (Robert K. Watson) разом з неприбутковою організацією «Рада з зеленого будівництва США» (U.S. Green Building Council). Починаючи з 1998 року методика оновлювалась кілька разів і зараз діє версія LEED 4, на основі якої будівлям може надаватися один з чотирьох сертифікатів: «Сертифіковано» (Certified) – 40-49 балів; «Срібло» (Silver) – 50-59 балів; «Золото» (Gold) – 60-79 балів та «Платина» (Platinum) – 80-110 балів [19].

Розвиток інтелектуальних будівель та їхній вплив на архітектуру в Туреччині шляхом оцінки інженерних систем цих будівель, переваг і недоліків, ступінь їх інтелекту досліджував турецький науковець Селін Загпус (Selin Zağpus). На його думку, цілями при проектуванні звичайних будівель є виконання будівельно-монтажних робіт згідно визначеного графіку, з оптимальною вартістю та максимальною якістю; тоді як при проектуванні інтелектуальних будівель перелік цілей, що стоять при розробці проектної документації є значно ширшими, в тому числі вони включають забезпечення комунікації будівлі з її користувачами, що вимагає більш детального опрацювання електричного та механічного обладнання, яке інтегроване та керується центральною комп'ютерною системою; забезпечення енергозбереження, комфорту та безпеки користувачів, а також можливість враховувати майбутні потреби користувачів невідомі на момент проектування. Саме гнучкість простору, знання того, як можна змінювати і розширювати можливості системи в майбутньому, є ключовим фактором процесу проектування інтелектуальних будівель [9].

Автор книги «Розумні будівлі в Південно-Східній Азії» (Intelligent Buildings in South East Asia) Ендрю Гаррісон (Andrew Harrison) описує дослідження, що базується на великому дослідницькому проекті, проведеному трьома провідними гравцями в будівельній галузі - DEGW, Northcroft та Ove Arup & Partners, які вивчали вимоги користувачів та зміну вимог до організації робочого місця, інформацію про побудову інтелекту та методологію оцінки інтелектуальних будівель [10].

Одне з небагатьох досліджень з точки зору впливу архітектурно-планувальних рішень на рівень інтелектуальності, є наукова робота архітектора з Нігерії Мохаммед Зайнаб Макарфі (Mohammed Zainab Makarfi) «Оцінка рівня обізнаності щодо інтелектуальних будівель серед нігерійських архітекторів» (An Assessment of the Level of Awareness of Intelligent Buildings Amongst Nigerian Architects). В цьому дослідженні описано концепцію інтелектуальних будівель з точки зору архітектурного проектування, і визначено рівень використання різних інженерних систем в інтелектуальних будівлях, зокрема, освітлення є найпоширенішим елементом, який використовується в

інтелектуальних будівлях та складає 81%, далі йдуть системи безпеки – 57.1%, та системи опалення, вентиляції та кондиціонування припадає 47,6%, найменш використовуваним елементом інтелекту є голосовий контроль (14,3%) [11].

Магістр Близькосхідного технічного університету (Middle East Technical University) в Туреччині Мар'ям Фарзін Могаддам (Maryam Farzin Moghaddam) у своїй дослідницькій роботі «Оцінка інтелекту в інтелектуальних будівлях» (Evaluating Intelligence in Intelligent Buildings) досліджувала інтелектуальні будівлі з точки зору ефективності системи та зручності її використання. Авторка описує загальне уявлення про «інтелект» будівель та пропонує перелік базових архітектурних прийомів, які архітектори повинні використовувати під час проектування, щоб отримати в результаті саме інтелектуальну офісну будівлю: застосування фотоелектричних елементів на фасадах та вітрогенераторів для виробництва електроенергії; улаштування фасадів із подвійним склінням для кращих енергетичних показників; застосування автоматичних жалюзів між двома шарами скління. На думку авторки, додавання терміна "інтелектуальний" до назви будь-якої будівлі набуває комерційних цінностей та підвищення престижу, а також його ринкової вартості, але насправді більшість цих будівель не відповідають вимогам інтелектуальної будівлі, адже такого рівня неможливо досягти, якщо використовувати лише датчики або інші системи управління без врахування загальної концепції будівлі архітекторами. [12].

