

DOI: 10.32347/2076-815x.2021.78.290-298

УДК 721.021, 69.001.5

д.т.н., доцент **Кривенко О.В.**,

knuba.o.v.k@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8949-0944,

Київський національний університет будівництва та архітектури

ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМІВ ПРОЄКТУВАННЯ БІОКЛІМАТИЧНИХ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ ПРИ ФОРМУВАННІ СТІЙКОГО МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

Досліджено проектування біокліматичних висотних будівель з урахуванням формування мезоклімату та стійкого міського середовища. Проаналізовано основні природні фактори (літосфера, гідросфера, біосфера, атмосфера), які впливають на біоклімат місцевості та проектування біокліматичних висотних будівель. Визначено, що біокліматичні проєктні рішення можуть мати значну варіативність, що пов'язано з умовами будівництва, проєктними завданнями, розвитком технологій. Тому для їх узагальнення було виділено такі показники оцінювання розвитку біокліматичних проєктних рішень: протидія зміні клімату; політика стійкого розвитку міста; природа і біорізноманіття; відходи; енергетична ефективність. На основі аналізу реконструкції башт Marina City, що має біокліматичну направленість проєктних рішень на мезорівні (для м. Чикаго, США), досліджено зв'язок мезоклімату та біокліматичного дизайну, що дає можливість винаходити дієві шляхи для підвищення якості життєвого середовища людини у місті, формувати ефективні об'ємно-просторові рішення дизайну висотних будівель.

Ключові слова: біокліматичні висотні будівлі; мезоклімат; стійке міське середовище; біоклімат місцевості; оптимізація проєктних рішень.

Постановка проблеми та аналіз досліджень. Висотні будівлі є основним типом забудови у великих містах, а місто впливає не тільки на формування власного погодно-кліматичного режиму, а й на формування режиму території, що його оточує. На сьогодні існує багато досліджень щодо кліматичних параметрів та їх впливу на забудову, які характеризуються глибиною та широтою вивчення [1 – 4]. При цьому слід зазначити, що сучасний темп забудови міст дає можливість говорити про формування нової міської екосистеми, яка значно відрізняється за своїми характеристиками від природної екосистеми на певній території [3; 5 – 8]. Згідно з [3] зона впливу міста може перевищувати у 50 разів площу самого міста. Тому завданням біокліматичного дизайну є не вирішення окремих проєктних завдань, наприклад, пов'язаних з

економією енергії, а створення цілісного екосередовища міської забудови з можливістю гармонійного співіснування людини з природним середовищем.

Мета статті – проаналізувати та визначити напрями формування проєктних рішень біокліматичних висотних будівель у процесі взаємодії з мезокліматом для формування стійкого міського середовища.

Основна частина. На мезокліматичному рівні з урахуванням кліматичних параметрів (температура повітря, вітер, вологість повітря, опади, хмарність, рівень забруднення повітря, сонячна радіація) у процесі проєктування висотних будівель вирішуються завдання для різних рівнів проєктування:

- містобудівний рівень – з урахуванням вимог до забудови міст у кліматичних підзонах України [9] та відповідно із мезо- та мікрокліматичним районуванням територій крупних міст [3];
- архітектурно-планувальний – оптимізація форми будівлі для забезпечення вимог теплозахисту, освітленості, вибір та розрахунок зовнішніх огорожувальних та несучих конструкцій будівлі [10; 11];
- інженерно-технічний – вибір та розрахунок систем енергозабезпечення, інженерних мереж вентиляції, опалення, кондиціонування, водопостачання, водовідведення, електропостачання [12; 13].

