

Першаков В. М., Белятинський А. О., Бакулін Є. А.,  
Бакуліна В. М., Болотов Г. І., Попович І. О.,  
Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

## ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СВІТОВОГО ВИСОТНОГО БУДІВНИЦТВА

*Наведено тенденції розвитку світового будівництва, приклади висотних будівель – хмарочосів, які є запланованими проектами майбутнього. Розглянуто їх дивовижні архітектурні особливості, особливості проектування та розумний підхід до будівництва.*

*Trends of world building examples of high-rise buildings - skyscrapers that are planned projects of the future. We consider it amazing architectural features, especially the design and intelligent approach to construction.*

На сьогодні заявлено та анонсовано досить багато проектів, які вражають уяву: 1001-метровий хмарочос Мубарак аль-Кабір Тауер (*Burj Mubarak al-Kabir*) в Кувейті; 200-поверховий хмарочос, висотою 1022 м Мурьян-Тауер (*Murjan Tower*) в Бахреїні; 1600-метровий хмарочос «башта висотою в милі» (*Mile-High Tower*), місто Джидда в Саудівській Аравії та багато інших. Але при високій щільності забудови міста хмарочосами створюється транспортний колапс. Постає проблема транспортно-містобудівного характеру. Рішення цієї проблеми знаходиться в концептуально новому підході до проектування міст майбутнього. Чим більше розростається місто, тим більше людей приходиться на квадратний метр його площі, тим яскравіше у архітекторів розвивається ідея злиття середовища існування людини з природою.

Економний принцип використання земельних ресурсів міст та сучасні транспортні проблеми міст надихнув сучасних науковців, інженерів і архітекторів на нову ідею концепції висотного домобудування – біоніку. Біоніка в архітектурі набуває особливого значення, рятуючи людей від урбаністичної задухи супер мегаполісів, допомагаючи людині з'єднатися з природою. До таких «природних» проектів належить висотне біонічне місто «*Bionic Tower*», запроектоване Х. Піозом та М. Сервером. Одже, ідея біоніки

набирає все більшу популярність як нова концепція - будувати не «хмарочоси», а цілі «міста хмарочоси». За допомогою ефективних конструкторських рішень основа міста вузла, а саме місто стає більш усталеним. Завдяки вдалому архітектурному плануванню зон та застосуванню швидкісних ліфтів різного виду та призначення – вирішується дорожня проблема. До структури висотного міста вводять нові енергетичні та екологічні системи, втілюючи в життя найновітніші наукові розробки та технології. Це концептуально новий підхід містобудування і архітектури – величезне місто хмарочос для тисяч людей, див. рис. 1.



Рис. 1. Проекти майбутнього, «хмарочос - місто»

Висотні міста є не просто прогресивними і економічними проектами, вони також є рішенням багатьох урбаністичних проблем як технічного, так і екологічного плану. Будівництво «хмарочоса-міста» дозволяє більш раціонально та економно використовувати занадто дорогу площу землі, при цьому збільшуючи житлову площу і зменшуючи площу інфраструктури. В таких містах можуть проживати сотні тисяч людей, які водночас забезпечені житлом, робочими місцями, зонами відпочинку та розвагами. Людська фантазія безмежна а сучасні технології неосяжні. При розумному підході до будівництва «хмарочос-міста» можливо жити комфортно, при цьому заощаджувати природні ресурси, використовуючи відновлювані можливості природи.

**Хмарочос «Shanghai Tower»** в Китаї, м. Шанхай, див. рис. 2. Зведення вежі розпочато у 2008 р. Згідно з планами, будівництво вежі буде повністю завершено у 2020 р. Вона стане найвищим хмарочосом Китаю. Будівля,

спроектована американською фірмою «Gensler». За проектом висота хмарочоса становить 632 м, 130 поверхів загальною площею 380,0 тис. кв. м.

Хмарочос складається з дев'яти циліндрових будівель, які збудовані одна на одній і мають зовні друге подвійне «покриття» трикутної форми, приїдаючи їй форму обертання, див. рис. 3.



