

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Полтавська Політехніка імені Юрія Кондратюка»
Навчально-науковий інститут архітектури та будівництва
Кафедра автомобільних доріг, геодезії, землеустрою та сільських будівель

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи бакалавра
на тему:

«Комплекс геодезичних робіт при проведенні випробувань
покриття будівлі агропромислового
комплексу в Кременчуцькому районі»

Розробила: Каленіченко Олександра Юріївна
студентка групи 401 – БЗ
спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»
№ з.к.: 17041

Керівник: Гасенко Антон Васильович
к.т.н., доцент кафедри автомобільних доріг,
геодезії, землеустрою та сільських будівель

Рецензент: _____

Полтава 2021

ЗМІСТ

Вступ	5
1. Основи геодезичного моніторингу поведінки будівельних конструкцій під навантаженням	8
1.1. Нормативна база геодезичного забезпечення будівельних робіт	8
1.2. Опис використаного обладнання	16
1.2.1. Лазерний нівелір HILTI PM 2-L	16
1.2.2. Технічний теодоліт 2Т30П	20
1.2.3. Високоточний нівелір Н-05 та інварні рейки	25
Висновки до першого розділу	30
2. Геодезичний моніторинг існуючого стану опор конструкцій покриття будівлі	32
2.1. Нівелювання відміток обрізу існуючих конструкцій за допомогою лазерного нівеліру HILTI PM 2-L	34
2.2. Нівелювання відміток обрізу існуючих конструкцій за допомогою оптичного високоточного нівеліру Н05	38
2.3. Тахеометрична зйомка існуючих конструкцій за допомогою оптичного технічного теодоліту 2Т30П	41
2.4. Математична обробка геодезичних вимірів висотних відміток	47
Висновки до другого розділу	53
3. Проектні рішення комплексу геодезичних робіт при проведенні випробувань ділянки покриття будівлі агропромислового комплексу	54
3.1. Архітектурно-конструктивні рішення конструкцій покриття	54
3.2. Застосування геодезичних приладів під час випробування ділянки покриття будівлі агропромислового комплексу	56
Висновки до третього розділу	59
Загальні висновки	60
Список використаних джерел	61

ВСТУП

Агропромисловий комплекс – складова частина економіки, що поєднує в собі виробництво сільськогосподарської продукції, її сільськогосподарську переробку, матеріально-технічну базу.

Мене зацікавила компанія PSC, яка виробляє і реалізує гібридів кукурудзи власної селекції. PSC (Private Selection of Corn) – це авторський продукт, який являє собою, високоякісне насіння кукурудзи приватної селекції. PSC динамічно розвивається. Її діяльність заснована на багаторічному досвіді роботи в виробництві гібридів кукурудзи, наші інтереси зачіпають всі регіони України та ближнього зарубіжжя. Завдяки гнучкому підходу до розвитку бізнесу, компанія відкрита для партнерства; створює взаємовигідні умови для довгострокового і плідного співробітництва. Компанія знаходиться на території Кременчуцького району.

Кременчуцький район утворено 19 липня 2020 року згідно із Постановою Верховної Ради України від 17 липня 2020 року в рамках Адміністративно-територіальної реформи в Україні. Кременчуцький район знаходиться в південній частині Полтавської області України.

З ним сусідять Кобеляцький, Козельщинський, Глобинський райони Полтавської області, Світловодський міська рада, Світловодський, Онуфріївський райони Кіровоградської області. Усередині району знаходяться Кременчуцький і Горішнєплавневській міські ради.

Площа району - 1200 км².

Через район протікають річки: Дніпро, Псел, Сухий Кагамлик, Сухий Омельник, Сухий Кобелячок, Рудька.

Середня чисельність у осіб на 30.05.2015 року Кременчуцького району 40,5 тис. осіб:

- Сільського населення – 38,5 тис. осіб.
- Працездатного населення – 22,0 тис. осіб.

- Протягом року народилося – 487 особа.
- Померло 894 .
- Щільність населення на км². – 34,9 осіб.
- Народжуваність (на 1000 жителів) – 11,7 осіб.
- Смертність (на 1000 жителів) – 21,5 особи.

Зайнятість населення:

- у народному господарстві району працює 4422 особи;
- промисловості – 392 особи;
- сільському господарству – 1278 осіб.

У галузі сільського господарства здійснюють діяльність 108 господарств різних форм господарювання, з них: 87 фермерських господарств. Структура сільськогосподарського виробництва рослинництво складає -65,2 %, а тваринництво – 34,8 %.

Таким чином, Кременчуцький район є здебільшого агропромисловим районом, що підтверджує необхідність розвитку матеріально-технічної бази сільського виробництва, зокрема компанії Private Selection of Corn. Саме цим пояснюється **актуальність проведених досліджень** щодо розвитку технології геодезичного моніторингу нового будівництва додаткових виробничих будівель на території підприємства PSC.

Мета роботи – провести геодезичний моніторинг існуючих опор конструкцій покриття та на основі отриманого досвіду розробити схеми встановлення геодезичних приладів під час проведення натурного випробування секції сталезалізобетонної арки покриття виробничої будівлі.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати ряд **завдань**, зокрема наступних:

- вивчити нормативну базу геодезичного моніторингу поведінки будівельних конструкцій під навантаженням;
- провести геодезичний моніторинг існуючого стану опор конструкцій покриття будівлі;

- розробити схеми встановлення геодезичних приладів під час проведення натурного випробування секції сталезалізобетонної арки покриття.

Об'єкт дослідження – геодезичні прилади для геодезичного моніторингу стану будівельних конструкцій.

Предмет дослідження – комплекс геодезичних робіт під час вимірювання прогинів секції сталезалізобетонної арки покриття.

Методи дослідження. Для розв'язання визначених завдань і досягнення мети використовувався комплекс взаємодоповнюючих методів теоретичних та експериментальних досліджень: методи системного аналізу, методи порівняльного аналізу, методи прямого структурного аналізу, моделювання.

Практична значущість дослідження полягає в можливості застосування результатів дослідження для проведення натурного випробування секції сталезалізобетонної арки покриття.

Робота складається із вступу, трьох розділів, загальних висновків та списку використаних джерел із 23 найменувань.

Зміст роботи частково доповідався на Міжнародній науково-практичній конференції «Комп'ютерні технології в будівництві та архітектурі», проведений дистанційно 25-26 травня 2021 року на базі Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка на кафедрі експлуатації, надійності, міцності та будівництва імені В.Я. Аніловича з доповіддю на тему «Геодезичний моніторинг влаштування самонапруженої трикутної залізобетонної арки покриття із сталевою затяжкою».

РОЗДІЛ 1

ОСНОВИ ГЕОДЕЗИЧНОГО МОНІТОРИНГУ ПОВЕДІНКИ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІД НАВАНТАЖЕННЯМ

1.1. Нормативна база геодезичного забезпечення будівельних робіт

Основними нормативними документами, що регламентують геодезичні роботи у будівництві, є ДБН В. 1.3-2:2010 "Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві" та ДСТУ-Н Б В. 1.3- 1:2009 "Виконання вимірювань" [9; 10; 16].

ДСТУ було затверджено за наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлового-комунального господарства України від 24.12.2009р №685 воно замінило ГОСТ 21778-81, ГОСТ 21779-82, ГОСТ 21780-83, ГОСТ 23615-79,ГОСТ23616-78, ГОСТ 26433.0-85, ГОСТ 26433.1-89,ГОСТ 26607-85.

Завдяки ДСТУ встановлюються загальні положення, правила вимірювання геометричних параметрів у будівництві та методичні принципи. ДСТУ поширює свої вимоги на проектуванні і будівництві будинків і споруд, при проектуванні і виготовленні будівельних конструкцій, деталей і виробів, у проведенні розмічувальних робіт для частини оцінки та забезпечені точності геометричних параметрів, тоді встановлюють функціоналі допуски геометричних параметрів у будівництві.

Розрахунки точності у будівництві представлені структурою стандарту (див. рис. 1.1), які містять приклади застосування цих стандартів, виконаний як один документ, що визначає всі характеристики точності, порядок і розрахунок та правила вимірювання у будівництві [6; 7].

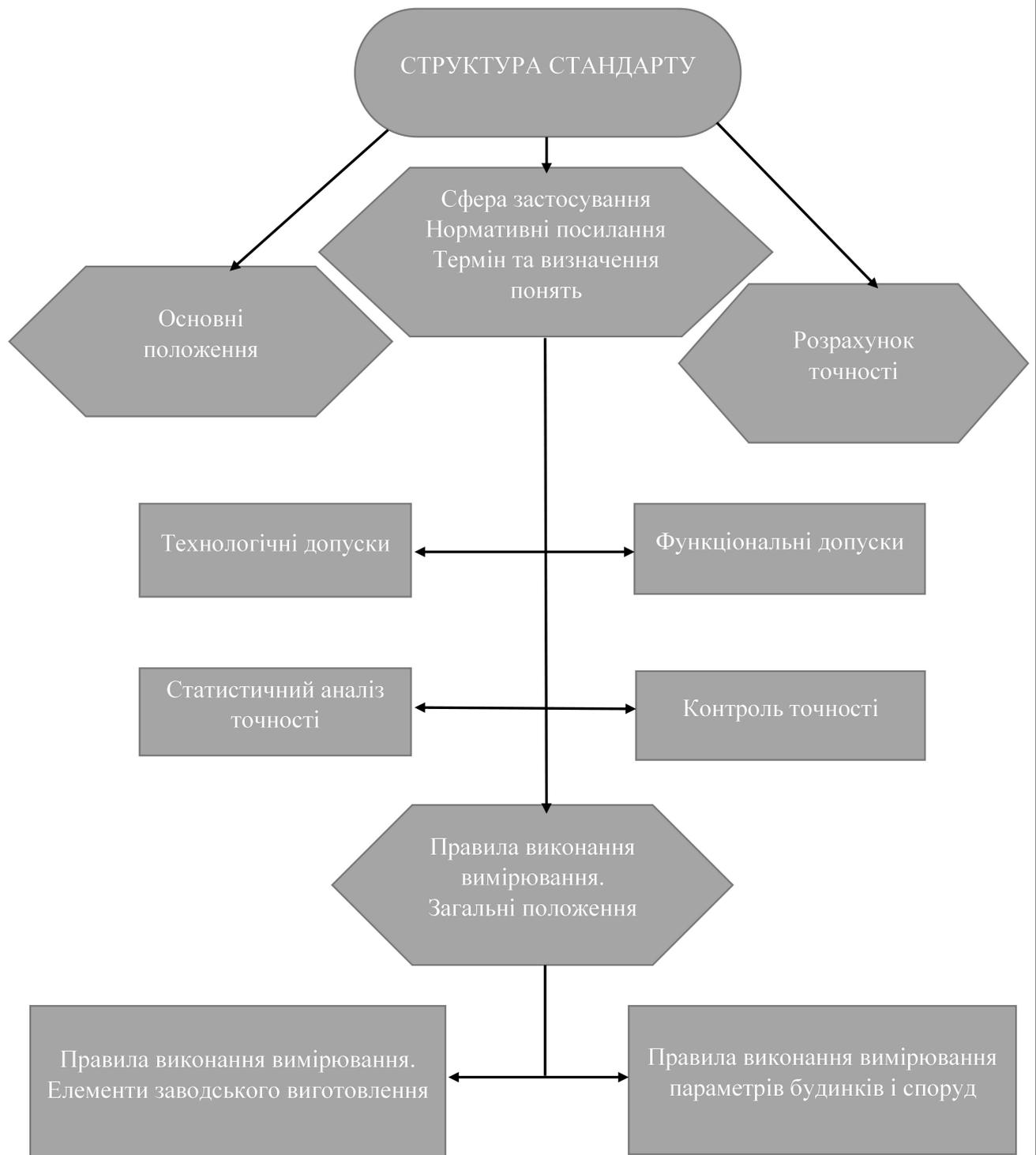


Рис 1.1. Структура стандарту ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009

"Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві.
Виконання вимірювань, розрахунок точності геометричних параметрів.
Настанова"

Розділ стандарту **"Основні положення"** дає роз'яснення точності геометричного параметра та його розрахункам, функціональні допуски, контроль точності, статистичний аналіз, визначає вимоги до правил виконання вимірювання елементів геометричного параметру конструкцій будівель і споруд. Детальніше про поняття та вимоги встановлені в розділі ДСТУ.

Розділ **"Розрахунок точності"** повинен виконувати розрахунки точності геометричних параметрів в процесах проектування конструкцій для забезпечення складності конструкцій із заданими експлуатаційними якостями з найменшими затратами.

Розрахункові граничні значення результатних параметрів визначаються у процесі розрахунку і потім порівнюють із допустимим граничним значенням цього параметру.

Також у розділі визначений порядок розрахунків точності при різних варіантах вихідних даних. Наведені рівняння точності залежно від типу завдань і методів.

Є формули :

- для розрахункових граничних значень результатних параметрів методом мінімум-максимум, які враховують найбільш несприятливі поєднання відхилень складового параметру на основі вихідного рівняння за складеною формулою;
- Визначення розрахункового номінального значення результатних параметрів та розрахункових характеристик точності за аналізом точності відповідних технологічних процесів і операцій.

Розділ **"Технологічні допуски"** на основі рядів чисел для обчислень значень технологічних допусків і меж інтервалу номінальних розмірів для установлених технологічних допусків.

Розділ містить визначення допусків та граничних відхилень розмічених точок і осей на плані , передачу осей і точок по вертикалі, граничні

відхилення від створу точок та відхилень розмічування висотних позначок і передачу висотних позначок.

Точність установ елементу збірних будинків і споруд характерний допуск суміщення і відхилення від суміщених орієнтирів і допусків симетричності і відхиленої від симетричної установи елемента.

У розділі **"Функціональні допуски"** регламентує точність форми, розміру і положення елементу будинка і споруд. Ці допуски призначені функціональною вимогою які пред'явлені до будівельних конструкцій, для забезпечення дотримання експлуатаційних показників споруд, будинків і їх елементів у допустимих межах.

"Статистичний аналіз точності" розділ розподілу закономірностей дійсних значень геометричних параметрів конструкцій споруд і будинків і їх елементів.

Перевірка процесу статистичної однорідності встановлює:

- Стабільність вибіркового середнього відхилення, характеризується значенням систематичної похибки процесу;
- Стабільним вибіркоким середнім квадратичним відхиленням або розмахом;
- Відповідність розподілу дійсних відхилень параметра в об'єднаній вибірці теоретичному.

