

Номер присвячений роботі конференції

"Геодезичне забезпечення будівництва: сучасний стан, проблеми, перспективи розвитку"

(19-20 жовтня 2011 р., м. Київ).

Конференція організована:

НАУКОВО-ДОСЛІДНИМ ІНСТИТУТОМ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

за сприянням:

**Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-
комунального господарства України;**

Академії будівництва України;

Державної служби геодезії, картографії та кадастру;

Українського товариства геодезії і картографії;

АТ ХК "Київміськбуд"; ПАТ "Київоргбуд";

за участю:

**Київського національного університету будівництва і архітектури
ДочП "Укргеодезмарк" ПАТ "Київметробуд"**

Основні напрямки роботи конференції:

- сучасний стан та перспективи розвитку геодезичного забезпечення будівництва в Україні;
- геодезична служба в будівництві — роль, функції, розвиток;
- сучасні технології геодезичних вишукувань;
- забезпечення системи якості будівництва та роль геодезичного контролю в ній;
- нормування та стандартизація геодезичного забезпечення будівництва;
- геоінформаційне забезпечення будівництва та містобудівельного кадастру;
- проблеми метрологічного забезпечення інженерної геодезії в будівництві;
- геодезичний моніторинг будівель та споруд,
як складова система техногенної безпеки;
- проблеми та розвиток геодезичного приладобудування;
- економічні аспекти геодезичного забезпечення будівництва.



Свідоцтво про державну реєстрацію серія КВ №4793 від 10.01.01
Постанова президії ВАК України від 1 липня 2010 р. № 1-05/5

Науково-технічний журнал заснований Академією будівництва України та
Науково-дослідним інститутом будівельного виробництва (НДІБВ) у січні 2001 року
Видається НДІБВ 2 рази на рік

Для співробітників науково-дослідних та проектних інститутів, спеціалістів
будівельних організацій, викладачів і студентів вищих навчальних закладів

Редакційна колегія:

В.С. Балицький — головний редактор, д.т.н., професор;
О.М.Галінський — заступник головного редактора, к.т.н.;
В.П. Адріанов, віце-президент АБУ;
Д.Ф. Гончаренко, д.т.н., професор;
Г.А. Дмитренко, д.е.н., професор;
В.С. Дорофєєв, д.т.н., професор;
Г.К. Злобін, президент АБУ;
О.І. Менеїлюк, д.т.н., професор;
С.В. Романов, к.т.н.;
Г.М. Семчук, к.т.н., доцент;
С.А. Ушацький, д.е.н., доцент;
В.І. Шацький

www.ndibv.kiev.ua; e-mail: vistavca@ukr.net; тел. 248-48-68

Літературний редактор А.М. Ясева

Технічний редактор О.М. Смірнова

Художнє оформлення реклами О.М. Галицький

Комп'ютерна верстка та графіка О.В. Сирота

Мова видання: українська і російська

Журнал рекомендовано до друку Вченою радою інституту 04.11.2011 р., протокол №3.

Адреса редколегії журналу:

03680, Київ, МСП, Червонозоряний проспект, 51.

©НДІБВ, 2011

На першій сторінці обкладинки — будівництво НСК “Олімпійський”

ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВНИЦТВА СЬОГОДНІ. ВІДКРИТТЯ КОНФЕРЕНЦІЇ

О. М. Галінський, к.т.н., директор НДІБВ

Вдруге за останні роки у НДІ будівельного виробництва збираються фахівці геодезичної справи для обговорення проблем і напрямків розвитку цієї важливої для будівництва справи. Про актуальність цієї теми для будівельного виробництва свідчить широке представництво учасників конференції, яка зібрала фахівців-практиків та вчених цієї галузі.

Реалії сучасного будівництва з його складними конструктивними і технологічними особливостями потребують раціонально організованої та добре оснащеної геодезичної служби.

Визначальним фактором у забезпеченні нормальної роботи такої служби є нормативна база з питань геодезичного забезпечення будівництва. Вона не поновлювалася з 80-х років. За цей час змінилися організаційні та економічні основи діяльності будівельного комплексу, з'явилися нові, у тому числі зарубіжні прилади та методи виконання робіт, загострилося питання інтеграції в світовий ринок будівельної продукції. Тому Мінрегіон України ініціював оновлення нормативної бази цього напрямку.

Враховуючи важливість проблеми, Мінрегіоном визначено Науково-дослідний інститут будівельного виробництва базовою організацією з питань геодезичного забезпечення будівництва.

Останніми роками розроблено ряд нормативних документів, що входять до системи забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві.

Хочу звернути Вашу увагу перш за все на ДБН В.1.3-2:2010 "Геодезичні роботи у будівництві" та ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 "Виконання вимірювань. Розрахунок та контроль точності геометричних параметрів. Настанова".

Документи розроблені співробітниками Науково-дослідного інституту будівельного виробництва у співпраці з Київським національним університетом будівництва та архітектури, Науково-виробничим інститутом метрологічного забезпечення вимірювання геометричних, механічних та віброакустичних величин, ВАТ ПТІ "Київоргбуд", АТ ХК "Київміськбуд" та ДП "Укргеодезмарк" ВАТ "Київметробуд" відповідно до Технічних завдань погоджених та затверджених Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України.

ДБН встановлює загальні правила проектування, виконання та приймання геодезичних робіт.

ДСТУ встановлює загальні положення, методичні принципи та порядок розрахунку точності і правил вимірювання геометричних параметрів у будівництві.

Існують проблеми інформаційного забезпечення будівельного комплексу з питань геодезії, маршейдерії та якості будівництва. Недостатньо використовуються інформаційні технології в будівництві та експлуатації будівель і споруд, відсутній банк даних про їх стан та експлуатаційні параметри. Ці питання могли б вирішити науково-дослідні інститути Мінрегіону за участю фахівців вищої школи.

В той же час слід відмітити, що корпорації, відомства, підвідомчі їм організації недостатньо приділяють уваги цьому питанню. Не є винятком, коли будівельні організації ведуть роботи без кваліфікованих геодезистів та сучасної геодезичної техніки, що негативно впливає на надійність та якість будівництва.

Не може не хвилювати те, що стан геодезичного забезпечення будівництва в Україні вкрай незадовільний. Вирішення наукових та практичних задач ведеться епізодично розрізненими організаціями, що призводить до послаблення ефективності роботи геодезичних служб, відтоку кваліфікованих кадрів, зниження надійності, безпеки та якості будівництва і, як наслідок, до підвищення аварійності. Це свідчить про відсутність державної концепції розвитку геодезичного забезпечення будівництва, організація якої потребує об'єднання зусиль багатьох зацікавлених міністерств, відомств та підприємств.

Впевнений, що ця науково-технічна конференція в значній мірі сприятиме вирішенню першочергових питань функціонування геодезичної служби в будівельному комплексі України.

Щиро бажаю плідної роботи та успіхів всім учасникам конференції.