Рис.2. Екологічний хмарочос, м. Шанхай. Висота 632 м



Рис.3. Зовнішнє покриття по зміщеним трикутним формам



Рис.4. Звуження форми вежі

Таке двошарове скляне «покриття» покращує теплоізоляційні властивості будівлі і пропускає всередину багато природного світла, знижує витрати на енергію для освітлення та опалення приміщень. Звужена форма вежі зменшує вітрові навантаження на будівлю на 24%, див. рис. 4.

В будівлі спроектовані офіси, різноманітні торгово-розважальні центри, дев'ять зелених садових зон, готельні комплекси, станція метро, а на висоті 561,3 м, передбачений оглядовий майданчик з круговим оглядом м. Шанхай. Спеціально для будівлі, фірма «Mitsubishi» розробила надшвидкісні ліфти, які рухаються із швидкістю 64 км/год.

На фасаді будівлі планують встановити 270 вітрогенераторів. Вони будуть виробляти вітроенергії, яких достатньо для повного забезпечення освітлення будівлі.

На даху будівлі дощову воду планують збирати у спеціальні резервуари для забезпечення потреб систем опалення та кондиціонування. За використання енергозберігаючих технологій, хмарочос вже отримав зелений сертифікат LEED (зелений будівельний стандарт).

Будівництво «Shanghai Tower», вражає своєю масштабністю та темпами зведення. Тільки на безперервну заливку бетоном фундаменту із 1079 залізобетонних і сталевих палів пішло всього 63 години.

**Житловий район хмарочосів в місті Нью-Делі.** Бельгійський архітектор Вінсент Каллебот (*Vincent Callebaut*), представив проект екологічного житлового району «Нурегіон», який планують побудувати в Індії, м. Нью-Делі вже у 2020 році, див. рис. 5.



Рис. 5. Проект висотно-екологічного житлового району «Нурегіон», м. Нью-Делі



Рис.6. Азербайджанська вежа.  
Висота 1050 м.

Автор проекту назвав його на честь найвищого дерева в світі – 115-метрового Гіперіона, що росте в США, штат Каліфорнія. За проектом «Нурегіон» складатиметься з шести 36-поверхових веж, поруч з якими будуть зведені фермерські господарства, що вироблятимуть органічну їжу, а альтернативні джерела енергії повністю забезпечать житловий район

електроенергією, яка буде генеруватися за допомогою вітрових турбін і фотоелектричних елементів.

**Хмарочос нового міста.** В Азербайджані триває зведення міста Khazar Islands на березі Каспійського моря, що буде розташоване на штучному архіпелазі 41 островів. Його архітектурною домінантою і символом стане хмарочос-місто Azerbaijan Tower, див. рис. 6. За проектом, хмарочос буде складатись з семи веж різної поверховості, від 85 до 150 поверхів. Головна, восьма вежа у 186 поверхів досягне позначки 1050 м, що майже на 200 метрів вище найвищого на сьогодні хмарочоса Burj Khalifa в Дубаї.

Хмарочос-місто Azerbaijan Tower розраховано на 1 млн. мешканців і стане новим бізнес - центром держави.

**Небесне місто 1000** або «Sky City 1000». Планують побудувати в Японії, м. Токіо. Висота вежі зі шпилем 1050 метрів, кількість поверхів 196, див. рис. 7.

В Японії проблеми раціонального і економного землекористування актуальні як ніде. Саме там вперше заговорили про ідею міста-башти. І ось Японська компанія Takenaka Corporation втілила цю ідею для розв'язки проблеми малої кількості вільної площі в урбанізованих країнах. Вони уявляють таке місто не просто як хмарочос, а як висотну конструкцію, в якій житлові та робочі зони перемежуються з парками, ставками та відкритими площадками. Конструктивне рішення міста-хмарочоса, див. рис. 8.