Архітектор та професор Бейрутського арабського університету в Лівані (Beirut Arab University) Оссам Омар (Ossama Omar) в своїй роботі «Інтелектуальні будівлі, визначення, фактори та критерії оцінки вибору» (Intelligent building, definitions, factors and evaluation criteria of selection) також наголошує, що використання підходів сталого проектування є необхідним фактором розвитку інтелектуальних адміністративних будівель. Автором запропоновано багатокритеріальну структуру, що складається з шістдесяти восьми факторів на базовому рівні, як всеосяжний інструмент для вибіркової категоризації інтелектуальних будівель. В даному науковому дослідженні також розглядаються фактори, що впливають на енергоефективність, екологічність, гнучкість простору, економічність, комфорт клієнта, ефективність роботи, безпеки, культури та технологій при формуванні інтелектуальних будівель [13].

Словацький науковець Стево Стано (Števo Stano) в статті «Інтелектуальні будівлі - архітектура проти технологій» (Intelligent buildings – Architecture vs. Technology) стверджує, 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 [14].

Першими почали проектувати інтелектуальні адміністративні будівлі та прийняли стійку архітектуру як основу своєї архітектурної практики наступні архітектурні бюро: американська компанія «Skidmore, Owings & Merrill» на чолі з архітектором Річардом Кітінгом (Richard Keating); британський архітектор сер Норман Фостер (Norman Foster) та його бюро Foster+Partners; сінгапурська компанія «RSP Architects», Planners & Engineers; британська архітектурно-будівельна компанія «AHR»; японське архітектурне бюро «Nikken Sekkei»; італійський архітектор Ренцо Піано (Renzo Piano), британський архітектор Річард Роджерс (Richard Rogers), зімбабвійський архітектор Мік Пірс (Mick Pearce), німецький архітектор Томас Герцог (Thomas Herzog), австралійській архітектор Глен Маркат (Glenn Murcutt) та інші. Саме роботи цих архітекторів стали практичною основою для науково-методичних досліджень.

Дослідженням ролі архітектора при створенні інтелектуальних будівель в 21 тисячолітті займався професор Акін Адеджімі (Akin Adejimi) з університету Обафемі Ауволо в Нігерії. У його статті "Інтелектуальні будівлі і актуальність професіоналів дизайну в епоху глобалізації" (Intelligent Buildings And The Relevance Of Design Professionals In The Global Age) підкреслюється, що інтелектуальна будівля - це не лише конструкції та встановлені системи, а в першу чергу "розумна архітектура", оскільки будівлі не зможуть працювати ефективно, хоч би наскільки складним був вбудований в них електронний пристрій. Автор стверджує, що не можна взяти звичайну будівлю і зробити її «інтелектуальною», адже вона повинна бути запроєктована такою з самого початку. Автор вважає "інтелектуальну архітектуру" формою "пасивного" інтелекту, тоді як комп'ютеризовані інженерні системи - "активним" інтелектом будівлі. У своєму дослідженні Акін Адеджімі доводить пряму закономірність "чим вищий пасивний інтелект у будівлі, тим вищий активний інтелект вона може потенційно вмістити" [15].

Основна увага інтелектуальних будівель перенесена на концепцію здатності до навчання та взаємозв'язок між користувачами та навколишнім середовищем. Крім того, Джірі Скопек, директор канадської компанії з енергетики та довкілля (Energy and Environment Canada Ltd.) описує переваги інтелектуальні будівлі з точки зору кількох різних питань - аспект ефективності, аспект витрат, екологічний аспект, аспект охорони здоров'я та аспект безпеки. На його думку,

переваги з енергетичної точки зору знайомі багатьом керівникам установ. Щоб навести одну загальну заявку, будівля, яка знає, коли і де вона зайнята, може обмежити власне споживання енергії, обмеживши роботу енерговитратних систем опалення та кондиціонування повітря системами освітлення годинами та площами будівлі, які вони потребують. Саме з цієї причини датчики, що надають дані про зайнятість систем опалення, вентиляції та кондиціонування, все частіше використовують [16].

Згідно з визначеннями (Goleman 2009) та (Ghaffarianhoseini 2012; Ghaffarianhoseini et al. 2013) ІБ повинні бути екологічно розумними та включати принципи екологічно стійкого дизайну. Суть існуючих розумних будинків у розвинених країнах полягає у втіленні інтелектуального середовища, яке тісно пов'язане з принципами стійкості [17].

