

аспірант **Шокрі Шахрам**

*Кафедра Дизайну архітектурного середовища,
Київський національний університет будівництва і архітектури*

ORCID 0002-8354-4710

Науковий керівник: д. арх., доцент Ковальська Г. Л.

ЕКОЛОГІЧНА ТЕНДЕНЦІЯ У ПРОЕКТУВАННІ ВИСОТНИХ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ У КРАЇНАХ З ЖАРКИМ КЛІМАТОМ

Анотація. У статті розглянуто особливості архітектурного проектування висотних комплексів багатофункціонального призначення в азіатських країнах, кліматичні умови в яких співпадають з жарким кліматом Об'єднаних Арабських Еміратів. Був проведений аналіз найбільш відомих сучасних реалізованих висотних будівель, а також тих, будівництво яких ще триває і концептуальних, конкурсних проектів висотних багатофункціональних комплексів. Завдяки узагальненню отриманих результатів сформульовані основні тенденції проектування висотних багатофункціональних комплексів у країнах з жарким кліматом і серед них детально розглянута екологічна тенденція.

Ключові слова: архітектура, тенденції, висотні багатофункціональні комплекси, Об'єднані Арабські Емірати, жаркий клімат.

Актуальність теми і постановка проблеми. Сьогодні будівництво висотних багатофункціональних будівель по всьому світу набуло значних масштабів, що пов'язаною насамперед зі стрімким розвитком мегаполісів у більшості держав, бажанням сконцентрувати в одній будівлі декілька взаємодоповнюючих функцій, браком вільних ділянок у щільній міській забудові, особливо у центральних міських зонах і значною їх вартістю. Ці та інші проблеми є актуальними для стрімко зростаючих мегаполісів ОАЕ. На проектування висотних комплексів впливає багато факторів, одним з яких є природно-кліматичний. ОАЕ – країна з цілорічним літом, але саме в літній період відмітка температури сягає 40⁰С навіть в тіні. Дощових опадів в країні майже не має – лише кілька днів на рік приносять дуже скудні і швидкоминучі дощові опади. Безумовно, ОАЕ багато в чому є лідерами в азіатському регіоні, в тому числі і в висотному проектуванні та будівництві. Однак, для більш комплексного дослідження слід проаналізувати існуючий досвід і в сусідніх країнах, щоб врахувати найкращі проектні рішення, а також запобігти помилки.

Аналіз досліджень та публікацій. Теоретичною базою для проведення дослідження слугували фундаментальні роботи вітчизняних науковців:

Дьоміна М.М., Єжова В.І., Ковальського Л.М., Ковальської Г.Л., Куцевича В.В., Слепцова О.С., Тімохіна В.О. та ін. Серед робіт, присвячених дослідженню особливостей проектування в азіатському регіоні слід виділити дослідження Ель Саббаг Кассем Ісмаїла, Алідад Різи та Хезла Айуба. Загальна історія розвитку ОАЕ розкрита в роботі Єгорина А.З. та Ісаєва В.А.

Мета статті. Визначити основні положення тенденції екологічності у проектуванні висотних багатофункціональних комплексів у країнах з жарким кліматом.

Виклад основного матеріалу. Проведені попередні дослідження, щодо стану наукових досліджень в області проектування висотних будівель, аналіз побудованих висотних багатофункціональних комплексів у великих містах ОАЕ дозволяє стверджувати, що з урахуванням природно-кліматичних особливостей регіону (жаркого клімату) і, як наслідок, проблем з формуванням оазисних ділянок у пустельній місцевості (яка складає 98% від всієї території), зростаючої вартості на землю і витрат на будівництво – оптимальним з економічних показників є будівництво 30-80-поверхових висотних комплексів з поєднанням в одному архітектурному об'ємі одразу декількох функціональних призначень. Вартість будівель більшої поверховості збільшується в рази, тому зводять їх, як правило, виходячи з міркувань престижу, так як зазвичай висотні об'єкти стають символом міста, показником фінансової потужності держави, великих корпорацій або окремих особистостей.