Радий з нагоди привітати всіх присутніх та поздоровити з початком роботи Міжнародної науково-технічної конференції "Геодезичне забезпечення будівництва: сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку".

ПРИВІТАННЯ УКРАЇНСЬКОГО ТОВАРИСТВА ГЕОДЕЗІЇ І КАРТОГРАФІЇ

П.М. Шевчук, к. т. н., доцент, заступник голови правління

Шановні колеги!

Від імені правління Українського товариства геодезії і картографії і від себе особисто щиро вітаю Вас з проведенням конференції "Геодезичне забезпечення будівництва: сучасний стан, проблеми, перспективи розвитку". Дуже вдячний Вам за запрошення взяти участь в її роботі. Сподіваюсь почути цікаві доповіді про геодезичне забезпечення будівництва, особливо висотних об'єктів і споруд, роль і функції геодезичної служби в будівництві, шляхи вирішення назрілих проблем, спрямованих на підвищення якості робіт, продуктивності праці, технічного рівня виробництва.

Я представляю на цій конференції Українське товариство геодезії і картографії — всеукраїнську неприбуткову громадську організацію, яка об'єднує на добровільних засадах інженерно-технічних працівників, учених, викладачів, студентів вишів геодезичного профілю, а також інших фахівців, які працюють у сфері геодезії, картографії та геоінформатики. Товариство здійснює свою діяльність відповідно до Статуту, а також законодавства України.

Товариство ставить перед собою такі основні завдання:

- об'єднання зусиль його членів для сприяння у вирішенні актуальних науково-технічних проблем у галузі геодезії та картографії;
- сприяння розробленню нової техніки і технологій, механізації та автоматизації виробничих процесів з метою підвищення продуктивності праці, технічного рівня і якості топографо-геодезичних робіт;
- сприяння використанню геодезичних методів для вирішення проблем геодинамічних, сейсмічних, геологічних, геоморфологічних, гідрогеологічних та інших досліджень, спрямованих на охорону довкілля та раціональне землекористування, — поглиблення творчих контактів з метою належного представництва геодезистів у вирішенні проблем, які стоять перед науками про Землю в НАНУ;
- допомога фахівцям галузі в широкому впровадженні цифрових технологій у топографо-геодезичне та картографічне виробництво;

– захист інтелектуальної власності, законних інтересів членів товариства;

– пропаганда і сприяння впровадженню у виробництво досягнень науки і техніки, передового досвіду;

– внесення пропозицій до органів влади та управління з питань розвитку геодезії, аерокосмічних зйомок і картографії;

– розвиток міжнародного співробітництва, обмін делегаціями, передовим досвідом у галузі науки і техніки, участь у конгресах, конференціях тощо.

Наразі товариство об'єднує 51 організацію у 17 областях України та в АР Крим, з яких 25 — це державні підприємства, 5 — навчальні заклади, 21 — приватні фірми. Чисельність індивідуальних членів становить 215 осіб. У 2005-2010 рр. в колективні члени товариства вступило 26 підприємств та організацій у тому числі Орендне підприємство "НДІ будівельного виробництва", в якому ми перебуваємо сьогодні.

У березні 1994 р. на конгресі Міжнародної федерації геодезистів (FIG), який проходив у м. Мельбурні (Австралія), наше товариство було прийняте в члени цієї міжнародної організації. У квітні 2009 року в Малому Маріїнському палаці м. Києва на Асамблеї ділових кіл України, яка проходила до дня Перемоги на честь лідерів різних сфер професійної діяльності, Українське товариство геодезії і картографії було визнане кращою громадською організацією року, а президент товариства професор Ігор Тревого нагороджений статуеткою Богині Перемоги Ніки та відповідним сертифікатом.

Правління УТГК практикує в своїй діяльності відзначення важливих подій в діяльності галузі, окремих підприємств, організацій та їх працівників. З метою стимулювання працівників галузі практикується вручення нагород: почесних відзнак, грамот, дипломів, цінних подарунків тощо. Так, на кінець 2010 р. відзнакою "Почесний геодезист України" нагороджено 155 осіб, відзнакою "За заслуги в геодезії і картографії" I ступеня — 92 особи, II ступеня — 74 особи і III ступеня — 116 осіб, відзнакою імені А. Л. Островського — 11 осіб.

Починаючи з 2002 р., правління товариства щорічно організовує і проводить міжнародні науково-технічні конференції під назвою "Геофорум" на честь професійного свята працівників геології, геодезії та картографії України. Вони традиційно проходять на Яворівському військовому полігоні (Львівська обл.). Тематика цих конференцій стосується в основному розв'язання важливих проблем у розвитку геодезії та картографії, науки та освіти, топографо-геодезичного та картографічного виробництва. Робота конференцій проходить у формі пленарних та секційних засідань за напрямками: геодезія і геодинаміка; фотограмметрія, картографія, ГІС; інженерна геодезія, кадастр, землеустрій; військові геодезичні та GIS- технології; приладобудування; наукова секція студентів і аспірантів. Конференції супроводжуються виставками новітніх приладів, устаткування, програмних продуктів відомих у світі та Україні приладобудівних фірм, до конференцій видається збірник наукових праць "Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва".

Правління товариства активно співпрацює з міжнародними громадськими організаціями, деле-

гації товариства беруть участь у багатьох міжнародних конгресах, конференціях, симпозіумах, семінарах. Укладено угоди про співпрацю з Товариством польських геодезистів (SGP), Спілкою геодезистів і картографів Чехії, Словаччини, Німеччини.

В той же час наша галузь в Україні знаходиться зараз у важкому стані. До цього часу не визначено її правового статусу, не призначено голову служби, затримується фінансування. Президія правління УТГК постійно слідкує за цією ситуацією, декілька разів розглядала питання на своїх засіданнях, зверталась до прем'єр-міністра з проханням надати Державній службі геодезії, картографії та кадастру статус органу центрального управління і вивести її з підпорядкування Держкомзему. Наразі в цьому питанні ніяких змін немає, але ми надіємось на його позитивне вирішення найближчим часом.

Бажаю учасникам конференції доброго здоров'я, здійснення усіх задумів і сподівань, невичерпних сил та енергії для втілення в життя рішень конференції на благо геодезії для будівельної галузі!

Вітаю всіх присутніх з початком роботи конференції!

**Звіт про проведення Міжнародної
науково-технічної конференції
"ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
БУДІВНИЦТВА:
СУЧАСНИЙ СТАН, ПРОБЛЕМИ,
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ"**

19-20 жовтня 2011 року, м. Київ

Заходи і конференції, метою яких є висвітлення особливостей геодезичної науки, регулярно проводяться як в Україні, так і за кордоном. Але питання, пов'язані з геодезичними вимірами у будівництві, на таких конференціях, як правило, є другорядними, тому глибоко не розглядаються, незважаючи на їх актуальність для будівельної галузі.

