

DOI: <https://doi.org/>

УДК 747.012

Кривенко Ольга Віталіївна,

*Кандидат технічних наук, доцент,
кафедра архітектурних конструкцій,*

Київський національний університет будівництва та архітектури

knuba.o.v.k@gmail.com,

orcid.org/0000-0002-8949-0944,

Пилипчук Оксана Дмитрівна,

кафедра рисунка і живопису,

Київський національний університет будівництва та архітектури

pylypchuk.od@knuba.edu.ua,

orcid.org/0000-0002-1306-6071,

АНАЛІЗ ПРИКЛАДІВ ЗАСТОСУВАННЯ БІОКЛІМАТИЧНОГО ПІДХОДУ ДО КОЛОРИСТИЧНИХ РІШЕНЬ У ВИСОТНІЙ ЗАБУДОВІ

Анотація: досліджуються можливості біокліматичного підходу до колористичних рішень у висотній забудові. Проаналізовано застосування різних природних механізмів утворення кольору в природі з точки зору можливостей їх застосування у фасадних рішеннях на прикладі сучасних висотних будівель. Визначено основні переваги пігментного та структурного механізму утворення кольору для забезпечення теплової ізоляції будівлі, довговічності оздоблення фасадів при збереженні якості кольорових рішень. Приділено увагу напрямкам застосування природних аналогів утворення кольору, які пов'язані з інноваційними можливостями сучасних технологій. Визначені та запропоновані засоби біокліматичного підходу для забезпечення естетичних, проектних, захисних, освітлювальних вимог при застосуванні кольору в екофасадах висотних будівель.

Ключові слова: біокліматична висотна архітектура; колір; оздоблення фасадів; екологія; енергоефективність.

Постановка проблеми та аналіз досліджень. У сучасних містах переважає висотна забудова, яка візуально сприймається на значних відстанях. Це призводить до зниження ролі архітектурних деталей фасадів та зростанні ролі кольорового рішення фасадів при забезпеченні художньо – образної виразності висотних будівель. При цьому сучасна міська висотна забудова, яка характеризується перевагою сірого кольору будівель, великих за площею поверхонь зі скла та бетону, фасадами з рядами однакових вікон, прямих ліній

будівель без видимих акцентів, призводить до створення гомогенного агресивного середовища та «синдрому великого міста» [1–3].

Метою проектування біокліматичних висотних будівель є повернення до дизайну, сумісного із оточуючим середовищем, кліматом, тобто біокліматичного дизайну [4]. У [5] визначені засоби утворення кольору в живій та неживій природі, що можуть застосовуватись у кольорових рішеннях фасадів біокліматичних висотних будівель при забезпеченні їх довговічності, для регулювання енергоефективних та екологічних параметрів (терморегуляції, регулювання освітленості, вологості).

Потреба аналізу і дослідження біокліматичної тенденції проектування сучасних висотних будівель ґрунтується на появі значної кількості реалізованих проектних рішень [6–8]. Такі проекти різняться між собою за архітектурними стилями, напрямками та засобами реалізації біокліматичного підходу, розміщенню і взаємодії з навколишнім середовищем. На їх прикладах розглянемо можливості та перспективи застосування біокліматичного підходу стосовно формування кольорового рішення фасадів висотних будівель.

Мета статті – проаналізувати приклади застосування біокліматичного підходу до колористичних рішень у висотній забудові.

Об'єкти дослідження – біокліматична висотна архітектура.

Предмет дослідження – аналіз застосування біокліматичного підходу до формування колористичних рішень у висотній забудові.