У [14] було проаналізовано основні природні фактори (літосфера, гідросфера, біосфера, атмосфера), які формують біоклімат місцевості, а також вплив на них штучних факторів, які виникають під час забудови територій на мезорівні. Оцінювання кліматичних особливостей на мезорівні слугує підґрунтям для біокліматичного проєктування території забудови висотними будівлями. Місцеві кліматичні характеристики є, як правило, наслідком змін фонових умов клімату територій підстильної поверхні місцевості (рельєфу, рослинності, водної акваторії, типу навколишньої забудови). До кліматичної системи разом із фізичними компонентами – атмосферою, океаном, активним шаром суші і кріосфери належать і екосистеми. При цьому екосистеми є складовою кожної із зазначених фізичних компонент клімату, впливаючи на кліматичні характеристики у великому спектрі просторових і часових масштабів. Принципово важливим для взаємодії клімату й екосистем є те, що вона є двонаправленою: як стан екосистем визначається станом клімату, так і кліматичні характеристики залежать від стану екосистем [6].

Варто зазначити, що біокліматичні рішення можуть мати значну варіативність, що пов'язано із умовами будівництва, проєктними завданнями, розвитком технологій. Тому для їх узагальнення виділимо основні показники розвитку засобів біокліматичних рішень, а саме:

- протидія зміні клімату;
- політика стійкого розвитку міста;

- природа і біорізноманіття;
- утилізація відходів;
- енергетична ефективність.

Таким чином, важливим є визначення та систематизація таких підходів та засобів біокліматичного дизайну, що забезпечують формування комфортного та екологічного середовища проживання в урбанізованому середовищі мегаполісів.

Наприклад, на рис.1 представлено проєкт реконструкції башт Marina City (США, м. Чикаго, 1964 р.), що має біокліматичну направленість проєктних рішень на мезорівні (для м. Чикаго). У проєктні рішення реконструкції закладено реалізацію «Плану кліматичних дій у м. Чикаго» щодо зниження у місті викидів в атмосферу парникових газів на 80 % до 2050 року [15].

