

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний авіаційний університет  
Академія будівництва України  
Інженерна Академія України

В. М. Першаков, А. О. Белятинський, Є. А. Бакулін,  
В. М. Бакуліна, Г. І. Болотов, І. О. Попович

# **ПРОБЛЕМИ ПРОТИДІЇ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ТА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ**

Монографія

Частина 1

**ДОСВІД ПРОЕКТУВАННЯ,  
БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

Під загальною редакцією  
д.т.н., професора В. М. Першакова

Київ 2016

УДК 624.04:69.032.22(02)  
ББК Н702.3  
Д70

Автори: *В. М. Першаков* – д-р техн. наук, проф.;  
*А. О. Белятинський* – д-р техн. наук, проф.;  
*Є. А. Бакулін* – к.т.н., доц.;  
*В. М. Бакуліна* – асистент;  
*Г. І. Болотов* – к. арх., доц.;  
*І. О. Попович* – магістр з будівництва.

Рецензенти:

*С. І. Білик* – д-р техн. наук, проф. (Київський національний університет будівництва і архітектури);

*М. С. Барабаш* – д-р техн. наук, проф., директор ТОВ «ЛІРА-САПР»;

*А. І. Білеуш* – д-р техн. наук, проф., голов. наук. співроб. (Інститут гідромеханіки НАН України);

*Рекомендовано до видання науково-технічною радою Національного авіаційного університету (протокол № 9 від 10.12. 2015 р).*

### **Першаков В. М.**

П 279 **ПРОБЛЕМИ ПРОТИДІЇ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ТА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ** Монографія, Частина 1, ДОСВІД ПРОЕКТУВАННЯ, БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ / В. М. Першаков, А. О. Белятинський, Є. А. Бакулін, В. М. Бакуліна, Г. І. Болотов, І. О. Попович. Під заг. ред. д.т.н., проф. В. М. Першакова.– К. : НАУ, 2016. – 104 с.

У монографії наведена історія створення та розвитку висотного будівництва та цивільної інженерії. Приведені найвищі та рекордні, найкращі та унікальні висотні будівлі світу.

Викладено тенденції розвитку висотного домобудування. Приведені переможці світового конкурсу eVolo Skyscraper висотної архітектури майбутнього, який відбувся 23 березня 2016 року.

Для наукових та інженерно-технічних фахівців, співробітників науково-дослідних, проектних, будівельних організацій, а також аспірантів і студентів будівельних вищих навчальних закладів і факультетів.

УДК 624.04:69.032.22(02)  
ББК Н702.3 Д70

© Першаков В. М., Белятинський А. О., Бакулін Є. А.,  
Бакуліна В. М., Болотов Г. І., Попович І. О., 2016

© НАУ, 2016

## З М І С Т

<b>ВСТУП</b> .....	4
<b>ТЕРМІНИ ТА ПОЗНАЧЕННЯ</b> .....	9
<b>1. ДОСВІД ПРОЕКТУВАННЯ, БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ</b> .....	13
1.1. Історія створення та розвитку висотного домобудування.....	13
1.2. Найвищі будівлі світу .....	33
1.3. Рекордні висотні будівлі світу.....	44
1.4. Найкращі висотні будівлі світу .....	52
1.5. Унікальні висотні будівлі світу.....	59
1.6. Тенденції розвитку висотного домобудування.....	67
1.7. Переможці світового конкурсу висотної архітектури майбутнього.....	77
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	88
<b>ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ</b> .....	95

## ВСТУП

За даними ООН, на сьогодні кількість міських жителів на планети становить понад 3,5 мільярдів людей, станом на 2030 рік кількість міського населення зросте до 5,5 мільярдів людей.

По результатам проведених досліджень вчених, соціологів, архітекторів, владних структур та адміністративних органів управління відзначається, що сучасні міста розвинутих країн і особливо мегополіси переживають системну кризу. Основна причина, це те, що розвинуті міста та мегополіси сформовані по історично склавшимся принципам, або по містобудівним принципам минулого століття, які не задовільняють сучасні вимоги реального життя для зростання економічного потенціалу.

Стрімке збільшення концентрації населення вимагає невпинного збільшення міських земельних ресурсів. Фактично, це не обмежене збільшення територій під будівництво, транспортні шляхи, інфраструктуру, яка край необхідна для існування міст, так само, як зелені зони, водні ресурси, чисте повітря, екологічні та енергетичні системи. І це ще не всі проблеми, які постають перед архітекторами і містобудівниками сучасності та майбутнього. Всі ці проблеми потребують кардинально нових рішень, одним з яких є висотне будівництво міст.

Перш за все, розглядаючи плюси та мінуси висотного домобудування, необхідно зазначити, що це не просто підвищення поверховості, вище позначеної планки пристижу, а черговий якісний виток розвитку архітектури та будівництва, що має супроводжуватися зміною філософії самого процесу висотного домобудування.

Міста планети швидко ростуть в гору. На сьогодні попит на висотні будівлі дуже високий, він невпинно зростає, і як свідчить практика, це є основним критерієм істини подальшого розвитку будівництва, архітектури та містобудування.

В звязку з стрімким зростанням населення міст, висотне будівництво з кожним роком набуває все більшої популярності. Це обумовлено рядом факторів, серед яких, є як об'єктивні, так і суб'єктивні, що належать до людського фактору.

У часи, коли клаптик землі під будівництво цінується на вагу золота, забудовники намагаються з найбільшою ефективністю та

користю використати кожен метр площі земельної ділянки міста. Зараз хмарочоси будують надзвичайно щільно, особливо в ділових центрах, де потрібно розмістити якомога більше установ, організацій і офісів на квадратну одиницю площі земельної ділянки міста.

Однією з основних переваг висотного домобудування називають високу економічну результативність. Більше поверхів - менше витрат. За таких привабливих умов бізнеса у висотному домобудуванні зацікавлено дуже багато суб'єктів економічної діяльності. Вартість будівництва хмарочоса менш вартості спорудження адекватної площі багатьох звичайних багатоповерхівок, тому що найдорожче коштують земля, підготовка майданчика під будівництво та зовнішні інженерні мережі.

Необхідно зазначити, що будівництво хмарочосів забезпечує збільшення та створення додаткових робочих місць і потужний розвиток інфраструктури міста. Зараз все частіше впроваджуються проекти надвисоких будівель, в яких знаходяться не лише квартири та офіси, а й торговельні, адміністративні центри, центри розваг, освіти, культури, медичні та навчальні заклади тощо. Крім того, хмарочос забезпечує універсальну функціональність, а це зменшує площу забудови та площі інфраструктури міста.

Стрімке зростання попиту висотного домобудування визначає швидке вдосконалення та розширення пропозицій на хмарочаси. І в цьому процесі активну участь приймають науково-дослідні, конструкторські, проектні структури, будівельна індустрія, профільні галузі тощо.

Великим плюсом висотного домобудування є перехід на екологічно чисті технології вироблення і використання енергії за допомогою вітряків та сонячних батарей, екосистем, систем «розумний будинок», систем безпеки, захисту тощо.

За таких умов, кількість висотних будівель постійно збільшується, а їхні сучасні проекти все більше і більше набирають висоту, конкуруючи за пристижне звання – «найвища будівля світу».

Сучасні хмарочоси, це неймовірні фантазії архітекторів і конструкторів, для яких не має меж і обмежень. Вони демонструють дива винахідливості, зводячи висотні будівлі химерних форм та незвичайних конфігурацій. Іноді здається, що такі

конструкції просто не можуть бути стійкими, проте, велика частина цих хмарочосів можуть витримати значні навантаження, урагани та землетруси.

Зараз, поряд з традиційними архітектурними напрямками розвитку висотного домобудування, набирає розвиток футуристичного втілення прогресивних наукових концепцій, таких як аркологія та біоніка. *Аркологія* – архітектурна концепція, що враховує екологічні фактори при проектуванні середовищ існування людини. Ідею аркологієї полягає в тому, що споруджуються великі, раціонально сплановані багаторівневі конструкції. Ці конструкції називають гіперструктурами. Вони вміщують населення цілого міста і можуть зменшити негативний вплив оточуючого природного середовища на поселення.

*Біоніка* – загально наукова концепція відношення до природних форм і штучних конструкцій. Відношення штучної конструкції - як до ідеальної, а до самої природи – як до геніального творця, для приклада наслідування. В архітектурі біоніка та аркологія отримали велике розповсюдження в найсучасніших проектах, вирішуючи урбаністичні проблеми сучасних міст. Згідно сучасних тенденцій, ці концепції є майбутнім архітектури та містобудування у всьому світі.

Разом з тим є багато невирішених проблем, що стають на заваді реалізації висотних проєктів: це і конструктивні складнощі, які потребують великих інтелектуальних, фінансових та матеріальних ресурсів.

Але все-ж таки плюси переважають над мінусами, висотні міста зводяться та розвиваються по всьому світу, і вже немає сумнівів, що вони є майбутнім містобудування. Таким чином міста планети приречені на висотне домобудування.



Запропонована монографія ПРОБЛЕМИ ПРОТИДІЇ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ТА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ носить оглядовий характер і складеться з чотирьох частин.

Частина 1. ДОСВІД ПРОЕКТУВАННЯ, БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ. Розглядаються терміни та позначення, історія створення та розвитку висотного будівництва та цивільної інженерії. Приведені найвищі та рекордні, найкращі та унікальні висотні будівлі світу. Викладено тенденції розвитку висотного домобудування.

Частина 2. ПРИЧИНИ ТА НАСЛІДКИ РУЙНУВАННЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ ВІД ДІЇ ВОГНЮ. Розглядаються причини та наслідки руйнування висотних будівель від дії вогню, а також аналіз гасіння пожеж та порятунок людей з висотних будівель при пожежі. Наведено огляд публікацій і нормативної документації з питань протидії пожежної небезпеки та вогнестійкості висотних будівель.

Частина 3. КОНСТРУКТИВНІ СХЕМИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ОБ'ЄМНО-ПРОСТОРОВИХ СТРУКТУР ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ. Наведено огляд публікацій з всесвітнього досвіду конструювання висотних будівель. Розглянута еволюція конструктивних систем і схем: від споруд підвищеної поверховості до надвисоких хмарочосів сучасності. Викладено особливості проектування об'ємно-просторових структур і архітектурно-конструктивних рішень.

Частина 4. МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ, КОНСТРУЮВАННЯ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕСТІЙКОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ. Викладено особливості методів розрахунку, конструювання каркасів висотних будинків з урахуванням пожежної небезпеки та вогнестійкості. Наведено експериментальні дослідження, чинні рекомендації та норми з урахуванням протидії пожежної небезпеки та вогнестійкості висотних будівель. Обґрунтовано проблему і

виявлено завдання досліджень із живучості, надійності, стійкості, сейсмостійкості, безпеки, технічного стану конструкцій каркасів висотних будівель.

На закінчення хочеться відзначити, що, в цілому, монографія спрямована на структурування існуючих підходів до вирішення задач по проблемам протидії *пожежної небезпеки та вогнестійкості* висотних будівель, стійкості будівель до прогресуючого обвалення, що виправдано тенденцією забезпечення безпеки будівельних об'єктів для людей і навколишнього середовища. Забезпечення безаварійної експлуатації споруджуваних і існуючих висотних будівель передбачає вміння прогнозувати їх поведінку при виникненні аварійної ситуації (часткова втрата несучої здатності, *пожежа*, землетрус і т. ін.).

Монографія (частина 1) укладена авторським колективом Національного авіаційного університету: В. М. Першаков д.т.н., проф. (розділи: вступ, терміни та позначення, 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 1.6, 1.7, заг. редакція); А. О. Белятинський д.т.н., проф. (розділи: 1.1, 1.2, 1.3.); Є. А. Бакулін к.т.н., доц., В. М. Бакуліна асистент (розділи: вступ, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6); Г. І. Болотов – к. арх., доц., (обкладинка, розділи 1.2, 1.4, 1.7), І. О. Попович – магістр з будівництва (розділи: терміни та позначення, 1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 1.7, список літератури).

Автори вважають своїм обов'язком висловити велику подяку рецензентам: д.т.н., проф. С. І. Білику, д.т.н., проф. М. С. Барабаш, д.т.н., проф. А. І. Білеушу за допомогу, цінні поради та зауваження при підготовці розділів монографії.



## ТЕРМІНИ ТА ПОЗНАЧЕННЯ

---

**експлуатація будівлі (споруди)** – використання об'єкта за функціональним призначенням (з проведенням необхідних заходів, щодо збереження стану конструкцій), за якого він здатен виконувати задані функції, зберігаючи значення параметрів, встановлені вимогами технічної документації;

**ефект впливу (навантажувальний ефект)** – реакція (внутрішні зусилля, напруження, переміщення, деформації) будівельних конструкцій на впливи, що враховуються;

**живучість** – властивість об'єкту зберігати обмежену працездатність при діях не передбачених умовами експлуатації;

**збитки** – матеріальні чи фінансові втрати внаслідок відмови;

**катастрофа** – великомасштабна аварія, яка спричинила численні людські жертви, значні матеріальні збитки або інші тяжкі наслідки;

**коефіцієнт надійності за відповідальністю (коефіцієнт відповідальності)** – коефіцієнт, що враховує значущість конструкції чи об'єкта в цілому, а також можливі наслідки відмови;

**коефіцієнт надійності моделі** – коефіцієнт, який враховує невизначеність розрахункової моделі;

**навантаження** – вплив, під яким розуміють як безпосередньо силові впливи, так і впливи від зміщення опор, зміни температури, усадки та інших подібних явищ, що викликають реактивні сили;

**змінне навантаження** – навантаження, для якого не можна нехтувати зміною у часі його значень відносно середнього;

**короткочасне навантаження** – змінне навантаження, яке реалізується багато разів протягом терміну експлуатації споруди і для якого тривалість дії значно менша за  $T_{ef}$ ;

**комбіновано особлива дія (СНІ)** – надзвичайна ситуація, пов'язана з виникненням і розвитком декількох видів особливих дій на об'єкт в різних поєднаннях і послідовностях;

**схематизоване (еквівалентне) розрахункове значення навантаження** – навантаження з ідеалізованою залежністю від часу, яке встановлюється з умови еквівалентності результатів розрахунку до дії реального процесу навантаження;

**тривале навантаження** – змінне навантаження, тривалість дії якого може наблизитися до встановленого терміну експлуатації конструкції  $T_{ef}$ ;

**характеристичне значення навантаження** – основне (базове) значення навантаження, встановлене в нормах проектування;

**циклічне розрахункове значення навантаження** – значення навантаження, яке використовується для розрахунків конструкцій на витривалість і визначається як гармонійний процес, еквівалентний за результируючою дією реальному випадковому процесу змінного навантаження;

**навантажувальний ефект** – зусилля, напруження, деформації, розкриття тріщин, переміщення або інші механічні параметри стану конструкції (основи), які викликаються впливами на неї;

**надійність будівельного об'єкта** – властивість об'єкта виконувати задані функції протягом заданого проміжку часу;

**надійність несучих конструкцій** – відповідність конструкцій вимогам проекту в частині забезпечення її міцності, жорсткості і стійкості;

**особливий вплив на об'єкт** – виняткова дія, що різко відрізняється від звичайних умов існування об'єкта. Основні особливі дії техногенного характеру на будівельні об'єкти: удар (I), вибух (E), пожежа (F), навантаження (S) і т.і.;

**пошкодження** – несправність, отримана конструкцією при виготовленні, транспортуванні, монтажу або експлуатації;

**режим експлуатації нормальний** – режим експлуатації, за якого об'єкт експлуатується в передбачених проектом кліматичних умовах із додержанням режиму виконання передбачених ремонтно-профілактичних робіт;

**реконструкція будівлі** – комплекс будівельних робіт та організаційно-технічних заходів, пов'язаних із зміною основних техніко-економічних показників навантажень, планування приміщень, будівельного обсягу та загальної площі будівлі, інженерної оснащеності з метою зміни умов експлуатації, максимального заповнення втрати від що відбувся фізичного та морального зносу, досягнення нових цілей експлуатації будівлі;

**ремонт** – комплекс операцій із відновлення роботоздатності об'єкта і (або) збільшення його довговічності;

**ризик** – кількісна характеристика можливих втрат, спричинених випадковими непередбаченими подіями, що викликають часткове або повне руйнування споруди;

**ризик аварії** – число, що показує перевищення проектного ризику аварії, що вноситься за умовчанням до будівельного об'єкту при його проектуванні. Ризик аварії є мірою очікуваного збитку в разі аварії об'єкту;

**розрахункова ситуація** – комплекс умов, який враховується при розрахунку і визначає розрахункові вимоги до конструкції. Розрахункова ситуація характеризується розрахунковою схемою конструкції, видами навантажень, значеннями коефіцієнтів умов роботи і коефіцієнтів надійності, переліком граничних станів, які слід розглядати в даній ситуації;

**стан аварійний** – категорія технічного стану будівельної конструкції або будівлі і споруди в цілому, що характеризується пошкодженнями і деформаціями, що свідчать про вичерпання несучої здатності і небезпеки обвалення (необхідне проведення термінових протиаварійних заходів);

**стан неприпустимий** – категорія технічного стану будівельної конструкції або будівлі і споруди в цілому, що характеризується зниженням несучої здатності та експлуатаційних характеристик, при якому існує небезпека для перебування людей та збереження обладнання (необхідне проведення страхуючих заходів та посилення конструкцій);

**стан обмежено працездатний** – категорія технічного стану конструкцій, при якій є дефекти і пошкодження, що призвели до деякого зниження несучої здатності, але відсутня небезпека раптового руйнування і функціонування конструкції можливе при контролі її стану, тривалості та умов експлуатації;

**стан позаграничний** – перевищення межі, встановленої нормами для граничного стану;

**стан працездатний** – категорія технічного стану, при якій деякі з чисельно оцінюваних контрольованих параметрів не відповідають вимогам проекту, норм і стандартів, але наявні порушення вимог, наприклад, по деформативності, а в залізобетоні і з тріщиностійкості, в даних конкретних умовах експлуатації не призводять до порушення працездатності і несучої здатності конструкцій, з урахуванням впливу наявних дефектів і пошкоджень;

**стан справний** – категорія технічного стану будівельної конструкції або будівлі і споруди в цілому, що характеризується відсутністю дефектів і пошкоджень, що впливають на зниження несучої спроможності та експлуатаційної придатності;

**стандартні ризики** – значення ризику, досягши якого об'єкт переходить в якісно новий стан. Такі значення є інваріантними і з них формуються вимоги безпеки будівельного об'єкту;

**ступінь пошкодження** – встановлена у відсотковому відношенні частка втрати проектної несучої здатності будівельної конструкції;

**хмарочос** — високий будинок, житлового, офісного або адміністративного використання. Загально визнаного критерію хмарочоса не існує. Мінімальна висота хмарочоса коливається приблизно у рамках 120 - 150 м. Кількість поверхів і зовнішній вигляд теж впливають на визначення хмарочоса.

Зв'язок **надійності** та **безпеки** абсолютно очевидний: чим надійніша система, тим вона безпечніша. Більш того, ймовірність нещасного випадку можна трактувати як "надійність системи".

Безпека і надійність є спорідненими, але не тотожними поняттями. Вони доповнюють один одного. Так з точки зору експлуатації об'єкт може бути надійним або ненадійним, а з техніки безпеки – безпечним або небезпечним. Вимоги безпеки часто виступають в якості обмежень на ресурс і термін служби. Це відбувається, коли необхідний рівень безпеки порушується до досягнення граничного стану внаслідок фізичного або морального старіння. Обмеження за вимог безпеки відіграють особливо важливу роль при оцінці індивідуального залишкового ресурсу, під яким розуміється тривалість експлуатації від даного моменту часу до досягнення граничного стану. Таким чином, можливо сказати, що надійність будівель і споруд – це основний чинник забезпечення безпеки середовища існування.

Згідно ДБН В.2.2-24:2009 «Проектування висотних житлових і громадських будинків» будівлі нижче 30 м віднесені до споруд підвищеної поверховості; до 50, 75 і 100 м - відповідно до I, II і III категорій багатоповерхівок, а понад 100 м - до висотних.

# 1. ОГЛЯД ДОСВІДУ ПРОЕКТУВАННЯ, БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ

## 1.1. Історія створення та розвитку висотного будівництва

**Хмарочос** (англ. *skyscraper*) - дуже висока будівля. Хмарочос - це вільно стояча споруда, рівномірно розподілена по вертикалі на поверхи, призначена для життя та діяльності людей. Досі фахівці сперечаються про мінімальну висоту, що дозволяє будівлі називатись "хмарочосом". Відповідно до класифікації "хмарочос" - будинок висотою не менше 150 м (500 футів), а багатоповерхові будинки вище 300 м прийнято відносити до надвисоких, а понад 600 м - "мегависокими" (*megatall*).