Основна частина. Гармонійні з навколишнім середовищем світло – кольорові рішення фасадів висотних будівель і комплексів впливають на сприйняття тектоніки та фактури поверхонь фасадів, форми, маси та масштабу будівлі з урахуванням асоціативного і психологічного впливу на людину та є подібними до природних. Завданням архітектора є узгодження колірної композиції з формою та композицією будівлі. При цьому на формування і сприйняття кольорових рішень впливають фактори зовнішнього оточення, що визначають бажаність формування того чи іншого кольорово-композиційного рішення фасадів; природно кліматичні особливості (інтенсивність сонячного освітлення, кліматичні умови району, світловий режим протягом року, спектральний склад природного освітлення, частота випадання опадів, забрудненість, запиленість атмосфери), особливості ситуації архітектурно містобудівної ситуації (художня та історична цінність навколишньої забудови, її кольорово-композиційне рішення, функціональна структура району, планувальні особливості існуючої забудови передбачувані дистанції сприйняття будівель, щільність забудови); об'ємно планувальні рішення і пластика архітектурного об'єкта; характер конструктивної системи будівлі, матеріали і технології обробки фасадів будівлі.

Фасади будівель втілюють цікаві і незвичайні задумки дизайнерів і архітекторів. Але функції фасадів не обмежуються тільки естетичними завданнями. Фасади здатні захищати від спекотного сонця, забезпечувати освітлення і вентиляцію, навіть беруть участь у накопиченні енергії. Використання кольору природних матеріалів в екофасадах висотних будівель – тренд нинішнього століття. Наприклад, висотна будівля American Corner Buildings, Нью Йорк США. Цей житловий комплекс складається з двох висотних веж, з'єднаних загальним переходом. Особливість будівлі, котра визначила його успіх, – фасади, що покриті міддю. За задумом архітекторів, згодом вежі будуть покриватися патиною – природно і красиво старіти, є довговічними та не потребують ремонту і спеціального догляду, що є особливо важливим для експлуатаційних характеристик фасадів хмарочосів на значних висотах. В основі такого підходу – застосування природних матеріалів, а відповідно і використання різних природних механізмів утворення кольору (пігментного, структурного та їх комбінації) [8–14].

Пігментний (хімічний) механізм утворення кольору застосовується здавна в будівництві та архітектурі. В основі його утворення лежить здатність деяких молекул (пігментів) вибірково поглинати, відбивати або випромінювати світло з певною довжиною хвилі. Пігментоутворення в живій природі відбувається власним синтезом чи через процес живлення. З точки зору біокліматичних задач корисним є використання природного механізму утворення видимого кольору та блиску, що впливають на ступінь поглинання тепла. Застосування на фасадах будівель різних ступенів кольору фасаду (від світлого до темнішого від матового до блискучого) забезпечить різні ступені поглинання тепла, яке трансформується зі світла. Прикладом такого рішення є розробка чутливого фасаду висотної будівлі Seoul tower, у м. Сеул, Південна Корея [15]. UNStudio розробила інтегровану концепцію фасаду, що покращує клімат у приміщенні існуючої будівлі і реагує на вплив місця розташування. Існуючий фасад містить горизонтальні смуги непрозорих обшивок і поодинокі шари темного скла при реконструкції замінено склом різного кольору та ступеня затінення. Геометрія, малюнок, розмір елементів фасаду визначається факторами впливу сонця та орієнтації по сторонах світу для забезпечення комфорту користувача всередині будівлі та зниження споживання енергії. Так, будівля з північного фасаду «відкривається» для того, щоб забезпечити денне освітлення всередині будівлі та стає менш прозорою на південному фасаді, де сонце впливатиме на теплове навантаження у будівлі. Крім того, застосування затемнення фасаду запроєктовано для забезпечення ізоляції приміщень з відповідним функціональним призначенням. Таким чином дизайн малюнку фасаду будівлі аналогічно до природних утворень має функціональне призначення (рис. 1).

