

ФОРМУВАННЯ ВИСОТНОЇ АРХІТЕКТУРИ В КОНТЕКСТІ ВЕРТИКАЛЬНОГО РОЗВИТКУ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

Вінницький національний технічний університет

У статті виявлено, що неконтрольоване зростання міських територій є однією з найсерйозніших проблем сучасності. Розглядається сутність поняття «вертикальний урбанізм» як ефективний підхід до вирішення проблем урбанізації через створення вертикальних просторових структур. Досліджено питання необхідності формування комфортного житлового середовища в сучасних містах через будівництво нового покоління висотних будівель. Наголошується на тому, що багатофункціональні висотні будівлі є ефективним і раціональним засобом для підвищення щільності міського середовища та оптимізації використання обмежених міських територій.

У статті розглядаються варіанти просторової концентрації міського середовища по вертикалі, що активно розвиваються в рамках концепції «вертикального урбанізму». Це включає у себе можливості для поєднання житлових, комерційних та культурних функцій у межах однієї архітектурної структури, що дозволяє знижувати витрати на інфраструктуру та оптимізувати використання ресурсів. Для ілюстрації позитивних та негативних характеристик цих підходів наводяться приклади світового досвіду проектування та будівництва багатофункціональних висотних будівель і комплексів.

Аналізуються основні інноваційні технічні рішення, що лежать в основі створення більш раціональних і адаптивних міських структур, а також розглядаються передумови для розвитку нових містобудівних і об'ємно-планувальних структур. Ці підходи мають на меті забезпечити сталий розвиток міського середовища, враховуючи фактори екологічної стійкості, соціальної інтеграції та ефективного використання простору.

Ключові слова: вертикальний урбанізм, висотні будівлі, урбанізація, багатофункціональні будівлі, міське середовище, об'ємно-планувальні структури, міське планування, хмарочоси.

Вступ

Висотне будівництво активно розвивається, а вектор його розвитку спрямований на пошук нової типології хмарочосів для формування комфортного міського середовища. Дана типологія має сприяти вирішенню найгостріших проблем сучасності, включаючи стрімке зростання чисельності населення на планеті, інтенсивну урбанізацію і як наслідок – неконтрольоване зростання міських територій (urban sprawl), соціальні, політичні та економічні трансформації у суспільстві, зміна клімату та деградацію навколишнього середовища. Ці проблеми є предметом дослідження фахівців у різних галузях – архітектури, містобудування, економіки та соціології [1].

Останнім часом все частіше говорять про необхідність просторової концентрації міського середовища по вертикалі, тобто «вертикальному урбанізмі» («vertical urbanism»), коли «каркас» міста отримує нову систему орієнтації та відліку. Відбувається формування «компактного міста» або іншими словами – його «розумне зростання» («compact city», «smart growth») це дозволяє зменшити використання земельних ресурсів, знизити витрати на будівництво та експлуатацію у порівнянні з традиційним горизонтальним розширенням міських територій.

Основна частина

Сучасна архітектура хмарочосів активно трансформується у напрямі створення вертикальних міст. Ці архітектурні структури репрезентують не лише інженерно-технологічний прогрес, а й нову філософію урбаністичного планування. Замість традиційного розподілу функцій у просторі, сучасні хмарочоси прагнуть до інтеграції різноманітних соціальних, житлових, ділових та рекреаційних функцій у межах однієї структури [2].

Інноваційні архітектурно-містобудівні підходи базуються на розвитку нових типів багатофункціональних висотних споруд. Такі об'єкти – «вертикальні міста», які інтегрують широкий спектр функцій: житлові, офісні, торгівельні, розважальні, оздоровчі, культурні та соціальні. Ключовими критеріями ефективності таких споруд є:

- Багатофункціональність – інтеграція житла, комерційних, офісних, культурних, рекреаційних просторів та створення самодостатнього середовища.
- Інтегровані вертикальні комунікації, створення транспортних вузлів, пішохідних переходів, зелених зон на різних рівнях, включаючи швидкісні ліфти.
- Сталий підхід до проектування – використання відновлюваних джерел енергії, мінімізація негативного впливу на довкілля.
- Інноваційні технології – застосування нових конструктивних рішень, розумних систем управління будівлями та міськими структурами.

- Адаптивність до кліматичних умов та урбаністичного контексту.