Висновок робиться за результатами статистичного аналізу про можливе забезпечення точності параметра у відповідності з певним класом точності за цими стандартами.

Розділ **"Контроль точності"** невід'ємна частина контролю якості яка виконується за допомогою зіставлення дійсних значень параметру або характеристикою точності з встановленими.

Контроль повинен забезпечувати:

- Регулювання точності технологічних процесів для одержання інформації і її оцінки;

- Вимоги технологічної та проектної документації на об'єкти контролю, які визначені ймовірною точністю геометричних параметрів.

Може призначатися суцільний контроль якщо:

- Нестабільний характер виробництва;
- Підвищенні вимоги до забезпечення заданої точності;
- Невеликий обсяг виробництва.

Розділ містить контроль по стадіях виробництва, містить порядок перевірок при суцільних та вибіркових контролях та визначені умови, коли вважаються придатним за контрольованими параметрами.

У розділі **"Правила виконання вимірювання. Загальні положення"** є встановлені терміни, об'єкти вимірювання щодо геометричних параметрів, вимоги до точності встановленні в нормативній, проектній і технологічній документації.

Вимірювання оцінки точності виконують порівнянням фактичної похибки з граничною похибкою вимірювання.

Розділ **"Правила виконання вимірювання. Елементи заводського виготовлення"** прилади для вимірювання лінійних розмірів та їх відхилень (форм профілю, поверхні, кутових розмірів).

Розділ **"Правила виконання вимірювання параметрів будинків і споруд"** обрані прилади для вимірювання лінійних розмірів і їх відхилень для наведених схем вимірювання.

Встановлені точки вимірюваних відхилень від площинності поверхні конструкцій і відхилення від площинності монтажного горизонту, також будинків і споруд від заданого положення на плані і по висоті.

У розділі **"Загальні положення"** ДБН (див. рис. 1.2) визначення геодезичного забезпечення це комплекс організаційних, технічних, технологічних заходів, які спрямовані на забезпечення відповідності геометричних параметрів об'єктів будівництва.



Рис. 1.2. Структура норм ДБН В.1.3-2:2010
"Геодезичні роботи в будівництві"

На підприємствах будівельної галузі повинні бути геодезичні служби по відношенню до основних підрозділів.

Склад геодезичних робіт:

- Створення геодезичної розмічувальної мережі будівництва і побудова зовнішньої геодезичної розмічувальної мережі;
- Створення внутрішніх геодезичних розмічувальної мережі будівель;
- Геодезичний контроль точності геометричних параметрів будівель;
- Розмічування лінійних споруд або їх частин.

У розділі норм **"Геодезична розмічувальна мережа для будівництва"**

Правила виконання геодезичної розмічувальної мережі та вигляд, де створюється зовнішня і внутрішня геодезична розмічувальна мережа.

Планова геодезична розмічувальна мережа створюється як вигляд червоної або інших ліній регулювання забудови, будівельної сітки та інших видів геодезичних меж.

Є вимоги щодо точності геодезичних вимірювань при побудові геодезичних мереж будівельного майдану:

- планові (осьові) знаки лінійних споруд, що визначають вісь, початок, кінець траси, колодязі ;
- знаки геодезичної розмічувальної мережі будівельного майданчика;
- нівелірні репери на межах та в середині території забудови;
- каталоги координат, висот та абриси всіх пунктів геодезичної розмічувальної мережі.

У розділі **"Розмічувальні роботи в процесі будівництва"** відбувається винесення в натуру з заданою точністю осей та позначок, які визначають відповідні до проектної документації положення в плані та по висоті конструкцій будівель.

Методи передачі точок планової внутрішньої геодезичної розмічувальної мережі будівель з вихідного на монтажний горизонт , методи контролю точності передачі координат планової внутрішньої розмічувальної мережі.

Розділ "Геодезичний контроль точності геометричних параметрів будівель (споруд) та виконавче геодезичне знімання"

Результати виконавчої геодезичної зйомки складають виконавчу схеми, для підземних інженерних виконавчі креслення. За потребою складають каталог координат та висот пунктів мереж. Похибка вимірювання у процесі геодезичного контролю точності геометричних параметрів будівель не повинна перевищувати 0,2 величини допустимого відхилення, встановлене будівельними нормативами.

Новий розділ "Геодезичний моніторинг будівель (споруд)" йому підлягають основи, фундаменти, конструкцій будівель, інженерні мережі, об'єкти інфраструктури, що оточують.

Характеристики при геодезичному моніторингу деформації:

- вертикальні деформації ґрунту;
- абсолютне осідання, середнє осідання;
- деформації колон і інших бетонних конструкцій;
- розкриття тріщин, динаміки їх розвитку.

Правила розміщення пунктів секціональної інженерно-геодезичної мережі для моніторингу деформації будівель з урахуванням зручності доступу, матеріалів та вимоги до місця розташування деформаційних марок у період будівництва та експлуатації.

Обробка включає перевірку польових журналів, обчислення величин деформацій, складання відомостей по кожному циклу вимірювання і їх графічне оформлення.

1.2. Опис використаного обладнання

1.2.1 Лазерний нівелір HILTI PM 2-L представляє собою інструмент нівелювання за допомогою світлових променів (рис. 1.3) з функцією автоматичного нівелювання в усіх напрямках у діапазоні приблизно 4°. Основною перевагою даного нівеліра є те, що за допомогою нього одній особі можливо швидко та точно виконати нівелювання чи вирівнювання об'єктів. Інструмент створює два промені – горизонтальний і вертикальний, а також точку перетину променів. Нівелір простий в обслуговуванні і використанні, має міцний пластмасовий корпус і зручний у транспортуванні через малі габарити та вагу. Може використовуватися з приймачем лазерних променів PMA 31.

Основним недоліком є робоча дальність променів, яка залежить від освітленості місця використання інструмента. Нівелір призначений для використання переважно всередині приміщень. Інструмент не можливо застосовувати у якості ротаційного лазера. У разі його використання під відкритим небом необхідно звернути увагу на те, щоб загальні умови виконуваних робіт були таким ж, як і при його експлуатації в приміщенні [8].

У разі перевищення границь автоматичного нівелювання лазерні промені інструмента починають мигати. У нормальному режимі інструмент автоматично вимикається через 1 годину. Щоб увімкнути безперервний режим потрібно натиснути і утримувати кнопку «Увімкн./Вимкн.» протягом чотирьох секунд. Технічні характеристики нівеліра HILTI PM 2-L наведені у таблиці 1.1.



Рис. 1.3 Загальний вигляд нівеліра HILTI PM 2-L

Технічні дані нівеліра HILTI PM 2-L

Найменування показника	Технічні характеристики
Робоча дальність променів і точки перетину	10 м (33 фути) (без приймача лазерних променів) 30 м (98 футів) (із приймачем лазерних променів)
Точність	±3 мм на 10 м (±0,12 дюйма на 33 фути)
Час автоматичного нівелювання	3 с (станд.)
Клас лазера	Клас 2, видимий, 620 – 690 нм, ±10нм (EN 60825-1:2007 / IEC 60825 – 1:2007); клас II (CFR 21§ 1040 (FDA))
Щільність променя	< 2,2 мм (Відстань 5м)
Діапазон автоматичного нівелювання	± 4° (станд.)
Автоматичне вимкнення	1 год (активується через)
Індикація робочого стану	Світлодіод і лазерні промені
Енергозабезпечення	4 (Елементи живлення AA, Лужно-марганцеві елементи живлення)
Строк служби	14 год (станд.) (Лужно-марганцевий елемент живлення 2 500 мАг, температура + 24 °C (+75 °F))
Робоча температура	Мін. -10 °C / Макс.+50 °C (від +14°F до 122°F)
Температура зберігання	Мін. -25 °C / Макс. +63 °C (від -13 °F до 145 °F)
Захист від впливу і водяних бризок (окрім відсіку елементів живлення)	IP 54 згідно з IEC 529
Різьба штатива (інструмент)	UNC 1/4
Маса	510 г (1,12 фунта) (разом із елементом живлення)
Габаритні розміри	65×107×95 мм (2 1/2 x 4 1/4 x 3 3/4 дюйма)

Експлуатація приладу. Для вмикання лазерних променів необхідно розблокувати маятник та натиснути один раз на кнопку «Увімкн./Вимкн.» або кілька разів поки не буде обраний потрібний режим. Інструмент перемикається

між режимами у наведеному нижче порядку і знову починає з початку (якщо кнопка «Увімкн./Вимкн.» знову натискається впродовж 5-сек. інтервалу):

- горизонтальний лазерний промінь;
- вертикальний лазерний промінь;
- вертикальний і горизонтальний лазерні промені.

Для вимикання інструмента (лазерних променів) необхідно утримувати натиснутою кнопку «Увімкн./Вимкн.», доки лазерний промінь не зникне і не погасне світлодіод. Через приблизно 1 годину інструмент вимикається автоматично. Для вимкнення функції автоматичного вимикання необхідно утримувати натиснутою кнопку «Увімкн./Вимкн.» (протягом прибл. 4 секунди), поки лазерний промінь не мигне п'ять разів як підтвердження. Щоб увімкнути функцію «Нахилений промінь» необхідно заблокувати маятник. При цьому інструмент не віднівельований. Лазерний промінь мигає з інтервалом у 2 сек.

Приклад застосування нівеліру HILTI PM 2-L показаний на рисунку 1.4.

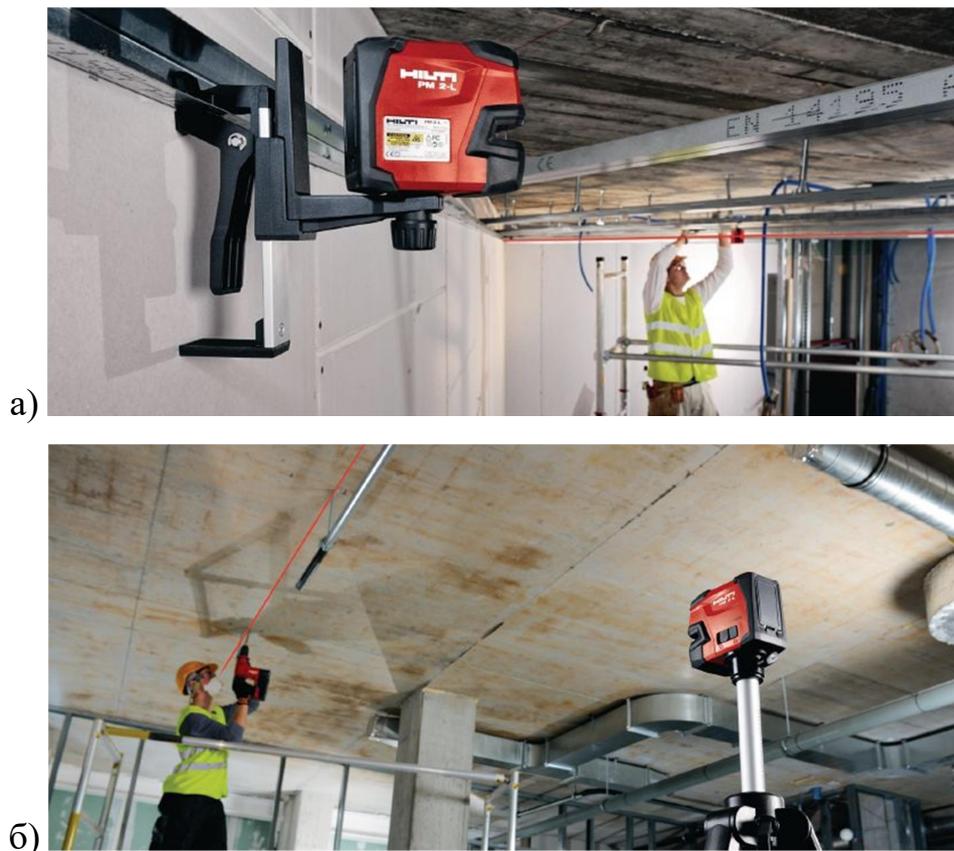


Рис. 1.4 Застосування нівеліру HILTI PM 2-L

Повірки нівеліру HILTI PM 2-L.

Перевірка нівелювання горизонтального лазерного променя була виконана у наступному порядку:

- встановлено інструмент на рівну горизонтальну поверхню на відстані приблизно 20 см від стіни (А) і спрямовано лазерний промінь на цю стіну (А);
- відмічено хрестом (1) точку перетину лазерних променів на стіні (А);
- повернуто інструмент на 180° і відмічено хрестом (2) точку перетину лазерних променів на протилежній стіні (В);
- встановлено інструмент на рівну горизонтальну поверхню на відстані приблизно 20 см від стіни (В) і спрямовано лазерний промінь на цю стіну (В);
- відмічено хрестом (3) точку перетину лазерних променів на стіні (В);
- повернуто інструмент на 180° і відмічено хрестом (4) точку перетину лазерних променів на протилежній стіні (А);
- виміряно відстань d_1 між точками (1) і (4) та d_2 між точками (2) і (3);
- відмічено центр відрізка d_1 і d_2 ;
- якщо точки 1 і 3 розташовані по різні боки відносно центру відрізків, значення d_2 потрібно відняти від значення d_1 ;
- розділено отриманий результат на величину, що дорівнює двом довжинам приміщення. Максимальна помилка не повинна перевищувати 3 мм.

Перевірка точності горизонтального променя:

- встановлено інструмент на краю приміщення довжиною не менше 10 м;
- увімкнено всі лазерні промені.
- зафіксовано мішень на відстані не менше 10 м від інструментів так, щоб точка перетину лазерних променів знаходилася в центрі мішені (d_0), а вертикальна лінія мішені проходила точно центром вертикального лазерного променя;

- повернуто інструмент на 45° за годинниковою стрілкою;
- потім відмічено на мішені точку (d_1), в якій горизонтальний лазерний промінь перетинається з вертикальною лінією мішені;
- повернуто інструмент на 90° проти годинникової стрілки;
- потім відмічено на мішені точку (d_2), в якій горизонтальний лазерний промінь перетинається з вертикальною лінією мішені;
- виміряно на мішені відстані по вертикалі: d_0-d_1 , d_0-d_2 і d_1-d_2 . Допустима виміряна відстань по вертикалі не повинна перевищувати 5 мм за величини інтервалу вимірювання у 10 м.