Проводячи аналіз найбільш значущих реалізованих проектів висотних багатофункціональних комплексів в країнах зі схожими природно-кліматичними умовами (жаркий клімат), розглядаючи підсумки великих всесвітніх конкурсів з проектування висотних будівель, таких, наприклад, як eVolo Skyscraper Competition (2006-2018 рр.), досліджуючи концептуальні пошукові проекти як відомих архітекторів, так і архітекторів-початківців, можна виділити основні тенденції в області висотного проектування. Однією з головних світових тенденцій в проектуванні висотних багатофункціональних комплексів слід назвати *екологічність* висотних будівель. Варто зазначити, що сьогодні питання екології проектування і будівництва мабуть є ключовими у всіх областях архітектури і містобудування в світі. Це пов'язано з поступовим усвідомленням людства про необоротні процеси від антропогенного чинника і техногенного втручання людей в природну оболонку Землі, всебічне забруднення від невинного зростання урбанізованих територій, обмеженості енергетичних ресурсів і постійне зростання цін на них [1-4]. Якщо розглядати питання екології висотних багатофункціональних комплексів, то варто відзначити зростаючу увагу архітекторів в пошуку інноваційних та ефективних проектних рішень, що дозволяють максимально знизити залежність висотної будівлі від споживання зовнішніх ресурсів [5]. Серед реалізованих висотних будівель у азіатських


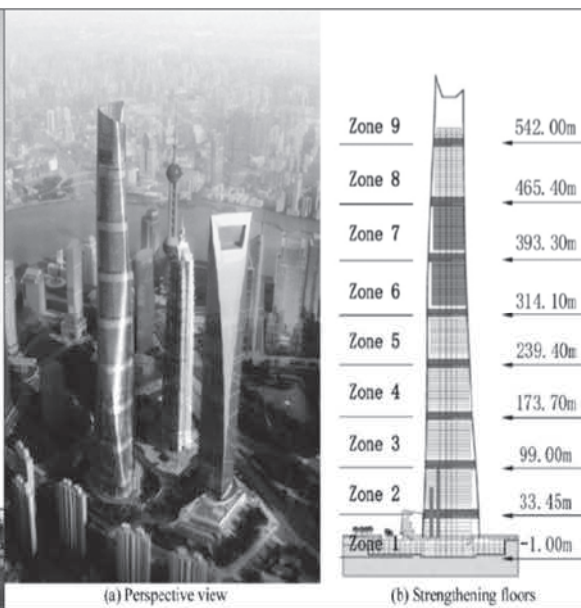

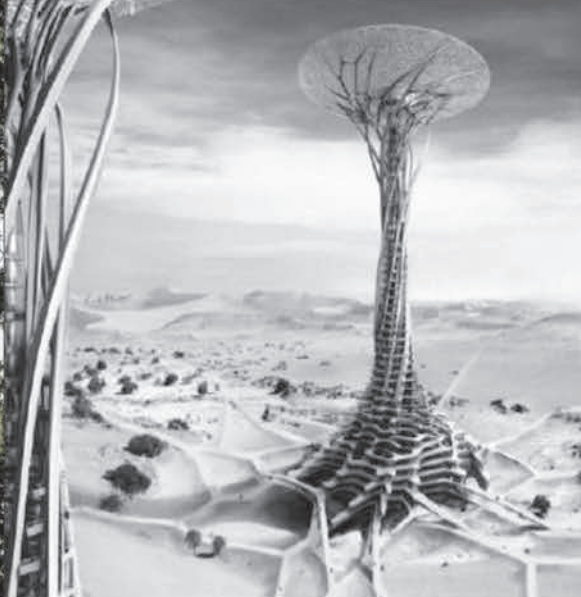
країнах зі схожими з ОАЕ природно-кліматичними умовами, слід виділити проект Всесвітнього торгового центру (BWTC) в м. Манама (Бахрейн), який представляє собою комерційний 240-метровий комплекс подвійних веж (50-поверхових), запроектований бюро Atkins і побудований у 2008 р. Дві вежі з'єднані трьома мостами, на кожному з яких встановлений 225 кВт вітрогенератор, сумарною потужністю в 675 кВт. Кожна з цих турбін діаметром 29 метрів, орієнтована на північ, так як саме звідти, з боку Перської затоки, вітер дме найбільшу кількість днів в році.