Ось чому Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України ініціювало проведення Міжнародної науково-технічної конференції "Геодезичне забезпечення будівництва: сучасний стан, проблеми, перспективи розвитку", яка відбулася 19-20 травня 2011 року.

Конференція присвячена презентації нормативних документів ДБН В.1.3-2:2010 "Геодезичні роботи у будівництві"; ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 "Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. Настанова" та 80-річчю кафедри інженерної геодезії КНУБіА мала на меті висвітлення нагальних питань геодезії у будівельній галузі.

Організатори конференції: Науково-дослідний інститут будівельного виробництва, Київський національний університет будівництва і архітектури, ДочП "Укргеодезмарк" ПАТ "Київметробуд", ПАТ "Київоргбуд" АТ ХК "Київміськбуд" за сприяння: Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України; Академії будівництва України; Державної служби геодезії, картографії та кадастру; Українського товариства геодезії і картографії.

Наукова програма конференції охоплювала такі напрямки:

- сучасний стан та перспективи розвитку геодезичного забезпечення будівництва в Україні;
- геодезична служба в будівництві — роль, функції, розвиток;
- 80 років кафедрі інженерної геодезії — досягнення та досвід підготовки фахівців з геодезії для будівельної галузі;

- досвід міжнародної співпраці в галузі геодезичного забезпечення;
- досвід з геодезичної практичної діяльності (досвід провідних будівельних організацій України: Київміськбуду, Укрметробуду);
- сучасні технології геодезичних вишукувань;
- забезпечення системи якості будівництва та роль геодезичного контролю в ній;
- нормування та стандартизація геодезичного забезпечення будівництва (розвиток нормативної бази геодезії, кадастру та геоінформаційних технологій);
- проблеми та розвиток геодезичного приладобудування; сучасні геодезичні прилади та прилади інструментального контролю якості;
- проблеми метрологічного забезпечення інженерної геодезії в будівництві;
- геодезичний моніторинг будівель та споруд як складова система техногенної безпеки будівель і споруд, раннього виявлення надзвичайних ситуацій і оповіщення у разі їх виникнення;
- економічні аспекти геодезичного забезпечення будівництва.

Оргкомітет конференції очолювали директор Департаменту технічного регулювання та науково-технічного розвитку Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України Барзилович Дмитро Владиславович, директор Науково-дослідного інституту будівельного виробництва, канд. техн. наук, ст. наук. співробітник, член-кореспондент Академії будівництва України Галінський Олександр Михайлович, декан факультету геоінформаційних систем і технологій управління територіями, завідувач кафедри інженерної геодезії Київського національного університету будівництва й архітектури (КНУБіА), професор, доктор технічних наук Войтенко Степан Петрович.

У роботі конференції взяли участь понад 50 керівників та провідних фахівців науково-дослідних інститутів, провідних підприємств будівельної галузі, представників навчальних закладів, викладачі, аспіранти та студенти Київського національного технічного університету будівництва і архітектури (КНУБіА).

З нагоди проведення конференції видано "Методичні рекомендації з виконання геодезичних робіт у будівництві", що розроблені у розвиток вітчизняних норм та стандартів з виконання геодезичних робіт при будівництві та моніторингу гео-



*Гість конференції — Томас Люман,
Інститут Фотограметрії та
геоінформатики, Ольденбург
(Німеччина)*



*Виступає Білоус М. В.,
директор "Укргеодезмарк"*



*Гість конференції —
Марко Ді Мауро,
GEOMOS Hexagon Group (Італія)*



Виставка геодезичного обладнання



У фойє під час перерви



*Експерсія на об'єкт експериментального будівництва, що знаходиться на перетині
просп. Перемоги та вул. Шелуденка*

дезичними методами деформацій окремих конструкцій та будівель (споруд) в цілому, призначене для фахівців геодезичних служб будівельних організацій.

Відкриття конференції розпочалось з вітального слова співголови оргкомітету, директора Науково-дослідного інституту будівельного виробництва, канд. техн. наук Галінського Олександра Михайловича.

Після відкриття з привітанням до учасників конференції звернувся заступник директора Департаменту технічного регулювання та науково-технічного розвитку, начальник відділу оцінки відповідності Мінрегіону України Омеляненко Максим Вікторович, який підкреслив значущість проведення такої конференції для науково-технічного розвитку геодезичного напрямку, як складової частини забезпечення якості робіт у будівельній галузі.

Від Українського товариства геодезії та картографії з привітанням до учасників конференції виступив заступник голови правління кандидат технічних наук, доцент, почесний геодезист СРСР, України та країн СНД Шевчук Петро Максимович.

Пленарне засідання розпочалось програмною доповіддю "Нормативна база геодезичних робіт у будівництві" першого заступника директора Науково-дослідного інституту будівельного виробництва, канд. техн. наук, ст. наук. співр., члена-кореспондента Академії будівництва України Григоровського Петра Євгеновича, який презентував введені в дію ДБН В.1.3-2:2010 "Геодезичні роботи в будівництві" та ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 "Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. Настанова", що давно очікувались в Україні. Значну частину доповіді займали проблеми, з якими стикнулись розробники на шляху до написання ДБН та ДСТУ-Н. Закінчив свою доповідь Петро Євгенович рекомендаціями про необхідність розроблення положення про геодезичну службу в будівництві та посібника до ДБН.

Далі перед учасниками конференції виступив декан факультету геоінформаційних систем і технологій управління територіями завідувач кафедри інженерної геодезії Київського національного університету будівництва і архітектури, професор, доктор технічних наук Войтенко Степан Петрович, доповідь якого була присвячена 80-річчю кафедри

інженерної геодезії та її досягненням за роки існування. Доповідь "Основні наукові напрями кафедри інженерної геодезії Київського національного університету будівництва і архітектури" в повній мірі розкрила проблеми та досягнення вищої школи підготовки кадрів для будівництва. Основна проблема — складності при модернізації матеріальної бази кафедри.

Емоційною була доповідь директора ДочП "Укргеодезмарк" канд. техн. наук Білоуса Миколи Васильовича "Досвід інженерно-геодезичного маркшейдерського забезпечення всього комплексу робіт при будівництві метрополітену", яка окрім досягнень зачепила найбільючішу тему геодезичного забезпечення будівництва — відсутність розцінок та методики розрахунку вартості.

Досвіду виконання геодезичного забезпечення на всіх етапах будівництва присвячена доповідь начальника відділу геодезичних робіт, метрології та стандартизації ВАТ ПТІ "Київоргбуд" Кривого Олександра Петровича.

З доповідей Білоуса М.В. та Кривого О.П. учасники дізналися не тільки про геодезичний досвід провідних організацій, а й про роль геодезичних робіт в забезпеченні роботи системи якості великих будівельних корпорацій.