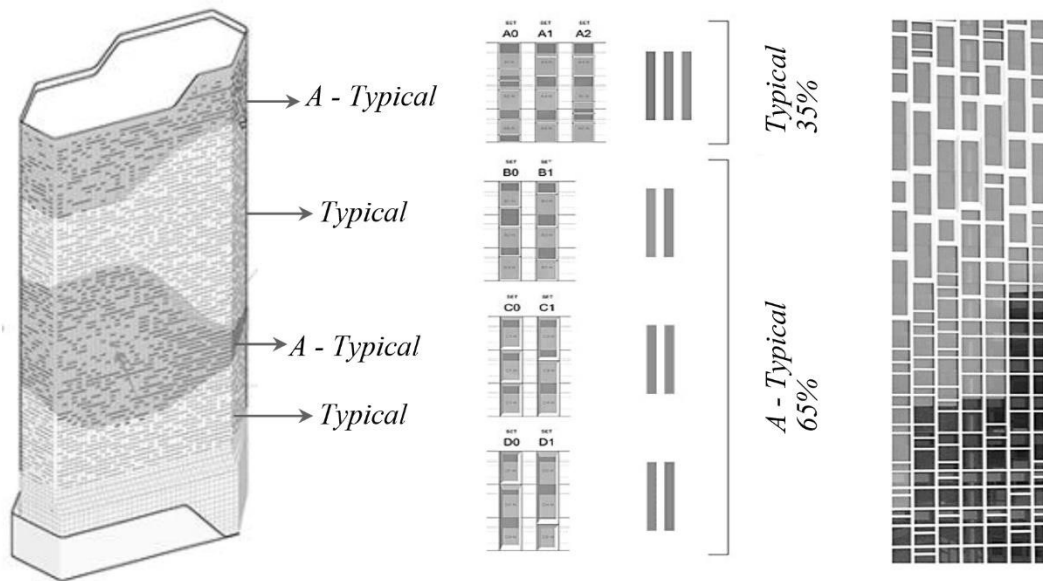


Рис. 1. Приклад «чутливого» фасаду в Seoul tower, у м. Сеул, Південна Корея [15].

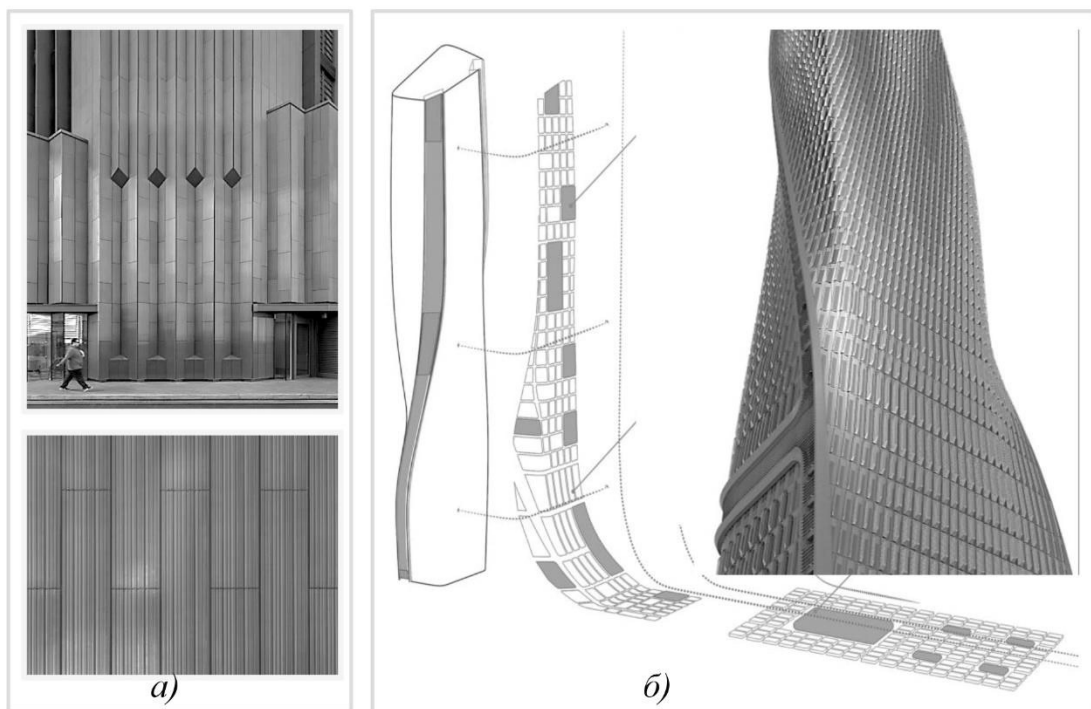


Рис. 2. Приклад структурного утворення кольору фасаду. *а* - Metropolitan Workshop's будівля з фасадом із бірюзової глазурованої теракоти [16]; *б* - Wasl Tower, Дубаї, ОАЕ з фасадом облицьованим глазурованою керамічною плиткою [17].