У США і Європі хмарочосами прийнято вважати будівлі висотою не менш 150 м. Встановлення висотності будівель і складання їх рейтингів має деяку неоднозначність через розмаїття способів вимірювання. Визначенням критеріїв «Найвища будівля світу» займається Рада з висотних будівель і міського середовища (СТВУН), створена ще у 1969 р. Вона встановлює стандарти за якими визначається висота будівлі. З 1996 р. СТВУН визначено, що висота будівлі дорівнює відстані від верхньої частини першого поверху, який знаходиться вище рівня ґрунту (дороги) до найвищої точки закріпленого на даху предмета незалежно від його призначення і матеріалу. Такий стандарт (на відміну від Книги рекордів Гіннеса) не враховує висоту підземних (підвальних) поверхів і платформ. Істотною характеристикою висотної будівлі є наявність поверхів. Таким чином, описуваний рейтинг свідомо не включає теле - і радіовежі. Крім того, одним з головних критеріїв списку «Найвища будівля світу» є завершеність будівництва. Таким чином, рейтинг визначається за основними критеріями:

- *конструктивна висота будівлі* - висота від рівня тротуару до найвищої точки її конструктивних елементів (включаючи шпиль, флагшток, телевізійні і радіо антени);

- *найвища позначка доступного поверху* - висота будівлі до рівня підлоги найбільш високого доступного поверху корпусу;

- *найвища позначка до кінчика антени / шпиль* - висота будівлі до найвищої точки антени, шпиль і т. п.

У різні часи титул найвищої споруди в світі належав піраміді Хеопса висотою 146 м в Єгипті м. Гіза, що була збудована ще у

2650 році до н. е., див. рис. 1.1. А історично першим знаменитим хмарочосом була Вавилонська вежа, зруйнована згідно з біблійним переказом. Вавилонська вежа - «Наріжний камінь небес і землі», одна із найграндіозніших споруд VII-VI століттях до н. е. За дослідженнями архіологів її висота сягала 194 м, див. рис. 1.2.



Рис. 1.1. Піраміда Хеопса,  
Єгипт м. Гіза

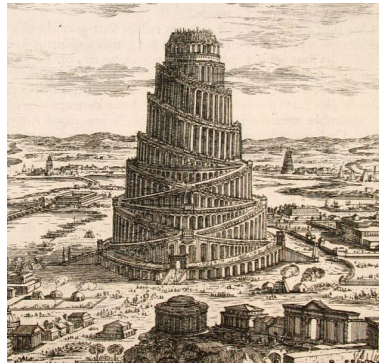


Рис. 1.2. Вавилонська вежа,  
гравюра XIV століття

Кьольнський собор в Німеччині (*нім. Kölner Dom*), будівництво якого було розпочато у 1248 році, а завершено в 1880 році. Шпиль собору сягають 157 м, див. рис. 1.3. По висоті його перевершив лише Ульмський собор (*нім. Ulmer Münster*) зведений у 1890 році. Висота його шпиля становить 161,5 м. Собор і на сьогодні є найвищою культовою спорудою світу, див. рис. 1.4.



Рис. 1.3. Кьольнський собор  
в Німеччині



Рис. 1.4. Ульмський собор  
в Німеччині

Збудований у 1884 р. найстрункіший обеліск в м. Вашингтоні - Монумент Вашингтона (*Washington Monument*) встановив на той час рекордну висоту 169 метрів 29,4 см, див. рис. 1.5. Завдяки розвитку і впровадженню в будівництво сталевих конструкцій во Франції у 1889 році була зведена Ейфелева вежа висотою 324 м, див. рис. 1.6, яка стала символом м. Парижа.



Рис. 1.5. Монумент Вашингтона, м. Вашингтон



Рис. 1.6. Ейфелева вежа, м. Париж

На початку 19 столітті у зв'язку з різким збільшенням міського населення виникла проблема нестачі міських територій під будівництво. Необхідність на невеликій площі побудувати будівлі з більшою житловою та комерційною площею призвела до зростання поверховості будівель. Але на той час технології будівництва не дозволяли нарощувати кількість поверхів, що було суттєвою перешкодою на шляху до збільшення поверховості будинків. Зростаюча вага будинку значно збільшувала навантаження на несучі стіни, тому їх товщину доводилось пропорційна збільшувати. Такий підхід робив будівництво занадто дорогим, тривалим процесом і обмежував можливе число поверхів. Крім того насоси того часу піднімали воду на висоту не більше 10 м (до шести поверхів), а проблема вертикального сполучення по сходових прольотах зводило висотне домобудування внівець.

У середині XIX століття американський інженер Еліш Грейвс Отіс створив перший паровий ліфт, який вже був обладнаний

страхувальним тросом, що блокував падіння ліфта в разі аварії. Вперше ліфти в офісній будівлі «Еквітабл Лайф Білдінг» з'явився у 1857 р., м. Нью-Йорк. Він мав швидкість підйому 0,20 м/с. Ліфт приводився в дію паровою машиною, яка встановлювалась в підвальному приміщенні. Таким чином, одна з перешкод масового будівництва багатоповерхових будівель була знята.

В 1881 році у центрі міста Чикаго трапилась масштабна пожежа в результаті якої було знищено багато адміністративних будівель. На звільненому місці почалося будівництво нових будинків підвищеної поверховості і в 1885 році був зведений перший у світі хмарочос - будинок страхової компанії «Home Insurance Building», див. рис. 1.7. Його висота становила 42 м, або 10 поверхів.



Рис. 1.7. Перший в світі хмарочос «Home Insurance Building», м. Чикаго

У 1891 році будівлю було реконструйовано і надбудовано ще два поверхи. Тепер висота будівлі становила 54,9 м. Через кілька років таких будівель стало дванадцять, а їх висота сягнула майже 55 м. Автором проекту цих будівель був американський архітектор Вільям Ле Барон Дженні. Він запропонував використовувати новітню технологію будівництва сутність якої полягала в зведенні несучого скелету - каркасу будівлі, який призначався для сприйняття всіх зовнішніх і внутрішніх навантажень.

Виходячи з того, що питома міцність сталі в 10 разів вище, ніж міцність самого якісного бетону, кам'яної або цегляної кладки, будівлі стали спиратися на металевий каркас. Це стало можливим завдяки інноваційним розробкам у сфері виробництва сталі та бетону. Завдяки такому винаходу загальна вага споруд зменшувалась майже на третину, що усувало основну перешкоду висотного домобудування.

Розроблені архітектором Вільям Ле Барон Дженні принципи каркасного домобудування лягли в основу будівництва всіх сучасних хмарочосів: багатоповерховість, сталевий «скелет» - каркас,



застосування ліфтів замість сходів і використання матеріалів, які перешкоджають поширенню пожеж. Згодом Вільям Ле Барон Дженні став автором безлічі проектів висотних будівель і по праву заслужив звання «Батька хмарочосів», а батьківщиною хмарочосів вважається м. Чикаго.

Розвиток технології виробництва стали, залізобетону, винахід ліфтів і водних напірних насосів дозволили в десятки разів збільшити висоту будівель, що було дуже важливим для великих міст, де вартість площі забудови коштувала значних сум. Саме це сприяло подальшому розвитку міст-мегаполісів.

На початку 1891 року хмарочос висотою в 11 поверхів за проектом архітектора Луїса Саллівана з'явився в Сент-Луїсі. При зведені будівлі, яку назвали «Вежа Уейнрайт», був повністю застосований сталевий каркас. Вежа Уейнрайт також по праву може претендувати на звання першого хмарочоса світу.

Подальший розвиток висотного домобудування перехопив Нью-Йорк, що став справжнім містом хмарочосів.



Рис. 1.8. «Empire State Building», м. Нью-Йорк

У 1931 році завершується будівництво 102 - поверхового хмарочосу «Empire State Building», який до 1972 року вважався за найвищу будівлю в світі. Його висота з шпилем дорівнювала 443,5 м, див. рис. 1.8. Будівля була збудована за каркасною технологією з застосуванням металоконструкцій, бетону та спеціального скла. Елементи металоконструкцій доставляли із сталеливарного центру м. Піттсбурга. На будмайданчику вже готові сталеві конструкції каркаса зварювали або скріплювали болтами, а окремі елементи каркасу виконувались з армованого бетону.

Темпи будівництва були нечуваними - за тиждень зводилось близько 4,5 поверхів, а у найбільш інтенсивний період будівництва 14 поверхів зводили за 10 днів. Хмарочос звели за надзвичайно короткий термін – рік і один місяць.

Слід відзначити, що у 1945 році хмарочосу було призначено пройти перевірку на міцність: 28 липня на висоті 79-го поверху в нього врізався бомбардувальник; загинуло 14 людей; були пошкоджені стіни; усередині спалахнула пожежа. Але будівля вистояла витримавши прямий удар літака. З годом будівля була відновлена.

Будівництво американських хмарочосів XIX століття – це не лише національна амбіція, а і значний поштовх для зростання економіки та впровадження прогресивних будівельних технологій. Велика пожежа 1871 р., в м. Чикаго в значній мірі спонукала створенню нових систем пожежогасіння та розробки вогнестійких сталевих конструкцій, що сприяло розвитку будівництва багатопверхових споруд. Формування потужного висотного «Рокфеллерівського центру» в м. Нью-Йорк, як вважають фахівці, ознаменував перехід до третього покоління американських хмарочосів, які були тісно пов'язані з економічною кризою та біржовою панікою 1929 року у роки великої депресії США.

Перший хмарочос у Європі з'явився в 1932 році в Бельгії м. Антверпен. Висота будівлі «Voerentower» становила всього 87,5 м при 25 поверхів. Жителі прозвали хмарочос «Фермерською вежею», оскільки в будівлі розміщувалися офіси сільсько-господарських компаній. У 1960 р. будівлю мали намір знести, проте раритет був реконструйований, його висоту збільшили до 97 метрів.

В Європі основними центрами скупчення хмарочосів є Лондон, Париж (Ля Дефенс), Франкфурт-на-Майні, Варшава та Роттердам.

У 1950 році Альберто Піреллі, президент концерну «Піреллі», почав зведення першого італійського хмарочосу в м. Мілані, див. рис. 1.9. «Башню Піреллі» (*итал. Grattaciello Pirelli*) спроектував італійський архітектор Джіо Понті при участі П'єра Луїджі Нерві, який впровадив революційний підхід до зміни традиційних прямокутних форм хмарочосів на більш пластичні і гнучкі форми. Окрім сталевих каркасів в будівлі для забезпечення просторової жорсткості та стійкості було застосовано залізобетонне ядро жорсткості. На будівництво 127-метрової офісної будівлі було

витрачено більш 60000 тон бетону. Остаточні будівельні роботи по зведенню хмарочоса були завершені у 1960 р.

У 2002 році 18 квітня в будівлю врізався приватний літак; троє людей загинуло; виникла пожежа. Але будівля вистояла, наслідки аварії були усунуті в короткі терміни.



Рис.1.9. Перший хмарочос Європи «Башня Піреллі», м. Мілан



Рис.1.10. Хмарочос «Огірок», м. Лондон

Один з найбільш відомих хмарочосів Англії було побудовано в Лондоні у 2004 році за проектом знаменитого британського архітектора сера Нормана Фостера. Ще до офіційного відкриття, цей хмарочос, завдяки своїй незвичайній формі отримав назву «Огірок» (*Gherkin*), див. рис.1.10. Він одразу став символом Лондона ХХІ століття, найяскравішим зразком сучасної архітектури, за що отримав престижну премію Джеймса Стерлінга, яку вручає Королівський інститут британських архітекторів. Будівля заввишки 180 метрів спроектована таким чином, що незважаючи на пишну та вигнуту форму, в конструкції будівлі присутній всього один елемент з гнutoго скла. Завдяки ефективності конструкції та аеродинамічній формі дія вітрових навантажень зводиться до мінімуму. Крім того, завдяки формі будівля споживає вдвічі менше електроенергії, ніж інші будівлі такого типу. У зв'язку з цим його часто називають "екологічним хмарочосом". Вартість будівництва склала 400 млн. доларів. За свою десятирічну історію «Огірок» неодноразово

перепродавали, але в зв'язку з тим, що хмарочос має надзвичайну архітектурну форму та став символом Лондона, його ціна постійно зростає. За деякими оцінками компетентних експертних компаній, його вартість становити 650 млн. фунтів стерлінгів, а потенційна цінність активу постійно зростає.

В Іспанії у 2014 р, в м. Мадриді була зведена «Башта Космос» (*исп. Torre Espácuo*) – офісний хмарочос ділового району «Чотири башти». Висота хмарочоса 230 м, див. рис. 1.11.

Найвищою будівлею Європи до 2003 року вважався Фінансовий центр Німеччини м. Франкфурт-на-Майні, штаб-квартира Комерційного банку Тауэр (*Commerzbank Tower*) збудований у 1997 р. Висота хмарочоса становить 259 м, а разом з антеною майже 300 м, див. рис. 1.12.



Рис.1.11. «Башта Космос»,  
м. Мадрид



Рис. 1.12. Фінансовий центр,  
м. Франкфурт-на-Майні

Багато сучасних міст світу розташовують хмарочоси житлового, офісного та адміністративного призначення в одному районі. Такі райони називають порізно: «Комерційний центр»; «Сіті центр»; «Діловий центр»; або «Сучасний центр». Це робиться з практичних міркувань - створення єдиної міської інфраструктури, що сприяє функціонуванню цих центрів. Скупчення хмарочосів в

одному районі створює своєрідну урбаністичну панораму міста, що стає їхніми візитними картками, див. рис. 1.13.

У Європейських країнах, як правило, такі центри розташовують в безпосередній близько до історично сформованого центра міста, де вже існує розгалужена розвинута інфраструктура. Такий підхід забезпечує збереження існуючої історичної забудови.



Рис.1.13. Урбаністична панорама сучасного міста хмарочосів

Історичний вигляд старовинних Європейських міст погано поєднується зі струнками, занадто індустріальними сучасними хмарочосами. Постійні протиріччя в побудові якісних і унікальних хмарочосів, які лаконічно вписуються в історичну забудову поступились гонці за рекордною висотою. В Європі на першому плані постають питання престижності хмарочоса, його архітектурному образу та врівноваженому підході до архітектурного стилю, який не переступає планку кітчю.

Так, в м. Лондоні на південному березі річки Темзи у липня 2013 році офіційно відкрито 310-метровий, 87-ми поверховий хмарочос «Осколок» (*The Shard*) у вигляді видовженої скляної піраміди, яка гармонічно вписується в історично забудову старого Лондона, див. рис. 1.14.

На даний час найвищим хмарочосом Європи вважається «Меркурій Сіті Тауер» в Росії, м. Москва у діловому центрі «Москва-Сіті». Будівництво почалося в 2005 р, закінчилося 2013 р. Висота хмарочоса складає 338,8 м, 75 поверхів над землею,

5 підземних поверхів, див. рис.1.15. Авторство проекту належить знаменитому американському архітекторові Френку Вільямсу і російському архітектору Михайлу Посохіну.

Перші багатоповерхові будівлі минулого століття мали більш химерний архітектурний вигляд, ніж сучасні хмарочоси. Вони зводилися, як правило, в готичному стилі і тільки в середині минулого століття прийняли сучасний вигляд, який фахівці називають «чистою геометрією».



Рис.1.14. Хмарочос «Осколок», м. Лондон



Рис.1.15. «Меркурій Сіті Тауер», м. Москва

Сьогодні висотні будівлі значно відрізняються як за формою, так і за виконанням. Вони мають практично будь-яку геометричну форму в якій спостерігається основна тенденція - як зробити будівлю ще вище.

На Україні перший хмарочос (на той час) був збудований у 1912 р., в м. Києві по вулиці Інститутській. Забудовником і власником будівлі був відомий будівельник - підрядник, купець першої гільдії Лев Борисович Гінзбург, який на площі 9,3 га вирішив збудувати «прибутковий дім».

Завдяки висоті рельєфу ділянки забудови, будівля здавалась досить величезною і набагато вищою відносно оточуючої забудови, див. рис.1.16. У рік побудови будинок був найвищим хмарочосом Російської імперії. Під час Другої Світової Війни у 1941 році

будинок було повністю зруйновано, а у 1954 році на його місці почалось нове будівництво.



Рис. 1.16. «Дім Гінзбурга», м. Київ 1912 рік

Споруду було зведено за проектом одеських архітекторів А. Мінкуса та Ф. Троупянського. Будинок отримав назву «Дім Гінзбурга», він мав 11 поверхів. Висота кожного поверху становила 4 м, висота будинку від підніжжя до вищої позначки башти складала 53,0 м в рівень висоти київських дзвіниць. Крім того, над будівлею височів шпиль, який сягав на 14,5 м. Тож висота будівлі зі шпилем становила 67,5 м.



Рис. 1.17. Комплекс «Держпром», м. Харків 1928 рік

У листопаді 1928 році в м. Харкові відкривається унікальний для свого часу комплекс будинків «Держпром», див. рис. 1.17. Авторами проекту були архітектор М. Фельгер, С. Кравец, С. Серафимов. Висота харківських хмарочосів становила 63 м, нараховуючи 13 поверхів. Загальна площа внутрішніх приміщень була понад 60 тис. кв.м. Будівлі «Держпром» будували практично без застосування засобів механізації. Весь обсяг грабарства

виконувався вручну. Під час відкриття «Держпром» вважався одним з найсучасніших хмарочосів Європи.



Рис. 1.18. Будинок Апеляційного Суду України, м. Київ

В 1978 р. у Києві було розпочато будівництво обчислювального центру. За проектом висота будівлі повинна була становити 121 м, нараховуючи 24 поверхи. Але у середині 90-х років будівництво припинилось. Споруда була добудована у 2006 році, як будівля Апеляційного Суду України, маючи 25 поверхів загальною висотою 127 м, див. рис. 1.18.

На даний час в Україні найвищим хмарочосом вважається багатофункціональний центр «Гулівер» споруда «бізнес-класу» в м. Києві. Будівництво було розпо-



Рис. 1.19. Багатофункціональний комплекс «Гулівер», м. Київ

чато в серпні 2003 року, офіційне відкриття відбулось у вересні 2013 р. Споруда нараховує 35 наземних і 4 підземних поверхів. Її висота становить 141,8 м разом з антеною 160,1 м, див. рис. 1.19.

На Україні до 2009 року хмарочосами вважали будівлі вищі 74 м, на даний час 100 м. Найбільші міста зі скупченням хмарочосів це Дніпропетровськ, Київ, Харків, Одеса. Стрибок у висотне будівництво почався у кінці 1990-х років, коли закон про антивисотне будівництво було скасовано. З того часу в Україні збудували більше 30 будинків

вищих за 100 м. В планах залишається будівництво хмарочосів заввишки понад 300 метрів та ведеться будівництво 214-метрового багатофункціонального комплексу «Sky towers» у Києві.



Розвиток технічного прогресу та новітні технології здійснюють значний вплив на зовнішній вигляд хмарочосів. Наприклад, вже традиційним стало використання зовнішньої обробки стін будівель сонячними панелями, що дозволяє вирішувати проблему енергопостачання. В деяких хмарочосах встановлюють навіть електростанції - «вітряки», які стають елементами архітектурного обличчя будівель. Це потребує вдосконалення концепцій дизайнерських форм та архітектурно-конструктивних рішень сучасних хмарочосів.

Дизайн-студія Reiser+Unemoto Architects спроектувала в м. Дубай незвичайну будівлю, що нагадує величезний шматок швейцарського сиру з великими дірками, див. рис.1.20. Завдяки такої незвичайної дизайнерської форми хмарочос назвали «Екзоскелет». Особливості такого конструктивного рішення полягають в захисті внутрішнього простору від зовнішніх чинників – вітру, надвисоких зовнішніх температур, сейсмічних впливів та інших несприятливих умов. Хмарочос спроектовано таким чином, що все вертикальні навантаження сприймає саме зовнішній «Екзоскелет». Це дозволило отримати більшого об'єму внутрішньої просторової структури будівлі.



Рис. 1.20. Хмарочос O-14 Tower «Екзоскелет», м. Дубаї



Рис. 1.21. Хмарочос «Pearl River Tower» Китай, м. Гуанчжоу

Ще одна унікальна особливість зовнішньої оболонки – її модульність. Інженери можуть закривати деякі з дірок або створювати нові для візуальних або технологічних потреб.

Збудований у 2011 році хмарочос «Pearl River Tower» в Китаї, м. Гуанчжоу вважається найбільш енергоефективною будівлею на планеті. Будівля висотою 309,7 м налічує 71 поверх, див. рис. 1.21. Початковою метою архітекторів було створення висотної будівлі з позитивним енергобалансом. При будівництві хмарочоса було використано більшість існуючих енергозберігаючих систем.

Більшу частину енергії хмарочос отримує завдяки особливому фасаду – вітряні турбіни, що заховані усередині будівлі. На фасаді будівлі встановлено великомасштабні сонячні батареї для отримання енергії від сонячного світла. Кожен поверх оснащений енергозберігаючими елементами, які використовують енергію природних сил і накопичують її для роботи в нічний час. Впровадження таких енергоефективних технологій дозволило скоротити потребу електроенергії хмарочоса на 60% в порівнянні з існуючими аналогами.