Далі перед учасниками конференції виступили закордонні гості: представник Ольденбурзького інституту фотограмметрії та геоінформатики професор Томас Луманн (Німеччина) та представник компанії "Геомосс" Марко Ді Маро. Доповідь Томаса Луманна присвячена прикладам застосування методофотограмметрії для потреб будівництва, а доповідь Марко Ді Маро присвячена застосуванню нового інноваційного датчика гідростатичного нівелювання для постійного моніторингу осідання фундаментів висотного будинку. Обидві доповіді викликали жваве дискусійне обговорення.

Під час конференції працювала велика виставка геодезичної техніки та приладів від провідних фірм-постачальників України. Серед них великою була виставка геодезичної апаратури відомої фірми "Sokkia", яку представляла фірма-постачальник ТОВ ВКП "Укргеопроект" — головний спонсор конференції. Також під час конференції можна було ознайомитись та придбати офіційні видання ДБН В.1.3-2:2010 "Геодезичні роботи в будівництві" та ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 "Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геоме-

тричних параметрів. Настанова", які представляло Державне Підприємство "Укрархбудінформ" — офіційний видавець державних нормативних документів та стандартів.

Багато питань викликали доповіді про геодезичне забезпечення будівельних робіт НСК "Олімпійський" першого заступника директора НДІ будівельного виробництва Григоровського П.Є та заступника декана КНУБіА Шульца Р.В.. Доповідь Шульца Р.В. присвячена створенню вихідної геодезичної мережі НСК "Олімпійський", а доповідь Григоровського П.Є. присвячена комплексу геодезичних робіт з інструментального контролю точності геометричних параметрів та створенню і виконанню геодезичного моніторингу на всіх етапах будівництва.

Впродовж конференції були заслухані 27 доповідей представників Науково-дослідного інституту будівельного виробництва (О.М. Галінський, П.Є. Григоровський, Ю.В. Дейнека, Л.В. Терещенко), Київського національного університету будівництва і архітектури (С.П. Войтенко, Р.В. Шульц, Р.А. Дем'яненко), ДочП "Укргеодезмарк" ДП "Укрметробуд" (М.В. Білоус, В.Я. Ковтун), Донбаської національної академії будівництва і архітектури (Лобов М.І.), Донецького національного технічного університету (Шоломицький А.А.), ДП "Укрметртестстандарт" (Самойленко А.М., Глушко Ю.Ю.), Київського національного університету ім. Т.Шевченка (Боднар С.П.), ВАТ "Одесагаз" (Учитель І.Л.) та інших учасників конференції.

Доповіді учасників конференції відрізнялися високим науковим рівнем, новизною поглядів, актуальністю та перспективністю.

На другий день конференції були організовані дві екскурсії. Перша екскурсія за підтримки фірми "СолДата Україна" була на об'єкт будівництва, що знаходиться на перетині проспекту Перемоги та вулиці Шелуденка "Висотні башти Sky Towers", для ознайомлення з діючою автоматизованою комплексною системою геомоніторингу. Друга екскурсія організована на НСК "Олімпійський" за підтримки дирекції з будівництва, для ознайомлення з системою геодезичного моніторингу.

Загалом Міжнародна конференція отримала позитивні відгуки громадськості та показала, що у організаторів та учасників такої конференції є великий потенціал, а геодезичне забезпечення у будівництві є важливою ланкою у забезпеченні якості будівництва.

УХВАЛА **Міжнародної науково-технічної** **конференції** **"Геодезичне забезпечення будівництва:** **сучасний стан, проблеми, перспективи** **розвитку"**

Міжнародна науково-технічна конференція проходила 19-20 жовтня 2011 року у м. Києві в приміщенні Науково-дослідного інституту будівельного виробництва. Загальна кількість учасників — 45 представників провідних геодезичних та будівельних фірм, науково-дослідних інститутів, викладачів, аспірантів, студентів вищих навчальних закладів тощо. Заслухали й обговорили понад 25 доповідей.

На конференції розглянуті проблеми організації геодезичної служби будівельної галузі, ціноутворення геодезичного забезпечення будівництва, сертифікації та низького рівня фахівців геодезії в будівництві, нормування геодезичних робіт у будівництві, метрологічного забезпечення будівництва

Міжнародна науково-технічна конференція прийняла таку ухвалу. Звернутись до Міністерству України з ініціативою про:

- розроблення положення про геодезичну службу будівельних організацій відповідно до вимог нових чинних нормативних документів та стандартів;
- розроблення кошторисно-нормативної бази (розцінки) на геодезичні роботи;
- при сертифікації фахівців будівельної галузі та фахівців в області вишукувань для будівництва, необхідно враховувати рівень підготовки та кваліфікацію фахівців геодезистів, що мають працювати на будівельному майданчику;
- здійснювати цільову підтримку спеціалізованих кафедр вищих навчальних закладів в напрямку матеріально-технічного та методичного забезпечення та підготовки фахівців-геодезистів;
- розробити систему нормативних документів, які будуть відображати застосування метрології у будівництві;
- визнати необхідним регулярне проведення конференцій, семінарів, круглих столів з геодезичного забезпечення в будівництві;
- підтримувати проведення конференції "Геодезичне забезпечення будівництва" 1 раз на 2 роки.

Тези доповіді Войтенко С.П., д.т.н., КНУБА, "Основні наукові напрямки кафедри інженерної геодезії київського національного університету будівництва і архітектури"

2010 рік став ювілейним для кафедри інженерної геодезії КНУБіА. Їй виповнилося 80 років.

З моменту створення в 1930 році її очолювали видатні вчені: П.П. Хаустов, В.Г. Леонтович, Н.Г. Відуєв, П.Г. Швердін, Ю.В. Поліщук.

Першим завідувачем кафедри "Геодезія та планування" став професор П.П. Хаустов. З 1949 по 1978 роки кафедрою геодезії керує професор Н.Г. Відуєв. Саме з його легкої руки на кафедрі почалася інтенсивна наукова діяльність.

У перші роки існування основним завданням кафедри була підготовка кваліфікованих інженерів-будівельників та архітекторів. З 1948 року кафедра геодезії входить до складу факультету міського будівництва, в якому на той момент профільною була кафедра "Міське будівництво та господарство".

У 1958 році ректорат інституту і Міністерство вищої спеціальної освіти України завдяки ініціативі професора Н.Г. Відуєва приймають рішення про відкриття в інституті набору на спеціальність "Інженерна геодезія". Кафедра отримує нову назву і стає випускаючою з цієї спеціальності. У цей період тут працюють: проф., д.т.н. Н.Г. Відуєв, доценти к.т.н. Д.І. Ракитов, В.А. Крумеліс, В.Ю. Моїсєєв. Колектив кафедри поповнюється новими співробітниками. У 1961 році на кафедру приходить доцент В.М. Сердюков, який в 1978 році захищає докторську дисертацію з питань інженерної фотограмметрії. У 1963 році на кафедру приходять доценти В.В. Веревічев, П.Г. Швердін, Г.Н. Буглів. Влітку цього ж року відбувся перший випуск інженерів геодезистів.