Структурний (інші назви – іридесценція або іризація) механізм утворення кольору заснований на фізичних процесах та залежить від мікроструктури поверхонь, на яку падає світло від джерела, що викликає дифракцію або інтерференцію світла.

Як зазначається у [14], у всіх випадках основою іризації служать наноструктури у формі ребер, волокон, пластинок, організованих в регулярно розташовані ряди або решітки (у фізиці структури такого типу називають фотонними кристалами). При оздобленні фасадів застосування структурного механізму кольорового утворення забезпечить довговічність оздоблення фасадів при збереженні якості кольорових рішень. Розглянемо більш детально два приклади застосування структурного механізму утворення кольору при оздобленні фасадів висотних будівель.

Висотна будівля в Лондоні Metropolitan Workshop's tower має оздоблення фасаду із бірюзової глазурованої теракоти, що змінює колір при різних умовах освітлення (рис. 2а). Зелено-блакитний тон теракотової плитки віддзеркалює колір річки і рослин, що ростуть у ній, що забезпечує зміну відтінків кольору фасаду при різних погодних умовах, протягом доби та року будівля виглядає по різному. З півдня, з сонячним світлом висотна будівля виблискує кольором патинованої міді, а з півночі вона виглядає більш різнокольоровою. Замість традиційної цегли був обраний дизайн фасаду, який крім красивого кольору є ще практичним – теракотова плитка самоочищається та має тривалий термін експлуатації. Для збільшення ефекту кольору фасаду будівлі, теракотовим плиткам був наданий складний рельєф. Три типи фасадної плитки були спроектовані, щоб надати кольору висотної будівлі текстуру і глибину, що відповідає природному структурному механізму утворення кольору [16].

Хмарочос Wasl Tower, Дубаї, ОАЕ має стати найвищим у світі хмарочосом з 300 – метровим фасадом, оздобленим керамічною плиткою (рис. 2б). Висотна будівля змішаного функціонального користування матиме викривлену асиметричну форму для створення ефекту динамічного руху. Глазуровані глиняні плитки, які переплітаються для формування широких кривих є міцнішими за бетон і достатньо піддатливими, щоб забезпечити інноваційні криволінійні форми висотної будівлі. При цьому керамічний камінь захищає від теплового навантаження, що надходить у будівлю, і зменшує теплове навантаження в міських районах навколо будівлі. Крім того, фігурні плитки будуть розташовані на фасаді під кутом, щоб формувати візуальне уявлення наче будівля дихає, а також дозволятимуть фільтрувати природне світло. Мета такого дизайну – у забезпеченні низькотехнологічного та стійкого рішення для високотехнологічного завдання із створення висотної будівлі в пустельному кліматі Дубая [17].

Розвиток біокліматичного підходу до застосування кольору в фасадних рішеннях висотних будівель ґрунтується на аналізі підходів та механізмів застосування кольору в природі та розвитку інноваційних технологій. Наприклад, можливість відслідковувати стан конструкцій у висотних будівлях

вирішується за допомогою кольору. Так регулювання вологості конструкцій може здійснюватись за рахунок використання природного механізму зворотності кольору при зміні зовнішніх кліматичних параметрів, використовуватись в системі «розумного фасаду», який може реагувати на ступінь зволоження чи поглинання тепла, змінюючи колір. Природним аналогом є гігрохозна особливість жука *Tmesisternus isabellae*, що стала основою для розробки наноплівки – індикатору вологості, яка змінює свій колір від зеленого до червоного при впливі водяної пари.