Таким чином, сучасні висотні будівлі повинні розглядатися як вертикальне продовження міста з усіма його функціями: житло, охорона здоров'я, торгівля, освіта, культура, спорт, дозвілля тощо. Одним із ключових питань є створення «вертикальної вулиці» – системи інтегрованих комунікаційних просторів, що забезпечують зручний доступ до всіх функціональних зон. Для цього необхідний комплексний системний аналіз, що дозволить структурувати та виявити закономірності розвитку її типологічної структури [3, 4].

Актуальними залишаються проблеми, пов'язані з удосконаленням систем вертикального транспорту, різноманітністю функціонального використання вертикальних комунікацій, варіативністю сценаріїв соціальної взаємодії та доступністю елементів громадського обслуговування. Особливу увагу слід приділити питанням безпеки, екологічної стійкості, а також розробці інноваційних конструктивних і технологічних рішень.

Ключову роль відіграє адаптація функціональної структури та об'ємно-планувальних рішень до місцевих природно-кліматичних умов. Висотний об'єкт, спроектований відповідно до цих принципів, має формувати унікальний набір характеристик, що відповідають специфіці конкретного міського середовища. Він не може бути ізольованим від міського контексту або безпосередньо перенесеним на іншу ділянку, в інше місто чи країну без врахування місцевих особливостей [5, 6].

Одним із практичних втілень концепції вертикального урбанізму є створення багатофункціональних висотних веж, які належать до категорій надвисоких (supertall - понад 300 м) і мегависоких (megatall - понад 600 м) будівель.

Одним із практичних втілень концепції вертикального урбанізму є створення багатофункціональних висотних веж, які належать до категорій надвисоких (supertall - понад 300 м) і мегависоких (megatall - понад 600 м) будівель. Ці архітектурні об'єкти є яскравими прикладами інтеграції функціональних зон у вертикальному просторі, де об'єднуються житлові, комерційні, офісні та рекреаційні приміщення. Завдяки своїй багатофункціональності, вони здатні забезпечити ефективне використання обмежених міських територій, оптимізувати інфраструктуру та зменшити вплив на навколишнє середовище.

Надвисокі та мегависокі будівлі демонструють не лише інженерно-технічний прогрес, а й нові підходи до планування міського простору, враховуючи потреби в сталому розвитку, комфортному проживанні, роботі та дозвіллі в умовах зростаючої урбанізації. Сучасні технології, зокрема вдосконалені ліфтові системи, енергоефективні матеріали та інтеграція відновлюваних джерел енергії, дозволяють створювати зручне та безпечне середовище для мешканців та користувачів цих споруд.

Крім того, такі висотні комплекси сприяють розвитку інфраструктури міста, збільшують його економічну привабливість і підвищують рівень соціальної інтеграції завдяки забезпеченню доступу до широкого спектра послуг і можливостей у межах однієї будівлі. Інтеграція різних функцій у таких об'єктах допомагає зменшити транспортні навантаження, покращити якість життя в міських агломераціях та сприяє розвитку концепції «умних» міст.

Таким чином, мегависокі та надвисокі багатофункціональні вежі є важливим етапом у розвитку вертикального урбанізму, і їхнє використання відіграє ключову роль у створенні сталих та адаптивних міських середовищ майбутнього.

Прикладом такої архітектурної реалізації є багатофункціональна вежа «**Lotte World Tower**» у Сеулі (рис. 1), висота якої становить 555,7 метрів (123 поверхи), її будівництво завершено у 2017 році. Окрім трьох основних функцій (житлова, готельна, офісна), простір будівлі доповнено численними допоміжними й сервісними зонами - ресторанами, фітнес-центрами, SPA-зонами, рекреаційними майданчиками тощо. Завдяки інтеграції цих функцій на різних рівнях споруди та продуманим вертикальним комунікаціям формується цілісне середовище, що за структурою наближається до поняття «вертикальної вулиці».

Архітектурна композиція вежі тісно пов'язана з десятиповерховим торговельно-розважальним комплексом «**Lotte World Mall**», із яким вона поєднана як через внутрішні міжрівневі переходи, так і через спільний простір наземного рівня.