Перевірка точності вертикального променя:

- встановлено інструмент на висоті близько 2 м;
- встановлено першу мішень T_1 (вертикальну) на відстані 2,5 м від інструменту і на тій самій висоті, щоб вертикальний лазерний промінь потрапляв на мішень, і відмічено це положення;
- потім встановлено другу мішень T_2 на 2 м нижче першої, щоб вертикальний лазерний промінь потрапляв на мішень, і відмітьте це положення;
- відмічено положення 2 на протилежній (дзеркальній) стороні контрольної конструкції за лазерним променем на підлозі на відстані 5 м від інструмента;
- потім встановлено інструмент на підлогу на щойно відмічене положення 2. Спрямовано лазерний промінь на мішені T_1 і T_2 так, щоб промінь потрапляв на мішені поблизу від центральної лінії.

1.2.2. Технічний теодоліт 2Т30П оптимально підійде для обов'язкових геодезичних вишукувань, загальнобудівельних та інженерно-монтажних роботах вимірювань горизонтальних і вертикальних кутів (рис. 1.5). Технічні дані теодоліту 2Т30П наведені в таблиці 1.2.

Крім основної функції кутомірних робіт цей інструмент робить можливим:

- визначення дистанцій із застосуванням нитяного далекоміра;
- нівелювання за допомогою розташованого на зоровій трубі рівня;
- визначення на місцевості магнітних азимутів з підключенням зовнішньої буссоли.

Простота конструкції, зручність експлуатації і відмінна швидкість зняття відліків роблять можливим використання теодоліта УОМЗ 2Т30П в різних областях:

- в будівництві виробничих будівель і об'єктів житлової інфраструктури;
- в сільському господарстві і лісовому господарстві при роботі з земельними ділянками і виконанні теодолітних і тахеометричних ходів;
- в інженерних і геологічних дослідженнях для робіт в складних польових умовах експедицій;
- в інших роботах, що не вимагають особливої точності вимірювань



Рис. 1.5. Загальний вигляд технічного теодоліта 2Т30П

Експлуатація приладу. Теодоліт центрують над точкою за допомогою виска (ниткою, механічного, оптичного). Наводять зорову трубу на світлий фон (біла стіна, небо) та повертають окулярне кільце так, щоб чітко було видно сітку ниток. За допомогою циліндричного рівня аліади горизонтального круга теодоліт приводять в прямовисне положення.

Технічні дані технічного теодоліта 2Т30П

Найменування показника	Технічні характеристики
Середньоквадратичне відхилення одним виміром	20 «(для горизонтальних кутів), 30 (для вертикальних
Діапазон вимірювання вертикальних кутів	+60...-55°
Наближення оптичної труби	20-кратне
Зображення	прямого бачення
Компенсатор	Відсутнє
Відліковий пристрій	шкалова система
Діапазон робочих температур	-40 ... +50°C
Габаритні розміри	140×130×230 мм

Для цього встановлюють циліндричний рівень за напрямком двох підймальних гвинтів 1 і 2 та повертають їх в різні сторони і приводять бульбашку рівня на середину (рис. 1.6). Після цього повертають теодоліт на 90° і повертають гвинт 3 в ту чи іншу сторону приводять бульбашку на середину. Вище приведені дії виконують 2 – 3 рази. Це пояснюється тим, коли бульбашка рівня спочатку була суттєво відхилена від нуля-пункту то при повертанні її на середину, а потім повернення рівня наближено на 90° вона реагує значно.

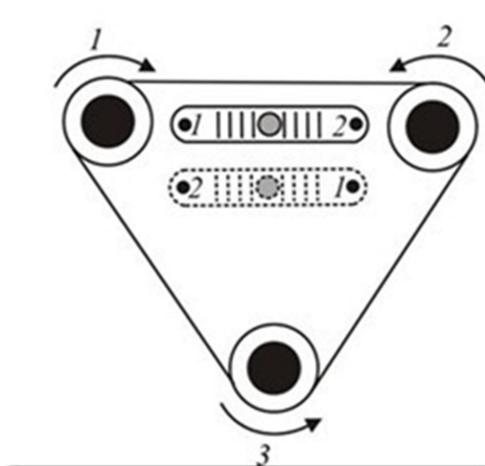


Рис. 1.6. Приведення бульбашки рівня на середину

Повірки теодоліта 2Т30П.

1. *Перевірка рівня при алідаді горизонтального круга*

Для виконання даної перевірки алідаду повертають так, щоб рівень установився по напрямку двох піднімальних гвинтів підставки. Обертанням цих гвинтів у протилежних напрямках виводять пухирець рівня на середину. Повертають алідаду на 90° і третім піднімальним гвинтом знову встановлюють пухирець рівня на середину. Потім повертають алідаду на 180° . Якщо пухирець відхилився від середнього положення, половину відхилення виправляють піднімальним гвинтом підставки, а другу половину – юстировочними гвинтами рівня. Перевірку повторюють.

2. *Перевірка правильності установки сітки ниток*

Правильність установки сітки ниток труби теодоліта може бути перевірена після приведення осі обертання приладу в прямовисне положення за допомогою відюстированого рівня при алідаді горизонтального круга. При перевірці горизонтальну нитку сітки в лівій чи правій частині поля зору труби наводять на чітку крапку. Обертаючи навідний гвинт алідади, зображення крапки переміщують до іншого краю поля зору. Якщо зображення крапки зміститися з горизонтальної нитки більш ніж на три ширини штриха, сітка встановлена напевно. Виправляють положення сітки ниток шляхом повороту окулярного патрубку навколо візирної осі труби. Після виправлення гвинти закріплюють. При виконанні перевірки можна також наводити на обрану крапку вертикальну нитку сітки, зміщаючи потім зображення крапки навідним гвинтом труби.

3. *Перевірка колімаційної погрішності*

Установивши за допомогою рівня вісь обертання приладу в прямовисне положення, візують на вибрану крапку, розташовану приблизно на одній висоті з теодолітом, при двох положеннях зорової труби – *КЛ* і *КП*. Після кожного наведення беруть відповідно відліки по горизонтальному колу *ЛІ* і *ПІ*. Звільнивши закріпний гвинт підставки, повертають теодоліт на 180° ,

закріплюють його і знову горизонтують. Знову візують на ту ж крапку при двох положеннях труби і беруть відліки L_1 і L_2 . Значення колімаційної погрішності:

$$C = \frac{(\Pi_1 - L_1 \pm 180^\circ) + (\Pi_2 - L_2 \pm 180^\circ)}{4} \quad (1.1)$$

Для усунення колімаційної погрішності по горизонтальному колу установлюють відлік, обумовлений по формулі:

$$\Pi = \Pi_2 - C \quad (1.2)$$

Юстировочними гвинтами переміщують сітку в горизонтальному напрямку до сполучаючи перехрестя з зображенням раніше обраної крапки. Перевірку повторюють.

4. Перевірка оптичного центрира, розташованого в алідаді горизонтального круга теодоліта

Установивши теодоліт на штатив, приводять за рівнем вертикальну вісь у прямовисне положення. Спостерігаючи в окуляр центрира, відзначають гострим олівцем положення центра концентричних окружностей на планшетці, нерухомо закріпленої під приладом. Потім повертають алідаду на 180° . Якщо зображення відзначеної олівцем крапки не збігається з центром окружностей, роблять виправлення оптичного центрира. Юстировка здійснюється зсувом окулярної частини центрира чи діафрагми із сіткою після ослаблення відповідних гвинтів на половину відхилення центра окружностей від зображення крапки. Потім перевірку повторюють і, переконавши в незмінному положенні центра окружностей щодо крапки при обертанні алідадної частини теодоліта, закріплюють гвинти. Конструкція і розташування юстировочних гвинтів зазначені в інструкціях з експлуатації теодолітів.

5. Перевірка рівня на трубі теодоліта

Перевірка і юстировка рівня на трубі теодоліта виконується так само. Як і перевірка головної умови нівеліра з циклічним рівнем при трубі. Кут t між віссю рівня і візирною віссю труби не повинний перевищувати $30''$.

1.2.3. Високоточний нівелір Н-05 та інварні рейки

Застосування та призначення Н-05 та інварних рейок

Високоточний нівелір Н-05 призначений для виконання нівелювання I і II класу державної висотної геодезичної мережі, на геодинамічних полігонах, при виконанні інженерно-геодезичних робіт високої точності (див. рис. 1.7). Він дозволяє знаходити перевищення із середньою квадратичною похибкою не більше 0,5 мм на 1 км подвійного ходу (маються на увазі похибки, які обчислюються за розбіжностями перевищень прямих та обернених ходів) (див. табл. 1.3).

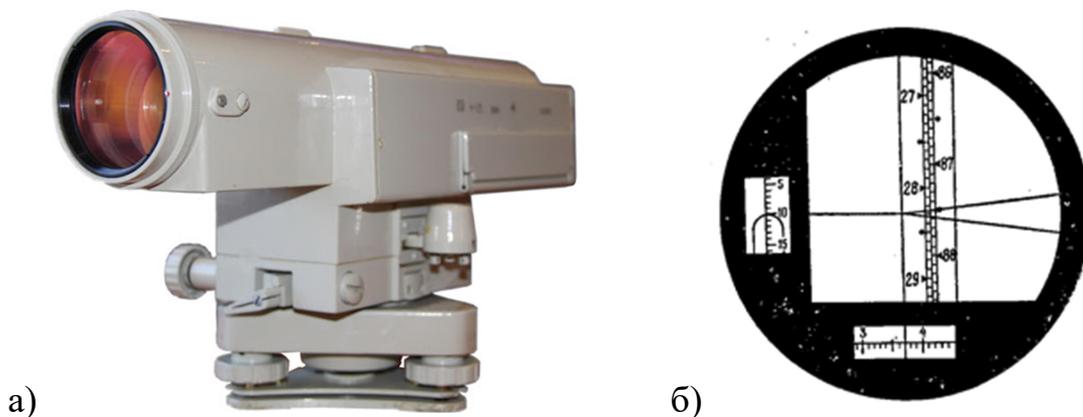


Рис. 1.7. Загальний вигляд (а) та поле зору (б) високоточного нівеліру Н-05

Таблиця 1.3

Технічні дані високоточного нівеліру Н-05

Найменування показника	Технічні характеристики
Збільшення зорової труби	42 ^x
Ціна ділення циліндричного рівня	10" ± 1" на 2 мм
Ціна ділення круглого рівня	5' ± 1'
Найменша відстань візування	5 м
Середня квадратична похибка	перевищення на станції не більше 0,15мм (при відстані від нівеліра до рейки 30 м) і не більше 0,20мм (при відстані від нівеліра до рейки 50 м)
Ціна ділення шкали оптичного мікрометра	0,05 мм

Інварні рейки використовують в комплекті при проведенні нівелювання нівеліром Н-05. Інварні рейки мають комбіновану конструкцію, корпус рейки виготовляють з дерева або алюмінієвого сплаву, а градування наносять на стрічку, зроблену з особливого інварного сплаву з малим коефіцієнтом температурного розширення. Один кінець інварної стрічки закріплюють зажимом в основі корпусу рейки, а інший кінець натягують за допомогою спеціального пристрою, який забезпечує постійну силу натягування стрічки.

Для забезпечення строго вертикального і стабільного положення рейки під час роботи використовують спеціальні телескопічні підкоси.

Підготовка до роботи та експлуатація Н-05

Принцип роботи оптичного мікрометра такий. Для здійснення відліку по рейці елеваційним гвинтом нахиляють трубу нівеліра і суміщують зображення кінців бульбашки контактного рівня. При цьому візирна вісь повинна зайняти горизонтальне положення MN (рис. 1.8).

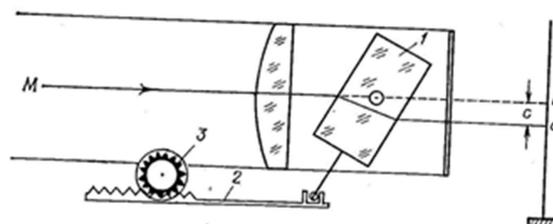


Рис. 1.8. Схема роботи оптичного мікрометра нівеліра Н-05.

Потім нахиляють плоско-паралельну пластинку 1 переміщуючи важіль 2 шляхом обертання головки 3 відлікового пристрою поки бісектор сітки ниток труби не суміститься із зображення найближчого штриха a на рейці. Беручи відлік по шкалі мікрометра визначаємо дробову частину $c = Na$. Цей відлік додають до значення штриха рейки a і отримують остаточний відлік у вигляді суми $N = a + c$.

Для високоточного нівелювання використовують рейки Р-05. Це суцільні дерев'яні рейки зі встановленою посередині інварної стрічкою, яка знаходиться у поздовжньому пазі рейки (інвар – сплав заліза і нікеля, який характеризується дуже малим коефіцієнтом лінійного температурного розширення). На інварній

стрічці нанесено дві шкали поділок: основна і додаткова. Штрихи на кожній шкалі нанесені через 5 мм, товщина штриха 1 мм, довжина 6 мм. Одна шкала зміщена відносно іншої на 2,5 мм. Поділki на основній шкалі підписані від 0 до 60, а на додатковій – від 60 до 119. Поділki виражені в півдециметрах. Нуль основної шкали суміщений з нижньою шкалою площини п'ятки рейки. Різниця відліків по основній і додатковій шкалі дорівнює 59,25 півдециметрів. На задній стороні рейки є круглий рівень з ціною ділення $10'$ на 2 мм для встановлення її у прямовисне положення.

З лівої сторони поля зору розташовано контактний рівень, внизу – частина шкали плоско-паралельної пластинки. Середня горизонтальна нитка роздвоєна у правій частині поля зору.

Техніка відліку по рейці така. Наводять зорову трубу нівеліра на рейку. Поворотом елеваційного гвинта суміщують зображення кінців бульбашки контактного рівня. Обертаючи відліковий барабан нівеліра роздвоєний бісектор сітки ниток наводять на найближчий штрих основної шкали рейки таким чином, щоб штрих не торкався роздвоєного бісектора, а відстань між бісектором з однієї сторони і верхнім та нижнім краями штриха з іншої була мінімальною та однаковою. Спочатку беруть відлік по рейці, а потім по барабану мікрометра.

Перевищення між точками знаходиться як різниця відліку по задній та передній рейках. Для того, щоб перейти від півдециметрів до звичних міліметрів потрібно перевищення в півдециметрах помножити на 50.

Повірки нівеліра Н-05.

1. Перевірка і виправлення установочного (круглого) рівня.