У 1965-70 роках на кафедрі починають свій творчий шлях майбутні доценти і професори кафедри Ю.В. Поліщук, Т.Т. Чмчян, Г.С. Кондра, П.І. Баран, Д.М. Кавунець, С.П. Войтенко, І.Є. Суботін, які в наступні десятиліття склали кістяк кафедри.

Науковий потенціал кафедри посилюється з приходом доктора технічних наук, професора О.Л. Кобиліна. У 1973 році кафедра "Інженерна геодезія" нараховує вже більше 40 викладачів. Враховуючи сучасні завдання і проблеми геодезії і інженерної геодезії зокрема, було прийнято рішення про

виділення з кафедри "Інженерна геодезія" кафедри "Автоматизація геодезичних вимірів", її завідувачем стає доцент В.А. Крумеліс.

Наприкінці 80-х років, з приходом професора Ю.В. Поліщука активізується наукова діяльність кафедри. З цього періоду і до сьогоднішнього дня на кафедрі працювали і продовжують працювати професори П.І. Баран, Л.В. Борисюк, В.Г., Бурачек, В.А. Боровий, С.П. Войтенко, Д.М. Кавунець, Ю.В. Поліщук, В.С. Староверов, І.Є. Суботін, Т.Т. Чмчян; доценти А.П. Ісаєв, Г.М. Литвин, І.В. Лапицький, Н.І. Тарасенко, Е.Ф. Чопенко, Н.А. Володін, Ю.К. Лященко, А.Н. Самойленко.

Етапним став 2000 рік, коли на базі кафедр "Інженерна геодезія", "Міське будівництво та господарство" та "Автоматизація геодезичних вимірювань" був створений факультет геоінформаційних систем і управління територіями. У цьому ж році кафедра "Автоматизації геодезичних вимірів" змінила назву на кафедру "Геоінформатика і фотограмметрія". Через два роки в 2002 році на базі перерахованих вище кафедр були створені кафедри окремо "Міське будівництво" і "Міське господарство", а також кафедра "Землепорядкування та кадастр".

Таким чином, почавши свій шлях 80 років тому, як кафедра при будівельному інституті, згодом кафедра "Інженерна геодезія" стала базовою для створення в будівельному виші окремого факультету, який займається підготовкою фахівців за спеціальностями "Геодезія", "Землепорядкування та кадастр", "Геоінформаційні системи та технології" і "Міське будівництво та господарство". З 2012 року планується розпочати підготовку фахівців за спеціальностями "Оцінка землі і нерухомого майна" та "Фотограмметрія і дистанційне зондування".

Багатогранний спектр наукової діяльності кафедри можна розділити на наступні напрями:

- розробка технології побудови інженерно-геодезичних мереж різного призначення;
- теорія математичної обробки результатів геодезичних вимірювань;
- теорія та практика інженерно-геодезичних вишукувань;

- геодезичне забезпечення будівельно-монтажних робіт;
- геодезичні методи вимірювання деформацій інженерних споруд;
- розробка, дослідження та застосування традиційного і спеціального геодезичного обладнання.

Багато випускників аспірантури при кафедрі "Інженерна геодезія" стали докторами наук у: Росії, Молдавії, Білорусі, Узбекистані, Литві, Азербайджані, Туркменістані, Казахстані, Вірменії, Польщі. Стажерами на кафедрі працювали вчені з НДР, Польщі, Чехії, Вірменії, Латвії, Угорщини, Болгарії. Співробітники кафедри вели підготовку наукових кадрів у Китаї, Афганістані, Кубі, Малі, Алжирі.

Спеціалізована вчена рада з геодезії почала працювати в Київському інженерно-будівельному інституті в 1966 році і функціонувала до 1979 року. За цей період відбувся захист більш ніж 70 дисертацій. Робота спеціалізованої ради в новому складі почалася лише в 1994 році. З цього моменту в раді за спеціальностями "Геодезія, фотограмметрія та картографія" і "Кадастр та моніторинг земель" тільки співробітниками та аспірантами кафедри було захищено понад 20 кандидатських і 6 докторських дисертацій.

Всі ці роки кафедра розвивала міжнародні наукові зв'язки з іншими університетами та інститутами світу. Були підписані договори про співпрацю з Московським державним університетом геодезії і картографії (Росія), Санкт-Петербурзьким державним університетом шляхів сполучення (Росія), Сибірською державною геодезичною академією (Росія), Королівським технологічним інститутом (Швеція), Інститутом прикладних наук Нойбранденбург (Німеччина), Софійським університетом будівництва, архітектури та геодезії (Болгарія), Вільнюським технологічним університетом (Литва). Багато співробітників кафедри тісно співпрацюють з ученими Польщі, Німеччини, Грузії, Вірменії.

Співробітниками кафедри "Інженерної геодезії" опубліковано велику кількість підручників, посібників і монографій.

Зусиллями Н.Г. Відусьва в 1965 році почав видаватися міжвідомчий науково-технічний збірник "Інженерна геодезія", який на сьогоднішній день є одним з найбільш компетентних видань в Україні з питань геодезії, фотограмметрії, картографії,

геоінформаційних систем та кадастру.

На сьогоднішній день кафедра має величезний науково-виробничий потенціал. У розпорядженні співробітників кафедри найсучасніше геодезичне обладнання, яке дозволяє виконувати будь-які види інженерно-геодезичних робіт.

При кафедрі функціонує науково-дослідний сектор "Інженерна геодезія та геоінформатика", який займається науковими розробками в найпрогресивніших напрямках, серед яких:

- дослідження технічних можливостей і точності сучасного геодезичного обладнання;
- застосування супутникового геодезичного обладнання для розв'язання прикладних геодезичних задач (спостереження за опадками і переміщеннями, забезпечення висотного будівництва, створення високоточних інженерно-геодезичних мереж);
- теоретична розробка математичних моделей розрахунку точності геодезичних спостережень з урахуванням умов роботи та фізико-механічних властивостей будівельних конструкцій інженерних споруд;
- застосування систем наземного лазерного сканування для вирішення завдань інженерної геодезії;
- застосування в інженерній геодезії цифрової фотограмметрії для вирішення різних завдань;
- теоретична розробка та практичне дослідження систем автоматизованого геодезичного моніторингу;
- дослідження можливостей застосування сучасного навігаційно-геодезичного обладнання при будівництві підземних споруд.

Випускники кафедри очолюють великі наукові та виробничі об'єднання: НДІ геодезії і картографії, НПП метрологічного забезпечення вимірювання геометричних, механічних і віброакустичних величин; ВАТ "Кіїворгбуд" АТ ХК "Київміськбуд"; ДП "Укргеодезмарк" ПАТ "Київметробуд".