У контексті сучасного містобудування багатофункціональні висотні будівлі розглядаються як одна з найефективніших форм забудови, що забезпечує раціональне використання території. Проте висока щільність функцій у межах однієї структури потребує складно організованої вертикальної комунікаційної системи, що суттєво впливає на конфігурацію планувального ядра та розподіл корисної площі на поверхах. Зокрема, у «**Lotte World Tower**» система вертикального транспорту включає 58 ліфтів, а центральне ядро жорсткості з ліфтово-сходовими вузлами займає близько 30 %

площі кожного поверху в межах окремих функціональних блоків. Додаткове зменшення корисної площі спричиняють масивні несучі конструкції та технічні рівні. Наприклад, переріз кожної з восьми мегаколон на нижніх рівнях становить $3,5 \times 3,5$ м, тоді як товщина несучих стін ядра сягає 2,0 м.



Рисунок 1 – Lotte World Tower у Сеулі, Південна Корея [7].

Ще одним прикладом реалізації концепції вертикального урбанізму є «**Guangzhou CTF Finance Centre**» (висота 530 м, 111 поверхів), побудована в Гуанчжоу в 2016 році (рис. 2). Потужне центральне ядро будівлі включає чотири основні групи ліфтів, які функціонують незалежно одна від одної та обслуговують різні функціональні зони, зокрема житлові, готельні та офісні приміщення, а також оглядовий майданчик. Система додаткових і обслуговуючих функцій на різних рівнях включає підземні поверхи, де розміщено торгові зони, ресторани, а також розважальні та рекреаційні простори.

На нижніх рівнях башта поєднана з системою громадського транспорту, а також з прилеглим парком через пішохідні мости. Для ефективної реалізації цього складного багатофункціонального сценарію в структурі хмарочоса передбачено 86 ліфтів. Проте, як і в попередньому прикладі, значну частину корисної площі поверхів займають центральне ядро жорсткості та мегаколони, які разом віднімають близько 35 % від загальної площі кожного поверху.

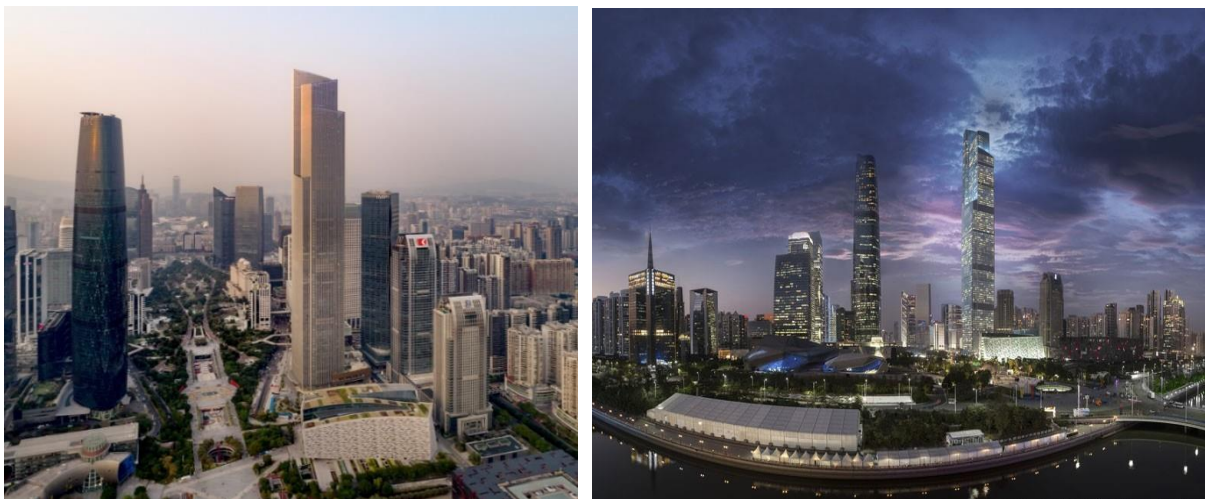


Рисунок 2 – Guangzhou CTF Finance Centre в Гуанчжоу, Китай [8].

Одним із найяскравіших прикладів реалізації концепції вертикального урбанізму є висотна будівля «**Burj Khalifa**» – найвищий хмарочос у світі, розташований у місті Дубай, Об'єднані Арабські Емірати (рис. 3). Споруда, висота якої становить 828 метрів (163 поверхи), була введена в експлуатацію у 2010 році та стала символом архітектурного прориву і нової урбаністичної парадигми.