Підймальними гвинтами приводять бульбашку круглого рівня в нульпункт і повертають трубу на 180°. Якщо бульбашка змістилась, то половину її відхилення зміщують виправними гвинтами рівня, а в нульпункт приводять підймальними гвинтами. Повірку повторюють і при необхідності продовжують виправлення круглого рівня.

2. Повірка і виправлення установки сітки ниток.

Підвішують на стіні важкий висок і на відстані 20-25м від нього встановлюють нівелір. Якщо вертикальна нитка сітки не збігається з ниткою виска, то її положення потрібно виправляти. Для цього викручують зі сторони окуляра стопорні гвинти і регулюють положення сітки ниток.

3. Перевірка циліндричного рівня. Вона складається з двох частин.

3.1. Прямовисна площина, яка проходить через вісь рівня, має бути паралельна прямовисній площині, що проходить через візирну вісь.

На відстані 50 м від рейки встановлюють нівелір таким чином, щоб один з підймальних гвинтів розташовувався в створі лінії візування на рейку, а два інших перпендикулярно до неї. Вісь обертання нівеліра установочним рівнем приводять у прямовисне положення і сумістивши елеваційним гвинтом зображення кінців бульбашки циліндричного рівня, роблять відлік по рейці. Поворотами двох підймальних гвинтів у різні боки на 2-3 повних оберти приводять нівелір до бокового нахилу, стежачи за тим, щоб відлік по рейці не змінювався. Далі тими самими підймальними гвинтами нівелір повертають у початкове положення і нахиляють у протилежну сторону на 2-3 оберти.

Якщо в обох випадках кінці рівня не розходяться або розходяться в одну сторону на одну величину, то рівень встановлений правильно. Якщо ж вони розходяться в різні боки більше ніж на одну поділку, то встановлення по азимуту циліндричного рівня виправляють його боковими виправними гвинтами. Для цього знімають захисну пластинку, яка знаходиться лівіше окуляра нівеліра, і двома горизонтальними виправними гвинтами змінюємо положення циліндричного рівня в горизонтальній площині. Юстування виконується поступовими наближеннями.

Цю перевірку виконують перед виїздом на польові роботи.

3.2. Кут і (проекція на прямовисну площину кута між віссю рівня і візирною віссю труби або непаралельність візирної осі і осі циліндричного рівня) не повинен перевищувати 10".

Для визначення кута i на відстані 50м один від одного забивають два костилі і визначають перевищення між ними з двох станцій. Спочатку нівелір встановлюють за першим костилем на відстані 5-10м від нього; потім – на тій же відстані за другим костилем.

На першій станції спочатку здійснюють відліки з використанням оптичного мікрометра по основній та додатковій шкалам ближньої рейки і потім, змінивши фокусування труби, - відліки по дальній рейці. На другій станції спочатку не змінюючи фокусування беруть відліки по дальній рейці, а потім, знову змінивши фокусування, - по ближній рейці.

Позначивши відліки по ближнім рейкам як B_1 і B_2 , по ближнім рейкам D_1 і D_2 , величину кута i можна отримати з таких формул:

$$x_{нд} = \frac{B_1 + B_2}{2} - \frac{D_1 + D_2}{2} \text{ (в міліметрах)}$$

$$x_{мм} = x_{нд} \cdot 50 \text{ (в міліметрах)},$$

$$i'' = \frac{x_{мм} \rho''}{s}$$

де $\rho'' = 206265''$, s – відстань між рейками в міліметрах.

Всього виконують два прийоми (чотири півприйоми).

Розбіжності між значеннями кута i'' , які отримані з різних півприймів не повинні перевищувати $3''$.

Якщо середнє значення кута i'' більше ніж $10''$, то здійснюють його виправлення. Для цього, з допомогою елеваційного гвинта встановлюють бісектор на правильний відлік по дальній рейці, який дорівнює

$$D_{прав.} = D - x_{сер.}$$

При цьому зображення кінців циліндричного рівня розійдуться. З допомогою виправних гвинтів циліндричного рівня суміщують кінці бульбашки рівня, слідкуючи за тим, щоб відлік по рейці залишався рівним $D_{прав.}$.

Після цього знов перевіряють величину кута i'' .

Далі виправними гвинтами циліндричного рівня зводять кінці контактного рівня в полі зору труби.

Якщо величина кута i'' є дуже великою, і виправними гвинтами її не вдається виправити, то зміщують у вертикальному напрямку сітку ниток виправними гвинтами ниток. Ця процедура виконується в оптичній майстерні.

Виправлення кута i'' в нівеліра Н-05 також можна здійснити обертанням захисного скла, яке розташоване перед об'єктивом зорової труби і виконане у виді оптичного клина з невеликим кутом заломлення.

Для цього, ослаблюють стопорний гвинт, який розміщений біля об'єктива труби і обертають захисне скло навколо своєї осі до тих пір, поки відлік по рейці не буде дорівнювати $D_{прав.}$; при цьому слідкують, щоб рівень не відхилився від середнього положення.

Цю перевірку виконують щодня перед початком нівелірних робіт.

Висновки по першому розділу

1. Основними нормативними документами, що регламентують геодезичні роботи у будівництві, є ДБН В. 1.3-2:2010 "Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві" та ДСТУ-Н Б В. 1.3- 1:2009 "Виконання вимірювань. Завдяки цим нормативним документам встановлюються загальні положення, правила вимірювання геометричних параметрів у будівництві та методичні принципи. Норми поширюють свої вимоги на проектування і будівництво будинків і споруд, при проектуванні і виготовленні будівельних конструкцій, деталей і виробів, у проведенні розмічувальних робіт для частини оцінки та забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві.
2. Для проведення геодезичного моніторингу випробувань покриття будівлі агропромислового комплексу вирішено використовувати оптичний технічний теодоліт 2Т30П, високоточний нівелір Н05 та лазерний нівелір NILTI PM 2-L [12–14], основні технічні характеристики яких зведено до таблиці 1.4.

Зведені технічні характеристики використаних геодезичних приладів

Найменування показника	Технічні характеристики		
	лазерний нівелір HILTI PM 2-L	оптичний технічний теодоліт 2Т30П	оптичний високоточний нівелір Н05
Назва приладу			
Загальний вигляд			
Габаритні розміри, мм	65×107×95	140×130×230	150×210×420
Наявність компенсатора	+	–	–
Збільшення зорової труби	–	20-кратне	42-кратне
Робоча дальність	10 м (без приймача лазерних променів) 30 м (із приймачем лазерних променів)	≥ 1.2 м	≥ 5 м ≥ 2 м із насадкою на зорову трубу
Середня квадратична похибка вимірювань	не більше 2 мм (при відстані від нівеліра до рейки 10 м)	не більше 0,5 мм (при відстані від теодоліта до рейки 30 м)	не більше 0,15мм (при відстані від нівеліра до рейки 30 м) і не більше 0,20мм (при відстані від нівеліра до рейки 50 м)

РОЗДІЛ 2

ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ІСНУЮЧОГО СТАНУ ОПОР КОНСТРУКЦІЙ ПОКРИТТЯ БУДІВЛІ

Архітектурно-конструктивні рішення конструкцій покриття агропромислової будівлі детально описано у підрозділі 3.1 даної роботи. В даному розділі наводяться результати геодезичного моніторингу існуючого стану опор конструкцій покриття будівлі.

Конструкції покриття монтуються на стінові панелі, що в свою чергу спираються на залізобетонні фундаменти. На рисунку 2.1–2.2 показаний загальний стан та схематичне кресленні існуючих фундаментів.



Рис. 2.1. Загальний вигляд ділянки із існуючими залізобетонними фундаментами

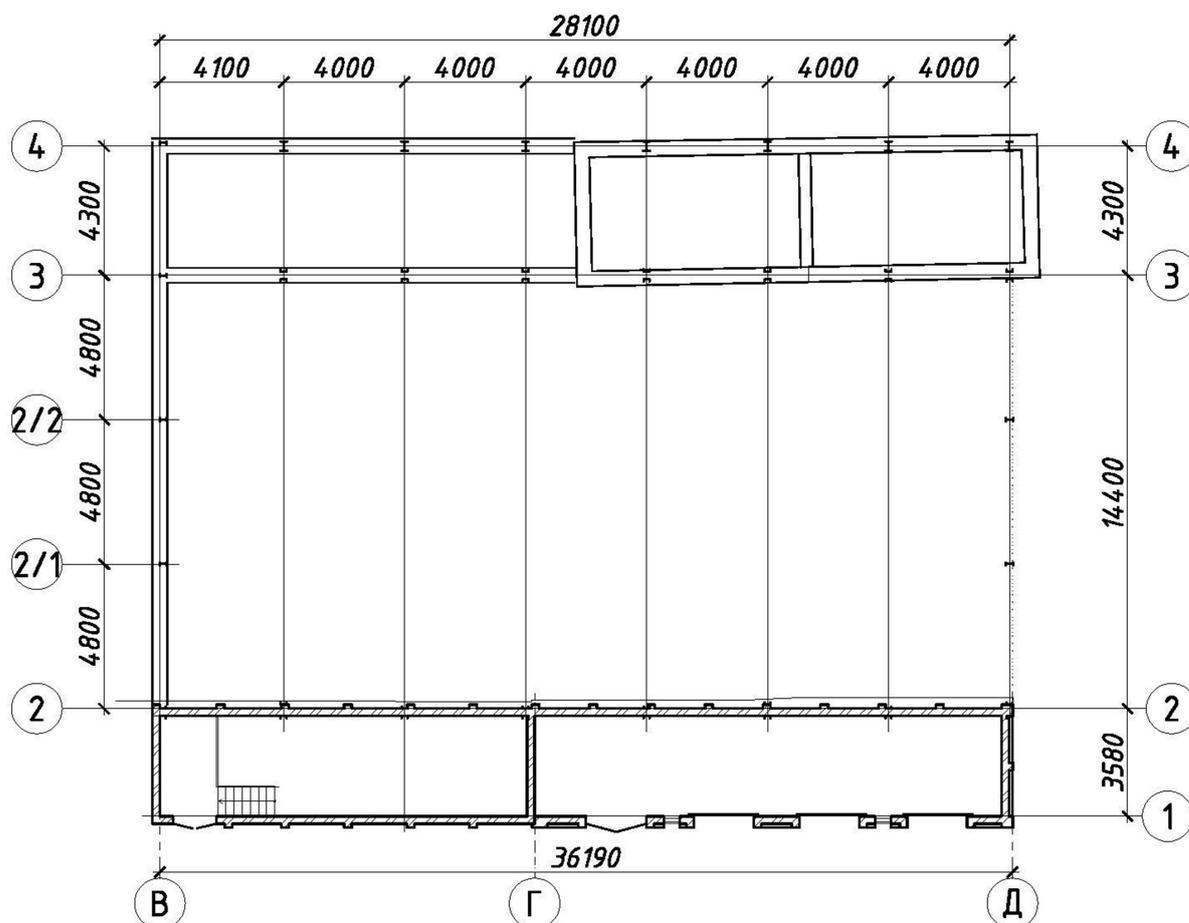


Рис. 2.2. Загальне схематичне креслення розташування існуючих залізобетонних фундаментів

Завданнями проведеного геодезичного моніторингу існуючого стану фундаментів було:

- за допомогою лазерного (HILTI PM 2-L) та оптичного (H05) нівелірів виконати вертикальну зйомку (висотне розташування) обрізу існуючих фундаментів. При цьому за відносну відмітку 0,000 прийнято обріз фундаменту на перетині осей 2/Д;

- за допомогою оптичного технічного теодоліту 2Т30П виконати тахеометричну зйомку (планове розташування) існуючих фундаментів.

2.1. Нівелювання відміток обрізу існуючих конструкцій за допомогою лазерного нівеліру HILTI PM 2-L

У зв'язку із слабкою видимістю вдень на відкритій місцевості лазерних променів лазерного нівеліру під час роботи без лазерного приймача, під час проведення нівелювання обрізу існуючих фундаментів за допомогою лазерного нівеліру HILTI PM 2-L було виконано три станції [5]. Схема розташування цих станцій показана на рисунку 2.3.

Загальний вигляд ходу нівелювання показаний на рисунку 2.4.

Польовий журнал нівелювання за допомогою нівеліру Н05 перенесений до таблиці 2.1, а його обробка показана на схематичному рисунку будівлі 2.5.

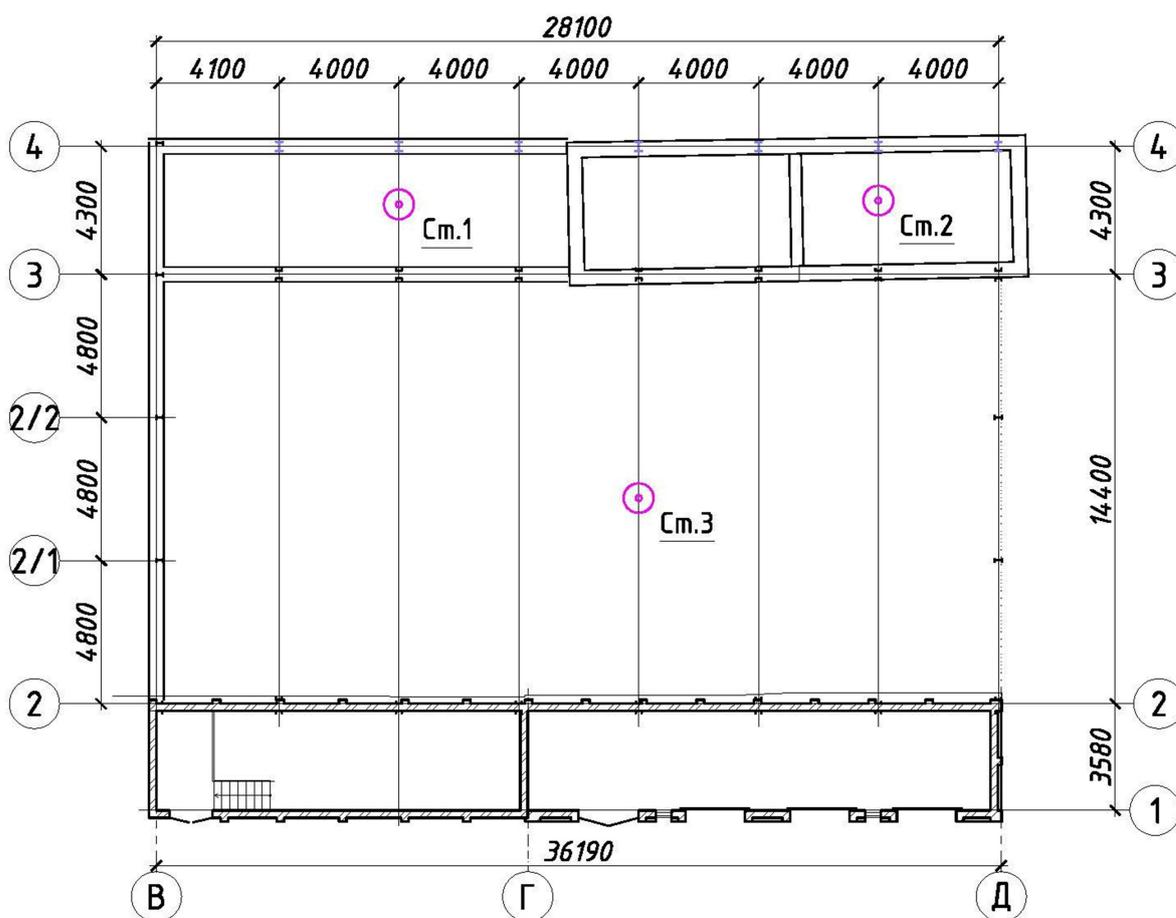


Рис. 2.3. Схема розташування станцій лазерного нівеліру HILTI PM 2-L



Рис. 2.4. Проведення нівелювання обрізу існуючих конструкцій за допомогою лазерного нівеліру HILTI PM 2-L