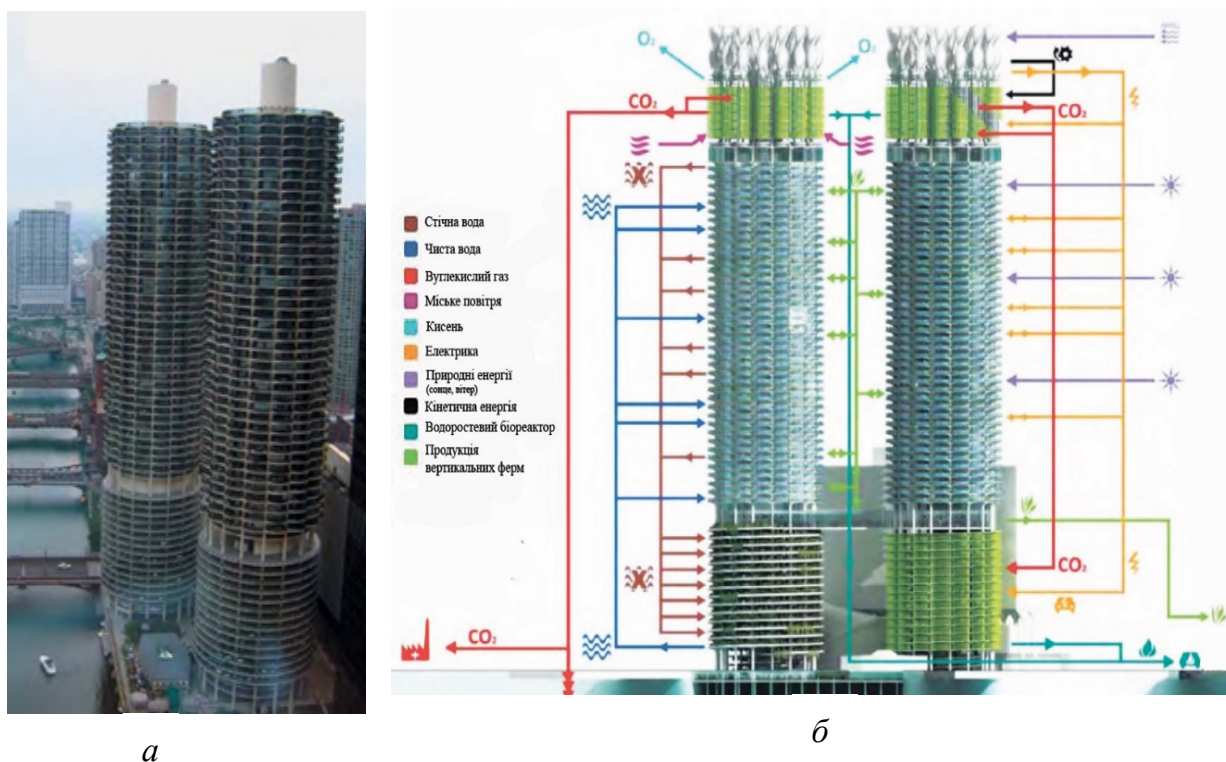


Рис. 1. Біокліматична реконструкція башт Marina City:
 а – башти Marina City, США, м. Чикаго, 1964 р., арх. Б. Голдберг;
 б – реконструкція будівель Marina City, Influx_studio, 2018 рік

Основна мета реконструкції хмарочоса Marina City, побудованого у 1964 році архітектором Бертраном Гольдбергом, є вихід за рамки класичного переліку комплексних робіт з модернізації у будівлі систем утеплення, опалення та кондиціонування, освітлення тощо. У табл. 1 систематизовані, закладені у реконструкцію башт, проєктні рішення щодо їх впливу на природно-кліматичні фактори та основних показників розвитку. Представлений у таблиці аналіз дає можливість оцінити проєктні рішення з реконструкції башт Marina City з огляду на біокліматичний розвиток висотної забудови.

Таблиця 1

**Аналіз біокліматичних показників та напрямів при
реконструкції Marina City, м. Чикаго (розроблено автором на основі [15])**

<i>Напрям</i>	<i>Показники</i>				
	Зміна клімату: протидія	Політика стійкого розвитку міста	Природа і біорізноманіття	Відходи	Енергетична ефективність
<i>Літосфера</i>	Застосування безвуглецевої (ZeroCarbon) системи у будівлі	- Розвиток екологічного рівня соціальної свідомості жителів міста. - Сприяння застосуванню екологічних видів транспорту – переобладнання паркінгу під обслуговування автівок на електричному, біодизельному паливі.	Вертикальне рішення сільськогосподарських угідь – скорочення горизонтальних плантацій	Анаеробне розкладання у процесі відновлення ґрунту	Інтегровані у будівлю вертикальні ферми з інноваційними способами вирощування рослин
<i>Гідросфера</i>	Зменшення витрат води у будівлі за рахунок повторного споживання стічних вод		Фільтрація стічної води у будівлі за допомогою рослин – полив їх за рахунок споживання стічних вод	На 2 км пандусів паркінгу система фіторемедіації використаної води, що виробляє технічну воду	Гравітаційний рух води по нахиленій площині пандусів у процесі очищення води
<i>Біосфера</i>	Збереження природного біорізноманіття у місті – рослини по фасаду будівлі та у вертикальних фермах		Сад фіторемедіації – біологічне різноманіття. Розвиток ринку насіння та овочів для вертикального сільського господарства	Кожна тонна мікроводоростей поглинає дві тонни CO ₂	Водоростеві біореактори з виробництва біопалива, мають забезпечувати енергопотреби будівлі
<i>Атмосфера</i>	Зниження викиду в атмосферу вуглекислого газу CO ₂		Інтегрована в будівлю система декарбонізації, що включає очищення забрудненого повітря за допомогою рослин	Поглинання CO ₂ з повітря на вершині вежі для біореактора	Вітрові турбіни, типу Helix – для отримання енергії

Згідно з комплексним рішенням дизайну, використовуючи процеси біоінженерії, синергетичний замкнутий цикл, башти Marina City інтегрують три