В Лондоні у 2016 році введений в експлуатацію перший в світі хмарочос з вбудованими вітрогенераторами, який отримав назву Strata tower. Будівля загального призначення нараховує 42 поверхи загальною висотою 147 м, див. рис. 1.22. Проектування та зведення



Рис. 1.22. Хмарочос Strata SE1, м. Лондон

вежі здійснено будівельною компанією Brookfield Europe.

Аеродинамічна конструкція хмарочоса спроектована таким чином, що вітер обертає турбіни з максимальною ефективністю протягом всього року. Вітрові потоки швидкістю 60 км/год забезпечують видобуток 50 МВт електроенергії на рік, що цілком достатньо для забезпечення енергією всього інженерного обладнання будівлі. Вартість проекту склала 113 млн. фунтів стерлінгів.

Китайська компанія Broad Sustainable Construction у 2016 р має намір приступити до будівництва хмарочоса Sky City в м. Чанша, провінції Хунань, який обіцяє стати найбільш екологічною спорудою у світі, див. рис.1.23. Зведення будівлі планують у рекордно



Рис.1.23. Хмарочос Sky City  
Китай, м. Чанша

короткі терміни за сім місяців. За проектом, висота хмарочоса складе 838 м, або 220 поверхи. Хмарочос будуть обслуговувати 98 швидкісних ліфтів. Загальна площа всіх приміщень перевищить 1 млн. кв. м. Будівля матиме свої зелені зони, в яких будуть розташовуватись сквери та парки. В будівлі передбачені вертолітні та спортивні майданчики, басейни, тенісні корти, а на вежі запланована гігантська вертикальна «сільськогосподарська ферма», яка зможе забезпечити роботою та їжею тисячі осіб, що позбавить мешкан-

ців «Небесного міста» від необхідності куди-небудь їхати. Орієнтовна вартість будівництва 628 мільйонів доларів.

Безліч країн світу з розвинутими мегаполісами мріють побудувати найвищу та найоригінальнішу будівлю на планеті. Спокуса встановити світовий рекорд по подоланню висоти більше 1 км дуже велика і прогрес не стоїть на місці.

Будівництво таких мегависоких будівель не можливо без застосування різноманітної спеціалізованої техніки. Основою зведення висотних будівель є баштові крани. Зрозуміло, що у виборі кранової техніки відіграють значну роль параметри об'єкта, і умови в яких відбуваються будівельно-монтажні роботи. Фахівці будівельної справи добре знають, що від правильно обраного крана буде залежить весь будівельний процес, його економічність і швидкість зведення. Будівництво хмарочосів не обходиться без підняття надважких вантажів з допомогою не менш вражаючих за розмірами кранів. Чим вищий хмарочос, тим вищим повинен бути кран, з допомогою якого ведеться будівництво. Розвиток будівельної техніки відкрив нові можливості зведення надвисоких будівель. У

даний час найвищі притяжні крани сягають 62 метрів і здатні за раз підняти до 10 т вантажу. Вони кріпляться безпосередньо до самої будівлі та нарощуються відповідно до її зростання. Вони як би «повзуть» вгору разом з новими поверхами будівлі, див. рис. 1.24 - 1.25.



Рис. 1.24. Технологія зведення хмарочоса «Королівська вежа»



Рис. 1.25. Притяжні крани для будівництва хмарочосів



Рис.1.26. «Королівська вежа» Саудівська Аравія, м. Джидді

В березні 2015 року розпочато будівництво першого в історії людства хмарочоса висотою 1007 м. Новий хмарочос що отримав назву «Королівська вежа» (*Kingdom Tower*) зводиться в Саудівській Аравії м. Джидді, див. рис.1.26. Вежа розташується в центрі комплексу будівель “Kingdom City”. Архітектор проекту Адриан Смит. На створення центра комплексу будівель планується витратити близько 20,0 мільярдів доларів. Вартість самого хмарочоса на даний час оцінюється в 1,2 мільярда доларів. За попередніми прогнозами, будівельні роботи займуть близько 5 років.

Вже минуло більше століття з моменту появи перших висотних будівель. За сей час людство накопило значний досвід в проектуванні, зведені та експлуатації хмарочосів. Кожний з напрямів розвитку архітектури, від національного романтизму до архітектурного експресіонізму тією, чи іншою мірою, сприяв розвитку висотного домобудування.

В останні роки будівництво хмарочосів бурхливо розростається по всьому світі. Стрімко підвищується їхня поверховість, висота, щільність забудови. Це створює певні проблеми, які не виникали в попередні епохи. Так, переущільнення забудов міст хмарочосами, привило їх к інтенсивній урбанізації та порушенню екологічного балансу навколишнього середовища.

Особливості сучасного проектування хмарочосів визначилось впливом ряду чинників: зменшення кількості земельних ресурсів планети та необхідність вирішення глобальних екологічних проблем; невпинне зростання чисельності населення та необхідність збільшення споживання енергоресурсів; розвиток прогресивних технологій і матеріалів.

На даний час, фактично, сформувався новий перспективний напрямок архітектурного розвитку висотного домобудування. Він полягає у поєднанні стилю біологічного функціоналізму з органічною архітектурою, що продиктовано зв'язком людини з природою, зверненням до людської індивідуальності. Розвитку такого напрямку сприяло поширення загальних принципів функціоналізму: використання традиційних і національних особливостей; раціоналізм і техніцизм; втілення найбільшої комфортності та зручності при досягненні максимальної економічності та архітектурно-художньої виразності. Плідні принципи органічної архітектури хмарочосів, проявились у незвичайних формах просторових структурах, їх зв'язків з оточуючим природним середовищем, ландшафтом, національними та релігійними особливостями.

Зараз архітектори працюють не тільки над створенням найсучаснішого образу окремого хмарачоса, а і над образом сучасного міста. Є дуже цікаві ідеї та проекти нових міст: паралельних (поряд з Парижем – «Новий Париж»); надводних, мостових (на мостах над водою); «Динамічне місто» (діаполіс). В них найсучасніші хмарочоси з суперсучасною архітектурою органічно вписуються в природно-

біологічне середовище. Таким яскравим прикладом є проект вежі «Pie Xus» – хмарочос для морського транспортного вузла у м. Гонконг, див. рис. 1.27.



Рис.1.27. Проект вежі «Pie Xus», м. Гонконг

Фантазія провідних світових архітекторів вражає будь-яку уяву, знаходиться поза простором і часом сучасності. Так китайська архітектурна студія "MADArchitects" розробила проект - «Міський ліс», який став логічним продовженням гірських пейзажів. Цей хмарочос задумано як довгий вертикальний циліндр, який утворюється в результаті нашарування великої кількості поверхів різної форми і розмірів. Більшість поверхів мають зелені зони та індивідуальний ландшафт, див. рис. 1.28.

Міжнародне бюро OMA запропонувало проект «Башта-мегаполіс Mahanakhon», найвеличезний і найвищий хмарочос для Бангкока (Таїланд). Архітектори немов би "розклали" башту на кубики з низу вгору до верху. Таке архітектурне рішення немов би "розриває" будівлю на частини, розкриває його нутроці. В місцях "розривів", проектом передбачені зелені зони, які повністю захищені прозорим склом, див. рис. 1.29.



Рис.1.28. Проект хмарочоса - «Міський ліс», Китай



Рис.1.29. Проект «Башта-мегаполіс Mahanakhon», м. Бангкок

Проект багатоповерхової будівлі у формі подвійної спіралі «Agoa Garden» в Тайбеї передбачен як символ єднання між творіннями природи і людини. Звивистий будинок класу люкс буде "зеленим" у всіх значеннях цього слова: на кожному поверсі спроектовані сади, парки та зелені зони; передбачені найсучасніші системи життєзабезпечення та автоматичного контролю; значна частка енергозабезпечення здійснюється від сонячних батарей; застосовуються системи використання дощової води, див. рис. 1.30.

Архітекторами «Київського бюро «Архиматіка» запропоновано проект 44-х поверхового багатофункціонального комплексу у формі традиційної української писанки. Фасад хмарочоса передбачено викласти із світлодіодних екранів, які будуть змінювати візерунки "Писанки". Хмарочос "Писанка" спроектовано на березі річки Дніпро в м. Києві, див. рис. 1.31.

Останні роки Середній Схід славиться своєю супер сучасною архітектурою - футуристичними проектами хмарочосів, більшість яких розроблені в Арабських Еміратах. Один із приголомшливіших архітектурних проектів це готель «Diamond Ring» сумщений з гігантським колесом огляду в Дубаях, див. рис. 1.32.



Рис.1.30. Проект будівлі «Agora Garden», м. Тайбей



Рис.1.31. Хмарочос "Писанка", м. Київ



Рис.1.32. Проект готеля «Diamond Ring», м. Дубай



Рис.1.33. Фантастичний проект «City in the Sky»

Вражає своєю фантастичністю проект архітектора Цветана Тошкова. Запропонований проект отримав назву «City in the Sky». Його родзинкою є екологічні гігантські хмарочоси у формі квітки лотоса, див. рис. 1.33.

Першим володарем найвищих будівель планети і безумовним світовим лідером були США, але наприкінці XX століття найвищими стали хмарочоси Середнього Сходу. А на початку XXI



століття новим лідером, став Китай, як за загальною кількістю, так, і за кількістю надвисоких хмарочосів. У Китаї, який тепер претендує на звання «найбільш високої держави світу», зараз перебувають у процесі будівництва більш ніж 200 хмарочосів, що практично дорівнює кількості хмарочосів у Сполучених Штатах.

## 1.2. Найвищі будівлі світу

На даний час у світі налічується більш ніж 2,5 тисяч хмарочосів, з них 56 надвисоких, зводиться ще 600 аналогічних будівель, серед яких 91 будівля підніметься на висоту більше 300 метрів.

Рада з висотних будівель і міського середовища проживання (СТВУН) визначила, що 2014 рік став рекордним роком за обсягами будівництва висотних будівель. За даними СТВУН, у світі в минулому році побудовано 97 хмарочосів вище 200 м, а висота 11 будівель перевищує 300 м. Це кращий результат в історії висотного домобудування. За підсумками СТВУН значна частина будівництва хмарочосів (майже 60%) припадає на Китай, де тільки в 2014 році було зведено 58 висотних будівель. На Філіппінах в 2014 році побудовано п'ять хмарочосів, в ОАЕ і Катарі – по чотири.

За оцінкою СТВУН, в 2016 році в світі буде завершено будівництво 130 висотних будівель, тільки в Китаї до введення заплановано близько 100 висотних будівель, в Шанхаї завершаються роботи по зведенню 632-метрової вежі «Shanghai Tower».

Аналітики відзначають, що хмарочоси у світі поступово змінюють своє функціональне призначення: якщо в 2010 році з сотні найвищих будівель світу 85 були офісами, то станом на 2013 рік залишилося тільки 43 офісних об'єкта. В загальному обсязі, висотні будівелі за функціональним призначенням поділяються: офісні комплекси складають - 43%; багатофункціональні - 32%; житлові - 17% і готельні - 8%.

## Перелік 10 найвищих будинків світу

№	Назва	Місто	Країна	Висота (м)	Поверхів	Рік
1	Бурдж Халіфа	Дубаї	ОАЕ	828	160	2010
2	Всесвітній торговий центр Вежа Свободи	Нью-Йорк	США	541	104	2014
3	Вілліс Тауер	Чикаго	США	527	110	1973
4	Тайбей 101	Тайбей	Тайвань	508	101	2004
5	Шанхайський всесвітній фінансовий центр	Шанхай	КНР	494	101	2008
6	Міжнародний Торговий Центр	Гонконг	Гонконг	484	118	2015
7	Центр Джона Хенкока	Чикаго	США	457	100	1969
8	Вежа Петронас (дві вежі близнюки)	Куала-Лумпур	Малайзія	452	88	1998
9	Фінансовий Центр Нанкін Грінленд	Нанкін	КНР	450	89	2009
10	Емпайр Стейт Білдінг	Нью-Йорк	США	443	102	1931

**Бурдж Халіфа** - Дубайська вежа (*Burj Khalifa*) ОАЕ, м. Дубаї. Найвищий хмарочос світу, що піднявся на висоту 828 м. Будівництво було розпочато 2004 році. Офіційно хмарочос було відкрито 4 січня 2010 р. Будівництво 163 поверхів зайняло 6 років. Автор проекту американський архітектор Едріан Сміт створив надзвичайну форму будівлі у вигляді сталагміта, див. рис.1.34.



Рис.1.34. Вежа Бурдж Халіфа  
ОАЕ, м. Дубаї. Висота 828 м

Вартість споруди склала 1,5 мільярда доларів. Це не тільки найвища будівля на планеті, вона позиціонується як справжнє «місто в місті» зі своїми зеленими зонами, власними парками, бульварами, житловими приміщеннями, офісними та торговими центрами. Хмарочос став ключовим елементом нового дубайського ділового центру.

Спеціально для будівництва хмарочоса був розроблений особливий склад бетону, який витримував високу температуру, його заливали виключно вночі, а в розчин додавали лід.

В будівлі передбачено 65 швід-кісних двоповерхових підйомника.

Пожежна система будівлі передбачає евакуацію всіх мешканців за 32 хвилини. Хмарочос повністю енергонезалежний, в ньому встановлена 61-метрова турбіна, що обертається від енергії вітру, а по фасаду будівлі встановлена система сонячних батарей загальною площею 15 тис. кв. м. На верхніх поверхах будівлі знаходиться оглядовий майданчик та обсерваторія.



Рис. 1.35. «Вежа Свободи»  
м. Нью-Йорк. Висота 541 м

**Всесвітній торговий центр 1** (*One World Trade Center, 1 WTC*), або **Вежа Свободи** (*Freedom Tower*) - центральна будівля в новому комплексі Всесвітнього торгового Центру США, м. Нью-Йорк, див. рис.1.35.

За висотою хмарочос займає друге місце у світі, а також вважається найвищим офісним будинком у світі і найвищою будівлею в Західній півкулі. Хмарочос зведений на місці знищеного Всесвітнього торгового центру веж-близнюків ВТЦ, в результаті терористичної атаки 11 вересня 2001 року.

Висота хмарочосу 541,3 м, 104 - поверхи. Будівництво було розпочато у 2006 році і завершено в травні 2013 року. Офіційно будівлю було відкрито 3 листопада 2014 року. Хмарочос збудовано за проектом розробленим Деніелом Лібескіндом (*Daniel Libeskind*), який переміг на відкритому конкурсі, а остаточний проект будівлі був представлений 28 червня 2006 року. Щоб задовольнити вимоги поліції Нью-Йорка з безпеки будівлі, було вирішено нижню частину будівлі (57 метрів заввишки) виконати з використанням високоміцного бетону. Оглядовий майданчик знаходиться на висоті 417 метрів відповідно висоті веж-близнюків попереднього Всесвітнього торгового центру. Стилізована 124 - метровая антена, вагою в 758 тонн встановлена на даху будівлі і піднімається на символічну висоту 1776 футів (541,3 метри). 1776 - рік прийняття Декларації незалежності США. З антени в небо буде світити промінь світла на висоту 300 метрів.

**Вілліс Тауер** (*Willis Tower*, відомий під попередньою назвою *Sears Tower*) в США, м. Чикаго. Найвищий хмарочос міста та одна з найвизначніших пам'яток м. Чикаго, знаходиться на третьому місці по висоті серед хмарочосів світу. З урахуванням

двох антен, висота будинку становить 527,3 м, 110 поверхів, див. рис.1.36. Будівництво тривало з серпня 1970 року по травень 1973 р.

Головний архітектор проекту Брюс Грем, головний інженер Фазлур Хан. На той час вартість проекту становила 150 млн. доларів.



Рис. 1.36. Вілліс Тауер  
м. Чикаго. Висота 527 м

В основі будівлі знаходиться великий квадрат, утворений 9 квадратними трубами. Підстава утворена на бетонних палях які вбиті у тверду породу з кам'яним насипом. Кожна з 9-ти сталевих труб піднімаються на 50 поверхів в гору, після чого будівля починає звужуватися, до 66 поверху йде тільки 7 труб, п'ять до 90-го поверху, решту 20 поверхів утворюються двома трубами. По суті кожна з труб є окремою будівлею з різними висотами, що об'єднані в єдину структуру. На той час, це був інноваційний дизайн, який був більш ефективний з економічної точки зору і дозволив будувати вище з більш довільним простором.

Анени на даху Вілліс Тауер були встановлені у 1982 році. Площа будівлі складає більше 418,0 тис. кв. м, що можна порівняти з 57 футбольними полями. Хмарочос оснащений 104 швидкісними ліфтами, а його вогнетривкий остов має облицювання з чорного алюмінію, в будівлі понад 16 тисяч вікон з темного скла.

**Тайбей 101** (*Taipei 101*). Будівля носить офіційну назву "Фінансовий Центр Тайбей" в Тайвані, м. Тайбей - знаходиться на четвертому місці по висоті, див. рис. 1.37. Висота хмарочосу разом зі шпилем становить 509,2 метра, 106 поверхів, з них 5 підземних. Будівництво було розпочато в 1999 році, а офіційне відкриття відбулось 31 грудня 2003 року. Проект обійшовся в 1,7 мільярда доларів. Особливість цієї будівлі є незвичайна ступінчаста форма. Хмарочос спроектована в сучасних традиціях постмодернізму. Творці проекту прагнули гармонійно поєднати сучасні технології з старокитайською архітектурою.



Рис. 1.37. Тайбей 101  
м. Тайбей. Висота 509 м

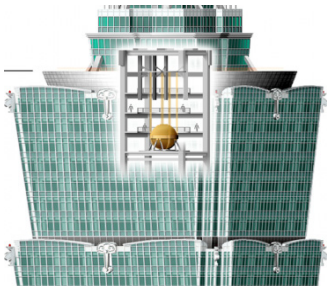


Рис. 1.38. «Куля – маятник»  
хмарочоса Тайбей 101

Каркас хмарочоса виконаний із сталі, алюмінію та міцного скла. Так, як хмарочос побудований в зоні підвищеної сейсмоактивності, при спорудженні враховувались кращі методики щодо захисту споруди від землетрусів.

Будівля спирається на 380 бетонних опор які заглиблені в землю на 80 м. Міцність і жорсткість вежі забезпечується високоякісними сталевими конструкціями. Будівлю підтримує 30 сталевих колон та 8 головних колон з бетону міцністю 70 МПа. На кожному восьмому поверху аутригерні ферми поєднують колони з ядром будівлі. Щоб знизити ймовірність обвалення від урагану або землетрусу між 87 та 91 поверхами був розміщений величезний маятник у вигляді кулі діаметром 5,5 м, вагою 728 т, див. рис.1.38.

Після зведення хмарочоса в Тайбеї відбулось два невеликих землетруси силою 3,2 і 3,8 балів. Будівля вистояла не зазнавши будь-яких пошкоджень. Інженери гарантують, що вежа здатна витримувати сильні поштовхи протягом 2500 років.

Хмарочос оснащений найшвидшими ліфти в світі, які підіймаються зі швидкістю 60,6 км/год. Дана будівля вважається найбільш безпечним хмарочосом світу.

**Шанхайський всесвітній фінансовий центр** (*Shanghai World Financial Center*) в Китаї, м. Шанхай, місцеві жителі називають його «китайським Уолл-стріт», див. рис. 1.39.



Рис. 1.39. Шанхайський всесвітній фінансовий центр м. Шанхай. Висота 492 м

Будівля займає п'яте місце в списку найвищих хмарочосів світу. Вежа введена в експлуатацію 28 серпня 2008 року. Її висота сягає 492 м, 101 поверх, на трьох підземних рівнях розташовані автопаркінги. Головним дизайнером проекту став представник нью-йоркської компанії «Kohn Pedersen Fox» Девід Малотт. Вежу побудувала японська компанія «Mori Building Corporation». Вартість проекту мільярд доларів, втім ці витрати окупилися всього за два роки. Особливістю будівлі стала величезне трапецевидне вікно на верхніх поверхах, яке призначено для зменшення тиску від вітра. Архітектори спроектували будівлю таким чином, що

вона здатна витримати землетрус в 10 балів, ризиків раптового обвалення практично немає. Площа будівлі становить 377,3 тис. кв. м. В будівлі встановлено 31 швидкісних ліфта і 33 ескалатори. Фасад виконаний з ламінованого скла з спеціальними плівками, які покращують оптичні, акустичні та енергозберігаючі характеристики. В разі виникнення пожежі, проектним рішенням будівлі, передбачено три варіанти порятунку людей: по захищених сходах всередині будівлі, спуск на ліфтах, розташованих по боках будівлі, а також захищені поверхи. Захищений поверх знаходиться на кожному дванадцятому поверсі будівлі. Він призначений для укриття людей від пожежі до прибуття рятувальників. Кожен такий поверх має власний посилений залізобетонний каркас, який розділяє всю будівлю на секції та підвищує її міцність та стійкість.