Рисунок 3 – The Burj Khalifa в Дубаї, Об'єднані Арабські Емірати(ОАЕ) [9]

Burj Khalifa є багатофункціональним комплексом, що інтегрує широкий спектр функцій у межах єдиної вертикальної структури. До складу комплексу входять офісні приміщення, понад 900 приватних апартаментів, готель «Armani Hotel», бутики, зони відпочинку, культові споруди (зокрема, мечеть), а також масштабна інфраструктура для транспортування та обслуговування - понад 50 швидкісних ліфтів та паркінг на майже 3000 автомобілів.

Навколо будівлі облаштовано парк та систему фонтанів, що створює гармонійне поєднання архітектурного середовища з природним ландшафтом. На 43-му та 76-му поверхах розташовані фітнес-комплекси, які включають зали для занять спортом, панорамні оглядові зони з джакузі та аквакомплекси з басейнами, що забезпечують мешканцям і відвідувачам високий рівень комфорту та рекреації.

Особливу увагу заслуговують оглядові та громадські простори, серед яких – оглядовий майданчик на 148-му поверсі, що є одним з найвищих у світі, ресторан «Atmosphere» на 122-му поверсі, розташований на висоті понад 440 метрів, а також панорамне ложе на 124-му поверсі (понад 470 м).

Таким чином, Burj Khalifa демонструє принцип комплексної організації вертикального простору, що об'єднує житлову, ділову, культурну та рекреаційну складові в одному об'єкті. Подібний тип архітектури формує модель самодостатнього мікросередовища у вертикальному вимірі та відображає ключові ідеї сталого й інтенсивного розвитку міського середовища.

Усвідомлення функціональних та просторових обмежень надвисоких і мегависоких багатофункціональних веж стало стимулом для розвитку альтернативної форми реалізації концепції вертикального урбанізму - створення висотних комплексів, що складаються з кількох споруд різного функціонального призначення, з'єднаних між собою на різних рівнях за допомогою мостів або об'ємних структурних елементів. Такий підхід можна охарактеризувати як процес «тривимірної консолідації», коли формування єдиної багатофункціональної мегаструктури досягається шляхом інтеграції менших архітектурних одиниць і багатовекторних просторових зв'язків.

У цьому контексті увагу привертає проєкт «**Peruri 88**» (389 м, 88 поверхів), побудованого в Джакарті (рис. 4). Архітектурна концепція комплексу передбачає типологічне різноманіття офісних і житлових просторів, а також їх комбіновані форми, що поєднують функції проживання і праці («living/working units»). Складна морфологія споруди створює численні горизонтальні та похилі покрівлі, які активно використовуються як урбанізовані відкриті простори - парки, спортивні та ігрові майданчики, басейни, тераси-ресторани, кінотеатр під відкритим небом, амфітеатр тощо.

На поверхах із 44 по 86 запроєктовано готель, у верхній частині якого розташовані панорамний ресторан та оглядовий майданчик на 88-му поверсі. До складу комплексу також входять мечеть і «весільний дім», що підкреслює культурну мультифункціональність об'єкта. Попри візуальну складність форми, структура проєкту ґрунтується на раціональній архітектурно-планувальній логіці: вона складається з п'яти основних елементів, чотири з яких являють собою традиційно спроєктовані висотні башти, поєднані між собою багаторівневими мостами. Така структурна модель сприяє більш ефективному використанню простору забудови.



Рисунок 4 – Peruri 88 в Джакарті, Індонезія [10]

Перспективність розвитку концепції «тривимірної консолідації» значною мірою зумовлена революційними досягненнями у сфері ліфтових технологій. У 2014 році компанія «ThyssenKrupp» презентувала інноваційну розробку - систему ліфтів нового покоління «MULTI», яка радикально переосмислює функціональну роль вертикальних комунікацій у висотній архітектурі. На відміну від традиційних тросових систем, нова технологія використовує спеціальні напрямні, що дозволяють рух кабін як у вертикальному, так і в горизонтальному напрямках. Це відкриває принципово нові можливості для формування зв'язків між окремими висотними будівлями, значно підвищує ефективність використання внутрішнього простору та знімає традиційні обмеження щодо висоти споруд.

З метою апробації цієї технології, а також проведення широкого спектра досліджень у галузі вертикального транспорту, у 2017 році в місті Ротвайл (Німеччина) було зведено науково-дослідну вежу «ThyssenKrupp Test Tower» (висота - 246 м). У структурі вежі розміщено 12 тестових шахт, три з яких спеціально спроектовані для тестування системи «MULTI». Унікальність споруди полягає не лише в її технічному призначенні, а й у наявності публічного оглядового майданчика на висоті 232 м, що робить її також важливим елементом міської атракції (рис. 5).