Досягнення кафедри за 80 років дозволяють з упевненістю дивитися в завтрашній день, у повній впевненості, що її наукові розробки і фахівці, яких вона готує, будуть затребувані в умовах сучасного ринку праці, а напрями, в яких продовжує розвиватися кафедра дозволять і надалі займати їй заслужене високе місце серед міжнародної геодезичної еліти.

УДК 624.131.2;69:006

*П.Є. Григоровський, к.т.н.; Ю.В. Дейнека;
Л.О. Косолап, НДІБВ*

НОРМАТИВНА БАЗА ГЕОДЕЗИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ В УКРАЇНІ

АНОТАЦІЯ

У статті представлені загальні вимоги, положення та структура введених в дію ДБН В.1.3-2:2010 "Гедезичні роботи в будівництві" та ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 "Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Виконання вимірювань, розрахунок точності геометричних параметрів. Настанова". Обґрунтована необхідність розробки нових нормативних документів.

Ключові слова: нормативний документ, стандарт, гедезичні роботи в будівництві, контроль та розрахунок точності, правила виконання вимірювання, допуск, мережа, розмічувальні роботи, моніторинг.

Нормативна база України в галузі гедезії на решті поповнилась давно очікуваними документами. Здебільшого під час виконання гедезичних робіт досі керувались вимогами норм, стандартів, інструкцій, розроблених ще 30 – 40 років назад, які не враховують сучасного стану будівництва та можливості сучасних приладів та засобів виконання гедезичних робіт. Тим більш значимим є офіційний вихід стандарту ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 "Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Виконання вимірювань, розрахунок точності геометричних параметрів. Настанова" (далі — ДСТУ) та ДБН В.1.3-2:2010 "Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Гедезичні роботи у будівництві" (далі — ДБН).

Документи розроблені співробітниками Науково-дослідного інституту будівельного виробництва у співпраці з Київським національним університетом будівництва та архітектури, Науково-виробничим інститутом метрологічного забезпечення вимірювання геометричних, механічних та віброакустичних величин, ВАТ ПТІ "Київоргбуд", АТ ХК "Київміськбуд" та ДП "Укргеодезмарк" ВАТ "Київметробуд" відповідно до технічних завдань, погоджених та затверджених Міністерством

регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України.

ДСТУ затверджено наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 24.12.2009 р №685 і замінює діючі раніше ГОСТ 21778-81, ГОСТ 21779-82, ГОСТ 21780-83, ГОСТ 23615-79, ГОСТ 23616-78, ГОСТ 26433.0-85, ГОСТ 26433.1-89, ГОСТ 26607-85).

ДБН затверджено наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 21.01.2010 р. №20. Вони замінюють діючий раніше СНиП 3.01.03-84.

ДСТУ встановлює загальні положення, методичні принципи та порядок розрахунку точності та правила вимірювання геометричних параметрів у будівництві. Вимоги ДСТУ поширюються на проектування і будівництво будинків і споруд, проектування та виготовлення будівельних конструкцій, деталей і виробів, проведення розмічувальних робіт у частині оцінки та забезпечення точності геометричних параметрів і встановлюють основні принципи регламентації, номенклатуру і значення технологічних та функціональних допусків геометричних параметрів у будівництві.

ДБН встановлює загальні правила проектування, виконання та приймання гедезичних робіт, які виконуються під час будівництва, реконструкції, технічного переоснащення об'єктів будівництва будь-якого призначення з врахуванням сучасного стану технічного забезпечення гедезичних робіт та нових вимог до гедезичного супроводу, як будівництва, так і експлуатації будинків і споруд.

Структура стандарту представлена на рисунку 1 і включає 12 розділів основного тексту та 6 додатків, що містять приклади застосування цього стандарту для розрахунків точності у будівництві. На відміну від вищезгаданих ГОСТ, стандарт виконаний як один документ, що визначає всі характеристики точності, порядок їх розрахунку та правила вимірювання у будівництві. Крім того, у стандарт додано розділ, що регламентує виконання вимірювання параметрів будинків і споруд.

Перші розділи ДСТУ встановлюють сферу його застосування, містять всі посилання на використані в тексті нормативні документи та визначення понять всіх термінів, що використовуються в тексті цього стандарту.

Розділ стандарту "**Основні положення**" дає визначення точності геометричного параметра, наводить характеристики точності та їх взаємозв'язок, дає роз'яснення таким поняттям, як: точність геометричного параметра та її розрахунок, функціональні допуски, технологічні допуски, статистичний аналіз точності, контроль точності, визначає основні вимоги до правил виконання вимірювання елементів заводського виготовлення та геометричних параметрів конструкцій будівель та споруд.

Більш детально всі ці поняття та вимоги до них встановлені в розділах ДСТУ.

Розділ стандарту "**Розрахунок точності**" встановлює, що розрахунок точності геометричних параметрів повинен виконуватися в процесі проектування конструкцій з метою забезпечення складності конструкцій із заданими експлуатаційними якостями при найменших затратах.

Розрахунок точності проводять на основі функціональних вимог, що встановлюються до будівельних конструкцій будинків і споруд, та даних про точність технологічних процесів та операцій, що

застосовуються при виготовленні елементів, розмічування осей і складання конструкцій.

У процесі розрахунку точності визначають розрахункові граничні значення результатного параметра, які порівнюють потім із допустимими граничними значеннями цього параметра.

У розділі наводяться умови відповідності точності результатного параметра функціональним вимогам та визначається завдання розрахунку точності, яке може бути прямим чи зворотнім. У відповідності з результатами розрахунку точності уточнюють номінальні значення результатних та складових параметрів, встановлюють вимоги до точності цих параметрів і правила контролю точності, а також встановлюють способи та послідовність виконання технологічних процесів і операцій, методи та засоби забезпечення їх точності.

Наводиться рівняння, що виражає залежність між результатним і складовими параметрами, яке є вихідним рівнянням для розрахунку точності. Дано визначення поняття результатних та складових параметрів.

Наведені рівняння точності, за якими визначають розрахункові граничні значення результатного параметра при статистичному розрахунку, розрахункові граничні значення результатного параметра спрощеним статистичним методом та номінальні значення та розрахункові характеристики точності результатного параметра при статистично незалежних складових параметрах.

У розділі визначено порядок розрахунку точності при різних варіантах вихідних даних. Також наведено рівняння точності залежно від типу завдання та методу.

Розписаний алгоритм дії, якщо в результаті розрахунку встановлено, що умови точності не витримуються.