**Міжнародний комерційний центр** (*International Commerce Centre*) в Китаї, найвищий хмарочос міста Гонконг займає шосте місце по висоті серед хмарочосів світу. Висота будівлі становить 484 м, 118 поверхів, див. рис. 1.40. Будівництво вежі було розпочато у 2002 р, завершено в 2010 році. Остаточню будівлю ввели в експлуатацію у 2015 році. Проект будівлі розробила американська архітектурна фірма



Рис. 1.40. Міжнародний комерційний центр м. Гонконг. Висота 484 м

Wong & Ouyang (HK) Ltd, в поєднанні з гонконгською фірмою Belt Collins & Associates. Дизайн- архітектор проекту Кон Педерсон Фокс. Будівництво вежі здійснювала відома будівельна компанія MTR Corporation Limited.

Загальна площа будівлі становить понад 4 млн. кв. м. Хмарочос оснащений: 30 швидкісними пасажирськими ліфтами (кожен з яких вміщує 21-го пасажира); 14 трансфер-підйомниками та 2 супер швидкісними VIP-підйомниками.

Оглядовий майданчик «Sky100» знаходиться на 100-му поверсі з площадкою огляду 360-градусів.



Рис. 1.41. Центр Джона Хенкока м. Чикаго. Висота 457 м

**Центр Джона Хенкока** (*John Hancock Center*, скорочено ЛНС) в США знаходиться у центрі Чикаго, див. рис. 1.41.

Хмарочос названий на честь Джона Хенкока - державного діяча, героя боротьби за незалежність США. Прізвисько хмарочоса - "Великий Джон" (*Big John*). Це сьомий по висоті хмарочос світу, його висота разом з антеною 457 м, 100 поверхів. Архітектор проекту Брюс Грем, головний інженер Фазлур Хан, чий тандем відомий за проектом Вілліс Тауер.

Хмарочос побудований в 1970 р., для його зведення знадобилось 3 роки та 100 мільйонів доларів. Дизайн будівлі Центра Джона Хенкока визнають як один з



найскравіших прикладів структурного експресіонізму. Характерною особливістю конструкції хмарочоса є перехресні сталеві розпірки, завдяки яким структура будівлі забезпечена міцністю, жорсткістю та стійкістю. Вежа звужується від підстави до вершини. Така конусоподібна форма вежі попереджує утворення завихрення повітря з підвітряної сторони. При швидкості вітру 100 км/год вежа відхиляється всього на 15-20 см. Облицювання фасаду виконано із чорного алюмінію з тонуванням скла під бронзу. На 94-му поверсі розташовано оглядовий майданчик (обсерваторія – John Hancock Observatory) із круговим оглядом на 360 градусів. Швидкісний ліфт піднімається до 94-го поверху, усього за 40 секунд.

**Вежа Петронас** (*Petronas Towers*) в Малайзії м. Куала-Лумпур знаходиться на восьмому місці "Вежі-близнюки", див. рис.1.42.



Рис. 1.42. Вежа Петронас м. Куала-Лумпур. Висота 451 м

Висота кожної вежі становить 451,9 м, 88 поверхів. Будівництво велося з 1992 року по 1998 р. Вартість проекту склала 800 мілн. доларів. Будівлі зведені в «ісламському» стилі вони являють собою дві восьмикутні зірки, а напівкруглі виступи надані для забезпечення жорсткості та стійкості будівлям. Вежі займають територію у 40 га. Вони з'єднані мостом, що забезпечує більшу протипожежну безпеку.

Конструкції каркасу виконані з еластичного бетону, з добавкою кварцу. Міцність такого бетону на стиск становить до 9,0 тон на квадратний дюйм. Кожна вежа будівлі має найбільший фундамент у світі, що спираються на палі, які заглиблені на 115 м. У конструкції хмарочосів передбачено захист від терористів, так при втраті 3 з 16 несучих колон будівля все одно вистоїть. На висоті 170 метрів розташований «Небесний міст», який з'єднує дві башти. Знаменитий міст (*Sky Bridge*) не закріплений жорстко, а вставлений на гігантських кульових опорах. Це надає будові додаткову міцність,

так як вежі розхитуються. Всередині веж курсує 78 швидкісних ліфтів. Вежі видно з будь-якої точки міста.

**Фінансовий центр Наньцзін Грінленд** (*Nanjing Greenland Financial Center*) в КНР, м. Наньцзін, будівлю називають "Пурпурний пик". Будівля знаходиться на дев'ятому місті серед хмарочосів світу і на третьому місці серед хмарочосів КНР. Висота 89-поверхової вежі становить 381 м, з урахуванням антени 450 м, див. рис. 1.43. Будівництво було розпочато у 2005 р, завершено 2009 році.



Рис. 1.43. Фінансовий центр Наньцзін Грінленд м. Наньцзін. Висота 450 м

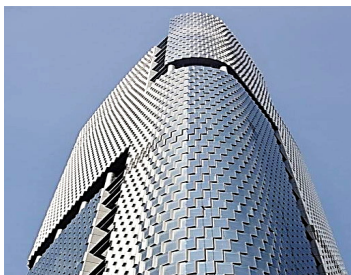


Рис. 1.44. Оздоблення фасаду скляними панелями

Проектувала будівлю відома компанія «Skidmore, Owings & Merrill», чия назва пов'язана з проектуванням самої висотної будівлі світу - дубайською вежею Бурдж Халіфа. Ідея першого варіанту проекту будівлі належала архітекторам Адріану Сміту и Маршалу Страбалі. Доведенням проекту до теперішнього рівня візуалізації займався архітектор Гордон Джил. Хмарочос має трикутну форму та ступінчатий силует. Центральний каркас розташований між двома взаємозв'язаними формами, які нагадують танцюючих драконів з древнє китайської міфології. Зовнішні стіни виконані із скляних панелей, встановлених під кутом, що дуже нагадує панцир дракона, див. рис. 1.44. Саме в цьому ультрасучасному образі будівлі втілено древнекитайську міфологію, філософію, історію та архітектуру. Внутрішня площа будівлі становить 262,2 тис. кв. м. Хмарочос відомий дивовижним

виглядом на річку Янцзи та горі Нінчжен, який відкривається з його оглядового майданчика, розташованого на 72 поверсі. У внутріш- ньому оздоблені будівлі присутні: скляні атріуми; зелені рекреаційні зони з критими садами та ландшафтним дизайном.

**Емпайр Стейт Білдінг** (*Empire State Building*), США, м. Нью-Йорк. Більш ніж 40 років, з 1931 по 1972 рік саме воно було найвищою будівлею світу. Хмарочос має висоту 381,3 м, 102 поверхи. Загальна висота будівлі разом з телевежою, надбудованою в 50-ті роки, склала 443 метра, див. рис. 1.45.



Рис. 1.45. Емпайр Стейт Білдінг м. Нью-Йорк. Висота 443 м

Назва башти походить від назви штату Нью-Йорк, який іменують "імперським" штатом. Проект хмарочоса виконаний архітектурною компанією "Шрив, Лем і Хармон". Офіційне відкриття будинку відбулося 1 травня 1931 року. Хмарочос виконаний у скромному, але елегантному арт-деко стилі. Вага будівлі становить 331 тис. т., фундамент займає два поверхи. Офісні приміщення будівлі можуть вмістити 15 тисяч осіб, ліфти здатні за годину перевезти 10 тисяч осіб. Фасад будівлі виконаний з каменю і має сірий колір, по фасаді вгору тягнуться смуги нержавіючої

сталі, верхні поверхи складають 3 уступу. Внутрішній 30 метровий хол висотою в три поверхи, на якому розміщено панно з зображенням семи чудес світу. Восьмим чудом світу, на думку авторів композиції, є сама будівля хмарочоса. Майданчик на 86-му поверсі має кут огляду в 360 градусів.

### 1.3. Рекордні висотні будівлі світу

#### Перелік 10 найбільш рекордних хмарочосів світу

№	Назва	Місто	Країна	Висота (м)	Поверхів	Рік
1	Абрадж-аль-Бейт	Мекка	Саудівська Аравії	601,0	120	2011
2	Вежа Джин Мао	Шанхай	Китай	468,0	88	1998
3	Міжнародний готель і вежа Трампа	Чикаго	США	423,0	98	2009
4	Міжнародний фінансовий центр	Гонконг	Китай	420,0	88	1997
5	Вежа СІТІС	Гуанчжоу	Китай	391,1	80	1997
6	ШуньХінг Сквер	Шеньчжень	Китай	384,0	69	1996
7	Тантекс СкайТауер	Гаосюн	Тайвань	378,0	85	1997
8	Централ Плаза	Гонконг	Китай	374,0	78	1992
9	Вежа Банку Китаю	Гонконг	Китай	367,0	72	1990
10	Аон-цент	Чикаго	США	346,3	83	1974

**Абрадж-аль-Бейт** (*Makkah Royal Clock Tower*) Саудівська Аравія, м. Мекка. Цей комплекс споруд складається з 7 будівель: Агар; Замзам; Годинникова Королівська Вежа; Кібла; Марва; Сафа. Комплекс має світові рекорди - найбільша споруда за масою, найбільший годинниковий циферблат діаметром 80 метрів, найвищий готель, див. рис. 1.46.



Рис. 1.46. Абрадж-аль-Бейт, м. Дубаї. Висота 601 м

Об'єкт будувався з 2004 по 2011 рік. Чотири його циферблати встановлені по чотирьох сторонах світу. Годинник-велетень видно з будь-якої точки міста, він є найбільшим і найбільш висотним годинником у світі. Крім того, це найвища споруда в Саудівській Аравії. Найвища 120 поверхова Королівська вежа разом з підставою та шпилем становить висоту 601 м. Вежу вінчає 93 метровий шпиль на якому міститься 35 тонний півмісяць вкритий золотом.

**Вежа Джин Мао (*Jin Mao Tower*).** У перекладі з китайського - "Золота будівля успіху" знаходиться в Китаї, м. Шанхай, див. рис. 1.47. Разом з телебаштою будівля має висоту 468 м і 88 поверхів.



Рис. 1.47. Вежа Джин Мао, м. Шанхай. Висота 468 м

Хмарочос був спроектований компанією Skidmore, Owings & Merrill. Вежа будувалась з 1994 по 1998 роки і займає земельну ділянку площею 24,0 тис. кв. м.

Цікаво, що дату офіційного відкриття будівлі 28.08.1998 року було призначено з урахуванням числа "8", яке у Китаї символізує добробут, звідси і кількість поверхів будівлі - 88. При цьому, будівля розділена на 16 сегментів, кожний сегмент на восьму частину коротше шістнадцяти поверхової підставки. Центральний бетонний каркас має 8 кутів, він оточений 8 композитними колонами та 8 зовнішніми сталевими колонами. Це створює постмодерністську форму, на верхніх ярусах будівля ускладнюється і злегка звужується, тим самим створюється

ритмічний візерунок властивий китайській архітектурі. Зовнішня стіна башти виконана з нержавіючої сталі, скла, граніту та алюмінію. Основа будівлі спирається на 1062 сталеві палі, які заглиблені на 83,5 м. Фундамент оточений стіною в ґрунті товщиною в 1 м і висотою в 36 м, загальна довжина якої складає 558 метри. Для того щоб вежа витримувала ураганний вітер та землетруси, в каркас будівлі закладено високотехнологічну об'ємно-просторову структурну систему, що дозволяє витримувати пориви вітру до 200 км/год, при цьому максимальна амплітуда розгойдування будівлі складає 75 см. Хмарочос здатний витримати землетрус силою у 7 балів за шкалою Ріхтера, це досягається завдяки рухливим з'єднанням сталевих колон. Вони поглинають силу поштовхів і пом'якшують дію землетрусів та вітру.

**Міжнародний готель - вежа Трампа** (*Trump International Hoteland Tower*) в США, м. Чикаго. Висота 98-поверхового хмарочосу разом з шпилем становить 423 м, див. рис. 1.48. Цей хмарочос є другим за висотою будинком у США. Його будівництво



Рис. 1.48. Вежа Дональда Трампа, м. Чикаго. Висота 423 м

було розпочато у 2005 р. завершено у 2009 році. Жителі Чикаго називають будівлю по імені забудовника - вежа Дональда Трампа. Вона була відкрита у 2008 році. Вартість будівництва склала 847 млн. доларів. Хмарочос в стилі архітектурного модерну спроектували архітектор Адриано Смитта та інженер-будівельник Вільям Ф. Бейкер. Цікаво те, що до початку будівництва Дональда Трампа заявив про те, що хмарочос буде самим високим у світі. Але після терористичних актів 11 вересня 2001 року плани по будівництву було значно змінено, а поверховість значно зменшена.



Рис.1.49. Міжнародний фінансовий центр, м. Гонконг. Висота 420 м

**Міжнародний фінансовий центр** (*International Finance Centre*) в Китаї, м. Гонконг. див. рис.1.49. Це комерційна будова висота якої становить 420 м. У будівлі 88 поверхів. Однак не всі поверхи є в реальності, так 14 і 24 поверхи пропущені, так як вони на китайський мові співзвучні фразам "точно мертвий" і "легко померти". Хмарочос практично не містить колон, зате оснащений телекомунікаціями по останньому слову техніки. У 2003 році на фасаді будівлі була розміщена реклама площею 19000 м<sup>2</sup>, довжиною 230 метрів на 50 поверхів. Реклама стала найбільшим рекламним полотном

в світі. Вежа примітна також тим, що в неї може одночасно перебувати більше 15 тис. людей. Таку кількість відвідувачів обслуговують 62 двоярусних високошвидкісних ліфтів, а підземний паркінг може вмістити понад 1800 авто.

**Вежа СІТІС** (*CITIC Plaza*) в Китаї, м. Гуанчжоу, де розташована Міжнародна Китайська Торговельно-інвестиційна Компанія, див. рис.1.50. Цей 80-поверховий хмарочос із двома антенами має загальну висоту 391,1 м. Він був побудований в 1997 році з надміцного бетону та скла. На той момент це була третя за висотою будівля у світі і найвища в Азії. Цей хмарочос піддається найбільшій критики з боку громадськості. Справа в тому, що будівля є власністю держави, а дослідження показали, що для будівель вище 300 метрів операційні витрати на утримання, завжди будуть більше отриманого прибутку. В наданий час уряд так і не надав повного звіту про доходи та витрати по утриманню вежі, також не представив ніякої інформації про захист будівлі від землетрусу. Курйозне те, що на даху будівлі розташовані антени, між якими в темний час доби спостерігається світіння. Через це вежу СІТІС називають «Оком Саурана».



Рис. 1.50. Вежа СІТІС»,  
м. Гуанчжоу. Висота 391 м



Рис. 1.51. Шунь Хінг Сквер,  
м. Шеньчжень. Висота 384 м

**Шунь Хінг Сквер** (*Shun Hing Square*) в Китаї, м. Шеньчжень, див. рис. 1.51. Висота цього 69-поверхового хмарочоса склала 384 метри. Будівництво споруди тривало з 1993 по 1996 рік. Тоді, 90-ті роки стали часом економічного підйому міста, який всього за 20 років зріс від невеликого рибальського селища до 4-мільйонного мегаполісу. На той час вежа була найвищою будівлею Китаю. Основні матеріали, використані під час зведення - сталь, скло та армований бетон. Будівля змішаного призначення, що складається з трьох частин, з'єднаних між собою внутрішніми переходами і підземним трирівневим паркінгом. Загальна площа внутрішніх приміщень становить близько 273,5 тис. кв. м. Хмарочос побудований у стилі постмодернізму. На перший погляд, башти нагадують два гігантських шприци склеєних між собою, але ці спостереження веселять лише туристів, а самі китайці нічого смішного у своїй башти не бачать і дали хмарочосу «скромне» ім'я «Цар Землі».



**Тантекс Скай Тауер** або **85 Скайтауэр**, (*Tuntex Sky Tower*, *85 Sky Tower*) в Тайвані, м. Гаосюн, див. рис. 1.52. Хмарочос має 85 поверхів, його висота 347,5 м, а разом з антеною 378 метрів. Будівлю загального призначення зводилась по проекту китайського архітектора С.У. Лее. Будівництво тривало з 1994 по 1997 рік.

До 2003 р., хмарочос вважався найвищою будівлею в Тайвані, до введення в експлуатацію башти Тайбэй 101. На 75-му поверсі традиційно розташовано оглядовий майданчик. Хмарочос забезпечен швидкісними ліфтами, які рухаються зі швидкістю 10,17 м/сек. Споруда має нестандартний дизайн: два 39-поверхових корпуси з'єднуються разом центральною баштою, під якою розташовується порожнеча. Це своєрідне зображення ієрогліфа 高 -"гао" ("високий"), що присутнє в назві міста.



Рис. 1.52. Тантекс Скай Тауер,  
м. Гаосюн. Висота 378 м

**Централ Плаза** (*Central Plaza*) в Китаї, м. Гонконг, див. рис.1.53. Висота хмарочосу зі шпилем становить 374 м, при 78 поверхів. Будівля була зведена в 1992 році на пальмерах, відвойованих у моря. Хмарочос був найвищою будівлею світу з 1992 по 1996 рік. Будівля нагадує об'ємний трикутник, так як дійсно складається з трьох стін зведених вперше повністю із залізобетону. Стіни вежі одягнені в скло теракотового, золотого та срібного кольорів, що справляє дуже яскраві враження. На вершині вежі встановлено величезний, найбільший в світі неоновий годинник, який змінює свій колір кожні чотири години.

Крім того, на вершині хмарочоса розташована міська Гонконгська церков в який функціонує сучасний штучний фонтан.



Рис. 1.53. Централ Плаза,  
м. Гонконг. Висота 374 м



Рис. 1.54. Вежа Банку Китаю м. Гонконг. Висота 367 м

**Вежа Банку Китаю** (скорочено Вежа ВОС), (*Bank of China Tower*) в Китаї, м. Гонконг, див. рис.1.54. Висота споруди разом з антенами становить 367 метрів. 72 поверхова будівля була споруджена в 1990 року й у період з 1990 по 1992 р., була найвищою спорудою Гонконгу та всій Азії. Це найвідоміший хмарочос Гонконгу, як штаб-квартира гонконгського управління "Bank of China". Запроектував будівлю американець китайського походження Бей Юймін. Вежа спроектована в стилі Хай-тек, зовнішній вигляд нагадує пагони бамбука, що у Китаї символізує життя і процві-

тання. Вся структура підтримується п'ятьма сталевими колонами в кутах будівлі, вони накриті скляною стіною. Певний час ця будівля

була джерелом суперечок відносно її будівництва. Зокрема були піддані негативній критиці прямі кути. Справа у тому, що прямі кути по Фен-шуй описується як дровокол будинку.



Рис. 1.55. Аон-центр, м. Чикаго. Висота 346 м

**Аон-центр** (*Aon Center*) в США м. Чикаго, див. рис.1.55. Висота 83 поверхової вежі становить 346,3 м. До 1976р, найвищий хмарочос збудований архітектором Едвардом Стоуном в Чикаго. Щоб ефективно протидіяти землетрусам та поривам вітру в структуру будівлі були включені спеціальні

сталеві просторові ферми, які спираються на V- подібні стійки. Це дозволило забезпечити високу просторову жорсткість об'єкта. По

завершенню будівництва хмарочос було облицьовано мармурними плитами. Але згодом мармурове лицювання почало осипатись. В термін з 1990 по 1992 рік були проведені роботи з заміни мармурового лицювання на гранітне. Це коштувало більш ніж половини витрат на зведення самої будівлі. Будівлю обслуговує 50 швидкісних ліфтів.

#### 1.4. Найкращі висотні будівлі світу

Міжнародна рада з висотних будівель і міського середовища проживання (Council on Tall Buildings and Urban Habitat), яка базується в Чикаго, щорічно визначає найкращі хмарочоси світу.

##### Перелік 10 найкращих висотних будівель світу за роком зведення

№	Назва	Місто	Країна	Висота (м)	Поверхів	Рік
1	Turning Torso Закручений торс	Мальме	Швеція	190	54	2005
2	Eureka Tower Башта Евріка	Мельбурн	Австралія	300	91	2006
3	Mode Gakuen Cocoon Tower	Токіо	Японія	204	55	2008
4	Готель «Porta Fira»	Барселона	Іспанія	113	змінна	2010
5	Absolute World Towers	Міссіссіґа	Канада	176	змінна	2011
6	New York by Gehry Нью-Йорк-бай-Гері	Нью-Йорк	США	265,2	76	2011
7	Al Hamra Tower Вежа Аль-Хамра	Ель-Кувейт	Кувейт	414	80	2012
8	Wangjing SOHO	Пекін	Китай	200	44	2014
9	Готель Шератлон	Хучжоу	Китай	200	30	2014
10	Capital Gate Ворота Столиці	Абу-Дабі	ОАІ	160	35	2014

На засіданні журі міжнародними експертами присуджується премія Emporis Skyscraper Award, яка є найпрестижнішою премією

в сфері висотної архітектури. Премія існує з 2000 року і формує рейтинги кращих хмарочосів світу за результатами незалежного експертного голосування. Це єдина премія в світі, яка присуджується виключно хмарочосам. Мета премії - привернути увагу на найкращі світові об'єкти, що розвивають естетичний смак та уяву, ефективно використовуються та гармонійно вписані хмарочоси в міське середовище. Участь в конкурсі приймають всі хмарочоси світу вище 100 метрів, добудовані за рік до її вручення. У рамках першого відбірного туру формується список номінантів, у другому турі визначається підсумковий рейтинг найкращих хмарочосів року. Проекти оцінюються за критеріями: архітектура; дизайн; функціональність; інноваційність інженерних систем, а також комфортність для мешканців та відвідувачів.