Очікується, що із запровадженням системи «MULTI» у масове будівництво, нове покоління багатофункціональних висотних комплексів зможе забезпечити формування повноцінного тривимірного міського середовища з високим рівнем просторової мобільності та комфорту для користувачів.



Рисунок 5 – Thyssenkrupp Test Tower в Ротвайл, Німеччина [11]

Місто є складною функціонально-просторовою системою, що динамічно розвивається в часі та просторі. Проблеми в урбаністичних районах виникають, коли переважає лише одна функція, що обмежує потенціал території.

«Вертикальний урбанізм» – це новий підхід до форм і функцій міських просторів, заснований на принципах багатофункціональності та переосмисленні типології висотних будівель і комплексів. Технологічні, конструктивні та інженерні інновації є основою нового покоління хмарочосів, які

сприяють формуванню високощільного та функціонально насиченого вертикального міського середовища. Детальний аналіз і дослідження потребують такі фактори, як оптимальна комбінація функціональних компонентів, пропорційне співвідношення та розподіл «базових» функцій за висотою, наявність і особливості додаткових та обслуговуючих функцій, а також засоби інтеграції в міське середовище та багато інших аспектів.

Висновки

Формування висотної архітектури в умовах вертикального розвитку міського середовища є відповіддю на ключові виклики сучасної урбанізації - обмеженість земельних ресурсів, зростання населення, необхідність екологічної стійкості та підвищення якості життя у містах. Концепція «вертикального урбанізму» виступає стратегічним інструментом реалізації ідей компактного та сталого міста, де багатофункціональні хмарочоси виконують роль автономних урбаністичних одиниць.

Сучасні висотні споруди не лише відображають технічний прогрес, а й переосмислюють типологію будівель, перетворюючи їх на складні просторові структури, здатні об'єднувати житлові, ділові, рекреаційні, культурні та сервісні функції. При цьому важливу роль відіграють такі чинники, як ефективна система вертикальних комунікацій, адаптація до місцевого клімату та міського контексту, використання інноваційних конструктивних і технологічних рішень.

Приклади реалізації концепції вертикального урбанізму, зокрема «Lotte World Tower», «Guangzhou CTF Finance Centre», «Burj Khalifa» та «Peruri 88», демонструють різноманітні підходи до створення багатофункціонального вертикального середовища. Разом із тим, впровадження новітніх ліфтових технологій, таких як система «MULTI», відкриває нові перспективи для подальшого розвитку тривимірного міського простору.

Отже, майбутнє архітектури хмарочосів полягає у створенні самодостатніх, інтегрованих і адаптивних структур, що формують нову парадигму міського життя - більш стійку, ефективну та гармонійну з довкіллям.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рикардо Бофілл. Архітектура як утопія. *Архітектура і урбанізм*. 2020. №4. С. 23–28.
2. Гобачов В. Висотні будівлі: історія, типологія, проектування. Київ: Либідь, 2018.
3. Harada T., Yonezu M. Case Study: Abeno Harukas, Osaka. *CTBUH Journal*. 2015. Issue II. P. 12–20.
4. James von Klemperer. Lotte World Tower: Seoul's First Supertall. *CTBUH Journal*. 2018. Issue I. P.12–19.
5. Mir M. Ali, Kheir Al-Kodmany. Tall Buildings and Urban Habitat of the 21st Century: A Global Perspective. *Journal Buildings*, September 2(4), 2012, P. 384-423.
6. Ahmed Ehab Abdelsalam AEH, David Nicolson Cole, Khaled Dewidar. Sustainable Vertical Urbanism as a design approach to change the future of hyper density cities. *Journal of Advance Research in Mechanical & Civil Engineering*, Volume 5, July 2018. P. 1-12.
7. Lotte World Tower, Seoul's futuristic skyscraper. URL: <https://www.webuildvalue.com/en/megatrends/lotte-world-tower-seoul.html>.
8. Guangzhou CTF Finance Centre. URL: <https://www.skyscrapercenter.com/building/guangzhou-ctf-finance-centre/176>
9. Burj Khalifa: The tallest building in the world. URL: <https://www.guinnessworldrecords.com/records/hall-of-fame/burj-khalifa-tallest-building-in-the-world>.
10. MVRDV proposes 400 meter tall 'vertical city' in Jakarta. URL: <https://www.archdaily.com/295962/mvrdv-proposes-400-meter-tall-vertical-city-in-jakarta>.
11. ThyssenKrupp Test Tower. URL: <https://www.theplan.it/eng/award-2019-Special-Projects/thyssenkrupp-test-tower>.