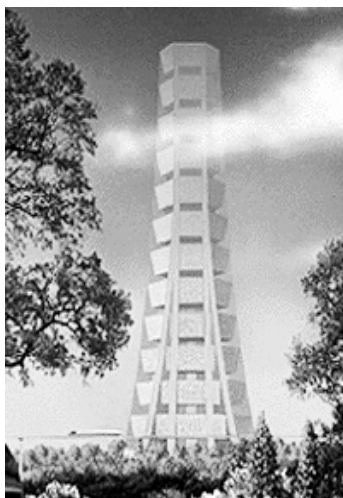


Рис.7. Небесне місто 1000

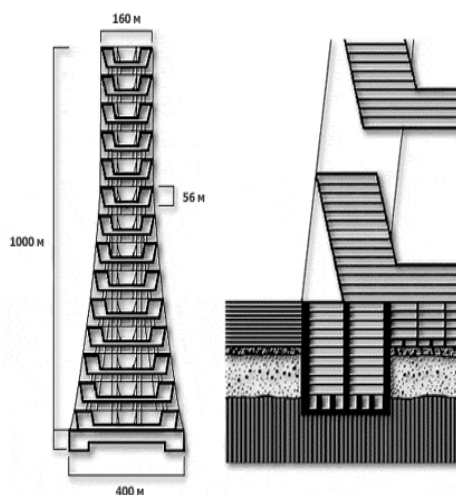


Рис. 8. Схема башти та її основ м. Токіо. Висота 1050 м

Компанія має два таких проекти: Sky City та Holonic Tower. Sky City 1000 нагадує просто великий хмарочос, але насправді це повноцінне місто, в якому можуть комфортно проживати 36 тисяч жителів. Діаметр башти у основі – 400 м, наверху – 160 м. Всі поверхи споруди згруповані в 14 блоків по 14 поверхів. Кожний блок являє собою ввігнуту чашу, на дні якої розташована рекреаційна зона з живими деревами і ставками, див. рис. 9.

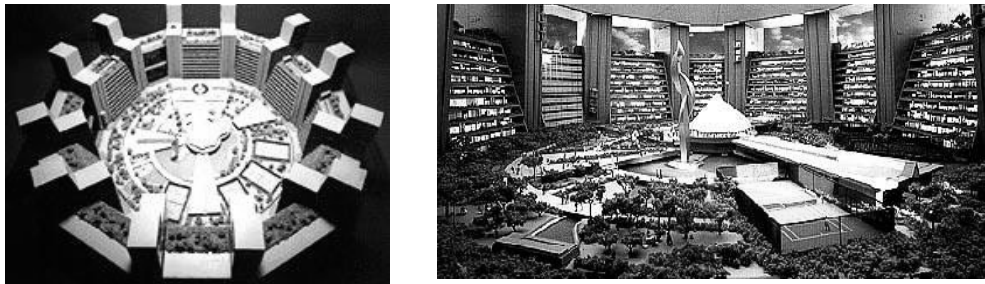


Рис.9. Потужні колони, що оточують кожен чашу-мікрорайон, слугують опорою для наступної чаші

Між блоками є значні проміжки, які виконують подвійну функцію. Окрім доступу повітря до парків, вони грають роль протипожежних перегородок. Дно і стіни кожного блоку виконані з вогнетривких матеріалів. В плані кожен блок також розділений на шість секторів, між якими пожежа, за ідеєю конструкторів, не має поширюватися (рис. 9). У ролі пожежної служби виступають пожежні вертольоти, які при необхідності можуть потушити полум'я на великій висоті.

Природне освітлення та свіже повітря мають створювати приємне середовище для 36 тисяч мешканців, багато з них будуть тут працювати. Окрім того, в місто кожного дня буде приїжджати 100 тисяч службовців і туристів. Тому створенню відповідної атмосфери приділяється багато уваги. Загальна житлова територія Sky City складає 800 гектарів, що дорівнює невеликому місту, з них 240 гектарів приходить на дороги і паркові зони. Місто має забезпечити все необхідне для людського життя. Проект Sky City 1000 планують реалізувати в найближчі 20 років.