Польовий журнал нівелювання лазерним нівеліром HILTI PM 2-L

вісь/ряд	2/Д	2/В ₁₃	2/В ₁₂	2/В ₁₁	2/В ₁₀	2/В ₉	2/В ₈	2/В ₇	2/В ₆	2/В ₅	2/В ₄	2/В ₃	2/В ₂	2/В ₁	2/В
відлік по червона сторона	2100	2088	2086	2079	2135	2089	2101	2108	2102	2101	2102	2111	2111	2094	2094
чорна сторона	2094	2078	2090	2089	2127	2079	2105	2106	2108	2107	2094	2101	2113	2092	2088
вісь/ряд	3/Д		3/В ₁₂		3/В ₁₀		3/В ₈		3/В ₆		3/В ₄		3/В ₂		3/В
відлік по червона сторона	3264		3310		3239		3264		3238		3246		3270		3251
чорна сторона	3258		3306		3247		3260		3244		3254		3268		3245
вісь/ряд	4/Д		4/В ₁₂		4/В ₁₀		4/В ₈		4/В ₆		4/В ₄		4/В ₂		4/В
відлік по червона сторона	3277		3296		3160		3203		3174		3162		3209		3179
чорна сторона	3267		3298		3160		3201		3170		3172		3209		3179

2.2. Нівелювання відміток обрізу існуючих конструкцій за допомогою оптичного високоточного нівеліру Н05

Нівелювання відмітки обрізу існуючих фундаментів за допомогою оптичного високоточного нівеліру Н05 було здійснено із однієї станції [16; 22] (див. рис. 2.6).

Польовий журнал нівелювання за допомогою нівеліру Н05 занесений до таблиці 2.2, а його обробка показана на схематичному рисунку будівлі 2.7.

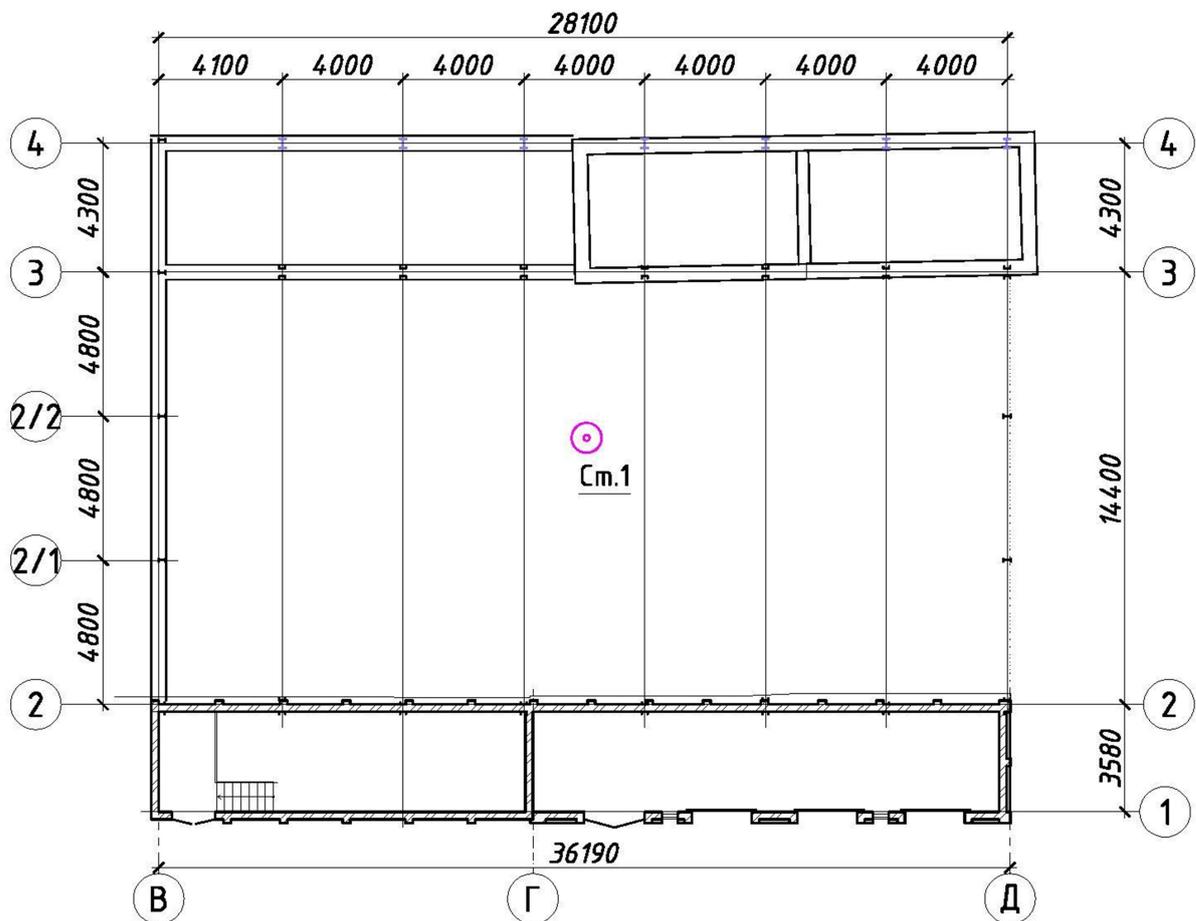


Рис. 2.6. Схема розташування станції оптичних приладів
(нівеліру Н05 та теодоліту 2Т30П)

Польовий журнал нівелювання оптичним високоточним нівеліром Н05

вісь/ряд	2/Д	2/В ₁₃	2/В ₁₂	2/В ₁₁	2/В ₁₀	2/В ₉	2/В ₈	2/В ₇	2/В ₆	2/В ₅	2/В ₄	2/В ₃	2/В ₂	2/В ₁	2/В
відлік по основний	2274	2258,1	2261,7	2257	2301,9	2258,1	2271,6	2276,9	2274	2272	2269	2274,1	2280	2275	2261,4
рейці контрольний	2273	2256,9	2263,7	2257,4	2300,5	2256,5	2272,4	2276,5	2274,4	2274	2268	2272,9	2280,8	2274	2259,4
вісь/ряд	3/Д		3/В ₁₂		3/В ₁₀		3/В ₈		3/В ₆		3/В ₄		3/В ₂		3/В
відлік по основний	3659		3711,3		3743,6		3759,4		3735,1		3733		3759,5		3754,6
рейці контрольний	3658		3709,3		3745		3758,6		3735,5		3734		3758,7		3752,6
вісь/ряд	4/Д		4/В ₁₂		4/В ₁₀		4/В ₈		4/В ₆		4/В ₄		4/В ₂		4/В
відлік по основний	3674,6		3699		3655,6		3701,7		3670,7		3685,2		3682		3692,3
рейці контрольний	3673,4		3700,4		3656,8		3700,3		3669,7		3686,8		3682,8		3690,5

2.3. Тахеометрична зйомка існуючих конструкцій за допомогою оптичного технічного теодоліту 2Т30П

Тахеометрична зйомка існуючих фундаментів за допомогою оптичного технічного теодоліту 2Т30П було здійснено із однієї станції (див. рис. 2.6).

Загальний вигляд ходу нівелювання показаний на рисунку 2.8.

Результати тахеометричної зйомки представлені нижче у двох частинах: а) результати знімання висотних відміток (з метою збільшення числових значень вибірки для математичної обробки отриманих даних) та б) результати планових вимірювань.

Польовий журнал знімання висотних відміток за допомогою технічного теодоліту 2Т30П занесений до таблиці 2.3, а його обробка показана на схематичному рисунку будівлі 2.9.



Рис. 2.8. Проведення тахеометричної зйомки існуючих конструкцій за допомогою технічного теодоліту 2Т30П

Польовий журнал знімання висотних відміток технічним теодолітом 2Т30П

вісь/ряд	2/Д	2/В ₁₃	2/В ₁₂	2/В ₁₁	2/В ₁₀	2/В ₉	2/В ₈	2/В ₇	2/В ₆	2/В ₅	2/В ₄	2/В ₃	2/В ₂	2/В ₁	2/В
відлік по червона сторона	2454	2434	2435	2427	2473	2434	2438	2451	2441	2436	2439	2444	2443	2460	2433
чорна сторона	2444	2430	2439	2433	2467	2426	2442	2441	2443	2444	2437	2436	2451	2450	2423
вісь/ряд	3/Д		3/В ₁₂		3/В ₁₀		3/В ₈		3/В ₆		3/В ₄		3/В ₂		3/В
відлік по червона сторона	3834		3887		3918		3934		3907		3889		3930		3942
чорна сторона	3824		3883		3924		3930		3909		3891		3922		3932
вісь/ряд	4/Д		4/В ₁₂		4/В ₁₀		4/В ₈		4/В ₆		4/В ₄		4/В ₂		4/В
відлік по червона сторона	3847		3872		3820		3876		3848		3879		3823		3879
чорна сторона	3847		3876		3826		3870		3842		3879		3833		3877

На рисунку 2.10 показана нумерація точок під час тахеометричної планової зйомки розташування існуючих фундаментів.

Польовий журнал тахеометричної зйомки занесений до таблиці 2.4.

Накладання проектних і фактичних точок тахеометричної зйомки представлено на рисунку 2.11.