REFERENCES

1. Rykardo Bofill. Arkhitektura yak utopiia. *Arkhitektura i urbanizm*. 2020. №4. S. 23–28.
2. Hobachov V. Vysotni budivli: istoriia, typolohiia, proektuvannia. Kyiv: Lybid, 2018.
3. Harada T., Yonezu M. Case Study: Abeno Harukas, Osaka. *CTBUH Journal*. 2015. Issue II. P. 12–20.
4. James von Klemperer. Lotte World Tower: Seouls First Supertall. *CTBUH Journal*. 2018. Issue I. R.12–19.
5. Mir M. Ali, Kheir Al-Kodmany. Tall Buildings and Urban Habitat of the 21st Century: A Global Perspective. *Journal Buildings*, September 2(4), 2012, R. 384-423.
6. Ahmed Ehab Abdelsalam AEH, David Nicolson Cole, Khaled Dewidar. Sustainable Vertical Urbanism as a design approach to change the future of hyper density cities. *Journal of Advance Research in Mechanical & Civil Engineering*, Volume 5, July 2018. R. 1-12.
7. Lotte World Tower, Seouls futuristic skyscraper. URL: <https://www.webuildvalue.com/en/megatrends/lotte-world-tower-seoul.html>.
8. Guangzhou CTF Finance Centre. URL: <https://www.skyscrapercenter.com/building/guangzhou-ctf-finance-centre/176>.
9. Burj Khalifa: The tallest building in the world. URL: <https://www.guinnessworldrecords.com/records/hall-of-fame/burj-khalifa-tallest-building-in-the-world>.
10. MVRDV proposes 400 meter tall vertical city in Jakarta. URL: <https://www.archdaily.com/295962/mvrdv-proposes-400-meter-tall-vertical-city-in-jakarta>.

11. ThyssenKrupp Test Tower. URL: <https://www.theplan.it/eng/award-2019-Special-Projects/thyssenkrupp-test-tower>.

Риндюк Світлана Володимирівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва, містобудування та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: runduyksv@gmail.com ORCID ID: 0000-0001-5779-5949.

Хороша Оксана Іванівна – кандидат архітектури, старший викладач кафедри будівництва, містобудування та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: korosha@vntu.edu.ua ORCID ID: 0000-0002-7790-4978.

**S. Ryndiuk
O. Khorosha**

FORMATION OF HIGH-RISE ARCHITECTURE IN THE CONTEXT OF VERTICAL DEVELOPMENT OF THE URBAN ENVIRONMENT

Vinnitsia National Technical University

The article reveals that uncontrolled growth in urban territories is one of the most serious problems of the present. The essence of the concept of "vertical urbanism" as an effective approach to solving problems of urbanization through the creation of vertical spatial structures is considered. The question of the need to form a comfortable living environment in modern cities is investigated through the construction of a new generation of high-rise buildings. It is emphasized that multifunctional high-rise buildings are an effective and rational tool for increasing the density of the urban environment and optimizing the use of limited urban areas.

The article deals with variants of spatial concentration of urban environment vertically that are actively developing within the concept of "vertical urbanism". This includes the ability to combine residential, commercial and cultural functions within the same architectural structure, which allows to reduce infrastructure costs and optimize the use of resources. To illustrate the positive and negative characteristics of these approaches, examples of world experience of design and construction of multifunctional high-rise buildings and complexes are given.

The main innovative technical solutions that underlie the creation of more rational and adaptive urban structures are analyzed, as well as the preconditions for the development of new urban planning and volume planning structures are considered. These approaches are intended to ensure the sustainable development of the urban environment, taking into account the factors of environmental stability, social integration and the efficient use of space.

Keywords: vertical urbanism, high-rise buildings, urbanization, multifunctional buildings, urban environment, volume planning structures, urban planning, skyscrapers.

Svitlana Ryndiuk – PhD, docent of department construction, urban and architectural Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: runduyksv@gmail.com ORCID ID: 0000-0001-5779-5949.

Oksana Khorosha – PhD, senior lecturer of department construction, urban and architectural Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: korosha@vntu.edu.ua ORCID ID: 0000-0002-7790-4978.