Вежі спроектовані у формі тунелю, в результаті чого вітер, проходячи через тунель, прискорюється і проходить через турбіни. Корисне використання між вежами тунелю, що утворює S-подібний потік, було підтверджено тестами, які показують, що будь-який вітер, приходить під кутом в 45° до кожної сторони центральної осі, буде створювати вітровий потік, перпендикулярний до турбін, що збільшує їх потенційні можливості щодо вироблення електроенергії. Вітрові турбіни розраховані на виробництво від 11 до 15% енергії, необхідної баштам або приблизно від 1,1 до 1,3 ГВт/год електроенергії на рік. Це еквівалентно виробництву світла для 300 будинків протягом одного року. Три турбіни розраховані працювати 50% часу щодня. До інших особливостей, які роблять BWTC екологічно раціональним, можна віднести системи переробки води, теплоізоляцію і технічний басейн для випарного охолодження (рис. 1 а) [6].

Наступним прикладом екологічної тенденції у проектуванні висотних багатофункціональних комплексів слугує Shanghai Tower (Шанхайська башта) – запроектований архітектурним бюро Gensler і побудований у 2015 р. хмарочос в Шанхаї, КНР. Висота 128-поверхового хмарочосу становить 632 м на яких розміщено дев'ять функціональних зон, основними з яких є офісна, торгівельна, дозвільна та готельна функції. Башта сформована у вигляді дев'яти циліндричних об'ємів, розташованих один над одним, об'єднаних внутрішнім шаром скляного фасаду. Кожна з цих дев'яти областей має свій власний атриум з садами, кафе, ресторанами та торговими приміщеннями.

Вертикальна транспортна система Shanghai Tower, розроблена Edgett Williams Consulting Group, являє собою системне ядро швидкісних дворівневих ліфтів. Для вертикального пересування у Shanghai Tower передбачено 149 механізмів. Офісні поверхи обслуговуються за допомогою чотирьох ліфтових скай-лоббі з двоповерховими ліфтами. Доступ до готелю здійснюється через вестибюль п'ятого скай-лоббі на рівні 101/102 поверхів. У будівлі Shanghai Tower запроектовано три пожежні ліфти, які у разі виникнення аварії евакуюють людей з спеціально передбачених поверхів, регулярно розташованих по всій висоті висотного багатофункціонального комплексу.

ЕКОЛОГІЧНІСТЬ

	 <p>(a) Perspective view</p> <p>(b) Strengthening floors</p> <table border="1"> <tr><td>Zone 9</td><td>542.00m</td></tr> <tr><td>Zone 8</td><td>465.40m</td></tr> <tr><td>Zone 7</td><td>393.30m</td></tr> <tr><td>Zone 6</td><td>314.10m</td></tr> <tr><td>Zone 5</td><td>239.40m</td></tr> <tr><td>Zone 4</td><td>173.70m</td></tr> <tr><td>Zone 3</td><td>99.00m</td></tr> <tr><td>Zone 2</td><td>33.45m</td></tr> <tr><td>Zone 1</td><td>-1.00m</td></tr> </table>	Zone 9	542.00m	Zone 8	465.40m	Zone 7	393.30m	Zone 6	314.10m	Zone 5	239.40m	Zone 4	173.70m	Zone 3	99.00m	Zone 2	33.45m	Zone 1	-1.00m
Zone 9	542.00m																		
Zone 8	465.40m																		
Zone 7	393.30m																		
Zone 6	314.10m																		
Zone 5	239.40m																		
Zone 4	173.70m																		
Zone 3	99.00m																		
Zone 2	33.45m																		
Zone 1	-1.00m																		
<p>BWTC, м. Манама (Бахрейн)</p>	<p>Shanghai Tower, Шанхай (КНР)</p>																		
<p>Atkins, 2008 р.</p>	<p>Gensler, 2015 р.</p>																		
<p>комерція, торгівля, харчовання, дозволля</p>	<p>офіси, готель, комерція, торгівля, харчовання, дозволля</p>																		
<p>а 240 м / 50 поверхів</p>	<p>б 632 м / 128 поверхів</p>																		
																			