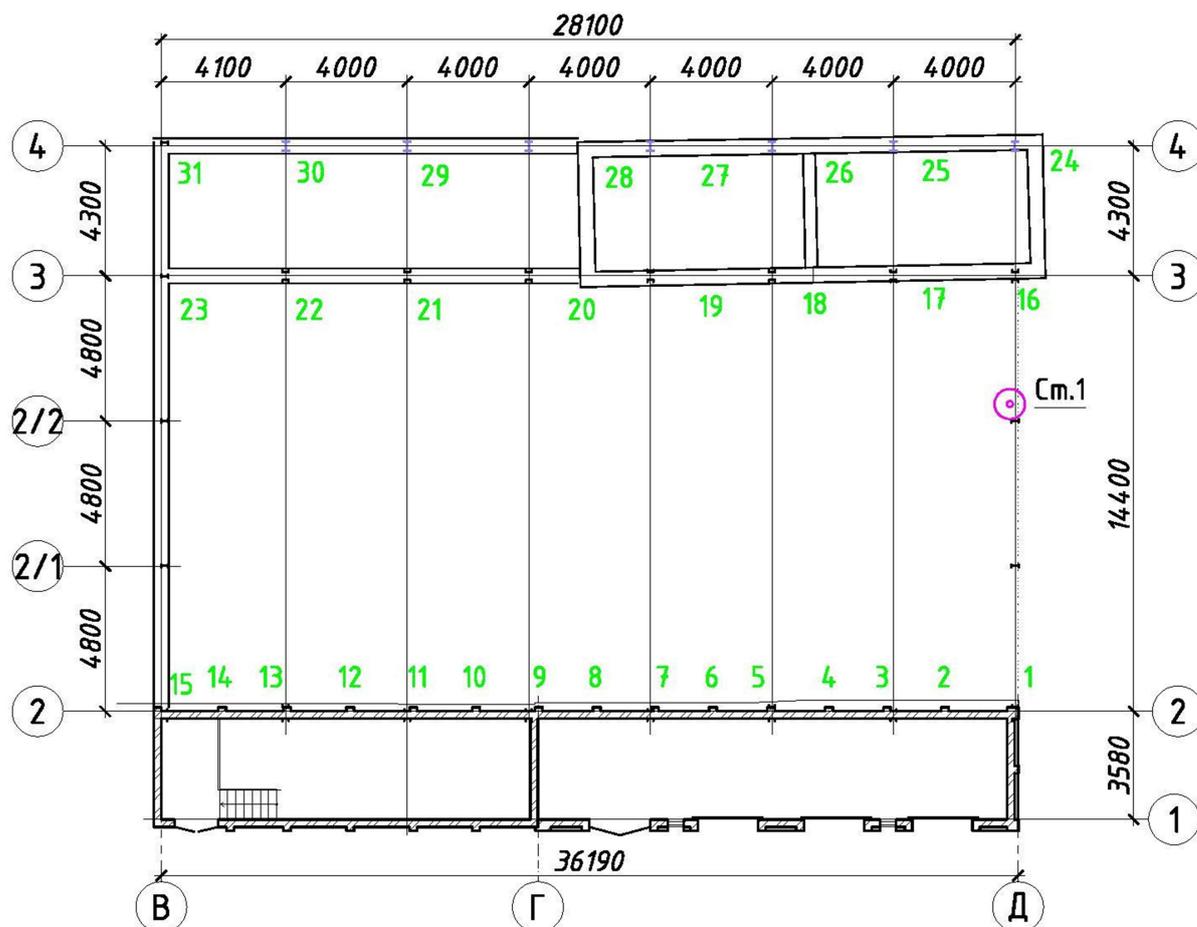


Рис. 2.10. Нумерація точок під час тахеометричної планової зйомки

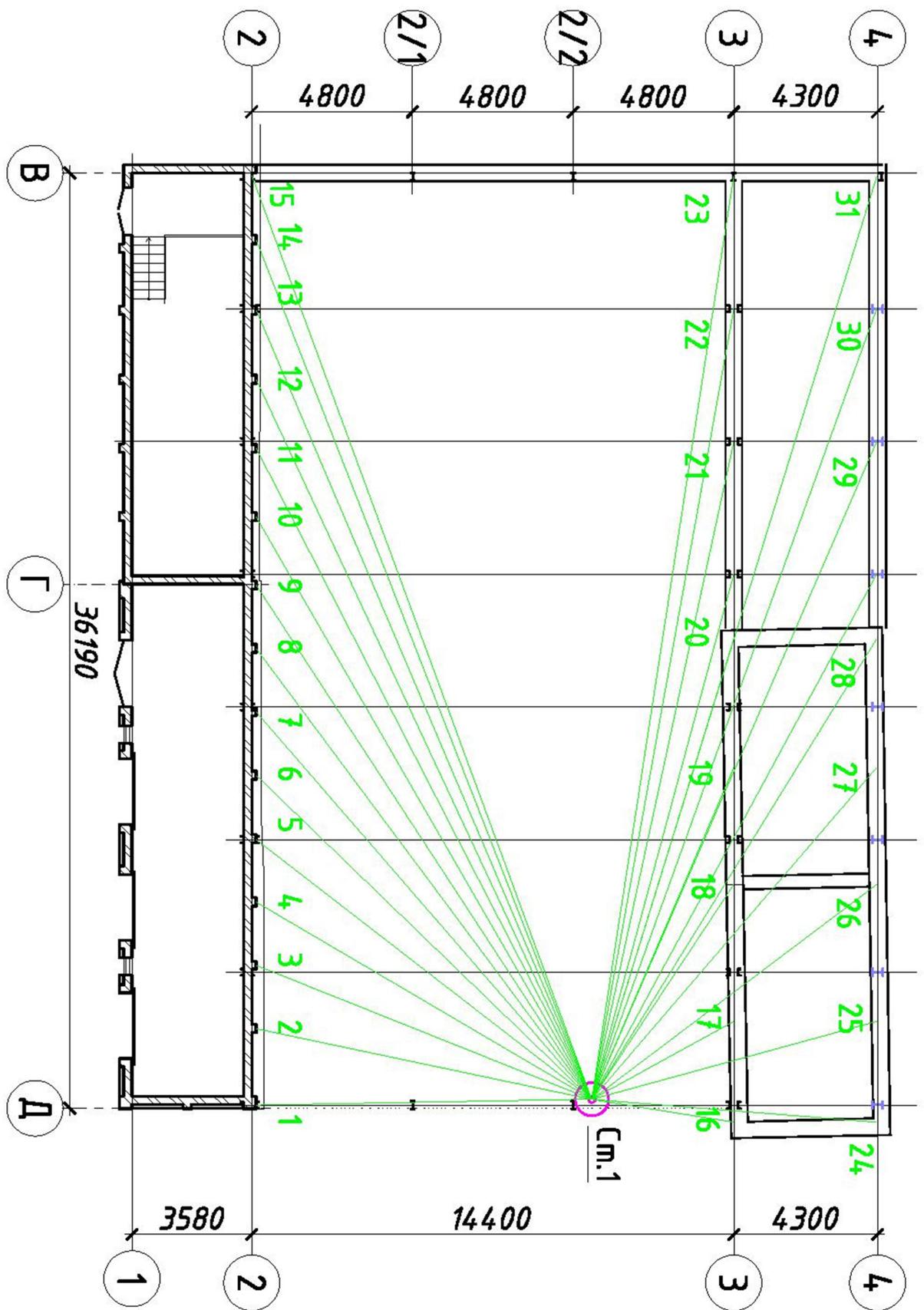


Рис. 2.11. Схема проведення тахеометричної зйомки

2.4. Математична обробка геодезичних вимірів висотних відміток

Під час математичної обробки проведених геодезичних вимірів було визначено середнє значення висотних відміток на кожній аналізованій точці між трьома значеннями, отриманими за допомогою різних приладів: а) лазерного нівеліру HILTI PM 2-L; б) оптичного теодоліту 2Т30П; в) оптичного високоточного нівеліру Н05. Побудовані згладжені графіки зміни середньої висоти обрізу існуючих фундаментів на кожній аналізованій точці, що представлені на рисунку 2.12.

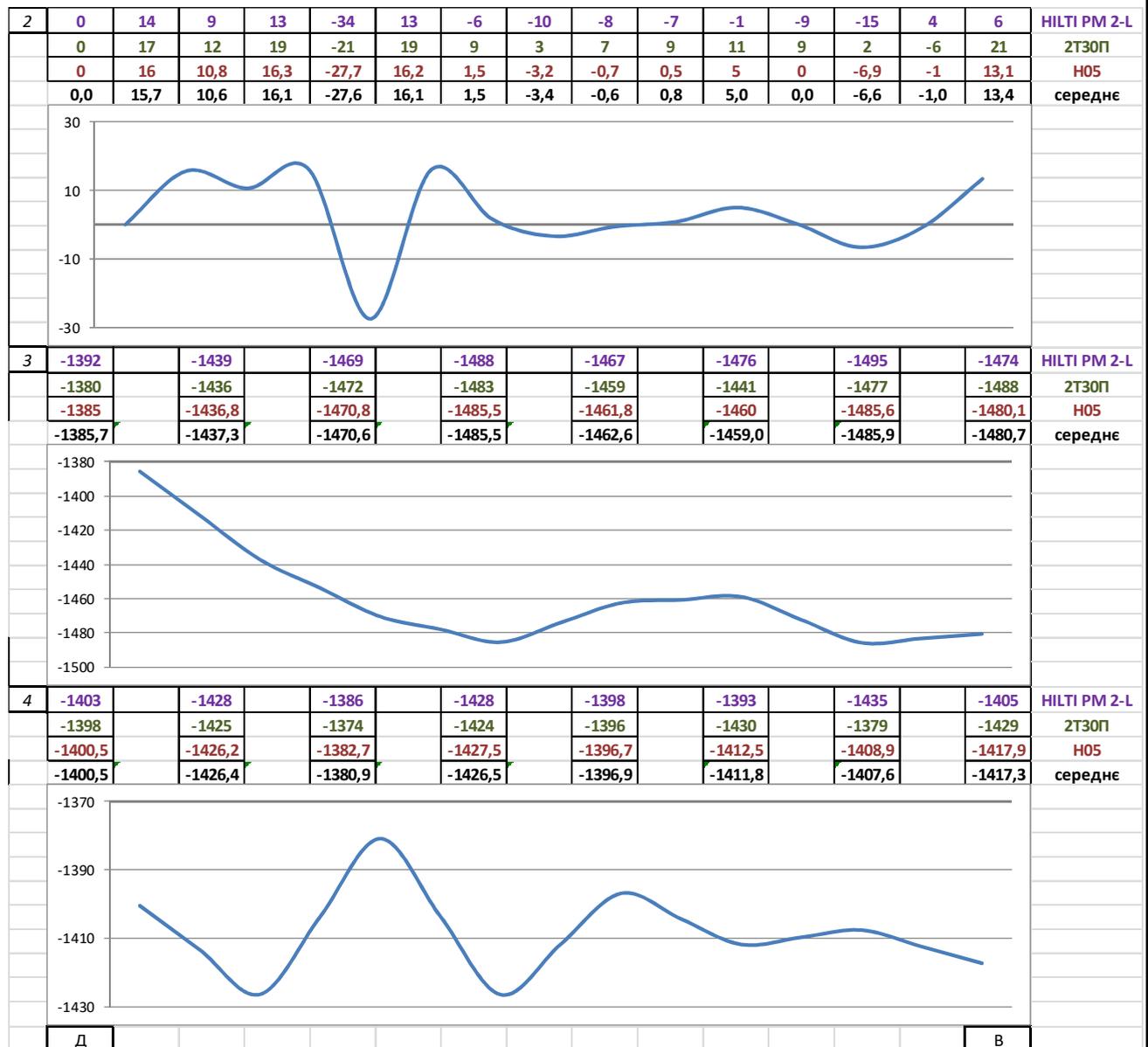


Рис. 2.12. Зміна висотних відміток обрізу існуючих конструкцій (мм)

Наступним кроком було визначення відхилення висотних вимірів, отриманих за допомогою різних приладів, від середнього значення на кожній аналізованій точці. Отримані значення відхилень занесені до таблиці 2.5. На рисунку 2.13 наведені графіки цих відхилень для кожної розбивочної осі будівлі окремо для кожного приладу.

За отриманим набором числових значень відхилень були пораховані статистичні характеристики розподілу випадкової величини [1–4; 11; 18]. В даній роботі не було необхідності характеризувати випадкову величину законом розподілу, а достатньо визначити лише її окремі числові параметри. Найважливішими параметрами розподілу є математичне сподівання та дисперсія (середньоквадратичне відхилення або стандарт).

Математичним сподіванням називається характеристика, що задає центр розподілу окремих значень випадкової величини. Математичне сподівання дискретної випадкової величини m_x ($M[x]$) знаходиться як сума добутків всіх можливих значень випадкової величини x_i на відповідні їм ймовірності p_i :

$$m_x = M[x] = x_1 p_1 + x_2 p_2 + \dots + x_n p_n = \sum_{i=1}^n x_i p_i \quad (2.1)$$

Дисперсія характеризує міру розсіювання випадкової величини відносно її центру розподілу (математичного сподівання). Дисперсія D_x ($D[x]$) для дискретних випадкових величин знаходиться за наступною формулою:

$$D_x = D[x] = \sum_{i=1}^n (x_i - m_x)^2 p_i \quad (2.2)$$

Часто замість дисперсії використовують **середньоквадратичне відхилення (стандарт)** σ_x , яке також характеризує міру розсіювання випадкової величини і знаходиться як корінь квадратний із дисперсії:

$$\sigma_x = \sqrt{D_x} \quad (2.3)$$

Таблиця 2.5

Відхилення висотних вимірів, отриманих за допомогою різних приладів, від середнього значення на кожній аналізованій точці

2	0,0	1,7	1,6	3,1	6,4	3,1	7,5	6,6	7,4	7,8	6,0	9,0	8,4	-5,0	7,4	НІЛТІРМ 2-1 2ТЗ0П Н05 середнє
	0,0	-1,3	-1,4	-2,9	-6,6	-2,9	-7,5	-6,4	-7,6	-8,2	-6,0	-9,0	-8,6	5,0	-7,6	
	0,0	-0,3	-0,2	-0,2	0,1	-0,1	0,0	-0,2	0,1	0,3	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	
	0,0	15,7	10,6	16,1	-27,6	16,1	1,5	-3,4	-0,6	0,8	5,0	0,0	-6,6	-1,0	13,4	
	6,3		1,7		-1,6		2,5		4,4		17,0		9,1		-6,7	
3	-5,7		-1,3		1,4		-2,5		-3,6		-18,0		-8,9		7,3	НІЛТІРМ 2-1 2ТЗ0П Н05 середнє
	-0,7		-0,5		0,2		0,0		-0,8		1,0		-0,3		-0,6	
	-1385,7		-1437,3		-1470,6		-1485,5		-1462,6		-1459,0		-1485,9		-1480,7	
	2,5		1,6		5,1		1,5		1,1		-18,8		27,4		-12,3	
	-2,5		-1,4		-6,9		-2,5		-0,9		18,2		-28,6		11,7	
4	0,0		-0,2		1,8		1,0		-0,2		0,7		1,3		0,6	НІЛТІРМ 2-1 2ТЗ0П Н05 середнє
	-1400,5		-1426,4		-1380,9		-1426,5		-1396,9		-1411,8		-1407,6		-1417,3	
	Д														В	

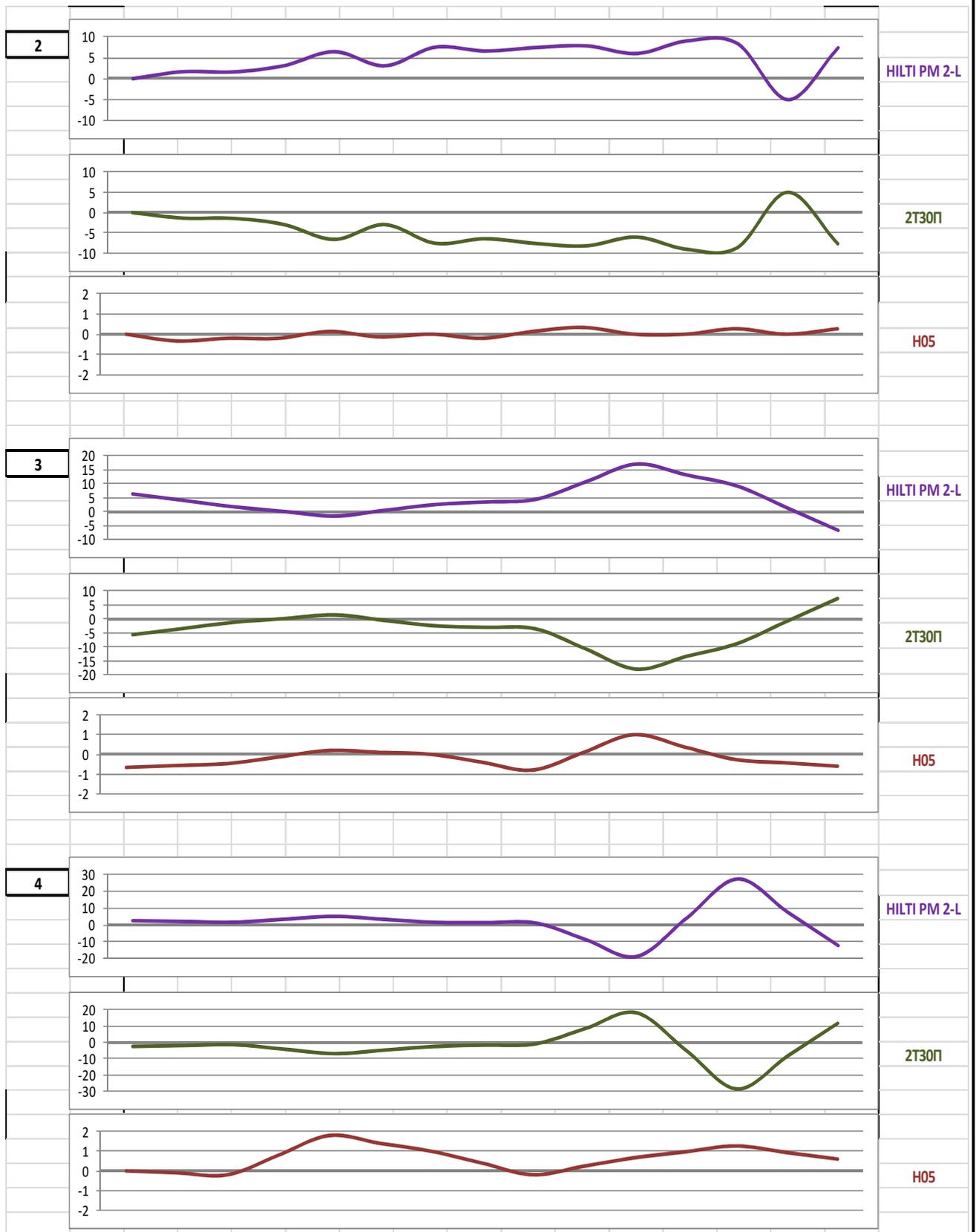


Рис. 2.13. Відхилення висотних вимірів, отриманих за допомогою різних приладів, від середнього значення на кожній аналізованій точці

Зручність використання стандарту полягає у тому, що її розмірність збігається із розмірністю математичного сподівання.