Широке застосування фасадного озеленення також може оцінюватись з точки зору кольорового рішення, яке буде змінюватись на протязі року. Як вже відзначалось, колірні відтінки по різному поглинають тепло. Тому вибір кольору для фасаду висотного будинку слід здійснювати з урахуванням кліматичної зони його розташування. Наприклад для північних територій більше підходять фасади будинків, оформлені в темний колір, тому що він краще і швидше нагрівається, а от для жителів півдня кращі світлі відтінки, оскільки вони гірше притягують тепло.

Проблема регулювання освітленості у щільній міській забудові може також вирішуватись при застосуванні різних кольорів фасадів будівель (від світлого до темнішого, від матового до блискучого), що забезпечується різними ступенями відбиття світла для різних кольорів. Так, найбільший коефіцієнт відбиття для білого кольору – 65–85%, для зеленого та синього 15–45%, чорного 2–10% [8].

Висновки. Результати проведеного дослідження дали можливість встановити, що на сьогоднішній день застосування біокліматичного підходу до використання кольору у фасадах висотних будівель визначає новітні тенденції у створення екофасадів, які ґрунтуються на застосуванні природних аналогів та пов'язані із впровадженням новітніх проектних і технологічних рішень.

Аналіз застосування сучасних проектних інноваційних кольорових рішень у висотних будівлях показує поширення і розвиток нових біокліматичних ідей та можливостей їх втілення у дизайнерсько-проектній практиці з метою створення естетичного, екологічного та енергоефективного міського середовища з урахуванням кліматичних параметрів.

Список використаних джерел

1. Волкова Н.Ю. Формирование цвето-композиционных решений фасадов жилых домов и комплексов: дис. кандидата архитектуры: 18.00.02 – Архитектура зданий и сооружений. Москва. 2009. 214с.
2. Ефимов А.В. Колористика города. М.: Стройиздат, 1990. 265с.

3. Филин В.А. Видеоэкология. Что для глаз хорошо, а что для глаз плохо. М: МЦ Видеоэкология, 2006. 512 с.
4. Кривенко О.В. Особенности формирования внутреннего микроклимата высотных биоклиматических зданий // *Colloquium-journal. Architecture. Physics and mathematics*. 2019, №28 (52), С. 12–15.
5. Кривенко О.В. Визначення колористичної складової при моделювання біокліматичних висотних будинків // наук. технічний збірник «Сучасні проблеми архітектури та містобудування». Київ: КНУБА, 2019, № 54 С. 383–392.
6. Szolomicki, J., Golasz-Szolomicka, H. (2019). Technological Advances and Trends in Modern High-Rise Buildings. *Buildings*, 9(2019), 193.
7. Sev, A., Çirpi, M.E. (2014). Innovative Technologies and Future Trends in Tall Building Design and Construction. *ISITES*, 1114–1123.
8. Pilipchuk O. Energy-Efficient Aspects of the Coloristic Possibilities of the Interior with the Inclusion of Artistic and Decorative Forms// *Технічна естетика і дизайн*. Київ: КНУБА, 2019. Вип. № 16. С. 58–71. DOI: <https://doi.org/10.32347/2221-9293.2019.16.58-71>.
9. Han-bok Seo, Seung-Yop Lee “Bio-inspired colorimetric film based on hygroscopic coloration of longhorn beetles (*Tmesisternus isabellae*), Scientific reports|7:44927|. DOI: <https://doi.org/10.1038/srep44927>, 2017, 03
10. Yuqian Zhao, Yong Zhao, Sheng Hu, Jiangtao Lv., Ying Y. Gediminas Gervinskas and Guangyuan Si “Artificial Structural Color Pielis: A Review”, *Materials*, 2017, 10, 944; ma10080944. www.mdpi.com/journal/materials
11. Parker, A.R. & Townley, H.E. (2007). Biomimetics of photonic nanostructures. *Nat. Nanotechnol.* 2(2007), 347–353.
12. Yu, K., Fan, T., Lou, S., Zhang, D. (2013). Biomimetic optical materials: Integration of nature’s design for manipulation of light. *Prog. Mater. Sci.* 58(2013), 825–873.
13. Kinoshita, S., Yoshioka, S. (2005). Structural colors in nature: the role of regularity and irregularity in the structure. *Chem. Phys. Chem.* 6(2005), 1442–1459.
14. Zhao, Y., Xie, Z., Gu, H., Zhu, C. & Gu, Z. (2012). Bio-inspired variable structural color materials. *Chem. Soc. Rev.*, 41(2012), 3297–3317.
15. URL: <https://www.dezeen.com/2014/04/30/hanwha-hq-seoul-unstudio-dynamic-facade> (дата звертання: 12.12.2020).
16. URL: <https://www.dezeen.com/2019/01/15/mapleton-crescent-metropolitan-workshop-tiny-homes-pocket/> (дата звертання: 12.12.2020).
17. URL: <https://www.archdaily.com/933286/unstudio-reveals-recent-construction-images-of-wasl-tower-in-dubai> (дата звертання: 12.12.2020).