<p>Rainforest Guardian Skyscraper, Китай</p>	<p>Піщаний Вавилон, Китай</p>																		
<p>Jie Huang, Jin Wei, Qiaowan Tang, Yiwei Yu, Zhe Hao</p>	<p>Куї Сонг і Канг Пенгфей</p>																		
<p>водонапірна башта, пожежна частина, метеостанція, науково-дослідні і навчальних лабораторії</p>	<p>науково-дослідницькі центри і туристичні бази</p>																		
<p>В концептуальний проект</p>	<p>Г концептуальний проект</p>																		
<p>Рис. 1 Тенденція екологічності в проектуванні висотних багатофункціональних комплексів в азіатських країнах</p>																			

Шанхайська вежа Shanghai Tower включає численні елементи зеленої архітектури – її власники отримали сертифікати від Китайського комітету з зеленого будівництва та Ради зеленого будівництва США щодо стійкої архітектури будівлі. Кажучи про енергоефективність Shanghai Tower слід зазначити, що висотний комплекс став лауреатом премії Emporis Skyscraper Award 2015 та Tien-yow Jeme Civil Engineering Prize of 2018. Спіралеподібна циліндрична форма будівлі робить висотну конструкцію більш стійкою при сильному вітрі і землетрусі. Скручування будівлі на 120° є оптимальним і скорочує аеродинамічне навантаження на 24%. У висотному будинку запроектована система збору дощової води для внутрішнього використання та переробки стічних вод. Обидва шари фасаду (внутрішній і зовнішній) прозорі, виконані з високовідбиваючого сонячну енергію скла, що значно зменшує поглинання тепла і зменшення потреби в кондиціонерах. Хоча більшість енергії башти забезпечується традиційними енергосистемами, додаткові 270 вертикальних вісьових турбін, розташованих на фасаді та поблизу вершини башти, здатні виробляти до 350000 кВт/год електроенергії на рік, що складає 10% потреб в електроенергії в будівлі. Системи опалення та охолодження будинку використовують геотермальні джерела енергії (рис. 1 б) [7].

Іншим прикладом екологічної тенденції в проектуванні у проектуванні висотних багатофункціональних комплексів слугує пошуково-концептуальний проект Rainforest Guardian Skyscraper ("Хранитель тропічного лісу"), виконаний Джуе Ханг, Джин Вей та ін. (Китай) Багатофункціональна висотна будівля складається з водонапірної башти, пожежної частини лісу, метеостанції, а також науково-дослідних і навчальних лабораторій. Будівлю передбачається розмістити поблизу Амазонки для ефективного запобігання лісовим пожежам, а також збору дощової води в сезон дощів і подальшого поливу землі в сухий період. Висотна будівля має закінчення в формі розкритого лотоса, що сприяє максимальному захоплення дощової води. Зібрану таким чином воду передбачається фільтрувати і зберігати в спеціально запроектованих резервуарах. Особливістю висотної будівлі є інтеграція принципу капілярності рідини в поєднанні з використанням альтернативних джерел енергії, що дозволило запроектувати свого роду будинок-губку, здатний поглинати і зберігати надлишки води, не порушуючи екосистему Амазонки. Крім того, будівля "Хранитель тропічного лісу" передбачає наявність спеціальних науково-дослідних лабораторій для вчених, що займаються моніторингом зміни клімату та стабільності екосистеми нашої планети. Лабораторії також виступають в якості виставкових майданчиків для розвитку екологічної відповідальності та виховання свідомості людей щодо крихкості екосистеми Землі (рис. 1 в) [8].

Концептуальний проект висотного багатофункціонального комплексу "Піщаний Вавилон", запроектований Куї Сонг і Канг Пенгфей (Китай), являє

собою групу екологічних будівель, які передбачають поєднання функцій науково-дослідних центрів і туристичних баз, розташованих в пустелі. Організаційна структура висотного комплексу розділена на дві частини: надземну і підземну. Перша частина, розміщена над землею, є відокремленою висотною будівлею, яка може об'єднуватися в групи будівель, завдяки існуванню другої (підземної) частини будівлі. Такий підхід дозволяє підключити кілька будівель в єдину багатофункціональну систему, що діє за принципом мережевого трубки або кореневої системи зростаючої поряд групи дерев. Особливістю даного проекту є екологічна концепція його зведення – основним будівельним матеріалом передбачається пісок, який спікається в єдину монолітну форму (як результат друку 3D-принтера) завдяки енергії, отриманий через сонячні батареї. Каркас висотної будівлі має спіралеподібну та лійкоподібну структуру, призначену для поліпшення природної вентиляції повітря, а також конденсації води завдяки різниці температур (зовнішньої і внутрішньої) на вершині будівлі (рис. 1 г) [8].

