

матизировать процесс вычислений при обработке результатов измерений. Отсчеты при круге слева и круге справа теодолита или тахеометра без записи в протокол вводятся непосредственно в компьютер и обрабатываются в оперативном режиме.

Необходимо обратить внимание на то, что в операции поверки на АУПНТ входят юстировка круглых и цилиндрических уровней геодезических приборов, исправление главного условия нивелиров, коллимационной ошибки и места ноля теодолитов и тахеометров, то есть, на момент поверки углоnivelиров коллимационная ошибка и место ноля теодолитов и тахеометров будут близки к нолю. При наличии других существенных отклонений геометрических параметров, наличии сверхнормативных погрешностей прибор должен быть передан для ремонта в оптико-механическую мастерскую.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. МПУ 164/01-2003 *Нивелиры, теодолиты, тахеометры (угломерная часть). Методика поверки.*
2. МПУ 179/01-2011 *Нивелиры лазерные. Методика поверки.*

#### АНОТАЦІЯ

У статті коротко описана конструкція та технічні можливості автоколімаційної установки для повірки нивелірів та теодолітів АУПНТ після проведеної модернізації, а також наведені її метрологічні характеристики.

Ключові слова: автоколімаційна установка, повірка нивелірів та теодолітів

#### ANNOTATION

The article briefly describes the design and technical capabilities Autocollimation plant for verification levels and theodolites AUPNT held after modernization, and also shows its metrological characteristics.

Keywords: autocollimation installation, checking of levels and theodolites.

#### УДК 528.48

*Р.А. Дем'яненко, КНУБА*

### СУЧАСНИЙ СТАН ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВНИЦТВА ВИСОТНИХ СПОРУД

#### АНОТАЦІЯ

Проведено аналіз класифікації та функціонального призначення висотних споруд. Виконано огляд сучасних інженерно-геодезичних технологій забезпечення будівництва висотних споруд на прикладі хмарочоса Burj Khalifa в ОАЕ м. Дубай.

Ключові слова: хмарочос, будівництво, інженерна геодезія, геодезична служба.

Сучасні умови розвитку мегаполісів вимагають раціонального використання міських територій. При цьому одним з найбільш перспективних варіантів економії міських площ є будівництво висотних будівель із сучасною архітектурою, які в поєднанні з класичною архітектурою визначають зовнішній вигляд сучасного міста.

Ріст обсягів будівництва, що характеризується висотністю, складністю будівельних конструкцій та інженерного устаткування, створення цілого ряду спеціальних споруд, постійне підвищення вимог до точності з'єднання вузлів конструкцій, дія статичних та динамічних навантажень на висотні будівлі та інженерні споруди під час будівництва викликають збільшення обсягу та точності інженерно-геодезичних робіт. При цьому роль інженерно-геодезичного забезпечення будівництва висотних будівель та споруд набуває особливо значення та виходить на одну з ключових позицій в системі якості будівництва.

Будівельні та монтажні роботи на сучасних висотних спорудах ведуться одночасно, цілодобово та у будь-яку пору року. Як правило, вони проводяться на багатьох ділянках, що вимагає від геодезичної служби використання сучасних геодезичних технологій та приладів для оперативності у виконанні вимірювань та забезпеченні процесу будівництва. Задачі геодезичних вимірювань на сучасних висотних спорудах настільки різноманітні за точністю та методичними особливостями, що нерідко для встановлення кожного типу елементів потрібно розробляти свою програму і методику виконання робіт, використовувати різні при-

лади та програмне забезпечення для спільної оперативної обробки даних вимірювань різними типами приладів.

На сьогоднішній день найбільш поширений тип висотних будівель — це залізобетонні каркасно-монолітні з монолітним перекриттям (рис. 1).

У Росії відновлено зведення висотних житлових будинків, що вже змінило містобудівний рельєф деяких обласних центрів. У Москві до 2020 р. планують побудувати двісті висотних об'єктів, і вже почали зводити перші з намічених. Паралельно довелося оновлювати нормативну базу, якої не було для подібного класу споруд.

В Росії існує загальноприйнята класифікація. Будівлі висотою 50 м, 75 м і до 100 м відносяться відповідно до I, II і III категорій поверховості. Висотою вважають будівлю понад 100 м.