Рис. 1.56. Закручений торс, м. Мальме. Висота 190 м

**Turning Torso** – «Закручений торс» (будинок, що обертається) в Швеції м. Мальме, див. рис. 1.56. Це найвищий будинком Скандинавії висотою 190 метрів, 54 – поверхи. Хмарочос збудовано у 2005 році і він відразу отримав нагороду Emporis Skyscraper Award, як найкращий хмарочос світа, збудований цього року. У формі цієї будівлі дизайнер Сантьяго Калатрава хотів відтворити природні рухи людини. Прототипом незвичайної форми вежі послужила скульптура Сантьяго Калатрава -«Закручений торс». Конструкція будівлі скла -

дається з 9 сегментів по 5 поверхів кожна. Кожен з сегментів повернутий вбік за годинниковою стрілкою відносно першого сегменту, а останній сегмент повернутий на 90°. Кожен поверх має п'ятикутну форму з вертикальним ядром, що підтримується зовнішнім сталевим каркасом. В нижніх двох сегментах розташовані офіси. З третього по дев'ятий сегмент розташовані 147

розкішних апартаментів. Хмарочос забезпечує себе енергією повністю самостійно.



Рис. 1.57. Башта Евріка, м. Мельбурн. Висота 300 м

**Башта Евріка** (*Eureka Tower*) в Австралії м. Мельбурн, див. рис. 1.57. Висота 91-поверхового хмарочоса становить 300 м. Найвищий хмарочос Мельбурна, та другий за висотою в Австралії. Проект було розроблено архітектором Фендером Катсалідисом, а будівництво велось австралійської компанією «Grollo Australia». Офіційно хмарочос було відкрито 11 жовтня 2006 року, і в тому ж році, він отримав титул "Хмарочос року". При будівництві хмарочоса використовувався бетон із застосуванням рухомої опалубки.

Всього на будівництво було витрачено 110 тис. тон бетону та 5 тис. тон арматурної сталі. Останні десять поверхів хмарочосу мають заскління з покриттям з чистого золота в 24 карати. На 84 поверсі знаходиться обсерваторія.



Рис. 1.58. Mode Gakuen Cocoon Tower, м. Токіо. Висота 204 м

**Mode Gakuen Cocoon Tower** – хмарочос в Японія м. Токіо, район Нісі-Сіндзюку, див. рис. 1.58. Висота будівлі становить 204 м, 55 поверхів наземних і три поверха підземних. У 2008 році хмарочос отримав титул "Хмарочос року". Хмарочос в стилі Хай-тек спроектував японський архітектор Кэндзо Тангэ. В будівлі розташовано 3 освітніх заклади: Токуо Mode Gakuen (коледж моди); HAL Токуо коледж інформаційних технологій та дизайну) та Shuto Ikō (медичний коледж).



Рис. 1.59. Готель «Porta Fira», м. Барселона. Висота 113 м

**Готель «Porta Fira»** - хмарочос в Іспанії м. Барселона став переможцем премії в 2010 році, див. рис. 1.59. Дві готельні вежі висотою в 113 метрів, кожна стали наймасштабнішим проектом японського архітектора Тойо Іто. Незвичайна форма хмарочосів навяна улюбленими дерев'яними архітектурними структурами. Хмарочоси вже стали новими пам'ятками Барселони.



Рис. 1.60. Вежі - близнюки Absolute World Towers, м. Міссіссога. Висота 176 і 158 м

У 2011 році "Хмарочосом року" став проєкт **Absolute World Towers** - комплексу Absolute City Centre, дві житлові вежі-близнюки споруджені в канадському місті Міссіссога, див. рис. 1.60. Висота першої башти складає 176 м, 56 поверхів, другої -158 м, 50 поверхів. Ці будівлі мають витончений "скручений" дизайн. Особливістю веж є те, що в них немає двох однакових поверхів і балконів. Дизайнери створили не тільки унікальну будівлю, а й домоглися її органічного поєднання з існуючим міським пейзажем.

**Нью-Йорк-бай-Гері** (*New York by Gehry*, раніш Бікман-Тауэр, (*Beekman Tower*) в США м. Нью-Йорк, див. рис. 1.61.

Будівництво 76-поверхового хмарочоса, загальною висотою 265,2 м, було завершено 2011 році. Проект будівлі був розроблен Фрэнком Гері разом з архітектурним бюро WSP Group в стилі – деконструктивізм. Хмарочос став переможцем премії Emporis Skyscraper Award у 2011 році завдяки хвилястому фасаду будівлі, конструкція якого імітує ефект драпувальної тканини. Фасад виконаний більш ніж із 10500 сталевих панелей. Деякі з них плоскі, деякі випуклі. Багато вікон розташовані не в ряд, їхні розмір варіюється, і завдяки хвилястому фасаді, кожне вікно налаштовано відмінно одне від одного. Південна сторона будівлі абсолютно плоска, хоча виконана з таких же конструктивних панелей, але вона слугує укріпленням структурного складу будівлі.

Перші п'ять поверхів будівлі оздоблені цеглою, щоб краще вписатися в архітектуру навколишнього середовища.



Рис. 1.61. Нью-Йорк-бай-Гері,  
м. Нью-Йорк. Висота 265 м





Рис. 1.62. Вежа Аль-Хамра, м. Ель-Кувейт. Висота 414 м

**Вежа Аль-Хамра** (*Al Hamra Tower*) - хмарочос в Кувейт м. Ель-Кувейт, див. рис. 1.62. За різними джерелами поверховість будівлі становить 77–80 поверхів при загальній висоті 414 метрів. Будівництво завершено в 2012 р. Після завершення будівництва цей хмарочос став найвищим в Кувейті. Проект розроблен архітектурною компанією Skidmore, Owings and Merrill (SOM).

Вежа Аль-Хамра незвичайна своєю асиметричною формою, що нагадує розвиваючоїся одяг. Така форма будівлі містить не тільки естетичні, но і практичні цілі, створюючи певні теплоізоля-

ційні функції захищаючи хмарочос від перегріву. Хмарочос отримав пристижну премію за вражаючий футуристичний вигляд. Будівля облицьована плитами з юрського вапняку за системою Fischer. Закруглені кути башти викладені мозаїкою з того ж матеріалу. Після свого зведення, вежа Аль-Хамра стала знаковим об'єктом Кувейта.



Рис. 1.63. Wangjing SOHO, м. Пекін. Висота 200 м

**«Wangjing SOHO»** – багатофункціональний комплекс в Китаї м. Пекін. Комплекс складається з трьох будівель формою, що нагадує морську гальку, див. рис. 1.63. Висота хмарочоса становить 200 м, 44 – поверхи. Комплекс спроектувала архітектурна студія Захи Хадид (*Zaha Hadid Architects*). Футуристичний хмарочос отримав премію Emporis Skyscraper Award у 2014 році і став невідомою частиною центра Пекіна.



Рис. 1.64. Готель Шератлон, м. Хучжоу. Висота 200 м

**Готель Шератлон** (*Sheraton Huzhou Hot Spring Resort*) – хмарочос в Китаї м. Хучжоу, отримав назву «Підкова», див. рис. 1.64.

Тридцяти поверховий комплекс відпочинку та розваг збудований із алюмінію та бетону. Будівля має біонічну форму. Втім, це не примха архітекторів а дотепне інженерне рішення, що дозволяє полегшити конструкцію та краще протистояти землетрусам.



Рис. 1.65. Ворота Столиці, м. Абу-Дабі. Висота 160 м

**Ворота Столиці** (*Capital Gate*) в ОАЕ м. Абу-Дабі, суміжно з Національним виставковим центром, див. рис. 1.65. Унікальний хмарочос заввишки 160 метрів, з 35 поверхами - одна з найвищих будівель в місті, яка витончено нахилиється в 18 градусів, що в чотири рази більше, ніж відома Пізанська вежа. Книга Світових рекордів Гіннеса засвідчила падаюча вежа Абу-Дабі – “Найбільш нахилена штучна вежа в світі”. Щоб зробити

такий нахил можливим, центральне ядро будівлі нахилиється в протилежному напрямку до основної структури, і виправляється по мірі підйому вгору. Будівля побудована на бетонній основі 7 футів глибиною. Сталевий екзоскелет, відомий як діагрід, спирається на палі з 490 труб, які всверлені на 30 метрів в землю, щоб протидіяти гравітаційним факторам, вітру та сейсмічним впливам.

Інноваційна форма хмарочоса полягає не тільки в нахилі, але і у формі труби. Вежа розширюється, по мірі того, як підіймається вгору. Через такий дивний дизайн кожен готельний номер унікаль-

ний за розміри та формами з вікнами від підлоги до стелі, які дозволяють мешканцям милуватися видів міста Абу-Дабі.

### **1.5. Унікальні висотні будівлі світу**

Ідея - це початок розробки проекту, де велике значення має творчий елемент автора, що створює нововведення. Але віддача від проекту досягається не під час розробки тих чи інших рішень, нововведень по впровадженню ідеї, а після його практичного втілення. Тому проект об'єкта, насамперед, це сукупність дій з його практичної реалізації. Проект об'єкта починається з ідеї і є логічним продовженням процесу створення нововведень по його реалізації. Нововведення, це особлива, нова характеристика об'єкта, що в одночасно базується на традиційному і формує його унікальність. Надати характеристику унікальності як поширеності типу об'єктів у державі та світі важко. На даний час в світовій практиці не існує загально призначеної методики оцінки унікальності висотних будівель. А існуючи окремі методи оцінки не завжди об'єктивно визначають унікальність.

*Метод доходу*, для якого вирішальним є визначеність грошового еквівалента об'єкта і співвіднесення його з світовими цінами. Але такий метод не є коректним для некомерційних об'єктів, так як дуже важливо місце розташування самого об'єкта.

*Метод аналогів*, що полягає у співставленні об'єкта з існуючими світовими аналогами. Дійсно за ідеал можливо прийняти умовний об'єкт, до якого приписуються найкращі досягнення всіх варіантів існуючих об'єктів. Але і цей метод, також не може бути ефективним, оскільки кожен об'єкт автентичен.

*Метод співставлення критеріїв* і системи показників де кожна група властивостей об'єкта об'єднана в певну множину показників, що можливо оцінити кількісно. Але критерії встановлюють під впливом як об'єктивних, так і суб'єктивних чинників.

На даний час, у своїй більшості, унікальність хмарачосів визначається фахівцями та суспільною думкою.

## Перелік 10 унікальних хмарочосів світу

№	Назва	Місто	Країна	Висота (м)	Поверхів	Рік
1	Бурдж аль-Араб	Дубаї	ОАЕ	321	60	1999
2	Інфініті Тауер	Дубаї	ОАЕ	307,3	73	2013
3	Гранд Лісбоа	Макао	Китай	261	47	2008
4	Вежа F & F	Панама	Панама-Сіті	242,8	52	2011
5	Вежа CapitaGreen	Сінгапур	Сінгапур	242	40	2014
6	Вежа CCTV	Пекін	Китай	231	51	2009
7	Вогняні Вежі	Баку	Азербайджан	190	34-39	2012
8	De Rotterdam	Роттердам	Нідерланди	149	-	2013
9	Вежа – «Слон»	Бангкок	Таїланд	102	32	1997
10	Будівля-ієрогліф	Шанхай	Китай	-	-	-



Рис. 1.66. Бурдж аль-Араб, м. Дубаї. Висота 321 м

**Бурдж аль-Араб** — "Арабська башта" (*Burj Al Arab*) в ОАЕ, м. Дубаї. Висота 60-поверхового розкішного готелю становить 321 метра, див. рис. 1.66. Будівництво розпочалося в 1994 році, завершилось в 1999. Хмарочос спроектовано в стилі хай-тек у вигляді вітрила арабського човна "доу". Вежа знаходиться посеред моря на штучно створеному острові, за 280 метрів від берега, та з'єднана з берігом за допомогою моста. На даху знаходиться вертолітний майданчик. Хмарочос Бурдж аль-Араб позиціонує як семи зірковий

готель, символом розкоші та візитною картою Дубаї. Готель вражає уяву своїм внутрішнім інтер'єрним убранством, в якому гармонійно втілено арабське зодчество та сучасний дизайн. Близько 8 тис. кв. м інтер'єрів покрито сусальною позолотою двадцяти двох

каратним золотом. Крім позамежно розкішних номерів, він славиться своїми двома ресторанами: «Аль-Мунтаха» на висоті 200 метрів і «Аль-Махара» з гігантським підводним акваріумом. За свою розкіш будівля признана унікальною.

**Інфініті Тауер** (*Infinity Tower*) ОАЕ, м. Дубаї. Хмарочос загальною висотою 307,3 метра, 73 наземних та 7 підземних поверхів розташований в престижному районі Дубая, який називають «Дубай Марина» (*Dubai Marina*), див. рис. 1.67. Будівництво було розпочато у 2006 і завершено в 2013 році. Будівля має незвичайну спіральну форму яка динамічно спрямовується в нескінченність. Цей унікальний, у своєму роді, проект був створений відомим архітектурним бюро Skidmore, Owings & Merrill. Багато хто вважає цю компанію лідером архітектурного проектування не тільки в США, але й у світі. На її рахунку більше восьмисот престижних нагород. Деякі фахівці називають Інфініті Тауер «Танцююча споруда», адже кожен поверх зміщений до попереднього

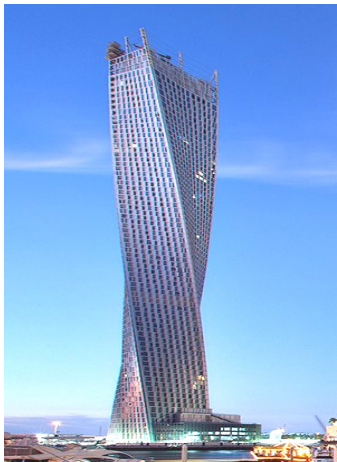


Рис. 1.67. Інфініті Тауер, м. Дубаї. Висота 307 м

під невеликим кутом, при цьому перший поверх по відношенню до восьмидесятого згідно такого незвичайного планування розташовується під кутом в дев'яносто градусів. Новий рекордсмен серед спіральних споруд набагато більше свого найближчого конкурента - Turning Torso, побудований в шведському м. Мальме висотою 190 метрів. Багато експертів порівнюють цей хмарочос з справжнім витвором мистецтва, перлиною дубайської архітектури і вважають проект унікальним.

**Гранд Лісбоа** готель-казино (*Grand Lisboa*) в Китаї, м. Макао, див. рис. 1.68. Будівля в 47-поверхів та 4-підземних поверхів паркінга, загальною висотою 261 метра найбільша висотна споруда в Макао. Будівництво готель-казино, як його називають по фен-шуй



Рис. 1.68. Гранд Лісбоа,  
м. Макао. Висота 261 м

«Гранд Лісбоа» (за китайськими ієрогліфами - 新葡京), було завершено в 2008 році. Будівля виконана в стилі постмодернізму, її сферичний подіум та вежа нагадує форму квітки лотоса. Таку унікальну форму будівлі порадив майстер фен-шуй, щоб уникнути витоку грошових коштів з казино, а втілили архітектори Сун Меном і Деннісом Лау. З гроши-ма в Макао пов'язана найбільша кількість забобонів. Хмарочос вважається самим живописним і унікальним готелем Азії.



Рис. 1.69. Вежа F & F,  
м. Панама-Сіті. Висота 242 м

**Вежа F & F** - відома як «Вежа революції», (*F & F Tower Panama City*) в Панамі, м. Панама - Сіті. Висота хмарочоса 196,5 метра, разом з шпилем 242,8 метрів, 52 поверхів, див. рис. 1.69. Будівництво хмарочоса було розпочато у 2008 і завершено в 2011 році. Неординарний комплекс зведено з скла і бетону. Найчастіше будівлю порівнюють зі "штопором". Вона одним з найбільш знакових будівель Панами. Хмарочос спроектував архітектор Пінсон Лозано (Pinzón Lozano & Asociados Arquitectos). Перші тринадцять поверхів займає паркінг. Решта 39 поверхів розташовані навколо центральної осі будівлі

відносно попереднього та наступного поверхів, створюючи спіраль. Спіраль башти у вигляді "штопора", по мірі піднесення в гору,

робить повний оберт на 360 градусів і надає вежі форму обертання. За функціональність та архітектурну досконалість відносно конструктивного рішення, будівля унікальна.

**Вежа Capita Green** в Південно-Східній Азії, місто-держава Сінгапур. Ультра-сучасна, 40-поверхова будівля, висотою 242 метра, див. рис. 1.70. Будівництво було розпочато 2012, завершено у 2014 році.

Проект хмарочоса розробив японський архітектор Тойо Іто (Toyo Ito & Associates) у стилі архітектурного модернізму. За задумкою архітектора будівля повинна бути схожа на рослину, яка тягнеться в гору до сонця. Хмарочос називають "Велике дерево в місті" (Big Tree in the City). Рослинністю вкрито 55 відсотків периметру фасаду будівлі, що надає знаковий зовнішній вигляд будівлі. На трьох рівнях розташовані справжні зелені паркові зони, а на терасі даху влаштовано "зелений ліс" (Sky Forest). Фасадна система будівлі - "жива стіна", див. рис. 1.71. Залізобетонний каркас будівлі зовні захищено подвійним склопакетом, між колонами



Рис. 1.70. Capita Green, м. Сінгапур. Висота 242 м

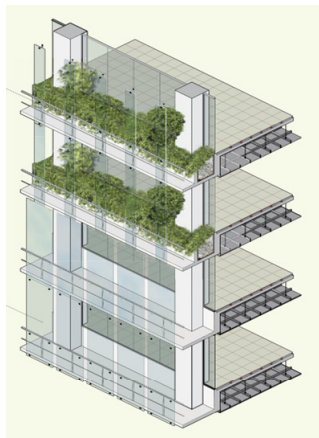


Рис. 1.71. Конструкція фасадної системи - "жива стіна"

встановлені конверти з подвійним склінням. Між зовнішнім склінням і скляними конвертами по консольному виступу передбачені зелені насадження, див. рис. 1.71. Склопакети

знижують ефект нагріву від сонячного випромінювання на 26%, а зелені насадження знижують температуру будівлі.



Рис. 1.72. Штаб-квартира CCTV, м. Пекін. Висота 231 м

**Штаб-квартира Центрального Телеканалу Китаю (CCTV)** в м. Пекін. Висота хмарочоса 231 м, 51 поверх, див. рис. 1.72. Будинок спроектували архітектори Рем Колхас та Оле Шерен з компанії ОМА. Зведення хмарочоса було розпочато у 2005, завершено в 2009 році. Будівля має оригінальний дизайн. Її форма являє собою кільцеву структуру з п'яти горизонтальних і вертикальних секцій, що утворюють неправильну решітку на фасаді будинку з порожнім центром. Через свою незвичну форму будівля отримала назву "штанці" і є унікальною.

**Вогняні Вежі (Flame Towers)** в Азербайджані, м. Баку, див. рис. 1.73. Це комплекс багатофункціональних хмарочосів, який складається з трьох веж, висотою 190 м. Перша вежа налічує 39 поверхів, друга 37, третя 34.



Рис. 1.73. Вогняні Вежі, м. Баку. Висота 190 м



Проект розробила архітектурна компанія «НОК International». Будівництво почалося в 2007 році і здійснювалось Азербайджанською компанією «DIA Holding». Остаточне будівництво було завершено в 2012 році. Площа забудови становить 227 тис. кв. м.

Комплекс вважається найвищою будовою на Кавказі. Своїм зовнішнім виглядом вежі нагадують язика полум'я. Фасади будівель повністю покриті LED екранами, які відображають рух вогню, що видно з найвіддаленіших точок міста. Полум'я веж візуально створює ефект гігантських факелів, що підкреслює основну ідею хмарочосів, що закладено в їхню назву - "Вогняні вежі".