Висновок. Підводячи підсумок дослідженню, необхідно відмітити, що саме тенденція екологічності є провідним напрямком проектування висотних комплексів багатофункціонального призначення як в азіатських країнах, так і в Об'єднаних Арабських Еміратах, де це закріплено на державному рівні. Обмеженість територій, придатних для комфортного проживання людей пов'язана з жорсткими природно-кліматичними умовами ОАЕ, зокрема з наджаркою температурою і обмеженою кількістю прісної води. Безперечно, що ці та інші обставини усугубляють зростання урбанізації в країні. Сьогодні більша частина населення зосереджена на узбережжі і в оазисах ОАЕ і городяни складають 88% населення країни. Одночасне зростання мегаполісів як в горизонтальному, так і в вертикальному напрямках значно усугубляють екологію міського середовища.

Окрім цього ми спостерігаємо нехватку та збільшення вартості енергетичних ресурсів, що також підштовхує на активне впровадження альтернативних та відновлювальних джерел енергопостачання: сонячної, вітрової та геотермальної енергії, максимальне використання природного провітрювання, подвійні фасадні системи з "розумним" склінням та сонцезахисними пристроями, збір то використання опадів (дощових та конденсату), озеленення дахів, терас та стін та багато інших, які у сукупності здатні значно знизити експлуатаційні витрати обслуговування висотних багатофункціональних комплексів і зберегти навколишнє природне середовище.

Література

1. Маслов Н.В. *Градостроительная экология*. М., 2002. 284 с.

2. Юрчишин Г. М. *Архітектурна екологія: конспект лекцій*. Івано-Франківськ, 2014. 106 с.
3. Тетиор А. Н. *Городская экология: учеб. пособие*. М., 2008. 336 с.
4. Блинов Л.Н., Ролле Н.Н. *Экология. Основные понятия, термины, законы, схемы*. М., 2005. 110 с
5. Ken Yeang. *Ecodesign. A manual for Ecological Design*. New York, 2008. 499 p.
6. <http://www.bahrainwtc.com> (дата звернення: 30.07.2018).
7. <http://www.shanghaiatower.com/shanghaizhongxin/video.html> (дата звернення: 30.07.2018).
8. Carlo Aiello. *eVolo Skyscrapers 1*. New York, 2012. 1224 p. (дата звернення: 30.07.2018).

Аннотация. В статье рассмотрены особенности архитектурного проектирования высотных комплексов многофункционального назначения в азиатских странах, климатические условия которых совпадают с жарким климатом ОАЕ. Проведен анализ известных реализованных высотных зданий, а также тех, строительство которых продолжается и концептуальных, конкурсных проектов высотных многофункциональных комплексов. Благодаря обобщению полученных результатов сформулированы основные тенденции проектирования высотных многофункциональных комплексов в странах с жарким климатом и среди них подробно рассмотрена экологическая тенденция.

Ключевые слова: архитектура, тенденции, высотные многофункциональные комплексы, Объединенные Арабские Эмираты, жаркий климат.

Annotation. In the article the features of architectural design of high-rise complexes of multifunctional objects in the Asian countries are considered, the climatic conditions which coincide with the hot climate of the United Arab Emirates. An analysis was carried out of the most famous modern high-rise buildings, as well as those whose construction is still ongoing and conceptual, competitive projects of high-rise multifunctional complexes. Due to the generalization of the obtained results, the main tendencies of designing high-rise multifunctional complexes in the countries with hot climates are formulated and among them the environmental tendency is considered in detail.

Key words: architecture, trends, high-rise multifunctional complexes, United Arab Emirates, hot climate.