У відповідності з міжнародною класифікацією СТБУН Height Criteria (рис. 2) висотні споруди висотою до 300 м називаються висотними, а висотою вище 300 м — надвисокі споруди (рис. 2).

Окрім висотних будівель, приміщення яких призначені для діяльності людей, є інженерні висотні споруди (телевізійні вежі). Вони можуть бути як одиничного функціонального призначення (коли 85 % площі має односпрямоване призначення), так і змішаного функціонального призначення. Приклад будівель та споруд одиничного та змішаного функціонального призначення показано на рис. 3.

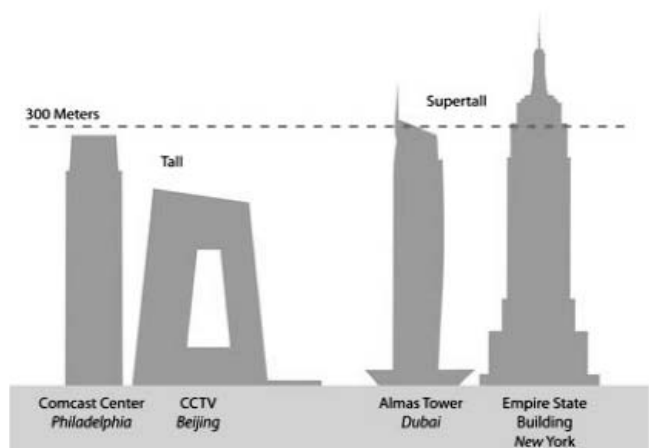
На квітень 2011 року в світі налічується майже 2400 хмарочосів (заввишки більше 150 м), з них 52 — надвисокі; ведеться будівництво більше 550, зокрема 79 — надвисоких. Будівництво ще 120 хмарочосів (з них 20 — надвисоких) поки припинено. Найбільше хмарочосів (заввишки більше 150 м) в Китаї — близько 770, в США — більше 660, в Японії — 157 і в Об'єднаних Арабських Еміратах — 12.

Будівництво та експлуатація таких споруд вимагає застосування сучасних технологій, при цьому провідне місце посідає інженерно-геодезичне забезпечення виконання будівельно-монтажних робіт.

Складність інженерно-геодезичного забезпечення викликана в першу чергу тим, що споруди такої висоти є динамічними. Тобто, зі збільшенням висоти на споруду діють різні сили (сила вітру, температурні деформації тощо). Вплив сили вітру та інших зовнішніх сил викликає коливання (відхилення) споруди від вертикалі. Ці відхилен-