**Місто – триумф уяви.** «Піраміда Мега-Сіті» ( *Shimizu Mega-City Pyramid*).

Пірамідальне місто на 750 тисяч мешканців планує звести в Токійській бухті японська будівельна корпорація Shimizu. За різними даними, висота піраміди повинна скласти приблизно до 2004 метрів (ще одна назва проекту TRY 2004), див. рис. 10. Різні значення висоти Mega-City Pyramid можуть бути викликані різними за часом варіантами проекту (складнішими по рішенняю та простішими для реалізації).

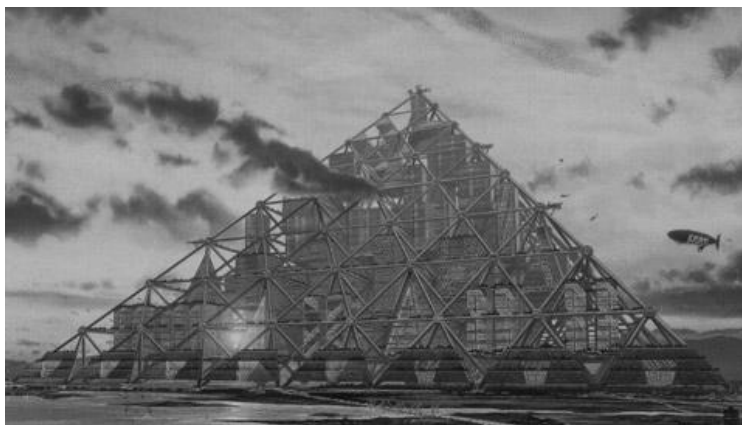


Рис. 10. Восьмишаровий варіант піраміди-міста

Піраміда-місто повинна підноситися над водою, опираючись на дно 36-ма високими і дуже масивними бетонними колонами. Відповідно, повна висота споруди опиниться куди більше тієї, що буде доступна погляду. Споруда завдяки розташуванню у затоці може займати велику площу і при цьому не використовувати великої кількості дорогої землі. За проектом, площа основи міста становить 8 кв. км, а загальна площа міста буде сягати 88 кв. км.

Всередині великої піраміди планують розмістити 55 малих пірамідальних конструкцій, кожна висотою 106-110 м. Споруду планується розділити на 8 рівнів по 250 м. Всередині великої піраміди влаштують 80-поверхові хмарочоси різної форми, кожен з яких буде автономним, використовуючи енергію сонця та вітру. Житлові приміщення у місті мають складати близько 70%. Всього планується поселити 750 000 людей. В місті передбачено 800 000 робочих місць.

Конструкція міста нагадує кристалічну ґратку, всередині якої знаходяться гігантські хмарочоси. Вони і сформують величну тривимірну основу, усередині

якої навіть зможуть літати вертольоти. Як базові будівельні елементи цього пірамідального каркаса, японські інженери запропонували використовувати гігантські труби, виконані на основі надміцного і легкого матеріалу та з вуглецевих нанотрубок, див. рис. 11. Така система повинна амортизувати поштовхи при землетрусі. Каркас розрахований на стійкість до цунамі і ураганів.



Рис. 11. Конструктивне рішення піраміди-міста

Величезні труби, що з'єднуються в кулястих вузлах, повинні стати вулицями міста. У середині похилих труб будуть знаходитися ліфти і ескалатори, а в горизонтальних - бігучі доріжки. Вузли послужать не тільки з'єднанню конструкції в міцну систему, але стануть також пересадочними станціями. В проекті передбачена система автоматичних безпілотних капсул-таксі, що пересуваються усередині труб.

Mega-City Pyramid може стати для японців довгоочікуваним проектом розв'язки проблеми перенаселеності міст завдяки раціональному використанню площі землі та новаторським конструктивним ідеям. Але перед реалізацією проекту є багато перепон: конструктивні, економічні і навіть соціальні, адже всередині замкнутого і самодостатнього міста будуть іти зовсім інші, поки невідомі соціальні процеси. Але, незважаючи на це, місто-піраміда має прекрасні шанси стати реальним проектом майбутнього.