**De Rotterdam** - хмарочос в Нідерландах, м. Роттердам, див. рис. 1.74. Висота будівлі становить 149 метрів. Його будівництво почалося ще у 1997 році а завершилось в 2013. Масштабний проект Рема Колхаса, пролежав на полиці більше десяти років. Задум архітектора полягав в побудові – зовні "дешевої" але водночас ідеальної у своїй безликоості офісної споруди. Комплекс трьох висотних башт з восьми скляних блоків на скляній базовій основі,

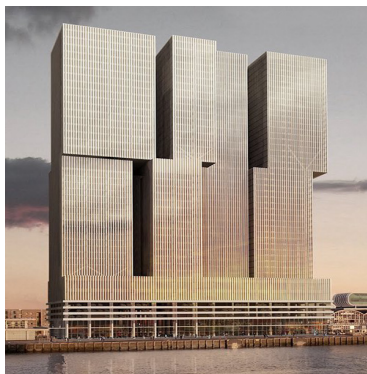


Рис. 1.74. De Rotterdam, м. Роттердам. Висота 149 м

побудований на березі річки Ньівс-Маас, отримав назву "вертикальне місто" Колхаса і став найбільшою багатофункціональною спорудою Голландії. Хмарочос займає територію загальною площею 160 тис. кв. м.

Експерти визнають, що будівля "вертикальне місто" це втілення "американської мрії" у виконанні Рема Колхаса.

**Вежа – «Слон» (Chang)** Таїланд, м. Бангкок, див. рис. 1.75. Будівництво 32-поверхової бангкокської вежі висотою 102 метра було завершено в 1997 році. Проект хмарочоса розробив архітектор Саметом Джамсаем. В проекті втілено велич тварини – слона.



Рис. 1.75. Вежа «Слон»,  
м. Бангкок. Висота 102 м

Слони займають важливе місце в культурі та побуті тайців, за легендою, в прадавні часи, вони захищала королівство Таїланда. Три бетонних корпуси, з'єднані між собою на останніх 8 поверхах, за формою нагадують велетенського слона. Дві вежі споруди займають офіси, апартamenti та розкішні пентхауси займають третю вежу та верхні поверхи. Будівля такої символічної форми слона визначена як унікальна.

**Будівля-ієрогліф (*REN Building*)** в Китаї, м. Шанхай, див. рис. 1.76. Будівля має форму китайського ієрогліфа, що нагадує букву Л і означає "для людей". Цей незвичайно цікавий проект розробили компанії «Vjarke Ingels Group» та «Julien De Smedt» з Копенгагена. Хмарочос є найяскравішим прикладом символізму в архітектурі.



Рис. 1.76. Будівля-ієрогліф  
м. Шанхай.

Перша будівля, піднімається з води - "рух людського тіла", а друга будівля, виходить із землі - "символізує освіту". Дві будівлі плавно зливаються воєдино - "поєднання". В своєму проекті, як архітектурну доміанту Шанхая, датчани відобразили "Народну будівлю" (*People's Building*) – культурного, спортивного та готельного призначення, заклавши в неї дух і китайські традиції. У форму будівлі асоціативно закладено китайські поняття "життя" і "місто". Просвіт під будівлею

нагадує китайський ієрогліф "вогонь", вид зверху символ "землі", хвиляста покрівля символізує "воду", круглі вікна "метал". Дана споруда є прекрасною ілюстрацією поєднання іконографії і сучасної архітектури.

### **1.6. Тенденції розвитку висотного домобудування**

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 Бахрейні; 1600-метровий хмарочос «башта висотою в милю» ( *Mile-High Tower*), місто Джидда в Саудівській Аравії та багато інших. Але при високій щільності забудові 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 надихнули 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*», запроєктоване 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 стає вужчою, 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 хмарочас для тисяч людей, див. рис. 1.77.

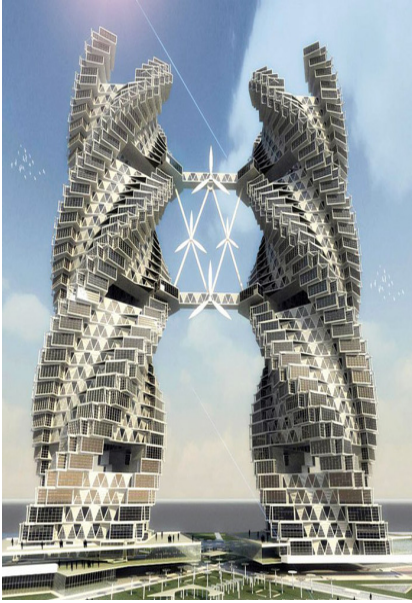


Рис. 1.77. Проекти майбутнього,  
«хмарочос - місто»

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 економічно використовувати занадто дорогу площу землі, при цьому збільшуючи житлову площу і зменшити площу інфраструктури. В таких містах можуть проживати сотні тисяч людей, які водночас забезпечені житлом, робочими місцями, зонами відпочинку та розваг. Людська фантазія безмежна, а сучасні технології неосяжні. При розумному підході до будівництва «хмарочос-місто» можливо жити комфортно, при цьому заощаджувати природні ресурси, використовуючи відновлювальні можливості природи.



Рис.1.78. Екологічний хмарочос, м. Шанхай. Висота 632 м



Рис.1.79. Зовнішнє покриття по зміщеному трикутним формам

**Хмарочос «Shanghai Tower»** в Китаї, м. Шанхай, див. рис. 1.78. Зведення вежі розпочато у 2008 р. Згідно з планами, будівництво вежі буде повністю завершено у 2020 р. Вона стане найвищим хмаро-чосом 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 циліндричних будівель, які будуть збудовані одна на одній і мають зовні друге подвійне «покриття» трикутної форми, яке як би, оберне внутрішню частину будівлі, надаючи їй форму обертання, див. рис. 1.79. Таке двошарове скляне покриття краще 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. 1.80.

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 вітроенергію,



Рис.1.80. Звуження форми вежі

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 паль пішло всього 63 години.

**Житловий район хмарочосів в місті Нью-Делі.** Бельгійський архітектор Вінсент Каллебот (*Vincent Callebaut*), представив проект екологічного житлового району «Hyperion», який планують побудувати в Індії, м. Нью-Делі вже у 2020 році, див. рис. 1.81.



Рис. 1.81. Проект висотно-екологічного житлового району «Hyperion», м. Нью-Делі

Автор проекту назвав його на честь найвищого дерева в світі – 115-метрового Гіперіона, що росте в США, штат Каліфорнія. За

проектом «Нурегіон» складатися 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.



Рис.1.82. Азербайджанська вежа.  
Висота 1050 м.

**Хмарочос нового міста.** В Азербайджані триває зведення міста Khazar Islands на березі Каспійського моря, що буде розташовано на штучному архіпелазі із 41 острова. Його архітектурною домінантою і символом стане хмарочос-місто Azerbaijan Tower, див. рис. 1.82. 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». Проектують побудувати в Японії, м. Токіо. Висота вежі зі шпилем 1050 метрів, кількість поверхів 196, див. рис. 1.83.

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 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 перемежаються з парками, ставками та відкритими площадками. Конструктивне рішення міста-хмарочоса, див. рис. 1.84.

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.

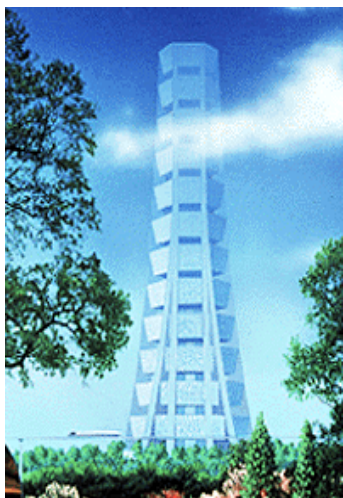


Рис. 1.83. Небесне місто 1000, м. Токіо. Висота 1050 м

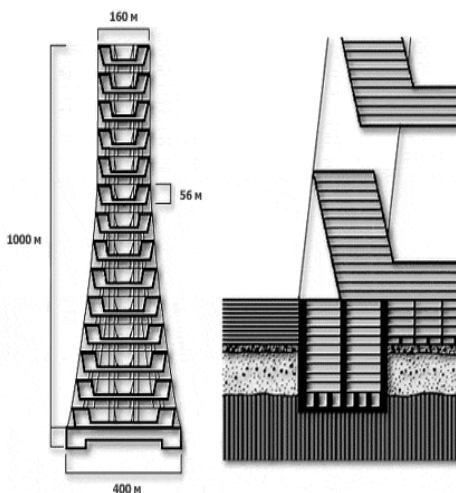


Рис. 1.84. Схема башти та її основ

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. 1.85.



Рис.1.85. 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. 1.85). 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 же 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.** «Піраміду Мега-Сіті» (*Shimizu Mega-City Pyramid*). Пірамідальне місто на 750 тисяч мешканців планують 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. 1.86. Різні значення висоти Mega-City Pyramid можуть бути викликані різними за часом варіантами проекту (складнішими по рішенням та простішими для реалізації).

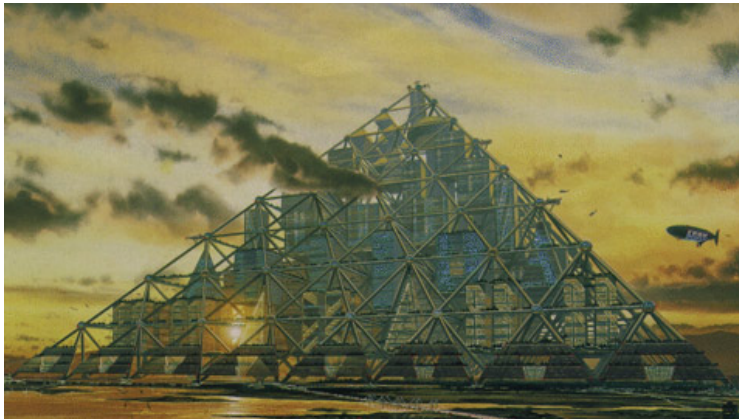


Рис. 1.86. Восьмишаровий варіант піраміди-міста

Піраміда-місто повинна підноситися над водою, спираючись 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. 1.87. Така система повинна амортизувати поштовхи при землетрусі, каркас розрахований на стійкість до цунамі і ураганів.



Рис. 1.87. Конструктивне рішення піраміди-міста

Величезні труби, що з'єднуються в кулястих вузлах, повинні стати вулицями міста. Усередині похилих труб 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 являтиме собою шість будівель, що сплітаються воедино на великій висоті, див. рис. 1.88.

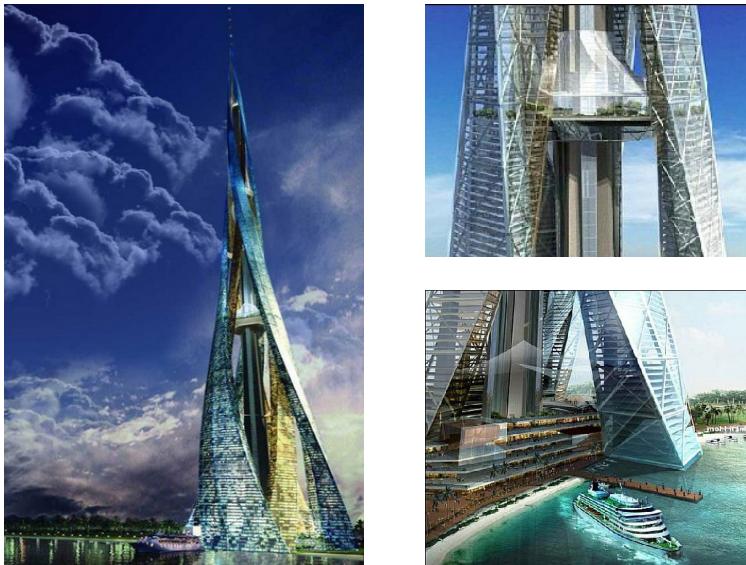


Рис. 1.88. Проект - Вежа міста Дубая, м. Дубаї. Висота 2,49 км

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 звані "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 світовим ім'ям Едріаном Смітом і Гордоном Джіллом.

Інвестори, забудовники та автори проекту хмарочоса-місто Dubai City Tower або "Місто в небі" планують ввести будівлю в експлуатацію у 2025 році.

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

Японська корпорація Taisei створила футуристичний проєкт чотирьох кілометрового хмарочоса, що матиме 800 поверхів загальною площею 69, 6 млн. кв. м, див. рис. 1.89.

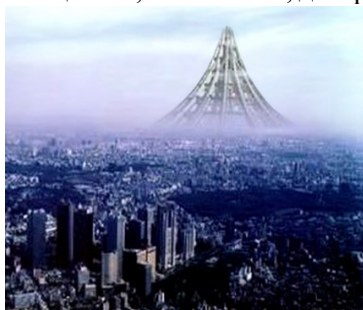


Рис. 1.89. Проєкт хмарочоса міста X-Seed 4000 поряд з Токіо

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 3 776 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. По задумці архітекторів, в ній суміщено ультрасучасне життя та взаємодію з природою.

Відповідно до проекту, більшу частину енергії будівля буде отримувати від сонячного світла. В середині будинку будуть регулюватись освітлення, температура і навіть атмосферний тиск. За проектом 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, 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 висока – 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.

### **1.7. Переможці конкурсу висотної архітектури майбутнього**

23 березня 2016 року відбувся світовий Конкурс eVolo Skyscraper, де було представлено 489 проектів. Журі було обрано 3 переможців. Щорічна премія заснована в 2006 році визнає далекоглядні ідеї для побудови висотних проектів, які за допомогою застосування нових технологій, матеріалів, програм, естетики і просторових організацій, кидають виклик вертикальній архітектурі і її зв'язку з природним і штучним середовищами.

*Перше місце* присуджено Yitan Sun і Jianshi Wu зі Сполучених Штатів для проекту New York Horizon. Конструкція передбачає безперервний горизонтальний хмарочос по всьому периметру затонулого Центрального парку. Проект дозволить створити 7 квадратних миль (80 разів більше, ніж Empire State Building) житла з безперешкодним видом і підключенням до парку.

Вулик, розроблений Hadeel Ayed Mohammad, Yifeng Zhao, і Chengda Zhu зі Сполучених Штатів отримав *друге місце*. Проект уявляє собі вертикальний термінал управління для передових літаючих безпілотних літальних апаратів, які будуть надавати особисті і комерційні послуги жителям Нью-Йорка.

Переможцями *третього місця* є Valeria Mercuri і Marco Merletti з Італії. Пропозиція проекту передбачає стійкий хмарочос в Ісландії, призначений для інтернет-серверів.

Серед 21 заохочувальних премій є хмарочоси, які очищають повітря, будівлі, які задумані, щоб створити дощ для самих посушливих регіонів на Землі, вертикальні міста, сенсорні вежі, які досліджують наші психологічні відносини з простором, і хмарочоси, які заважають містам тонути.

Членами журі є: Matias del Campo [директор SPAN], Thom Faulders [директор Faulders Studio], і Marcelo Spina [директор PATTERNS].

### **Перше місце. Нью-Йорк Горизонт.**

Yitan Sun, Jianshi Wu. Сполучені Штати.

Проект був задуманий для того, щоб протиставити проти міста густо побудовані будівлі й хмарочоси, а також, щоб забезпечити жителів Нью-Йорка природним середовищем, щоб вони могли насолоджуватися природою і використовувати його як втечу з їх зайнятого міського життя. Отже, щоб додати більш динамічний пейзаж (міні-гори, пагорби і т.д.), ґрунт має бути видаленим з парку. Це дозволило б створити новий міський стан, в якому недавно побудований пейзаж стає згуртованою частиною міста.

Ця паркова зона дозволить піший туризм, скелелазіння, плавання та інші заходи на свіжому повітрі. І, нарешті, буде відображати природний рельєф парку та створювати ілюзію нескінченного природного світу в самому серці бетонних джунглів Манхеттена, а також пропонувати жителям Нью-Йорка

перспективу пейзажу, яка не обмежується фізичними кордонами парку. Розміри стін - 1000 футів у висоту, 100 футів в ширину.



Мета концепції полягає в тому, щоб змінити традиційні відносини між ландшафтом і архітектурою. Замість того щоб будувати далекі, плоскі ландшафти, які оточують і доповнюють окремі архітектурні споруди, де природний ландшафт тепер центральне місце. В цьому випадку динамічний ландшафт, оточений архітектурою, представляє собою дзеркало, яке відображає природу.

### **Друге місце. Вулик: Дрон Хмарочос.**

Hadeel Ayed Mohammad, Yifeng Zhao, Chengda Zhu. Сполучені Штати.

Дрон технологія, яка була прийнята багатьма великими корпораціями, стала провідною тенденцією в області швидкої доставки, аерофотозйомки, комерційної реклами, державної інспекції та кіновиробництва. В останні роки спостерігається зростання в розвитку безпілотних технологій, кілька великих корпорацій, таких як Amazon, DHL і Walmart, почали розслідування з застосуванням безпілотних літальних апаратів у високошвидкісному службі доставки.

Оскільки все більше і більше людей живуть на інтернет основі способу життя, ці "маленькі літаючі роботи" легко можуть стати звичайною частиною майбутнього у повсякденному житті.

Даний вулик є інфраструктурним проектом, який може краще

задовольняти виникаючі потреби з використанням передових технологій Drone в повсякденному житті в Нью-Йорку.



Проект був запропонований в якості альтернативного аргументу активів для використання земельної ділянки на 432 Парк-авеню. Проект спрямований на створення центрального терміналу управління, на якому розміщені зарядні станції для особистих чи комерційних безпілотних літальних апаратів (БЛА) в центрі Манхеттена.

Модулі на фасаді розроблені так, щоб відповідати дев'яти різним типам безпілотних літальних апаратів. Прозорість вежі постійно змінюється.

### **Третє місце. Хмарочос даних: центр даних в Ісландії.**

Valeria Mercuri, Marco Merletti. Італія.

Центр обробки даних є фізичним розташуванням хостингу різних серверів, що використовуються багатьма типами компаній для зберігання і обробки всієї інформації, яку ми генеруємо щодня.

Сьогодні центри обробки даних споживають багато енергії і мають великий вуглецевий слід: сервери поглинають багато електроенергії, і повинні бути постійно охолодженими, щоб уникнути проблем перегріву.

Наш проект є баченням того, як це може виглядати ефективно і раціонально. Центр обробки даних часто є великою промисловою будівлею. Основне питання нашого проекту є дослідження нового морфологічного рішення, яке може представляти складність і важливість будівлі, в якому ми тримаємо наші дані.





Вежа задумана як гігантська 3D материнська плата циліндричної форми. На зовнішньому фасаді закріплені апаратні компоненти, внутрішня частина - порожня. Ця порожнеча є технічним простором з подвійною функцією: по-перше, вона є основним повітропроводом системи охолодження, а по-друге, це простір, де стручки можуть бути переміщені на першому поверсі, під час технічного обслуговування і фази оновлення. Так само як і в корпусі комп'ютера, величезний вентилятор охолодження на верхній частині вежі активізує природний димохідний ефект, завдяки якому кожен стручок подає природне свіже повітря ззовні і відпускає тепле повітря зсередині. Частина цього повітря виштовхується з верхньої частини вежі, інша частина повторно використовується для нагріву лабораторії і теплиці, розташованих в підвалі. У зимовий період тепле повітря випущене сервером, може бути також використане для обігріву будинків на околиці міста.

Сучасний центр обробки даних являє собою конкретну будівлю в безперервній еволюції. В залежності від необхідності, щільність і положення стручків може вільно змінюватися зі збільшення висоти вежі.

**Похвальний відгук. Просторово-адаптивна лікарня хмарочос.** Chen Linag, Jia Tongyu, Sun Bo, Wang Qun, Zhang Kai, Choi Minhye. Китай.



Даний проект може вирішити проблеми медицини. Лікувальний корпус намагається вирішити проблеми зі здоров'ям населення. Будівля може відображати умови життя міських населених пунктів безпосередньо.

Весь будинок представляє собою медичний кубічний модуль всередині великого зібраного тіла. Невеликий медичний кубічний модуль може переміщатися. Це система, яка приводить в дію виконавчий механізм для переміщення, відповідно за сигналом команди, що посилається за допомогою системи управління та елемента живлення.

### **Похвальний відгук. Біоморфний хмарочос: атмосфера місця.**

Jayong Shim, Dailong Ma, Tai Feng. Сполучені Штати.

Нью-Йорк це місто великих будівель з високою щільністю, яка встановлює тенденцію до життя і формує цілі людей. Багато людей все ще намагаються прийти до міста з утопічною мрією.

В будівлі, простір являє собою необмеженість фундаментальними розмірами. Місце - це простір, де люди можуть відчувати існування і конкретні емоції. Конструкція морфозу органічної істоти інтегрує різноманітний досвід, який розвиває межу між просторовими відносинами. Простір використовує пейзаж міста в якості фону, і фасад як експериментальний символ, допомагає людям дослідити цінності спільноти.

Просторова атмосфера також створює можливість випробувати деякий спеціальний внутрішній феномен і момент, через який люди можуть отримати натхнення і здивування.



Його можна розглядати як шанс, щоб спровокувати пристрасть людей до естетики міського життя і перетворити ці пристрасті в багатолікий образ мислення.