*Рисунок 1. Сучасні каркасно-монолітні будівлі*



*Рисунок 2. Міжнародна класифікація висотних будівель. (СТБУН Height Criteria)*

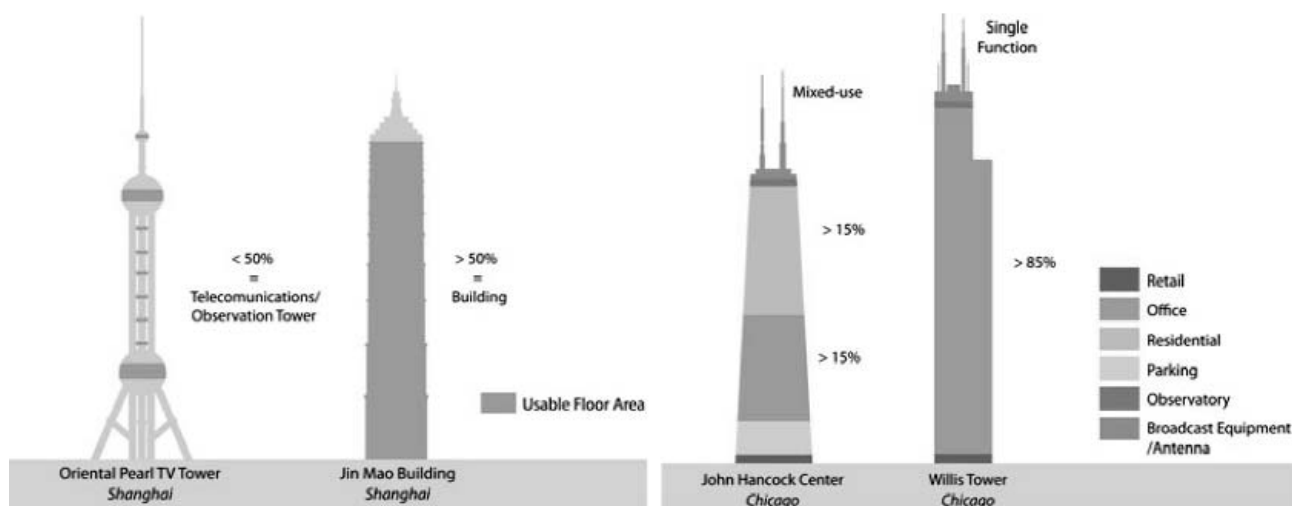


Рисунок 3. Одичний та змішаний типи споруд



Рисунок 4. Загальний вигляд будівлі Burj Khalifa .  
ОАЕ м. Дубай

ня є функціями часу, тому при будівництві висотних споруд дотримання вертикальності набуває великого значення. Відхилення від вертикальності може бути внаслідок періодичних коливань споруди або додатково, внаслідок похибок відхилення від проекту.

Задачею геодезичної служби під час забезпечення будівництва висотних споруд є забезпечення проектних геометричних розмірів та характеристик. Під дією зовнішніх сил споруда може коливатись у просторі, але при цьому не мати відхилень від "умовної вертикальної осі". Термін "умовна вертикальна вісь" вводиться тому, що поздовжня вертикальна вісь споруди відхиляється від вертикалі при дії зовнішніх сил, а за відсутності цих сил повертається у вертикальне положення.

Традиційні методи, які використовуються (метод оптичної вертикалі, метод нахилоного проектування), не здатні забезпечити проектну геометрію висотних споруд внаслідок їх висоти та динамічної поведінки. Дія зовнішніх факторів (вітер, температура тощо) викликали коливання та зміщення вертикальної осі споруди. Амплітуда коливання споруди під час будівництва (на висоті 569 м) складала 1,25 м.

Компанією Leica Geosystems під час будівництва найвищого на сьогоднішній день хмарочоса Burj Khalifa запропоновано технологію з використанням сучасних високоточних геодезичних приладів та устаткування.

Геодезична основа на будівельному майданчику була у вигляді постійно діючої базової GPS станції.

В свою чергу на монтажних горизонтах розташовувалось декілька комплектів GPS приймачів з



*Рисунок 5. Базова GPS станція*

співвісним розташуванням антен та призм-відбивачів 360° (рис. 6.).

Ці точки служили пунктами внутрішньої просторової геодезичної мережі для координатного визначення станцій встановлення електронних тахеометрів засобами зворотної засічки, для подальшого виконання детальних розмічувальних робіт.

Вимірювальний комплекс складається з GPS приймачів, електронних тахеометрів, високоточних двоосьових інклінометрів для визначення відхилень від вертикалі і спеціалізованого програмного забезпечення, для спільної обробки даних із супутникових приймачів і даних із інклінометрів. Програма збирає дані з отриманих приладів про стан вертикальної осі споруди в умовах динамічних навантажень та виконує розрахунок координат пунктів просторової геодезичної мережі в режимі реального часу.

Запропонована технологія з використанням вимірювального комплексу дозволяє з високою точністю виконувати інженерно-геодезичні роботи для забезпечення проектних геометричних параметрів висотних будівель та споруд в умовах динамічних навантажень.



*Рисунок 6. Поєднання супутникової антени з призми-відбивачами 360°*

#### ЛІТЕРАТУРА

1. А.И. Яценко, О.В. Евстафьев. *Геодезическое обеспечение возведения небоскреба BURJ DUBAI// Геопрофи. – 2009. №6. – С.8-13.*
2. <http://www.leica-geosystems.com/media>

#### АННОТАЦИЯ

Проведен анализ классификации и функционального назначения высотных сооружений. Выполнен обзор современных инженерно-геодезических технологий обеспечения строительства высотных сооружений на примере небоскреба Burj Khalifa в ОАЕ г. Дубай.

Ключевые слова: небоскреб, строительство, инженерная геодезия, геодезическая служба.

#### ANNOTATION

The analysis of classification and functional setting of height buildings is conducted. The review of modern engineer-geodesic technologies of providing of building of height buildings is executed on the example of sky-scraper Burj Khalifa in UAE Dubai.

Keywords: skyscraper, construction, engineering surveying, geodetic survey.