References

1. Volkova N.YU. Formirovaniye tsveto – kompozitsionnykh resheniy fasadov zhilykh domov i kompleksov: dis. kandidata arkhitektury: 18.00.02 – Arkhitektura zdaniy i sooruzheniy. Moskva. 2009. 214 s. (in Russian)
2. Yefimov A.V. Koloristika goroda. M.: Stroyizdat, 1990. 265 s. (in Russian)
3. Filin V.A. Videoekologiya. Chto dlya glaz khorosho, a chto dlya glaz plokho. M: MTS Videoekologiya, 2006. 512 s. (in Russian).
4. Krivenko O.V. Osobennosti formirovaniya vnutrennego mikroklimata vysotnykh bioklimaticheskikh zdaniy // Colloquium-journal. Architecture. Physics and mathematics. №28 (52), p. 12–15, 2019. (in Russian)
5. Kryvenko O.V. Vyznachennya kolorystychnoyi skladovoyi pry modelyuvannya bioklimatychnykh vysotnykh budynkiv // nauk. tekhnichnyy zbirnyk «Suchasni problemy arkhitektury ta mistobuduvannya». Kyiv: KNUBA, 2019. № 54, S. 383–392. (in Ukrainian)
6. Szolomicki, J., Golasz-Szolomicka, H. (2019). Technological Advances and Trends in Modern High-Rise Buildings. *Buildings* 9(2019), 193. (in English)
7. Sev, A., Çirpi, M.E. (2014). Innovative Technologies and Future Trends in Tall Building Design and Construction. *ISITES*, 1114–1123. (in English)
8. Pilipchuk O. Energy-Efficient Aspects of the Coloristic Possibilities of the Interior with the Inclusion of Artistic and Decorative Forms// *ekhnichna estetyka i dyzain*. Kyiv: KNUBA, 2019. Vyp. № 16. S. 58–71. DOI: <https://doi.org/10.32347/2221-9293.2019.16.58-71>. (in English)
9. Han-bok S., Seung-Yop L. (2017). “Bio-inspired colorimetric film based on hygroscopic coloration of longhorn beetles (*Tmesisternus isabellae*)”, *Scientific reports*|7:44927|. DOI:10.1038/srep44927, 2017, 03 (in English)
10. Zhao Y., Yong Z., Sheng H., Jiangtao Lv., Yu, Y. (2017). Gediminas Gervinskas and Guangyuan Si “Artificial Structural Color Pigments: A Review”, *Materials*, 2017, 10, 944; ma10080944. www.mdpi.com/journal/materials (in English)
11. Parker, A.R., Townley, H.E. (2007). Biomimetics of photonic nanostructures. *Nat. Nanotechnol.* 2(2007), 347–353 (in English)
12. Yu, K., Fan, T., Lou, S., Zhang, D. (2013). Biomimetic optical materials: Integration of nature’s design for manipulation of light. *Prog. Mater. Sci.* 58(2013), 825–873. (in English)
13. Kinoshita, S., Yoshioka, S. Structural colors in nature: the role of regularity and irregularity in the structure. *Chem. Phys. Chem.* 6(2005), 1442–1459. (in English)
14. Zhao, Y., Xie, Z., Gu, H., Zhu, C., Gu, Z. (2012). Bio-inspired variable structural color materials. *Chem. Soc. Rev.* 41(2012), 3297–3317 (in English)

15. URL: <https://www.dezeen.com/2014/04/30/hanwha-hq-seoul-unstudio-dynamic-facade> (date of the application:12.12.2020).