різні рівні зниження вуглецю: пряме поглинання вуглецю з повітря (використовується для живлення біореактора водоростей), поглинання рослинним фотосинтезом (водорості, вертикальне землеробство та фітореMediaція) та економія енергії (впровадження сонячної та вітрової енергії). Впровадження зеленої технології водоростей, з демонстрацією потенціалу зелених технологій, дало можливість створити нову інтегровану систему очищення CO₂, яка включає: очищення забрудненого повітря, створення енергії на місці, виробництво їжі та переробку усіх стічних вод для повторного використання. Комплексний дизайн реконструкції Marina City, включаючи нижню 18-типоверхову спіралеподібну автостоянку для паркування, забезпечує інструментарій для зменшення викидів CO₂ та збір відновлювальної енергії. Таким чином, представлений аналіз формування проєктних рішень біокліматичних висотних будівель на основі врахування їх впливу на природно-кліматичні фактори місцевості направлений на створення міського середовища із забезпеченням вимог сталого розвитку.

Висновки. Інтенсивна забудова мегаполісів виявила проблему формування умов, придатних для життя при забезпеченні економічного розвитку, зменшуючи викиди парникових газів, спричинені цим зростанням. Зазначена ситуація потребує впровадження нової стійкої стратегії, яка дозволяє мати замкнутий цикл з точки зору забезпечення чистої енергії, зменшення та поглинання викидів CO₂ при забезпеченні стійкого економічного зростання. Актуальність дослідження пов'язана із потребою у створенні науково - обґрунтованих засобів біокліматичного проєктування висотних будівель для формування стійкого міського середовища. Для цього проаналізовано параметри природно-кліматичної системи, зв'язків між ними, зміна яких призводить до динамічних змін в екосистемі забудованої території. Визначено, що завданням біокліматичного дизайну є не вирішення окремих проєктних завдань, наприклад, пов'язаних з економією енергії, а створення цілісного екосередовища міської забудови з можливістю гармонійного співіснування людини з природним середовищем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Маркус Т.А., Моррис Э.Н. Здания, климат и энергия / перевод санглийского под ред. Н.В. Кобышевой и Е.Г. Малявиной. Л: Гидрометеиздат, 1985, 542 с.
2. Михеев А.П., Береговой А.М., Петрянина Л.Н. Проектирование зданий и застройки населенных мест с учетом климата и энергосбережения. М.: АСВ, 2002. 192 с.
3. Тимофеев М.В., Сергейчук О.В., Шамріна Г.В. Комплексна оцінка кліматичних умов житлової забудови. Київ: КНУБА, 2015. 128 с.

4. Халлаф А. Влияние климата на формообразование в архитектуре // Инновационная наука, Вып. № 3, 2019, С. 170–173. ISSN 2410–6070.
5. Крижановская Н.Я., Гордиенко Ю.С., Дегтев И.А. Приемы формирования природоинтегрированной архитектуры в городской среде: Белгород: БГТУ, 2010. 144 с.
6. Цигичко С.П. Екологія в архітектурі і містобудуванні: навчальний посібник. Х.: ХНАМГ, 2012. 146 с.
7. Giyasov B., Giyasova I. The Impact of High-Rise Buildings on the Living Environment. E3S Web of Conferences, March 2018, 1–7. DOI: 10.1051/e3sconf/20183301045.
8. Steffen W., Grinevald J., Crutzen P., Neill J. (2011). The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. Philosophical Transactions of the Royal Society A, 369(1938), 842–867. DOI: doi:10.1098/rsta.2010.0327.
9. ДСТУ НБВ.1.1:27:2010. Будівельна кліматологія. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2011, 123 с.
10. Ляшенко О.К. Прийоми формування об'ємно-планувального вирішення енергоефективних висотних офісних будівель // Енергоефективність в будівництві та архітектурі, 2013. Вып. № 4. С. 174–179.
11. Рябова О.В., Малюк Е.В. Выбор ориентации и формы энергоэффективных высотных зданий с целью оптимизации теплоэнергетического воздействия наружного климата на тепловой баланс здания на примере города Донецка // Вісник ДонНАБА, 2012. Вып. № 4 (96). С. 57–61.
12. Кривенко О.В. Енергоефективні рішення пасивного повітрообміну в архітектурі висотних будівель // Енергоефективність в будівництві та архітектурі. Київ: КНУБА, 2018. Вип. № 11. С. 53–60.
13. Peter G. Ellis and Paul A. Torcellini (2005) Simulating tall buildings using energyplus. Ninth International Building Performance Simulation Association (IBPSA) Conference and Exhibition (Building Simulation 2005), Montreal, Quebec, 1–9.
14. Кривенко О.В. (2014). Определение параметров биоклимата территории застройки при решении задач биоклиматической архитектуры городов.. Construction of optimized energy potential. Czestochowa university of technology: Czestochow, 2(14), 23–28.
15. Marina City. URL: https://www.archdaily.com/191229/algae-green-loop-influx-studio/02-pic2-schema-global?next_project=no (дата звернення: 30.10.2021).