Професорка Лодзинського технічного університету (Польща) Христина Струмільо (Krystyna Strumillo) в своїй науковій публікації «Ергономічні аспекти інтелектуальної будівлі» (Ergonomic Aspects of an Intelligent Building) в 2014 році визначили п'ять розумних критеріїв для ІБ: система введення, яка отримує інформацію за допомогою приймача інформації; обробка та аналіз інформації; система виводу, яка реагує на вхід у вигляді відповіді; врахування часу, завдяки якому реакція відбувається протягом необхідного часу; здатність до навчання [18].

Проте, стверджується, що кінцева додана вартість ІБ впливає на економічну доцільність їх виробництва. Отже, досягнення таких переваг може суттєво вплинути на економічні умови, зокрема в інтелектуальних офісах: менші витрати на охорону здоров'я, вищий рівень продуктивності праці, вищі ціни на оренду, вищі показники утримання персоналу завдяки підвищенню задоволеності працівників, а також мінімізація споживання енергії та його експлуатаційні витрати [8].

Висновки: процес розвитку і удосконалення підходів до проектування і будівництва інтелектуальних адміністративних будівель швидко змінюється і трансформується, оскільки до сучасних адміністративних будівель ставляться щоразу вищі вимоги щодо екологічності, економічності будівництва і експлуатації, безпеки праці тощо, впроваджуються нові інженерні системи, що потребують щораз нових архітектурних прийомів і принципів формування планувальної структури будівлі.

Розглянуті у даній статті наукові праці засвідчують, що переважна більшість наукових досліджень проблем формування інтелектуальних адміністративних будівель, на сьогодні, стосується інженерних мереж, натомість питання впливу архітектурного дизайну досліджені поверхнево, що ставить завдання подальших наукових досліджень цієї теми.

Список джерел

1. Intelligent Buildings: An Introduction / ред. D. Clements-Croome. Routledge, 2013. URL: <https://doi.org/10.4324/9780203737712> (дата звернення: 01.03.2021).
2. Clements-Croome D. Sustainable intelligent buildings for people: A review. *Intelligent Buildings International*. 2011. Т. 3, № 2. С. 67–86.
3. Wigginton M., Harris J. Intelligent Skins. Routledge, 2013. URL: <https://doi.org/10.4324/9780080495446> (дата звернення: 01.03.2021).
4. Himanen M. The intelligence of intelligent buildings: The feasibility of the intelligent building concept in office buildings. Espoo [Finland] : VTT, 2003. 497 с.
5. Wong J.K.W., Li H., Wang S.W. Intelligent building research: a review. *Automation in Construction*. 2005. Т. 14, № 1. С. 143–159. URL: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2004.06.001> (дата звернення: 01.06.2021).
6. Wang S. Intelligent Buildings and Building Automation. Routledge, 2009. URL: <https://doi.org/10.4324/9780203890813> (дата звернення: 01.03.2021).
7. So A. T.-p., Chan W. L. Intelligent Building Systems. Springer, 2011. 196 с.
8. Chow L., Leung A. The New Intelligent Building Index (IBI) for Buildings around the World – A Quantitative Approach in Building Assessment and Audit Experience with the Hong Kong Tallest Building, Two International Finance Centre (420m and 88-storey High). *The 2005 World Sustainable Building Conference*, м. Токіо, 27 верес. 2005 р. URL: https://doi.org/10.1142/9789812701480_0142 (дата звернення: 01.03.2021).
9. Zağpus S. Development of Intelligent Buildings And Their Impacts On Architecture In Turkey/ : магістерська дисертація. Izmir, 2002. URL: <http://library.iyte.edu.tr/tezler/master/mimarlik/T000151.rar> (дата звернення: 21.02.2021).
10. Harrison A., Loe E., Read J. Intelligent Buildings in South East Asia. Taylor & Francis, 2005. URL: <https://doi.org/10.4324/9780203982488> (дата звернення: 21.02.2021).
11. Zainab Makarfi M. An Assessment of the Level of Awareness of Intelligent Buildings Amongst Nigerian Architects. Zainab Makarfi : бакалавр.дослід. Zaria, 2015. 30 с.
12. Farzin M.M. Evaluating Intelligence In Intelligent Buildings: Case Studies In Turkey:M.S. Thesis. Ankara, 2012. 106 с. URL: <http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12614438/index.pdf> (дата звернення: 21.02.2021).
13. Omar O. Intelligent building, definitions, factors and evaluation criteria of selection. *Alexandria Engineering Journal*. 2018. Т. 57, № 4. С. 2903–2910. URL: <https://doi.org/10.1016/j.aej.2018.07.004> (дата звернення: 21.02.2021).
14. Голуб К.В. Критерії оцінки інтелектуальності адміністративних будівель. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія «Архітектура». 2021. Т. 3, № 1. С. 45–58.
15. Adejimi A. Intelligent Buildings and The Relevance of Design Professionals in the Global Age. *Globalization, Culture and the Nigerian Built Environment*. 2005. С. 142–146.
16. Gray A. How Smart Are Intelligent Buildings? *Facilitiesnet*. URL: <https://www.facilitiesnet.com/buildingautomation/article/How-Smart-Are-Intelligent-Buildings--5222> (дата звернення: 21.02.2021).
17. What is an intelligent building? Analysis of recent interpretations from an international perspective / A. Ghaffarianhoseini та ін. *Architectural Science Review*. 2015. Т. 59, № 5. С. 338–357. URL: <https://doi.org/10.1080/00038628.2015.1079164> (дата звернення: 21.02.2021).
18. Strumillo K. Ergonomic Aspects of an Intelligent Building. *Advances in Social and Organizational Factors*. 2014. С. 51–58.
19. LEED rating system | U.S. Green Building Council. *USGBC homepage | U.S. Green Building Council*. URL: <https://www.usgbc.org/leed> (дата звернення: 21.02.2021).