У розділі наведені формули:

– для визначення розрахункових номінальних значень результатного параметра та розрахункових характеристик точності за результатами статистичного аналізу точності відповідних технологічних процесів і операцій, а також вирази для переходу від характеристик точності та планів контролю, встановлених у стандартах та інших нормативних документах, до статистичних характеристик точності;

– для визначення розрахункових гранич-

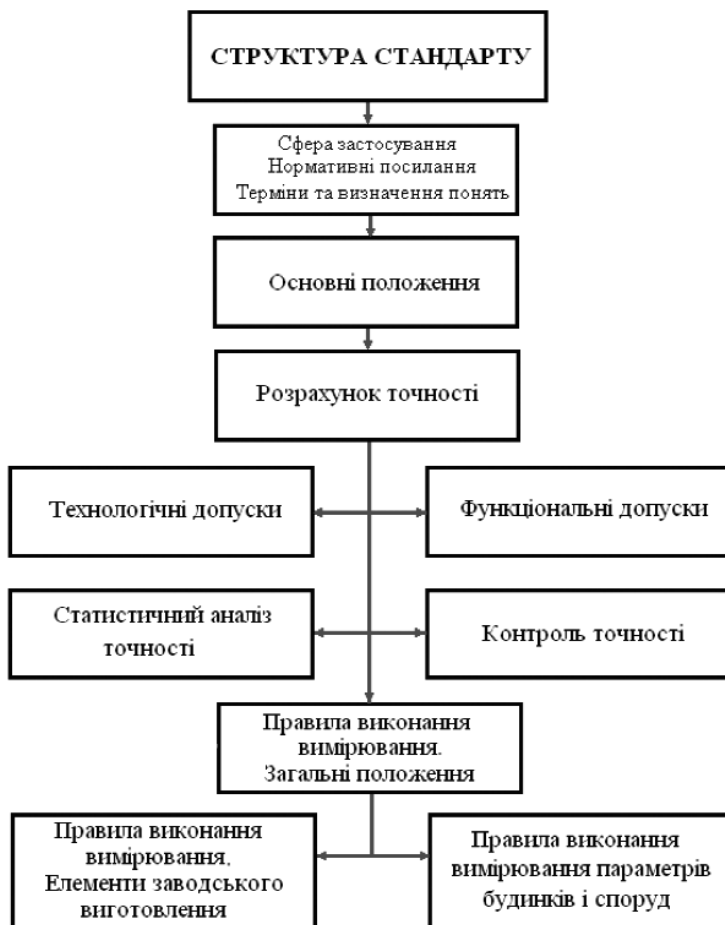


Рисунок 1. Структура стандарту

них значень результатного параметра методом мінімуму-максимуму з урахуванням найбільш несприятливого поєднання відхилень складових параметрів за складеною на основі вихідного рівняння формулою.

У розділі **"Технологічні допуски"** встановлене поняття технологічного допуску та наведено формулу для обчислення значення технологічних допусків та межі інтервалів номінальних розмірів, для яких установлені технологічні допуски, на основі рядів чисел.

У розділі зазначено, що точність виготовлення елементів характеризується допусками та граничними відхиленнями їх лінійних розмірів, а також формами взаємного положення поверхонь.

Наведено характеристики допусків прямолінійності та граничних відхилень від прямолінійності, допусків площинності та граничних відхилень від площинності та допусків перпендикулярності та граничних відхилень від перпендикулярності. Вказано, що допуски лінійних розмірів елементів регламентують точність їх виготовлення по довжині, ширині, висоті, товщині або діаметру, точність розмірів та положення виступів, виїмок, отворів та прорізів, кріпильних і з'єднувальних деталей, а також точність положення нанесених на елементи орієнтирів. Наведено допуски лінійних розмірів елементів залежно від номінального розміру, допуски прямолінійності для перерізів елемента, допуски площинності, допуски перпендикулярності поверхонь елемента.

У розділі наведені визначення допусків та граничних відхилень розмічування точок і осей у плані, передачі точок і осей по вертикалі, допусків створу та граничних відхилень від створу точок, допусків та граничних відхилень розмічування висотних позначок і передачі висотних позначок, а також допусків перпендикулярності та граничних відхилень від перпендикулярності осей. Наведені допуски перпендикулярності осей залежно від номінальної відстані до точки, що розглядається, допуски розмічувальних робіт з урахуванням точності нанесення і закріплення відповідних точок і осей.

У розділі встановлено, що точність установки елементів збірних будинків і споруд характеризують допусками суміщення і відхиленнями від суміщення орієнтирів і допусками симетричності і відхиленнями від симетричності установки елементів. Наведені допуски суміщення орієнтирів в

залежності від номінальної відстані між ними та допуски симетричності установки елементів залежно від номінального значення геометричного параметра, а також допуски будівельних і монтажних робіт, що характеризують точність встановлення елементів після проектного закріплення.

Розділ **"Функціональні допуски"** визначає допуски, що регламентують точність розмірів, форми і положення елементів будинків і споруд. У розділі наведена номенклатура функціональних допусків.

Функціональні допуски, функціональні граничні відхилення або граничні значення функціональних геометричних параметрів призначають виходячи із функціональних вимог, що пред'являються до будівельних конструкцій. Функціональні вимоги за рівнем надійності будівельних конструкцій, а також конструктивні, технологічні, естетичні, економічні та інші вимоги, прийняті для призначення допусків, повинні забезпечувати дотримання експлуатаційних показників будинків, споруд та їх елементів у допустимих межах.

У розділі наведена номенклатура функціональних допусків.

Розділ **"Статистичний аналіз точності"** встановлює закономірність розподілу дійсних значень геометричних параметрів конструкцій будинків і споруд та їх елементів.

Також встановлюється послідовність виконання статистичного аналізу точності по кожному геометричному параметру, правила виконання статистичного аналізу точності по дійсних відхиленнях параметра в представницькій об'єднаній вибірці, що складається з не менш ніж 100 об'єктів контролю і одержуваної шляхом послідовного відбору з досліджуваної сукупності серії вибірок малого об'єму та порядок формування вибірки для забезпечення її представництва і випадковості.

Встановлюється порядок обчислення вибірових середніх відхилень, а також вибірових середніх квадратичних відхилень. Наведено формули для обчислення вибірових середніх відхилень у вибірках малого об'єму та в об'єднаній вибірці, вибірових середніх квадратичних відхилень, розмаху дійсних відхилень параметра.

При перевірці статистичної однорідності процесу встановлюють:

- відповідність розподілу дійсних відхилень параметра в об'єднаній вибірці теоретичному;
- стабільність вибірового середнього відхи-

лення, значення якого характеризує систематичні похибки процесу;

- стабільність вибіркового середнього квадратичного відхилення або розмаху, значення яких характеризують випадкові похибки процесу.

У додатку до стандарту наведено приклад перевірки однорідності процесу.

На підставі результатів статистичного аналізу робиться висновок про можливість процесу забезпечення точності параметра у відповідності з певним класом точності за цим стандартом. У розділі наведено умову, за якою визначають клас точності та формулу для визначення показника рівня точності.

У розділі **"Контроль точності"** визначено, що контроль точності геометричних параметрів є обов'язковою складовою частиною контролю якості і виконується за допомогою зіставлення дійсних значень параметрів або характеристик точності із встановленими.

Контроль точності повинен забезпечувати:

- визначення із заданою ймовірністю відповідності точності геометричних параметрів вимогам нормативної, технологічної та проектної документації на об'єкти контролю;

- одержання потрібної інформації для оцінки і регулювання точності технологічних процесів.