д.т.н., доцент **Кривенко О.В.**,
Киевский национальный университет строительства и архитектуры

АНАЛИЗ НАПРАВЛЕНИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БИОКЛИМАТИЧЕСКИХ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

В статье исследованы направления для проектирования биоклиматических высотных зданий с учетом формирования мезоклимата и устойчивой городской среды. Современный темп застройки городов дает возможность говорить о формировании городской экосистемы, значительно отличающейся по своим характеристикам от природной экосистемы. Поэтому, задачей биоклиматического дизайна является не решение отдельных проектных задач, например, связанных с экономией энергии, а создание целостной экологической среды городской застройки с возможностью гармонического сосуществования человека с природой.

В ходе исследования выделены основные природные факторы (литосфера, гидросфера, биосфера, атмосфера), влияющие на биоклимат местности и проектирование биоклиматических высотных зданий. Определено, что биоклиматические проектные решения могут иметь значительную вариативность, что связано с условиями строительства, проектными задачами, развитием технологий. Поэтому для их обобщения были выделены следующие показатели оценки развития биоклиматических проектных решений: противодействие изменению климата; политика устойчивого развития города; природа и биоразнообразие; отходы; энергетическая эффективность. На основе анализа реконструкции башен Marina City, имеющей биоклиматическую направленность проектных решений на мезоуровне (для г. Чикаго, США), исследована связь мезоклимата и биоклиматического дизайна, что дает возможность находить оптимальные решения для повышения качества жизненной среды человека в городе.

Ключевые слова: биоклиматические высотные здания; мезоклимат; устойчивая городская среда; биоклимат местности; оптимизация проектных решений.

Doctor of Technical Sciences, **Krivenko Olga Vitaliivna**,
Kyiv National University of Construction and Architecture

STRUCTURE OF METHODS FOR BIOCLIMATIC DESIGN OF HIGH-RISE BUILDINGS FOR FORMING A SUSTAINABLE URBAN ENVIRONMENT

The article examines the design of bioclimatic high-rise buildings, taking into account the formation of the mesoclimate and sustainable urban environment. The current pace of urban development makes it possible to talk about the formation of an urban ecosystem, which is significantly different in its characteristics from a natural ecosystem. Therefore, the task of bioclimatic design is not to solve individual design problems, for example, those related to energy saving, but to create a holistic ecological environment for urban development with the possibility of harmonious coexistence between man and nature.

In the course of the study, the main natural factors (lithosphere, hydrosphere, biosphere, atmosphere) that affect the bioclimate of the area and the design of bioclimatic high-rise buildings were identified. It has been determined that bioclimatic design solutions can have significant variability, which is associated with construction conditions, design tasks, and technology development. Therefore, to generalize them, the following indicators for assessing the development of bioclimatic design solutions were identified: counteraction to climate change; sustainable city development policy; nature and biodiversity; waste; energy efficiency. Based on the analysis of the reconstruction of Marina City towers, which has a bioclimatic orientation of design solutions at the meso-level (for Chicago, USA), the relationship between the mesoclimate and bioclimatic design has been investigated, which makes it possible to find optimal solutions to improve the quality of the human living environment in the city.