20. BREEAM: the world's leading sustainability assessment method for masterplanning projects, infrastructure and buildings | BREEAM. *BREEAM*. URL: <https://www.breeam.com/> (дата звернення: 01.03.2021).

Голуб К.В.,

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

ОБОБЩЕНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ АДМИНИСТРАТИВНЫХ ЗДАНИЙ

В статье анализируются научные работы ученых в сферах инженерного и архитектурного проектирования, которые повлияли на формирование интеллектуальных административных зданий.

Рассмотрены основные критерии оценки интеллектуальности зданий в Азии, Европе и Америке. Установлено разницу подходов в разных частях света: в Азии система учитывает влияние на окружающую среду, здоровье работников, комфортные условия труда, внедрение современных технологий, безопасность, рентабельность инвестиций и тому подобное; в Европе сосредоточено на взаимодействии интеллектуальных зданий с человеком и окружающей средой, минимизации потребления энергии и эксплуатационных расходов; в США первоочередные подходы связаны с принципами устойчивости и адаптивности к быстрым изменениям технологий и потребностей человека.

Выделены базовые архитектурные приемы: применение фотоэлектрических элементов на фасадах и ветрогенераторов; устройство фасадов с двойным остеклением; применение автоматических жалюзи между двумя слоями остекления и тому подобное.

Ключевые слова: интеллектуальные здания; административные здания; индекс интеллектуальности зданий.

Kristina Golub,
scientific employee at the scientific-research part,
Kyiv National University of Construction and Architecture

GENERALIZATION OF THE SCIENTIFIC RESEARCHES OF THE INTELLIGENT OFFICE BUILDINGS FORMATION FEATURES

The article analyzes the scientific works of scientists in the field of engineering and architectural design that have influenced on intelligent office buildings formation.

The main criteria for assessing the intelligent buildings in Asia, Europe and America are considered. There are differences in approaches in different parts of the world. Particularly in Asia, the system takes into account the impact on the environment, employee health, comfortable working conditions, the introduction of modern technologies, safety, return on investment, etc. The assessment system named Intelligent Building Index (IBI) consists of 10 Quality Environment Modules (QEM), which have different weights depends on intelligent building type. The second level of the IBI method included a list of 378 criteria, each of which was evaluated by a system of 1 to 100 points.

In Europe, it focuses on the interaction of intelligent buildings with humans and the environment, also on minimizing energy consumption and operating costs. In most European countries, intelligent buildings are assessed by Building Research Establishment Environmental Assessment Method, BREEAM.

In the United States, priority approaches are related to the principles of sustainability and adaptability to rapid changes in technology and human needs. One of the most common criteria for assessing buildings in the United States is the system Leadership in Energy and Environmental Design, LEED.