Дизайн фасаду органічної істоти робить багато різних дифузій світла, які можуть виробляти різні внутрішні атмосфери. Контраст невеликих приміщень і великомасштабних атриумів дає людям різні просторові натхнення.

Весь проект не тільки синтезуватиме основну функцію, пов'язану з морфологією конструкції будівлі, але також розглядатиме питання про великомасштабність міського середовища в якості експериментального поля для вивчення різноманітності людей.

**Похвальний відгук. Хмарочос - радіомаяк і повітряний фільтр для забруднених міст.** Changsoo Park, Sizhe Chen. Сполучені Штати.

Дана висотна будівля розроблена для вирішення екологічних проблем в найбільш забруднених районах в світі.

Цей хмарочос виконує дві функції. По-перше, як маяк, який визнає надзвичайно високу проблему забруднення навколишнього середовища.



По-друге, він призначений для фільтрації забрудненого повітря і уловлювання зважених часток повітря. Гігантський вакуум, розміщений в нижній частині будівлі, всмоктує забруднене повітря, щоб очистити серією повітряних фільтрів, розташованих на більш високих рівнях. Потім частинки накопичуються і використовуються в якості будівельного матеріалу для подальшого побудування хмарочосу. Кожна нитка на фасаді будівлі являє собою рік - подібну концепцію кілець в стовбурі дерева.

**Похвальний відгук. Хмара Крафт: Хмарочос викликання дощу.** Michael Militello, Amar Shah. Сполучені Штати.

Засухи є особливостями клімату Каліфорнії, і поточний чотирирічний період, починаючи з осені 2011 року був самим посушливим в історії, так як ведення записів почалося в 1895. Каліфорнія є фактично п'ятим за величиною в світі постачальником продуктів харчування і велика частина сільського господарства залежить від зрошення.

Каліфорнія, так само, як інша частина планети, гостро потребує негайного дощу і снігопаду; стратегії збереження і зберігання води довгострокові на майбутнє; і відповідальні архітектурні проекти, які включають інноваційні технології, повинні допомогти зберегти навколишнє середовище Землі, поки не стало надто пізно.



Дивлячись на небо можна знайти рішення. Хмара висіву була навколо протягом багатьох десятиліть і використовувалася по всьому світу в різних стратегій. Китай використовував засів хмар в Пекіні незадовго до Олімпійських ігор 2008 року для того, щоб очистити повітря від забруднення.

Хмари містять переохолоджену пару рідкої води. Злива відбувається після того, як волога збирається навколо природних частинок в повітрі. Процес засіву хмар по суті передбачає додаткові «ядра», навколо яких молекули водяної пари конденсуються в хмарі.

Архітектурна концепція уявляє собою майбутню землю, де засів хмар стане стандартним процесом для зміни і керування погодою.

Вежі матимуть форму дерева. Великі кінцівки тягнуться до неба; хмари ферми ростуть як гриби від цих кінцівок. Верхні рівні вежі виступають в якості самодостатньої спільноти.

### **Похвальний відгук. Хмарочос - повернення до природи.**

Nathakit Sae-Tan, Prapatsorn Sukkaset. Тайланд.

Це уявне майбутнє, де ресурси природи були використані і утилізовані вичерпно жадібністю людини до точки незворотних ушкоджень. Ми будемо ці супер-структури, які будуть поширюватися по всьому місту, як ніби зерна насіння, які будуть безконтрольно рости, приймаючи назад те, що було колись у них.

Хмарочос Бабель може вмістити продовольчу безпеку і життєвий простір для природи і людини. Для досягнення цієї мети, архітектура розроблена з концепцією виникнення звивистої параметричної гори, яка плавно тече з геометричного хмарочоса.

Люди, які будуть відвідувати і жити там випробують природне місце існування; повертаючи інтимний зв'язок «природа-людина»,



про який людство забуло. Цей витвір майбутнього запропонований для того, щоб повернути колишні відносини з природою.

Протягом перших фаз, архітектура містить тільки гірничо-образну базу і вертикальні стовпці.

Ми запланували багато можливих місць для цього хмарочоса, щоб ефективно поширювати зелений колір у всьому Бангкоку, Таїланді.

Цей набір хмарочосів стане символом жорстокості, яку ми зробили з природою, і що ми повинні заплатити; в тому числі, як людина повинна адаптуватися, щоб вижити.

### **Похвальний відгук. Хмарочос – стійка огорожа.**

Soomin Kim, Seo-Hyun Oh. Південна Корея.

Сучасні міста зіткнулися з різкими змінами в зв'язку з розвитком промислової революції і розростанням міст, яке викликане зростанням населення.

Хмарочоси були народжені від необхідності розігнати щільну складність горизонтальних міст, з тим щоб зробити більш ефективне використання дефіцитних земель.

Крім того, у багатьох містах пристрасно змагалися в будівництві хмарочосів, так як вони часто сприймаються як результат їх економічного успіху.



Стан сучасних технологій і високий ступінь концентрації капіталу перетворився з Нью-Йорка в місто хмарочосів. Empire State, завершений в 1930 році ставши найвищим в світі рукотворним спорудженням, відбився у свідомості людей як символ процвітання і прикладом великого стрибка до успіху.

Ми запропонували стійку модель хмарочоса. Якщо хмарочоси в 20-м столітті слідували логіці розвитку і зростання, нова модель повинна дотримуватись закону відновлення і співіснування. В даний час більшість районів Нью-Йорку знаходяться вже у використанні, і це зайняло б дуже багато енергії і ресурсів, щоб спробувати почати повністю спочатку. Модель буде використовувати звичайні будівлі в якості ресурсів, і вона з найде нове застосування для них і дасть їм цілі на майбутнє, використовуючи тільки найменші зусилля на будівництві актів. Знову народжені будівлі використовуватимуть і самостійно вироблятимуть екологічно чисті енергії в стійкому циклі, так що вони можуть співіснувати з навколишнім середовищем, а не проти нього.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Ажермачев Г. А.* Ветер и многоэтажные здания. Будівельні споруди: матеріали, конструкції, технології. Вып. 2003–2 (39). Т. 2. ДДАГА, Донецк, 2003. – С. 53–54.
2. *Ажермачев Г. А.* Особенности проектирования многоэтажных зданий. Строительство и техногенная безопасность. Сб. научных трудов. КАПКС, Вып. 11. Симферополь, 2005.
3. *Ажермачев Г. А., Морозова Е. В., Бершадский С. А.* Применение легких металлических конструкций в каркасах сейсмостойких зданий средней этажности. Новейшие технологии диагностики ремонта и восстановления объектов строительства и транспорта. Днепропетровск. 2002.- С. 95-99.
4. *Анализ конструкций и оснований.* – Запорожье: ООО «Настрой», 2008. – 218 с.
5. *Акимов В. А.* Надежность технических систем и техногенный риск / В. А. Акимов, В. Л. Лапин, В. М. Попов, В. А. Пучков, В. И. Томаков, М. И. Фалеев. – М.: ЗАО ФИД «Деловой экспресс», 2002. – 368 с.
6. *Бегун В. В.* Безпека життєдіяльності (забезпечення соціальної, техногенної та природної безпеки): навч. посіб. / В. В. Бегун, І. М. Науменко. – К.: УАННП «Фенікс», 2004. – 328 с.
7. *Безопасность* эксплуатируемых зданий и сооружений: монография; под ред. В. И. Теличенко и К. И. Ерёмкина. – М.: ВЕЛД, 2011. – 428 с.
8. *Болодьян И. А., Хасанов И. Р., Гомозов А. В.* Концептуальный подход к обеспечению безопасности высотных многофункциональных комплексов. «Пожарная безопасность многофункциональных и высотных зданий и сооружений»: Материалы XIX науч. – практ. конф. – Ч.1. – М.: ВНИИПО, 2005. -- С. 98-101.
9. *Воробйов Ю. Л., Копилов Н. П.* Проблема забезпечення безпечності в будівлях з масовим перебуванням людей. / Стор. 149-160 у збірнику Актуальні проблеми цивільного захисту. Матеріали 11 Міжнародної науково-практичної конференції з проблем захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій. 18-20 квітня 2006 // МНС Росії. - Н. Новгород: Вектор -ГіС, 2006. - 386 с.
10. *Граник Ю. Г.* Проектирование и строительство высотных зданий. <http://www.uralstroyinfo.ru/>.



11. *Еремина Т. Ю., Егоров И. А.* Проблемы эвакуации людей из высотных зданий при пожарах. Академия ГПС МЧС России. Интернет-журнал от 18 февраля 2014. (egushka@rambler.ru).
12. *Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре.* Учебник. Под редакцией И. Л. Мосалкова. -М.: Академия ГПС МЧС РФ, 2003.
13. *Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности"* (<http://ipb.mos.ru/ttb>) Выпуск № 3 (55), 2014.
14. *Кривцов Ю. В., Пронін Д. Г.* / Вогонь на висоті. // Висотні будівлі, №1, 2009. - С.106-111.
15. *Кирюханцев Е. Е., Иванов В. Н.* Огнестойкость высотных жилых зданий.
16. *Контроль теплотехнических характеристик фасадных конструкций.* Журнал «Высотные здания». Выпуск №2, 2009.
17. *Маклакова Т. Г.* Высотные здания. /Градостроительные и архитектурно-конструктивные проблемы проектирования. Монография. Издание второе, дополненное. – М.: Издательство АСВ, 2008. – 160 с.
18. *Одесский П. Д.* Стали в уникальных и высотных зданиях: развитие проблемы за 50 лет / Промышленное и гражданское строительство, №3, 2007. – С. 10-13.
19. *Остроумов Б. В.* Совершенствование конструктивных форм высотных сооружений на основе экспериментально–теоретических исследований их взаимодействия с ветровым потоком // Труды института к 100–летию со дня рождения акад. Н. П. Мельникова. – М.: ЦНИИпроектстальконструкция, 2008. – С. 61–85.
20. *Общие положения к техническим требованиям по проектированию жилых зданий высотой более 75 м / Николаев С. В., Граник Ю. Г., Баршак И. С. и др.* Введ. в действие приказом по Москомархитектуре от 17.05.2002 г. №101, зарег. Госстроем России (письмо от 19.04.02 г. №9-29/318). – 69 с.
21. *Павлов А. Б., Тарнаруцкий В. А., Остроумов Б. В.* / Некоторые аспекты проектирования и возведения высотных зданий (По итогам международного симпозиума) // Промышленное и гражданское строительство, №11, 2004, — С.41-43.
22. *Пуме Д.* Особенности проектирования многоэтажных зданий на аварийные нагрузки / Строительная механика и расчет сооружений, -№1, 1977.

23. *Першаков В. М.* Найкращі хмарочоси світу / Першаков В. М., Семироз Н. Г., Лисницька Е. Н. – К.: Будівництво України №3, 2014. – С. 36–40.
24. *Практическая энциклопедия фэн-шуй* / Пер. с англ. А. Блейз. - М.:ОЛМА-ПРЕСС, 2004. -255 с.
25. *Репін Ю. Г.* Архітектура жилища. – К.: КП «НИИСЭП» – КПЦ «Тираж» . 2003. – 282 с.
26. *Современное высотное строительство.* Монография. М.: ГУП «ИТЦ Москомархитектуры», 2007. – 464 с.
27. *Тамразян А. Г.* Ресурс живучести – основной критерий проектных решений высотных зданий. Жилищное строительство, №1, 2010. – С. 15–18.
28. *Тамразян А. Г.* Оценка риска и надежности несущих конструкций и ключевых элементов – необходимое условие безопасности зданий и сооружений. Вестник ЦНИИСК №1, 2009. – С. 160–171.
29. *Тетерин К.* / Металлоконструкции в высотном строительстве // Высотные здания, - №6, 2008. – С. 92-95.
30. *Термоактивные* строительные конструкции зданий. Журнал «Высотные здания». Вып. -№2, 2010.
31. *Холщевников В. В.* Проблема беспрепятственной эвакуации людей из высотных зданий и пути ее решения. – Городской строительный комплекс и безопасность жизнеобеспечения граждан (Сб. докладов, часть 1). – М.: МГСУ, 2005. - С. 46-53.
32. *Холщевников В. В., Самошин Д. А.* / Анализ процесса эвакуации людей из высотных зданий // Жилищное строительство, - №8, 2008. – С.1-4.

#### Нормативні документи

33. *ДБН В.2.2–15–2005.* Будівлі та споруди. Житлові будівлі. Основні положення / Державний комітет України по будівництву та архітектурі. Київ. 2005.
34. *ДБН В.1.2–2:2006.* Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. [Чинний від 01.01.2007]. / Мінбуд України. – К.: 2006. – 78 с.

35. ДБН В.1.1–12:2006. Будівництво у сейсмічних районах України — [Чинний від 02.01.07]. – К.: Міністерство будівництва України, 2006. – 84 с. (Національний стандарт України).
36. ДБН В.1.2–5:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково–технічний супровід будівельних об'єктів.
37. ДБН В.1.2–12–2008 «Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки».
38. ДБН В.1.2–7–2008. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 53 с.
39. ДБН В.1.2–14–2009. «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ» – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 45 с.
40. ДБН В.2.2 –24:2009. Проектування висотних житлових і громадських будинків. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 112 с.
41. ДБН В.2.6–163:2010. «Сталеві конструкції». Норми проектування, виготовлення і монтажу. [Чинний від 2011–12–01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 201 с.
42. Eurocode – 1. Actions on structures – Part 1–7: General actions – Accidental actions. EN 1991–1–7:2006.
43. Eurocode – 2. Design of Concrete Structures. – Part 1–3: General Rules and Rules for Buildings, Commission of the European Communities, ENV.1992 – 1–1. Dec. 1991 – 253 p.
44. ENV 1991–1:1994. Basic of Design and Actions on Structures. CEN European Committee for Standardization. – Brussel, 1994. – 85 p.
45. МГСН 4–19–2005 «Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и комплексов в городе Москве». – М.: Москомархитектуры, 2005. – 63 с.
46. МГСН 4.04-94. Многофункциональные здания и комплексы.
47. ТСН 31-332-2006. Санкт-Петербург «Жилые и общественные высотные здания».
48. Bielyatynskyi A. O. Metal Structures. Metal and welding in Construction: manual / A. O. Bielyatynskyi, V. N. Pershakov, O. I. Pylypenko, O. I. Lapenko., V. Y. Ivannikova, N. V. Kuzhel, – К. : National Aviation University «NAU–druk», 2013. – 212 p.

49. *Tall buildings and sustainability* / Will Pank, Herbert Girardet, Greg Cox // Corporation of London, UK, February 2002.- 66p.
50. *Federal Building and Fire Safety Investigation of the World Trade Center Disaster: Final Report of the National Construction Safety Team on the Collapses of the World Trade Center Towers* / NIST NCSTAR 1, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD 2005.
51. *Fire in the United States 1995 – 2004*. Fourteenth Edition. FEMA, USA, August 2007. – 65p.
52. *Security and Safety in Los Angeles High-Rise Buildings After 9/11* /Rae W. Archibald, Jamison Jo Medby, Brian Rosen, Jonathan Schachter // RAND, USA, 2002. – 73 p.
53. *U.S. Fire Administration*. Highrise Fires / Topical fire research series, Volume 2, Issue 18. January 2002.
54. *Department of Defense, (DOD)*, – Design of Buildings to Resist Progressive Collapse, Unified Facilities Criteria (UFC) 4–023–03, 25 January, 2005.
55. *Ellingwood, Bruce*. Load and Resistance Factor Criteria for Progressive Collapse Design, Multihazard Mitigation Council of the National Institute of Building Standards, Washington, DC. 2003, P.1-31.
56. *K. Fujii, Y. Nakano, Y. Sanada* “Simplified nonlinear analysis procedure for single-story asymmetric buildings”// Journal of Japan Association for Earthquake Engineering, Vol. 4, No. 2, 2004.
57. *Hyun-Su Kim, Jinkoo Kim, Da-Woon An*. Development of integrated system for progressive collapse analysis of building structures considering dynamic effects. Journal "Advances in Engineering software", 40 (2009) 18.
58. *Izzudin B. A., Vlassis A. G., Elghazouli A. Y., Nethercot D. A.* Progressive collapse of multi-storey buildings due to sudden column loss, Part I, Engineering structures 20 (2008) 1308–1318; part II, Engineering structures 30 (2008) 1424–1438.
59. *Kaewkulchai G. and Williamson E. B.* Beam element formulation and solution procedure for dynamic progressive collapse analysis, Journal "Computer and Structures" 82 (2004), 639–651.
60. *Kaewkulchai G. and Williamson E. B.* Dynamic behavior of planar frames during progressive collapse. 16 th ASCE Engineering Mechanics Conference, 2003.

61. *Kaewkulchai G.* Dynamic effect progressive collapse of frame structures. PhD dissertation, The University of Texas at Austin, 2003.
62. *Kirk A. Marchand, Farid Alfawakhive.* Blast and Progressive Collapse. – AISC, 2005.
63. Meng–Hao Tsai, Bing–Hui Lin. Investigation of progressive collapse resistance and inelastic response for an earthquake–resistant RC building subjected to column failure. *Engineering structures*, №30 (2008), P.36193628.
64. *Powell, Graham.* Progressive Collapse: Case Studies Using Nonlinear Analysis. SEAOC Annual Convention, Monterey, August 2004.
65. *Ruth P., Marchand K. A., Williamson E. B.* Static equivalency in progressive collapse alternate path analysis: reducing conservatism while retaining structural integrity. *J Perform Constr Fac* 2006; 20(4):309–64.181. SAP 2000 v.12 manuals.
66. *Starossek U. and Maren W.* Progressive collapse: design strategies. IABSE symposium, Lisbon 2005.
67. *Sullivan T. J., Calvi G. M., Priestley M. J.* “Initial stiffness versus secant stiffness in displacement based design”// Proceedings of 13 World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, B.C., Canada, 2004: paper №2888.
68. *Roytman V. M., Pasman H. J. and Lukashovich I. E.* The Concept of Evaluation of Building Resistance against combined hazardous Effects “Impact–Explosion–Fire” after Aircraft Crash. – Fire and Explosion Hazards. Proceedings of the Fourth International Seminar, 2003, London– derry, NI, UK, p. 283–293.
69. *Alexander S.* 2004. New approach to disproportionate collapse. Viewpoint in the Structural Engineer, 7 December 2004.
70. *Ellingwood B.R., Smilowitz R.* «Best practices for reducing the potential progressive collapse for in buildings», NIST, USA. 2006.
71. *Bilow D.* «GSA. Progressive Collapse Design Guidelines Applied to Concrete Moment–Resisting Frame Buildings», Triservice Infrastructure Systems Conference & Exposition, St. Louis, MO – August 2005.
72. *U.S. Fire Administration.* Highrise Fires // Topical fire research series, Volume 2, Issue 18. January +2002.
73. *U.S. Fire Administration.* Residential Structure and Building Fires. October 2008.-77 p.

74. *Tall building structures: analysis and design* / Bryan Stafford Smith, Alex Coull // John Wiley & Sons. Inc., USA, 1991. - 537 p.
75. *BS EN 403:2004*. Respiratory protective devices for self-rescue. Filtering devices with hood for escape from.
76. *BS EN 402:2003*. Respiratory protective devices. Lung governed demand self-contained open-circuit compressed air breathing apparatus with full-face mask or mouthpiece assembly for escape. Requirements, testing, marking.
77. *World Trade Center Building Performance Study: Data Collection, Preliminary Observations, and Recommendations*. Federal Emergency Management Agency (FEMA), 403 /May 2002, New York.
78. *UFC 4-023-03*. Unified Facilities Criteria (UFC). Design of Buildings to Resist Progressive Collapse. Department of Defense USA, 2005.
79. '[http://images.km.ru/issue/pa/pa\\_2006\\_dmitriev3b.jpg](http://images.km.ru/issue/pa/pa_2006_dmitriev3b.jpg)', 400,280.
80. <http://tsn.ua/varta/pozhezhniki-ne-vryatuyut-meshkantsiv-hmarochosiv-ta-glulih-sil.html>.
81. <http://tsn.ua/varta/pozhezhniki-ne-vryatuyut-meshkantsiv-hmarochosiv-ta-glulih-sil.html>.
82. [http://ohrana-bgd.narod.ru/edaproiz\\_85.html](http://ohrana-bgd.narod.ru/edaproiz_85.html).
83. <http://www.know-house.ru/>.
84. [http://www.buroviki.ru/st\\_ognestojkost\\_stroitelnyh\\_materialov.html](http://www.buroviki.ru/st_ognestojkost_stroitelnyh_materialov.html)
85. <http://www.sitmag.ru/article/buildsklad/>.
86. <http://www.ogniotrwale.polfirms.com.ua/>.
87. <http://bibliograph.com.ua/ogneupory/65.htm>.
88. <http://www.know-house.ru/>.
89. [http://www.buroviki.ru/st\\_ognestojkost\\_stroitelnyh\\_materialov.html](http://www.buroviki.ru/st_ognestojkost_stroitelnyh_materialov.html)
90. <http://www.sitmag.ru/article/buildsklad/>.
91. <http://www.ogniotrwale.polfirms.com.ua/>.
92. <http://bibliograph.com.ua/ogneupory/65.htm>.
93. <http://www.evolu.us/category/2016/>.