Keywords: bioclimatic high-rise buildings; mesoclimate; sustainable urban environment; bioclimate of the area; optimization of design solutions.

REFERENCES

1. Markus T.A., Morris E.N. Zdaniya, klimat i energiya / perevod sangliyskogo pod red. N.V. Kobyshevoy i Ye.G. Malyavinoy. L: Gidrometeoizdat, 1985, 542 s. {in Russian}
2. Mikheyev A.P., Beregovoy A.M., Petryanina L.N. Proyektirovaniye zdaniy i zastroyki naselennykh mest s uchetom klimata i energosberezheniya. M.: ASV, 2002. 192 s. {in Russian}
3. Tymofyeyev M.V., Serheyshuk O.V., Shamrina H.V. Kompleksna otsinka klimatichnykh umov zhytlovoyi zabudovy. Kyiv: KNUBA, 2015. 128 s. {in Ukrainian}

4. Khallaf A. Vliyaniye klimata na formoobrazovaniye v arkhitekture // *Innovatsionnaya nauka*, Vyp. № 3, 2019, S. 170–173. ISSN 2410–6070. {in Russian}
5. Krizhanovskaya N.YA., Gordiyenko YU.S., Degtev I.A. Priyemy formirovaniya prirodointegrirovannoy arkhitektury v gorodskoy srede: Belgorod: BGTU, 2010. 144 s. {in Russian}
6. Tsyhychko S.P. Ekolohiya v arkhitekturi i mistobuduvanni: navchal'nyy posibnyk. KH.: KHNAMH, 2012. 146 s. {in Ukrainian}
7. Giyasov B., Giyasova I. The Impact of High-Rise Buildings on the Living Environment. E3S Web of Conferences, March 2018, 1–7. DOI: 10.1051/e3sconf/20183301045. {in English}
8. Steffen W., Grinevald J., Crutzen P., Neill J. (2011). The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 369(1938), 842–867. DOI: 10.1098/rsta.2010.0327. {in English}
9. DSTU NBV.1.1:27:2010. Budivel'na klimatolohiya. Kyiv: Ministerstvo rehional'noho rozvytku, budivnytstva ta zhytlovo-komunal'noho hospodarstva Ukrayiny, 2011, 123 s. {in Ukrainian}
10. Lyashenko O.K. Pryyomy formuvannya ob'yemno-planuval'noho vyrishennya enerhoefektyvnykh vysotnykh ofisnykh budivel' // *Enerhoefektyvnist' v budivnytstvi ta arkhitekturi*, 2013. Vyp. № 4. S. 174–179. {in Ukrainian}
11. Ryabova O.V., Malyuk Ye.V. Vybory oriyentatsii i formy energoefektivnykh vysotnykh zdaniy s tsel'yu optimizatsii teploenergeticheskogo vozdeystviya naruzhnogo klimata na teplovoy balans zdaniya na primere goroda Donetska // *Vísnyk DonNABA*, 2012. Vyp. № 4 {in Russian}
12. Kryvenko O.V. Enerhoefektyvni rishennya pasyvnogo povitroobminu varkhitekturi vysotnykh budivel' // *Enerhoefektyvnist' v budivnytstvi ta arkhitekturi*. Kyiv: KNUBA, 2018. Vyp. № 11. S. 53–60. {in Ukrainian}
13. Peter G. Ellis and Paul A. Torcellini (2005) Simulating tall buildings using energyplus. Ninth International Building Performance Simulation Association (IBPSA) Conference and Exhibition (Building Simulation 2005), Montreal, Quebec, 1–9. {in English}
14. Krivenko O.V. (2014). Opredeleniye parametrov bioklimata territorii zastroyki pri reshenii zadach bioklimaticheskoy arkhitektury gorodov.. Construction of optimized energy potential. *Czestochowa university of technology: Czestochow*, 2(14), 23–28. {in Russian}
15. Marina City. URL: https://www.archdaily.com/191229/algae-green-loop-influx-studio/02-pic2-schema-global?next_project=no (дата звернення: 30.10.2021). {in English}