16. URL: <https://www.dezeen.com/2019/01/15/mapleton-crescent-metropolitan-workshop-tiny-homes-pocket/> (date of the application:12.12.2020).

17. URL: <https://www.archdaily.com/933286/unstudio-reveals-recent-construction-images-of-wasl-tower-in-dubai> (date of the application:12.12.2020).

Аннотация

Кривенко Ольга Витальевна, кандидат, технических наук, доцент кафедры архитектурных конструкций, Киевский национальный университет строительства и архитектуры

Пилипчук Оксана Дмитриевна, кандидат, технических наук, доцент кафедры рисунка и живописи, Киевский национальный университет строительства и архитектуры.

Анализ примеров применения биоклиматического подхода к колористическим решениям в высотных зданиях.

Задачей проектирования биоклиматических высотных зданий является возвращение к дизайну, совместимому с окружающей средой, климатом. Цель статьи заключается в анализе средств образования цвета в живой и неживой природе, которые могут применяться в цветовых решениях фасадов биоклиматических высотных зданий для обеспечения их долговечности, регулирования энергоэффективных и экологических параметров (терморегуляции, освещенности, влажности).

Потребность анализа и исследования биоклиматической тенденции проектирования современных высотных зданий основывается на появлении значительного количества реализованных инновационных проектных решений. Такие проекты различаются между собой по архитектурным стилям, направлениям и средствами реализации биоклиматического подхода, размещению и взаимодействию с окружающей средой. На основе их анализа в статье проанализированы возможности и перспективы применения биоклиматического подхода по формированию цветового решения фасадов высотных зданий.

Проанализировано применение различных природных механизмов образования цвета в природе с точки зрения обеспечения функционального применения в фасадных решениях современных высотных зданий. Определены основные преимущества пигментного и структурного механизма образования цвета для обеспечения тепловой изоляции здания, долговечности отделки фасадов при сохранении качества цветовых решений.

Результаты проведенного исследования позволили установить, что биоклиматический подход к использованию цвета в фасадах высотных зданий определяет новые тенденции, основанные на применении природных аналогов и связанные с внедрением новейших проектных и технологических решений.

Ключевые слова: биоклиматическая высотная архитектура; цвет; отделка фасадов; экология; энергоэффективность.

Annotation

Krivenko Olga Vitaliivna, Ph.D in Technical Science, Kyiv National University of Construction and Architecture

Pylypchuk Oksana Dmytrivna, Ph.D in Technical Science, Kyiv National University of Construction and Architecture

Analysis of Examples of the Application of the Bioclimatic Approach to Color Solutions in High-rise Buildings.

The challenge in the design of bioclimatic high-rise buildings is to return to a design that is compatible with the environment, climate. The purpose of the article is to analyze the means of color formation in living and inanimate nature, which can be used in color solutions for the facades of bioclimatic high-rise buildings to ensure their durability, regulate energy efficient and environmental parameters (thermoregulation, illumination, humidity).

The need to analyze and research the bioclimatic trend in the design of modern high-rise buildings is based on the emergence of a significant number of implemented innovative design solutions. Such projects differ from each other in architectural styles, directions and means of implementing the bioclimatic approach, placement and interaction with the environment.

The application of various natural mechanisms of color formation in nature is analyzed from the point of view of ensuring functional use in facade solutions of modern high-rise buildings. The main advantages of the pigment and structural mechanism of color formation to ensure thermal insulation of the building, durability of facade finishing while maintaining the quality of color solutions are determined.

The results of the study made it possible to establish that today the use of the bioclimatic approach to the use of color in the facades of high-rise buildings determines new trends in the creation of eco-facades, based on the use of natural analogues and associated with the introduction of the latest design and technological solutions.

Keywords: bioclimatic high-rise architecture; colour; finishing of facades; ecology; energy efficiency.