**Вежа міста Дубаї** або "Місто в небі" (*Dubai City Tower*) в ОАЕ м. Дубаї. Черговий рекорд висотного будівництва мають намір поставити дубайські архітектори, конструктори та інженери. Вони спроектували унікальний хмарочос заввишки 2,49 км, який у три рази більше найвищої на сьогодні будівлі



– знаменитої "Дубайської Вежі". За проектом, 400 поверхова вежа буде являти собою шість будівель, що сплітаються воєдино на великій висоті, див. рис. 12.

Така висота – це далеко не найскладніше в цьому проекті. Куди складніше буде організувати транспортування людей на верхні поверхи, забезпечити їх водою та електроенергією. В проекті проблема транспортування вирішена за рахунок зонування будівлі. Хмарочос-місто поділено на чотири так званих "райони", в які доставлятимуть людей з одного "району" в інший не супершвидкісні ліфти, а вертикальні пасажирські поїзди-експреси, що будуть курсувати із швидкістю 200 км/год. Що ж до електроенергії, в рік будівля споживатиме 37000 МВт/год, але планується, що значну частину енергії, вона генеруватиме сама. Хмарочос-місто обладнають вітряними турбінами, сонячними батареями і "біосферами", які одночасно служитимуть парками відпочинку та центрами з очищення води. 400-метровий шпиль, який вінчає будівлю за своєю конструкцією буде теж виробляти енергію.

Зводити будинок, який не має аналогів, планують в центрі нового дубайського району Jumeirah Garden City, в який увійдуть ще три висотні вежі під назвою Atrium City Towers, їх дизайн розроблений архітекторами з світовими іменами Едріаном Смітом і Гордоном Джіллом.

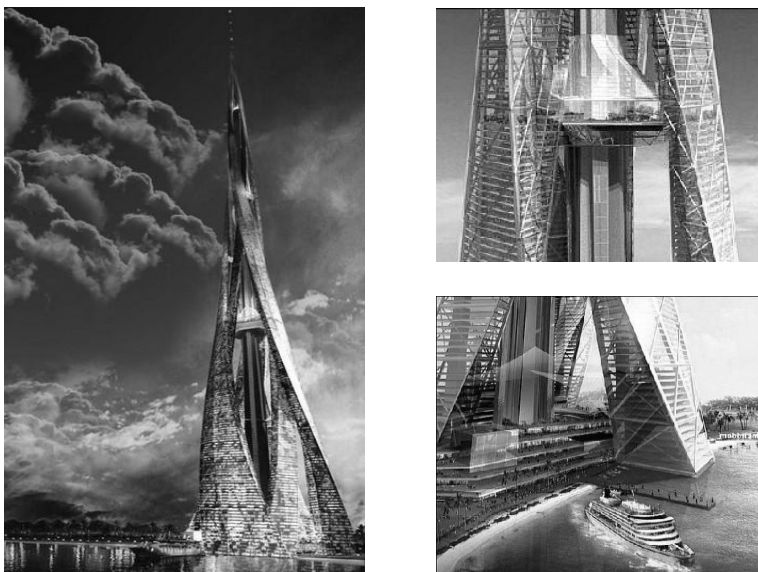


Рис. 12. Проект - Вежа міста Дубая, м. Дубаї. Висота 2,49 км

**Рукотворне місто-гора Фудзі.** Це один з заявлених проектів найвищої будівлі Землі – «X-Seed 4000». Схожий проект було розроблено ще в 1966-1969 роках в «ЦНИИЭП ім. Б. С. Мезенцева» для Японії – «хмарочос Нікітіна - Травуша 4000». Сучасний проект «X-Seed 4000» має багато спільного з проектом конструкторів Останкінської телевежі Нікітіна Н. В. та Травуша В. І.