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

### Першаков Валерій Миколайович



Народився 8 травня 1943 р. у м. Мідногорську (Росія). У 1966 р. закінчив інженерно-будівельний факультет Казахського політехнічного інституту за спеціальністю „Промислове і цивільне будівництво”. З 1982 р. доцент кафедри будинків та споруд аеропортів (з 1986р. по 1992р. - декан факультету аеропортів) Київського інституту інженерів цивільної авіації (з 2000 р. – Національний авіаційний університет), з 2002 р. - доцент, з 2007 р. – професор кафедри комп’ютерних технологій будівництва, а з 2010 р. - професор кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів Навчально-наукового інституту Аеропортів НАУ.

У 1973 р. захистив кандидатську дисертацію «Особливості роботи позacentрова стиснутих коротких елементів із керамзитобетону з малими величинами ексцентриситетів» за спеціальністю 05.23.01 "Будівельні конструкції, будівлі та

*Професор кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів Навчально-наукового інституту Аеропортів Національного авіаційного університету, зам. голови спеціалізованої вченої ради К26.062.12 НАУ, академік Академії будівництва України, академік Інженерної Академії України. доктор технічних наук, професор.*

*Нагороджений медалями “В пам’ять 1500-річчя Києва” (1983), “Ветеран праці” (1989), почесним знаком “Винахідник СРСР” (1985), почесною грамотою МОН України (2001), почесним знаком “Відмінник освіти України” (2003), нагрудними знаками «За сумлінну працю» (2008), “Ветеран НАУ” (2011), грамотою Солом’янської районної в місті Києві державної адміністрації (2013), лауреат премії Академії будівництва України ім. академіка М. С. Буднікова (2014), переможець конкурсу на здобуття «Великої срібної медалі» Академії будівництва України (2014), переможець конкурсу на кращий навчальний посібник НАУ (2015).*

#### Основні опубліковані праці:

1. Bielyatynskiy A. Metal Structures in Construction / Bielyatynskiy A., Pershakov V., Ivannikova V. Монографія. Germany. Scholars Press. 2015. - P. 210.

2. Першаков В. М. Проблеми протидії конструкції прогресуючому обваленню будівель та споруд / Першаков В. М., Барабаш М. С., Белятинський А. О., Лисницька К. М. Монографія. --К.: НАУ, 2015. - 456 с.

3. Першаков В. М. Дослідження транспортних потоків в аспекті заторових станів дорожнього руху / Першаков В. М., Белятинський А. О., Степанчук О. В.,

споруди". В 2012 р. захистив докторську дисертацію на тему: «Створення ефективних типів залізобетонних рам з несучими елементами змінного перерізу» за спеціальністю 05.23.01 "Будівельні конструкції, будівлі та споруди". Науковий консультант д.т.н., професор Барашиков А. Я., Лауреат Державної премії України.

Наукові дослідження пов'язані з вивченням теоретичних та експериментальних питань будівельних залізобетонних, металевих конструкцій промислових, цивільних, сільськогосподарських будівель та споруд, а також автомобільних доріг та аеродромів.

Автор 260 наукових праць, в том числі один підручник, два навчальних посібника з грифом МОН, 15 навчальних посібників, 12 монографії, 6 каталогів і ТУ, 18 авторських свідоцтв та патентів, 14 методичних вказівок. Учасник 50 міжнародних та регіональних наукових конгресів та конференцій.

Крогов Р. В. Монографія. --К.: НАУ, 2015. - 176 с.

4. Першаков В. М. Вертодроми. / Першаков В. М., Белятинський А. О., Близнюк Т. В., Семироз Н. Г. Монографія. – К. : Видавництво НАУ, 2014. – 370 с.

5. Металеві конструкції. Метали і зварювання в будівництві (англ. мовою): Навчальний посібник. / Белятинський А. О., Першаков В. М., Лапенко О. І., Пилипенко О. І., Кужель Н. І., Гирич В. Ю.– К. : НАУ. – 2013. – 208 с. (Гриф МОН України. Лист № 1/11-9776 від 10.06.2013 р).

6. Англomовна освіта в Національному авіаційному університеті (1999-2009рр.) / Кулик М. С., Тунік А. А., Акмалдінова О. М., Першаков В. М., Олешко Т. А. Монографія. --К.: НАУ, 2010. - 64 с.

7. Pershakov V. M. Reinforced concrete and stone structures / Залізобетонні та кам'яні конструкції: Textbook / підручник. – К. : НАУ, 2009. – 328 р. (Гриф МОН України. Лист 1.4/18-Г-79 від 10.01.2009 р).

8. Першаков В. М. Каркасні будинки з тришарнірних залізобетонних рам. Монографія. – К. : НАУ, 2007. – 301 с.



**Белятинський  
Андрій Олександрович**



*Заступник директора Навчально-наукового інституту Аеропортів з наукової роботи, завідувач кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів Національного авіаційного університету, голова спеціалізованої вченої ради K26.062.12 НАУ, академік Транспортної Академії України, академік Інженерної Академії України, вчений секретар Міжнародної асоціації спеціалістів промислової гідравліки і пневматики, доктор технічних наук, професор.*

*Нагороджений відзнаками Інституту екології та дизайну НАУ (2005), «Почесний дорожник» (Укравтодор) (2008), медаллю «За сумлінну працю» (2010), переможець конкурсу на здобуття «Великої срібної медалі» Академії будівництва України (2014), переможець конкурсу на кращий навчальний посібник НАУ (2015).*

**Основні опубліковані праці:**

Народився 24 грудня 1970 р. у м. Києві (Україна). У 1993 р. з відзнакою закінчив Київський автомобільно-дорожній інститут за спеціальністю "автомобільні дороги та аеродроми". У 1991-1993 рр. навчався і проходив стажування в Німеччині (м. Нюрнберг). У 1993 р. працював дорожнім майстром Гайворонської районної дорожньо-ремонтно-будівельної дільниці.

З 1993 по 1996 рр. аспірант Українського транспортного університету. Одночасно у 1996-2004 рр, старший науковий співробітник кафедри мостів та тунелів Національного транспортного університету. У 1996 р. захистив кандидатську дисертацію на тему "Дослідження місцевого розмиву біля опор мостів при їх реконструкції методами стереофотограмметрії" за спеціальністю 05.22.11- "автомобільні шляхи та аеродроми". Доцент по кафедрі комп'ютерних технологій (2002).

З 1999 по 2003 рр, докторант

1. Металеві конструкції. Метали і зварювання в будівництві (англ. мовою): Навчальний посібник. / Белятинський А. О., Першаков В. М., Лапенко О. І., Пилипенко О. І., Кужель Н. І., Гирич В. Ю.– К. : НАУ. – 2013. – 208 с. (Гриф МОН України. Лист № 1/11-9776 від 10.06.2013р).

2. Зависимость состояния заглубленных конструкций объектов аэропортов от граничного равновесия грунтового полупространства. (англ. мовою) / Белятинський А. О., Прусов Д. Е / Mokslas – Lietuvos Ateitis. Science – Future of Lithuania. Civil and Transport Engineering, Aviation Technologies. Vilnius (Lietuva): Technika, 2011, Vol. 3, № 2. – P. 118–125.

3. Особенности функционирования автоматизированных систем управления дорожным движением в городах Украины / Белятинський А. О., Степанчук А. В., Пилипенко А. И. / Mokslas – Lietuvos

Національного транспортного університету. У 2003 році обраний членом-кореспондентом Транспортної Академії України. Наукові дослідження пов'язані з вивченням засобами математичного моделювання та геоінформаційних систем процесів стоку під час стихійних лих в важкодоступних гірських районах з використанням аерокосмічної інформації та стерео фотозйомки. У 2005 р. захистив докторську дисертацію на тему "Гідрологічні розвідування мостових переходів з застосуванням методів дистанційного зондування Землі" за спеціальністю 05.22.11 "автомобільні шляхи та аеродроми".

З 2006 р. заступник директора Інституту міського господарства з наукової роботи, директор Інституту міського господарства, заступник директора Інституту аеропортів з наукової роботи Національного авіаційного університету. Завідувач кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів.

Автор понад 300 наукових праць: 180 статей, 8 навчальних посібників, 5 монографій, 8 патентів. Учасник 45 міжнародних та регіональних наукових конгресів та конференцій.

Ateitis. Science – Future of Lithuania. Civil and Transport Engineering, Aviation Technologies. Vilnius (Lietuva): Technika, 2013, Vol. 3, № 5. – P. 118–125.

4. Experimental research into shallow flows of rainwater on the airport runways / A. Belyatynsky, I. Klimentko, O. Prentkovskis, J. Krivenko / TRANSBALTICA 2011. Proceedings of the 7th International Scientific Conference. May 5-6, 2011. VGTU, Lithuania. Vilnius: Technika, 2011. – P. 181–185.

5. The experimental study of shallow flows of liquid on the airport runways and automobile roads / A. Belyatynsky, O. Prentkovskis, J. Krivenko / Transport. Vilnius (Lietuva): Technika, 2010, № 25 (4). – P. 394–402.

6. Bielyatynskiy A. Metal Structures in Construction / Bielyatynskiy A., Pershakov V., Ivannikova V. Монографія. Germany. Scholars Press. 2015. - P. 210.

7. Першаков В. М. Проблеми протидії конструкцій прогресуючому обваленню будівель та споруд / Першаков В. М., Барабаш М. С., Белятинський А. О., Лисницька К. М. Монографія. --К.: НАУ, 2015. - 456 с.

8. Першаков В. М. Дослідження транспортних потоків в аспекті заторових станів дорожнього руху / Першаков В. М., Белятинський А. О., Степанчук О. В., Кротов Р. В. Монографія. --К.: НАУ, 2015. -176 с.

9. Першаков В. М. Вертодроми. / Першаков В. М., Белятинський А. О., Близнюк Т. В., Семироз Н. Г. Монографія. --К. : Видавництво НАУ, 2014. – 370 с.



## Бакулін Євгеній Анатолійович

*Директор Науково-дослідного інституту комп'ютерних технологій архітектури і будівництва Національного авіаційного університету, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних технологій будівництва Навчально-наукового інституту Аеропортів Національного авіаційного університету. Член спеціалізованої вченої ради К26.062.12 Національного авіаційного університету.*

### Основні опубліковані праці:

Народився в 1959 р., м. Чернівці. У 1988 р. закінчив Київський інженерно-будівельного інституту за спеціальністю "Промислове та цивільне будівництво". З 1979–1988 рр. працював керівником технічного відділу Управління житлового господарства Київської міської Ради народних депутатів. З 1988–2002 рр. керівник виробничо-технічного відділу тресту „Академрембуд”. З 2002–2003 рр. головний інженер Науково-технічного центру Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України.

На кафедрі комп'ютерних технологій будівництва Національного авіаційного університету працює з 2003 року.

У 2010 р. захистив дисертацію "Визначення надійності будівель підвищеного рівня відповідальності з урахуванням факторів ризику" за спеціальністю 05.23.01 "Будівельні конструкції, будівлі та споруди".

Наукові дослідження пов'язані з вивченням проблем надійності будівель та споруд підвищеного

1. Патент 24095 Україна, МПК<sup>6</sup> Е 04 G 23/02. Конструкція цегляно-залізобетонної рами / Колчунов В. І., Бакулін Є. А., Коба В. А., Яковенко І. А.; заявл. 23.10.06 ; опубл. 25.06.07, Бюл. № 9.

2. Architecture of buildings and structures / Manual for students. Book Publishers, Research Firm Performance./ Kostyra N., Bakulina W. / – К.: «Slavutich-Dolphin», 2007. – 42 p.

3. Архитектурно – строительная энциклопедия / Под редакцией докт. техн. наук А. Б. Гольшева./ Гольшев А. Б. Бакулін Є. А. и др.– К.: Основа, 2008. – 648 с.

4. Оптимізація теплозахисту зовнішніх огорожувальних конструкцій будівлі// Будівництво України./ Бакулін Є. А., Костира Н. О., – К., 2011. – Вип. 4. – С. 11–15.

5. Сучасні теплоізолюючі фасадні системи / Проблеми розвитку міського середовища. Науково-технічний збірник. / Бакулін Є. А., Костира Н. О., Бакуліна В. М. – К.: НАУ, 2012. – Випуск №7. – С. 12– 16.

6. Дослідження коефіцієнту запасу пали при умові збільшення сейсмічності ділян-

рівня відповідальності. Автор 24-х наукових та навчально-методичних праць, 1 патент.

ки/ Проблеми розвитку міського середовища: наук.-техн. збірник/ Бакулін Е. А., Костира Н. О., – К.: НАУ, 2013. – Вип. 9. – С. 19-26.

7. The method of calculating the metal frame considering its spatial work/ Aviation in the XXI-st century. Safety in Aviation and Space Technologies: the VI world congress /, Kostyra N. /September 03-06, 2014: abstracts. – К., 2014. – Р. 6-9.

8. Визначення впливу нової забудови на фундаменти існуючих будівель/ Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2014. – Вип. 53. – С. 10-15.

### **Бакуліна Валентина Михайлівна**

*Асистент кафедри комп'ютерних технологій будівництва Навчально-наукового інституту Аеропортів Національного авіаційного університету.*



Народилась 1963 р. у м. Києві. У 1988 р. закінчила факультет промислового та цивільного будівництва Київського інженерно-будівельного інституту за спеціальністю "Промислове та цивільне будівництво".

У 1982–1986 рр. працювала інженером в Науково-дослідному інституті будівельних конструкцій. З

#### **Основні опубліковані праці:**

1. Підвищення безпеки висотного домобудування на основі впровадження ризикозахисних дій // Вісник НАУ. / Верюжский Ю. В., Бакулін Е. А., Бакуліна В. М. – К.: Вісник НАУ №1(31), 2007. – С. 163–170.

2. Забезпечення експлуатаційної безпеки будівель та споруд різного рівня відповідальності // Будівництво України. / Верюжский Ю. В., Бакулін Е. А., Бакуліна В. М. – К., 2007. – Вип. 2. – С. 13–16.

3. Стратегія науково-технічного формування національної системи технічного регулювання надійності й безпеки // Будівництво України./ Верюжский Ю. В.,

1986 по 1993 рр. працювала інженером в проектному інституті «Союзгіпролісхоз». У 1993-2003 рр. - заступником керівника фінансово-договірного відділу «Київспецтранс».

На кафедрі комп'ютерних технологій будівництва Національного авіаційного університету працює - з 2003 р.

Наукові дослідження пов'язані з вивченням проблем надійності будівель та споруд підвищеного рівня відповідальності. Автор 19-ти наукових та навчально-методичних праць.

Бакулин Е. А., Бакулина В. М. – К., 2007. – Вип. 1. – С. 45–47.

4. Architecture of buildings and structures/ Manual for students. Book Publishers, Research Firm Performance./ Kostyra N., Bakulin Y., Bakulina W./ – К.: «Slavutich-Dolphin», 2007. – 42 p.

5. Забезпечення експлуатаційної безпечності будівель та споруд різного рівня відповідальності // Будівництво України. / Верюжский Ю. В., Бакулин Е. А., Бакулина В. М. – К., 2007. – Вип. 2. – С. 13–16.

6. Сучасні теплоізолюючі фасадні системи /Проблеми розвитку міського середовища. Науково-технічний збірник. / Бакулін Е. А., Костиря Н. О., Бакуліна В. М. – К.: НАУ, 2012. – Випуск №7. – С. 12– 16.



## Болотов

### Григорій Іванович

*Доцент кафедри містобудування Навчально-наукового інституту Аеропортів Національного авіаційного університету, кандидат архітектури, старший науковий співробітник.*

*Нагороджений Бронзовою медаллю ВДНГ СРСР (1971), почесними знаками: "Переможець соціалістичного змагання 1973 року" (1974), "Ударник дев'ятої п'ятирічки" (1975), "Ударник десятої п'ятирічки" (1981), дипломом другого ступеня ВДНГ УРСР, медалями: "В пам'ять 1500-річчя Києва" (1982), "Ветеран праці" (1986), нагрудними знаками «За сумлінну працю» (2009), "Ветеран НАУ" (2014).*

### Основні опубліковані праці:

Народився в 1934 р. в м. Харкові. У 1960 р. закінчив Київський інженерно-будівельний інститут за спеціальністю "Архітектура". З 1960–1964 рр. працював архітектором та керівником групи в проектному інституті ДІПРОХАРЧОПРОМ. З 1964–1971 рр. працював на посаді молодшого наукового співробітника в науковому відділенні Київ-ЗДНІЕП, паралельно готуючи дисертацію. З 1971-2004 рр. займався науково-дослідницькою та проектною діяльністю в УкрДІПРО-ЦИВІЛЬСІЛЬБУДі, керуючи спочатку сектором, а потім і відділом громадських будівель та споруд.

В 1980 році захистив дисертацію на ступень кандидата архітектури за спеціальністю 18.00.02 "Архітектура будівель та споруд",

Має понад 130 наукових праць. За його проектами побудовано понад 30 громадських будівель.

З 2004 року викладає на кафедрі містобудування Навчально-наукового інституту Аеропортів Націо-

1. Болотов Г. І. Основи формування архітектурного середовища монографія: / Болотов Г. І.- К.: "Лазурит - Поліграф". 2012. – 568 с.

2. Болотов Г. І. Енергетичний комфорт власної оселі: монографія / Болотов Г. І. – К.: ТОВ Основа-Принт, 2009. – 140 с.

3. *Bolotov G. I., Timoshenko M. N. SOURCES OF DEVELOPMENT OF AVIATION BASE ARE IN UKRAINE. PERSONALITIES AND MEMORABLE PLACES. Congress Aviashin in XXI Centori Kyiv NAU-Друк, 2012. Volume P.– p. 21-32.*

4. Болотов Г. І. Архітектура сел України / З. В. Моисеєнко, В. Н. Косенко, Ю. А. Косенко, Г. І. Болотов. – К.: «Будівельник», 1987. – С. 174 -176.

5. Болотов Г. І. Градостроительный почерк зодчого несе психотипические особенности / Сб. «Проблеми розвитку міського середовища», вип.7, 2012. – С.41-48.

6. Болотов Г. І. Сакральные символы в архитектурной среде Киева /Сб.: Формоутворення культурно-побутового середовища палацово-паркових комплек-

нального авіаційного університету.

Учасник розробки нормативних документів та ДБН.

сів другої половини XVIII – початку XX століття. – Чернігів : Видавець Лозовий В.-М., 2012. –С. 321- 325.

7. Болотов Г.І. Інтегровані комунікаційні території Міжнародний науково-практичний конгрес «Міське середовище - XXI ст. Архітектура. Будівництво. Дизайн», 15-18 березня 2016р.: тези доповідей. –К.: НАУ, 2016.- С.6-7.



**Попович**

**Іванна Олександрівна**

*Аспірант кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів, магістр з будівництва Навчально-наукового інституту Аеропортів Національного авіаційного університету.*

#### **Основні опубліковані праці:**

Народилася 20 березня 1992 року у м. Хуст Закарпатської області (Україна). У 2014 році закінчила Національний авіаційний університет за спеціальністю «Промислове та цивільне будівництво». З 2015 року – аспірант кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів Національного авіаційного університету.

Основний напрям наукової діяльності – удосконалення методів проектування вогнестійких конструкцій висотних будівель.

Автор 10 наукових праць, учасник міжнародних та регіональних конференцій.

1. Найвищі хмарочоси світу // Будівництво України. / Першаков В. М., Машков І. Л., Лисницька К. М., Попович І. О. – К.: Будівництво України №1, 2016. – С. 7-8.

2. Унікальні світові об'єкти будівництва // Будівництво України. / Першаков В. М., Машков І. Л., Лисницька К. М., Попович І. О. – К.: Будівництво України №2, 2016. – С. 7-9.

3. Особливості пожежної небезпеки висотних будівель // II Міжнародний науково-практичний конгрес / Міське середовище – XXI ст. / Архітектура. Будівництво. Дизайн. / Попович І. О., Першаков В. М. – К.: ЦП «Компринт», 2016. – С. 27-28.

*Наукове видання*

В. М. Першаков, А. О. Белятинський, Є. А. Бакулін,  
В. М. Бакуліна, Г. І. Болотов, І. О. Попович

# **ПРОБЛЕМИ ПРОТИДІЇ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ТА ВОГНЕСТІЙКІСТЬ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ**

Монографія

Частина 1

**ДОСВІД ПРОЕКТУВАННЯ,  
БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

В авторській редакції

Під загальною редакцією  
д.т.н., професора В. М. Першакова

Дизайн обкладинки – Г.І. Болотов, М.В. Бутик