Модю M_0 називається таке значення випадкової величини, при якому ймовірність її появи є максимальною.

Всі числові характеристики випадкової величини описують ту чи іншу властивість розподілу. Більш загальними числовими характеристиками розподілу є так звані початкові та центральні моменти.

Початковим моментом s -порядку v_s дискретної випадкової величини називається математичне сподівання s -степені цієї випадкової величини:

$$v_s = v_s[x] = M[x^s] = \sum_{i=1}^n x_i^s p_i \quad (2.4)$$

Математичне сподівання є початковим моментом першого порядку ($s=1$).

Центрованою випадковою величиною $\overset{0}{X}$ називається її відхиленні від математичного сподівання:

$$\overset{0}{X} = X - m_x \quad (2.5)$$

Центрування випадкової величини рівносильне переносу початку координат числової осі в точку, абсциса якої дорівнює математичному сподіванню. Центрована випадкова величина $\overset{0}{X}$ має ту особливість, що її математичне сподівання дорівнює нулю.

Центральним моментом s -порядку μ_s випадкової величини називається математичне сподівання s -степеня відповідної центрованої випадкової величини:

$$\mu_s = \mu_s[x] = \sum_{i=1}^n (x_i - m_x)^s, \quad (2.6)$$

Дисперсія є центральним моментом другого порядку ($s=2$).

Асиметрією (коефіцієнтом асиметрії) A_x називають центральний момент третього порядку випадкової величини X , який характеризує скошеність (симетричність) розподілу і визначається за формулою:

$$A_x = \frac{\mu_3}{\sigma_x^3} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - m_x)^3 p}{\sigma_x^3} \quad (2.7)$$

Ексцесом E_x називають центральний момент четвертого порядку випадкової величини X , який характеризує гостровершинність (плосковершинність) розподілу і визначається за формулою:

$$E_x = \frac{\mu_4}{\sigma_x^4} - 3 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - m_x)^4 p}{\sigma_x^4} - 3 \quad (2.8)$$

У таблиці 2.6 записані числові значення статистичних характеристик випадкових розподілів відхилень вимірів, виконаних різними приладами, від середнього значення на кожній аналізованій точці.

Таблиця 2.6

Статистичні характеристики випадкових розподілів відхилень вимірів від середнього значення, виконаних різними приладами

Математичне сподівання	Дисперсія	Стандарт	Мода	Асиметрія	Ексцес	Прилад
m_x	D_x	σ_x	M_0	A_x	E_x	
СРЗНАЧ	ДИСП.В	НДОТКЛО	МОДА.ОДІ	СКОС	ЭКЦЕСС	
3,7	65,99	8,1	2,5	-0,1	3,4	HILTI PM 2-L
-3,8	68,20	8,3	-2,5	-0,1	3,4	2Т30П
0,1	0,33	0,6	0,0	1,1	1,6	H05

Висновки по другому розділу

1. Під час польових робіт було визначено висотні відмітки існуючих конструкцій – майбутніх опор конструкцій покриття – за допомогою трьох приладів:
 - лазерного нівеліру HILTI PM 2-L;
 - оптичного технічного теодоліту 2Т30П;
 - оптичного високоточного нівеліру Н05.
2. Теодоліт 2Т30П був також використаний для проведення тахеометричної зйомки (планового положення) існуючих конструкцій.
3. За отриманими числовими значеннями висотних відміток обрізу існуючих конструкцій було побудовано відповідні графіки та обчислені відхилення цих відміток, отриманих різними приладами, від їх середнього значеннями.
4. По отриманим масивам випадкових величин (відхилень висотних відміток від середніх значень) визначені статистичні характеристики:
 - математичне сподівання;
 - дисперсія;
 - стандарт;
 - мода;
 - асиметрія;
 - ексцес.
5. Найбільш точним приладом (приладом із найменшим коефіцієнтом варіації отриманих числових значень перевищень) виявився високоточний нівелір Н05.

РОЗДІЛ 3

ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ КОМПЛЕКСУ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ВИПРОБУВАНЬ ДІЛЯНКИ ПОКРИТТЯ БУДІВЛІ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

3.1. Архітектурно-конструктивні рішення конструкцій покриття

Однією з переваг збірних залізобетонних конструкцій є їх швидкокомтованість на будівельному майданчику. Тому в період широкого застосування таких конструкцій під час будівництва будівель та споруд різного призначення були розроблені серії та каталоги збірних залізобетонних швидкокомтованих конструкцій. До таких конструкцій можна віднести залізобетонні трикутні арки покриття із сталевую затяжкою, що монтуються на залізобетонні ребристі стінові панелі (рис. 3.1) [15; 19; 20].

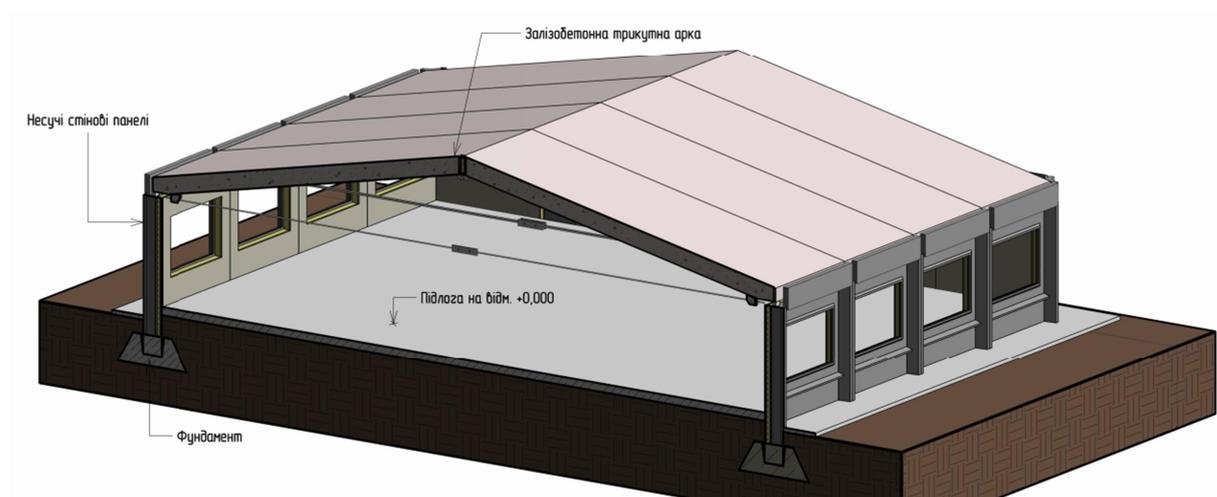


Рис. 3.1. Конструктивна схема залізобетонних збірних швидкокомтованих будівель по серії 7011

Покрівельна панель розміром 2980×18730 мм складається з двох залізобетонних ребристих комплексних напівпанелей, об'єднаних у

трикутну арку за допомогою затяжок [23]. Висота покрівельної панелі в гребені (разом із монтажними деталями) становить 2536 мм. Поперечна рама має проліт «в світлі» між внутрішніми поверхнями стінових панелей 18000 мм [21]. Висота поздовжніх ребер напівпанелей становить 450 мм. Загальні геометричні параметри панелі представлені на рисунку 3.2.

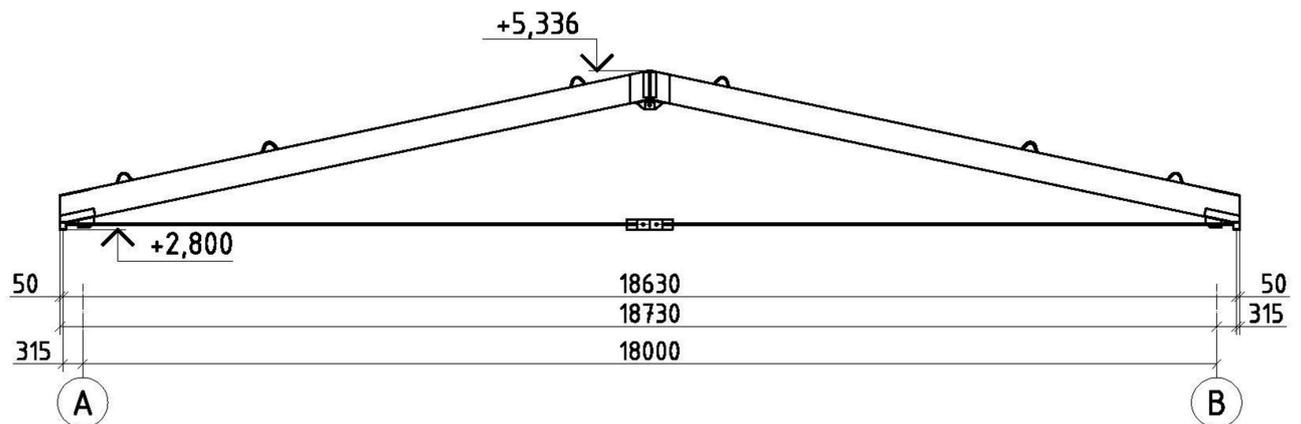


Рис. 3.2. Загальні геометричні габарити панелі із затяжкою прольотом 18м

Покрівельні напівпанелі мають закладні деталі для обпирання на стінові панелі, кріплення затяжок, утворення гребеневого вузла, а також для об'єднання напівпанелей між собою з метою утворення єдиного жорсткого диску покриття. Вузол приєднання кроквяних конструкцій до стінових – шарнірно-нерухомий. Центр опорної деталі кроквяної конструкції знаходиться на відстані 315 мм від внутрішньої поверхні стінової панелі (від робочого прольоту будівлі «в світлі») та 145 мм від зовнішнього краю поздовжнього ребра стінової панелі.

Транспортується панель у вигляді комплекту із двох напівпанелей з розмірами в плані 2980×9560 мм та чотирьох елементів затяжок.

3.2. Застосування геодезичних приладів під час випробування ділянки покриття будівлі агропромислового комплексу

Для визначення несучої здатності та деформативності ребристих залізобетонних панелей покриття під час натурних випробувань, фактичний попередній натяг сталеві зтяжки, а також прогини елементів трикутної арки від власної ваги двох залізобетонних напівпанелей, можливо визначити за допомогою геодезичного супроводу, який включає визначення вертикальних та горизонтальних переміщень конструктивних елементів покриття. Для визначення вертикальних переміщень можливо застосувати:

а) технічний оптичний теодоліт 2Т30П або технічний оптичний нівелір НЗ (*похибка 0,5 мм на 10 м*) та нівелірну рейку (*ціна поділки шкали – 1 мм*);

б) високоточний оптичний нівелір Н05 (*ціна поділки 0,05 мм; похибка 0,1 мм на 10 м*) та інварну рейку Р-05 (*ціна поділки шкали – 5 мм*);

в) технічний лазерний нівелір HILTI РМ 2-L (*автонівелювання увімкнено; похибка 2 мм на 10 м*) та нівелірну рейку (*ціна поділки шкали – 1 мм*).

Із наведених приладів найвищу точність дає високоточний оптичний нівелір Н05, за допомогою якого можливо знімати відліки з точністю до 0,05 мм, що співставимо із точністю прогиноміру 6-ПАО (*ціна поділки шкали 0,01 мм; похибка 0,5 мм на 100 мм ходу*), який зазвичай використовують під час випробування будівельних конструкцій. До переваг лазерних нівелірів слід віднести простоту їх використання та можливість знімати відліки безпосередньо на рейці одному робітникові.

На рисунках 3.3–3.6 показано пропоноване авторами схематичне розташування геодезичних приладів під час проведення геодезичного супроводу випробування ділянки покриття будівлі агропромислового комплексу.