Японська корпорація Taisei створила футуристичний проект чотирьох кілометрового хмарочоса, що матиме 800 поверхів, загальною площею 69,6 млн. кв. м, див. рис. 13.



Рис. 13. Проект хмарочоса міста X-Seed 4000 поряд з Токіо

Така споруда займає багато землі, тому її розміщення сплановано на морській платформі біля Токіо на величезних 600-метрових колонах, що повинно захистити будівлю та її мешканців від можливих потужних цунамі.

За прототип такого унікального проекту архітектори взяли гору Фудзі, яка є найвищою горою країни, висотою 3776 м. Гора має симетричну конусоподібну форму з діаметром основи 38 км. Форма хмарочоса X-Seed 4000 повністю повторює контур гори Фудзі, хоча сама гора на двісті метрів нижча за проектуєму споруду. При всій своїй оригінальності X-Seed 4000 може стати ще й найекологічнішою будівлею світу. За задумкою архітекторів, в ній суміщено ультрасучасне життя та взаємодія з природою.

Відповідно до проекту, більшу частину енергії будівля буде отримувати від сонячного світла. Всередині будинку будуть регулюватись освітлення, температура і навіть атмосферний тиск. Проект X-Seed 4000 буде захищати

мешканців від перепадів тиску та зміни погодних умов по всій висоті будівлі. Окрім великої кількості квартир і офісів, в споруді будуть торговельні і розважальні центри, стадіони, парки і ліси. Ліфти X-Seed, які розраховані на 200 чоловік, будуть піднімати на верхній поверх за 30 хвилин. Усього за розрахунками, будівля може розмістити від 500 тисяч до мільйона мешканців. Звичайно, собівартість проекту X-Seed дуже велика – понад трильйона доларів, а на побудову потрібно не менш 8 років. Це створює серйозні проблеми реалізації проекту. Але проект X-Seed привертає до себе увагу, і з кожним загостренням проблеми містобудування японці з своїми технічними можливостями стають все ближче до реалізації цього перспективного проекту.

## Література

1. Кондра М. П., Бут Б. Н. Высотные сооружения: опыт проектирования // Металлические конструкции: взгляд в прошлое и будущее: Сб. докладов VII Украинской научно-технической конференции. – Часть 1. – К.: Изд-во «Сталь», 2004. – С. 63–73.
2. Маклакова Т. Г. Высотные здания. / Градостроительные и архитектурно-конструктивные проблемы проектирования. Монография. Издание второе, дополненное. – М.: Издательство АСВ, 2008. – 160 с.
3. Першаков В. М. Найвищі хмарочоси світу/ Першаков В. М., Машков І. Л., Лисницька К. М., Попович І. В. – К.: Будівництво України. - 2016. - №1. - С.7-8.
4. Першаков В. М. Найкращі хмарочоси світу / Першаков В. М., Семіроз Н. Г., Лисницька Е. Н. – К.: Будівництво України №3, 2014. – С. 36–40.
5. Першаков В. М. Проблеми протидії конструкцій прогресуючому обваленню будівель та споруд : монографія / В. М. Першаков, М. С. Барабаш, А. О. Белятинський, К. М. Лисницька. – К.: НАУ, 2015. – 456 с.
6. Вступ до будівельної справи. Навч. посібник. / Першаков В. М. Белятинський А. О., Машков І. Л. та інш. --К.: Видавництво НАУ, 2016. - 122 с.
7. Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности" Вып. № 3 (55), 2014. (<http://ipb.mos.ru/ttb>).
8. [http://www.sitmag.ru/article/buildsklad/2006\\_09\\_A\\_2007\\_02\\_02-18\\_31\\_06/](http://www.sitmag.ru/article/buildsklad/2006_09_A_2007_02_02-18_31_06/).
9. <http://www.ogniotrwale.polfirms.com.ua/>.
10. <http://www.sitmag.ru/article/buildsklad/>.
11. <http://bibliograph.com.ua/ogneupory/65.htm>.
12. <http://www.evolo.us/category/2016/>.