The basic architectural methods are singled out: using the wind generators and photovoltaic elements on facades; the arrangement of facades with double glazing; application of automatic blinds between two layers of glazing, etc. It is proved that the intelligent building is not a usual building that just uses an automation building management system (BMS), but first of all, is an "intelligent architecture" with providing sustainable principles and requiring an integrated approach from the first designing stage.

Keywords: intelligent buildings; office buildings; intelligent building index.

REFERENCES

1. Clements-Croome, D. (Ed.). (2013). *Intelligent Buildings: An Introduction*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203737712>. {in English}

2. Clements-Croome, D. (2011). Sustainable intelligent buildings for people: A review. *Intelligent Buildings International*, 3(2), 67–86. {in English}
3. Wigginton, M., & Harris, J. (2013). *Intelligent Skins*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780080495446>. {in English}
4. Himanen, M. (2003). *The Intelligence of Intelligent Buildings. The Feasibility of the Intelligent Building Concept in Office Buildings*. VTT. {in English}
5. Wong, J.K.W., Li, H., & Wang, S. W. (2005). Intelligent building research: a review. *Automation in Construction*, 14(1), 143–159. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2004.06.001>. {in English}
6. Wang, S. (2010). *Intelligent Buildings and Building Automation*. Spon Press. {in English}
7. So, A.T.-p., & Chan, W.L. (1999). *Intelligent Building Systems*. Springer US. {in English}
8. Chow, L., & Leung, A. (2005). The New Intelligent Building Index (IBI) for Buildings around the World – A Quantitative Approach in Building Assessment and Audit Experience with the Hong Kong Tallest Building, Two International Finance Centre (420m and 88-storey High). *World Sustainable Building Conference*. https://doi.org/10.1142/9789812701480_0142. {in English}
9. Zagpus, S. (2002). *Development of Intelligent Buildings And Their Impacts On Architecture In Turkey/* [Master dissertation, Izmir Institute of Technology]. <http://library.iyte.edu.tr/tezler/master/mimarlik/T000151.rar>. {in English}
10. Harrison, A., Loe, E., & Read, J. (2005). *Intelligent Buildings in South East Asia*. Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9780203982488>. {in English}
11. Zainab Makarfi, M. (2015). *An Assessment of the Level of Awareness of Intelligent Buildings Amongst Nigerian Architects*. Zainab Makarfi [bachelor research]. Ahmadu Bello University. {in English}
12. Farzin, M.M. (2012). Evaluating Intelligence In Intelligent Buildings: Case Studies In Turkey [M.S. Thesis, METU]. <http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12614438/index.pdf>. {in English}
13. Omar, O. (2018). Intelligent building, definitions, factors and evaluation criteria of selection. *Alexandria Engineering Journal*, 57(4), 2903–2910. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2018.07.004>. {in English}
14. Golub, K. (2021). Evaluation criteria of the office buildings intellectuality. [Kryterii otsinky intelektualnosti administratyvnykh budivel] *Visnyk Natsionalnoho Universytetu «Lvivska Politekhnikha». Seriiia «Arkhitektura»*, 3(1), 45–58. {in Ukrainian}
15. Adejimi, A. (2005). Intelligent Buildings and The Relevance of Design Professionals in the Global Age. *Globalization, Culture and the Nigerian Built Environment*, 142–146. {in English}
16. Gray, A. (2006). *How Smart Are Intelligent Buildings?* Facilitiesnet. <https://www.facilitiesnet.com/buildingautomation/article/How-Smart-Are-Intelligent-Buildings--5222>. {in English}
17. Ghaffarianhoseini, A., Berardi, U., A.Waer, H., Chang, S., Halawa, E., Ghaffarianhoseini, A., & Clements-Croome, D. (2015). What is an intelligent building? Analysis of recent interpretations from an international perspective. *Architectural Science Review*, 59(5), 338–357. <https://doi.org/10.1080/00038628.2015.1079164>. {in English}
18. Strumillo, K. (2014a). Ergonomic Aspects of an Intelligent Building. *Advances in Social and Organizational Factors*, 51–58. {in English}
19. *LEED rating system* | U.S. Green Building Council. (n.a.). USGBC homepage | U.S. Green Building Council. <https://www.usgbc.org/leed>. {in English}
20. *BREEAM: the world's leading sustainability assessment method for master-planning projects, infrastructure and buildings* | BREEAM. (n.a.). BREEAM. <https://www.breeam.com>. {in English}