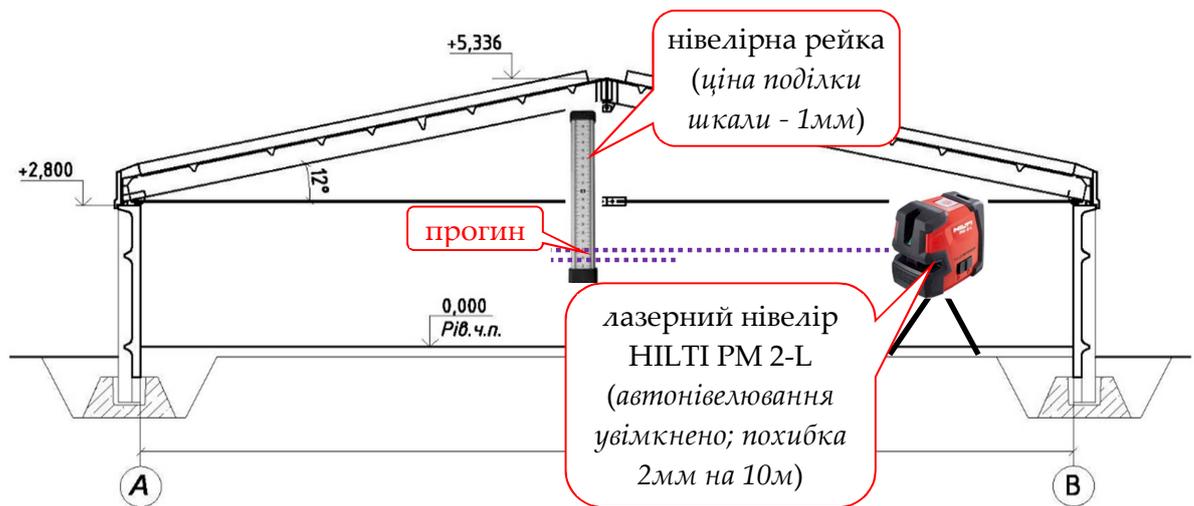


Рисунок 3.3. Схематичне розташування лазерного нівеліру HILTI PM 2-L під час проведення натурного випробовування секції арки покриття

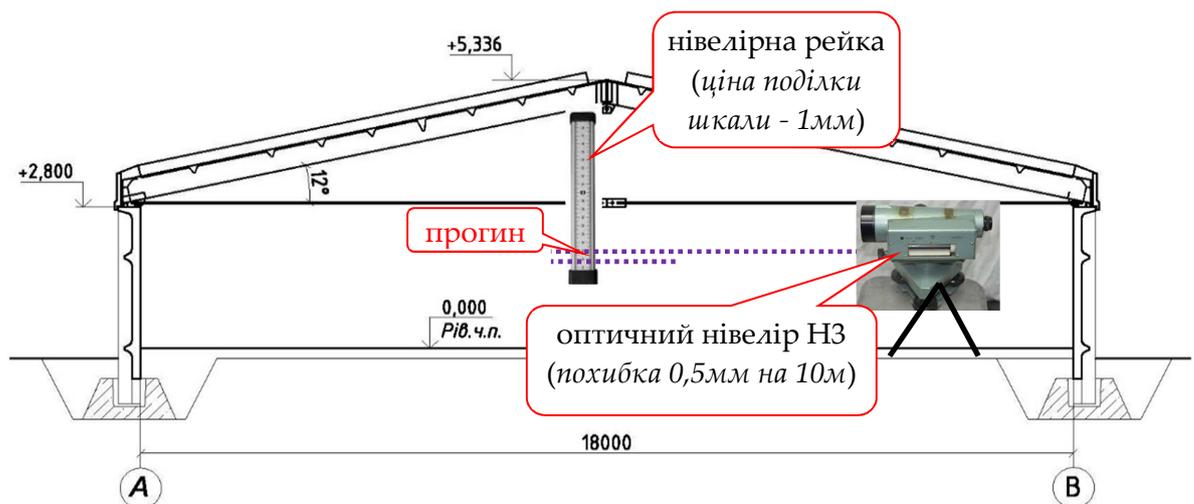


Рисунок 3.4. Схематичне розташування оптичного технічного нівеліру H3 (теодоліту 2Т30П) під час проведення натурного випробовування секції арки покриття

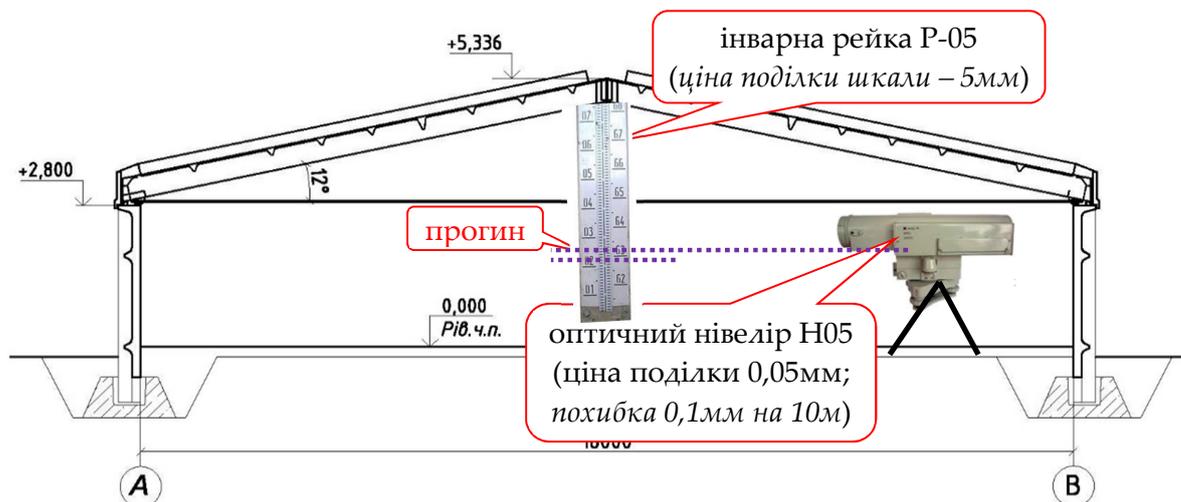


Рисунок 3.5. Схематичне розташування оптичного високоточного нівеліру Н05 під час проведення натурального випробовування секції арки покриття

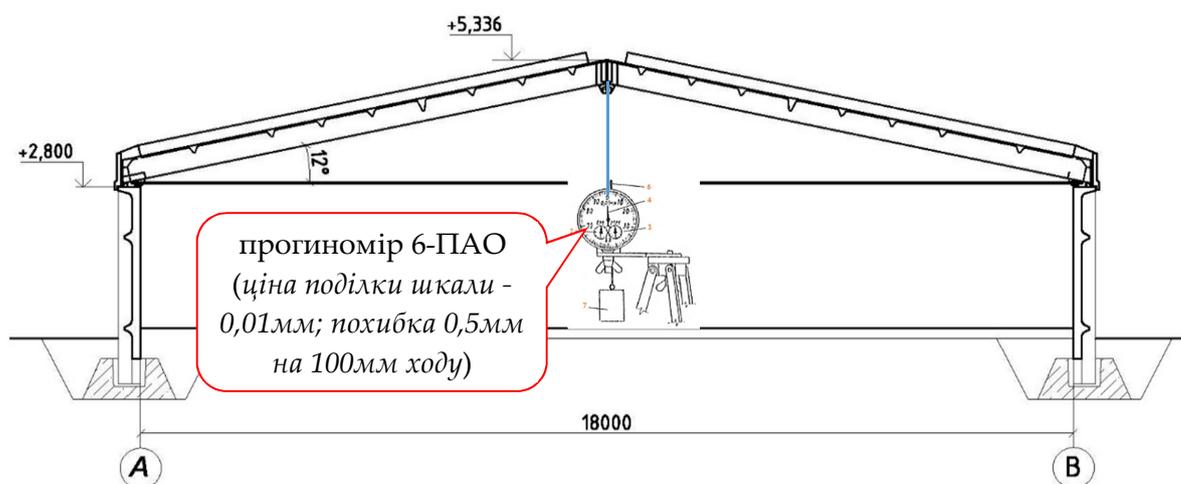


Рисунок 3.6. Типове розташування вимірювальних приладів під час проведення натурального випробовування будівельних конструкцій

Висновки до третього розділу

1. Розроблені схеми розташування геодезичних приладів під час проведення натурального випробування секції сталезалізобетонної арки покриття дозволяють визначати прогини конструкцій з точністю, що зазвичай отримують використовуючи прогиноміри під час випробовування будівельних конструкцій.
2. Найвищу точність вимірювань прогинів дає високоточний оптичний нівелір Н05, за допомогою якого можливо знімати відліки з точністю до 0,05 мм.
3. До переваг лазерного нівеліру HILTI PM 2-L слід віднести простоту його використання та можливість знімати відліки безпосередньо на рейці одному робітникові.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Основними нормативними документами, що регламентують геодезичні роботи у будівництві, є ДБН В. 1.3-2:2010 "Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві" та ДСТУ-Н Б В. 1.3- 1:2009 "Виконання вимірювань. Завдяки цим нормативним документам встановлюються загальні положення, правила вимірювання геометричних параметрів у будівництві та методичні принципи.
2. Під час польових робіт було визначено висотні відмітки існуючих конструкцій – майбутніх опор конструкцій покриття – за допомогою трьох приладів:
 - лазерного нівеліру HILTI PM 2-L;
 - оптичного технічного теодоліту 2Т30П;
 - оптичного високоточного нівеліру Н05.

По отриманим масивам випадкових величин (відхилень висотних відміток від середніх значень) визначені статистичні характеристики.

3. Розроблені схеми розташування геодезичних приладів під час проведення натурного випробування секції сталезалізобетонної арки покриття дозволяють визначати прогини конструкцій з точністю, що зазвичай отримують використовуючи прогиноміри під час випробування будівельних конструкцій. Найвищу точність вимірювань прогинів дає високоточний оптичний нівелір Н05.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Большаков В.Д., Маркузе Ю.И. Практикум по теории математической обработки геодезических измерений. – М.: «Недра», 1984. – 352с.
2. Большаков В.Д., Гайдаев П.А. Теория математической обработки геодезических измерений. – М.: «Недра», 1977. – 367с.
3. Бугай П.Т. Теорія помилок і способ найменших квадратів – Львів: «Вид. Львівського ун-ту», 1960. – 366с.
4. Войтенко С.П. Математична обробка геодезичних вимірів. Теорія похибок вимірів. – К.: «КНУБА», 2003. – 216с.
5. Григоровський П.Є., Дейнека Ю.В., Косолап Л.О. Деякі особливості вибору методів виконання геодезичного забезпечення при будівництві НСК «Олімпійський». *Нові технології в будівництві : наук-техн. зб.* Київ : Вид-во «Ліра-К». 2010. Вип. 19. С. 9–15.
6. Григоровський П.Є., Дейнека Ю.В., Косолап Л.О. Нормативна база геодезичного забезпечення будівельних робіт в Україні. *Нові технології в будівництві.* №2 (22). 2011. С. 12–20.
7. Григоровський П.Є., Крошка Ю.В. Аналіз та вдосконалення нормативної бази з геодезичного забезпечення будівництва (перегляд ДБН В.1.3-2:2010 Геодезичні роботи у будівництві). *Будівельне виробництво : наук-техн. зб.* Київ : ЦП «Компринт». 2017. Вип. 62/3. С. 3 – 7.
8. Григоровський П.Є., Куделя А.М., Дейнека Ю.В. Методика проведення моніторингу висотних будівель з урахуванням досвіду будівництва в м. Києві. *Нові технології в будівництві : наук-техн. зб.* Київ : Вид-во «Ліра-К». 2008. Вип. 16. С. 56–63.
9. ДБН В.1.3-2:2010 "Геодезичні роботи в будівництві". Київ: Мінрегіонбуд України. 2010. 70 с.

10. ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 "Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Виконання вимірювань, розрахунків точності геометричних параметрів. Настанова".
11. Зазуляк П.М., Гавриш В.І. та ін. Основи математичного опрацювання геодезичних вимірювань. – Львів:Видавництво «Растр-7», 2007. – 408с.
12. Каленіченко Д.Ю., Гасенко А.В., Семко О.В., Новицький О.П. Інноваційні технології геодезичного моніторингу реконструкції багатоповерхової промислової будівлі із зміною її функціонального призначення. *VII міжнародна науково-практична конференція «Transfer of Innovative Technologies 2021»*. Дистанційна (Cisco Webex) (Київ–Дортмунд–Нур-Султан–Дзянсу 19-20 травня 2021 р.). Київ: КНУБА.
13. Крошка Ю.В., Мурашова О.В., Фурсов Ю.В. Вибір раціональних методів геодезичних робіт з урахуванням їх впливу на будівельно-монтажні роботи. *Science and Education a New Dimension : Natural and Technical Sciences*. 2019. № VII(26), Issue: 215 С. 20-23.
14. Крошка Ю.В. Організаційні та технологічні вимоги до складу проектів виконання геодезичних робіт. *Будівельне виробництво : наук-техн. зб.* Київ : ЦП «Компринт». 2018. Вип. 64. С. 13–14.
15. Крутибич О.В., Семко О.В., Гасенко А.В. Інноваційні технології у моделюванні розрахункових схем самонапруженої сталезалізобетонної арки. *Зб. матер. VI міжн. наук.-практ. конф. «Transfer of Innovative Technologies 2020»*. Дистанційна (Cisco Webex) (Київ–Дзянсу–Забже 20-21 травня 2020 р.). DOI: 10.32347/tit2020.conf.06. Київ: КНУБА, 2020. С. 38 – 39.
16. Методичні рекомендації з виконання геодезичних робіт у будівництві / Григоровський П., Дейнека Ю., Косолап Л., Войтенко С., Шульц Р. Київ : ДП НДІБВ. 2011. 117 с.

17. Настанова щодо науково-технічного моніторингу будівель і споруд : ДСТУ-Н Б В.1.2-17:2016. [Чинний з 2017 – 04 – 01] / Бабік К., Калюх Ю., Мар'єнков М., Немчинов Ю., Слюсаренко Ю., Тарасюк В., Фаренюк Г., Галінський О., Григоровський П., Крошка Ю. та ін. Київ : ДП «УкрНДНЦ». 2017. 38 с.
18. Пічугін С.Ф. Математична обробка геодезичних вимірів. – Полтава: Видавництво «АСМІ», 2006. – 167с.
19. Семко О.В. Вплив конструкції вузлів трикутної залізобетонної арки покриття із затяжкою на зміну внутрішніх зусиль в її перерізах / О.В. Семко, А.В. Гасенко // Сучасні будівельні конструкції з металу та деревини: тези доповідей міжнародної науково-технічної конференції (Одеса 11-12 червня 2020 р.). – Одеса: ОДАБА, 2020. – С. 43 – 45
20. Семко О.В., Гасенко А.В., Крутибіч О.В. Перерозподіл внутрішніх зусиль під час укрупнювальної збірки залізобетонної арки із затяжкою : тези 72-ї наук. конф. унів-ту. Том 1. 21 квіт.–15 трав. 2020 р. Полтава: НУПІ, 2020. С. 106 – 107.
21. Серія 7011 «Железобетонные сборные быстромонтируемые здания с пролетами 18 м».
22. Чуканова Н.П., Крошка Ю.В., Мурасьова О.В. Інформаційно-експертна система для вибору засобів інструментальних вимірювань при будівництві та експлуатації будівель і споруд. *Геодезичне забезпечення будівництва.*: матеріали наук.-техн. конф. 25 жовтня 2018 р. Київ. 2018. С. 41–49.
23. Semko O.V. Architectural and constructive decisions of a triangular reinforced concrete arch with a self-stressed steel brace / O.V. Semko, A.V. Hasenko, O.G. Fenko, J Godwin Emmanuel B. Arch., V.V. Dariienko // Зб. наук. пр.: Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. – Кропивницький: КНТУ, 2020. – Вип. 3(34). – С. 209-217. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2020.3\(34\).209-217](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2020.3(34).209-217)