Визначено, що контроль точності призначають переважно вибірково за альтернативними або кількісними ознаками, а за потреби – суцільним.

Суцільний контроль призначається:

- при невеликих обсягах виробництва;
- при нестабільному характері виробництва;
- при підвищених вимогах до забезпечення заданої точності.

Вибірковий контроль призначається при налагодженому стабільному виробництві.

У розділі наведені види, методи та об'єкти контролю по стадіях виробництва, встановлюється порядок перевірки точності даного геометричного параметра при суцільному та вибіркового контролю та визначені умови: за яких об'єкт контролю вважають придатним за даним контрольованим параметром; за методами і засобами вимірювання для забезпечення потрібної точності і достовірності вимірювання.

Наведені значення збільшеного об'єму вибірки, що обчислені для нормального закону розподілення контролюючого параметра.

У розділі **"Правила виконання вимірювання. Загальні положення"** встановлюються терміни з

виконання вимірювання, що використовуються в цьому стандарті, об'єкти вимірювання та геометричні параметри, вимоги до точності яких встановлені в нормативній, проектній і технологічній документації на об'єкти вимірювання.

Наведено умови вибору методів і засобів вимірювання у відповідності з характером об'єкта та параметрів, умови визначення граничної похибки.

Встановлюються правила та умови виконання вимірювання та обробки результатів спостереження і оцінки точності вимірювання.

Оцінку точності вимірювання виконують порівнянням фактичної похибки з граничною похибкою вимірювання.

Наведено порядок розрахунку похибки вимірювання та наводяться формули, за якими обчислюють розрахункову похибку вимірювання, та наводяться способи виключення систематичних похибок введенням поправок до цих результатів. Наведені поправки по зазначених похибках.

У розділі **"Правила виконання вимірювання. Елементи заводського виготовлення"** визначені прилади для виконання вимірювання лінійних розмірів та їх відхилень, відхилення форм профілю поверхні, кутових розмірів.

Наведені схеми вимірювання розмірів і їх відхилення, а також відхилення форм, значення граничних похибок вимірювання, які можуть бути використані при виборі методів і засобів вимірювання, граничні похибки вимірювання.

У розділі **"Правила виконання вимірювання параметрів будинків і споруд"** наведено схеми вимірювання. Вказано, що перевагу надають прямим вимірюванням параметра.

Визначені прилади для вимірювання лінійних розмірів і їх відхилень, горизонтальних і вертикальних кутів, перевищень між точками, відхилення від вертикальності, відхилення від прямолінійності (створності) і площинності.

Встановлюються точки вимірювання відхилення від площинності поверхні конструкцій і відхилення від площинності монтажного горизонту, відхилення від прямолінійності, відхилення від вертикальності, зазорів, уступів, глибини опирання, ексцентриситетів, відхилення елементів конструкцій, а також будинків і споруд від заданого положення у плані і по висоті.

У додатках наводяться приклади: розрахунку статистичних характеристик і перевірки статистичної однорідності процесу; перевірки статистич-

ної однорідності технологічного процесу; оцінки точності вимірювання; визначення відхилення від площинності; розрахунку потрібної точності вимірювання і вибору методів і засобів її забезпечення.

Розроблений ДБН містить 8 розділів та 11 додатків. Структура документа представлена на рисунку 2.

Перші розділи ДБН встановлюють сферу застосування цих норм та необхідність використання вимог виконання геодезичних робіт, що встановлені діючими в Україні іншими нормами та правилами і містять всі посилання на використані в тексті нормативні документи та визначення понять всіх термінів, що використовуються в тексті цих норм.

У розділі "Загальні положення" визначається геодезичне забезпечення як комплекс організаційних, технологічних, технічних та інших заходів, спрямованих на забезпечення відповідності точності геометричних параметрів об'єктів будівництва вимогам проектної та нормативної документації, а геодезичні роботи як роботи з визначення просторового положення будівель (споруд), визначення форм та розмірів об'єктів, а також одержання геометричних, аналітичних та цифрових моделей просторових об'єктів, визначення, контролю та моделювання просторового положення об'єктів, які виконуються геодезичними методами, геодезичними приладами та інструментами. При цьому зазначається, що геодезичні роботи є невід'ємною частиною технологічного процесу будівельного виробництва та відносяться до основних видів робіт.

У розділі зазначено, що на підприємствах будівельної галузі повинні створюватись геодезичні служби, які відносяться до основних підрозділів підприємств, а геодезичні роботи мають виконуватись геодезичними службами та лінійним персоналом будівельних організацій.

До складу геодезичних робіт входять:

- створення геодезичної розмічувальної мережі будівництва і побудова зовнішньої геодезичної розмічувальної мережі;
- розмічування лінійних споруд або їх частин;

- створення внутрішньої геодезичної розмічувальної мережі будівель (споруд);
- створення розмічувальної мережі для монтажу технологічного устаткування;
- геодезичний контроль точності геометричних параметрів будівель (споруд);
- геодезичні вимірювання деформацій (моніторинг) основ, фундаментів, конструкцій будівель (споруд) їх частин.

Розділ норм "Геодезична розмічувальна мережа для будівництва" регламентує правила виконання геодезичної розмічувальної мережі та вигляд, в якому створюється зовнішня та внутрішня геодезичні розмічувальні мережі.

Вказано склад проекту виконання геодезичних робіт та необхідність виконання робіт відповідно до діючих нормативно-технічних документів.

Планова геодезична розмічувальна мережа будівельного майданчика створюється у вигляді червоних або інших ліній регулювання забудови, будівельної сітки та інших видів геодезичних мереж.

Висотну геодезичну розмічувальну мережу створюють у вигляді нівелірних ходів, що спираються не менше ніж на два репери опорної геодезичної мережі.

У розділі наведені вимоги до точності геодезичних вимірювань при побудові геодезичної розмічувальної мережі будівельного майданчика.

Згідно з нормами замовник зобов'язаний до початку виконання будівельно-монтажних робіт пе-



Рисунок 2. Структура норм

редати підряднику закріплену геодезичну розмічувальну мережу для будівництва, у тому числі:

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

Приймання геодезичної розмічувальної мережі для будівництва потрібно оформлювати актом. Форма акта наведена в додатку до норм.

Нагляд за збереженням прийнятих пунктів геодезичної розмічувальної мережі та зовнішньої геодезичної розмічувальної мережі протягом всього періоду будівництва покладається на підрядника.

Розділ **"Розмічувальні роботи в процесі будівництва"** регламентує винесення в натуру з заданою точністю осей та позначок, що визначають відповідно до проектної документації положення в плані та по висоті конструкцій, елементів та частин будівель (споруд).

У випадках будівництва за проектною документацією, що містить допуски на виготовлення та зведення конструкцій будівель (споруд), які не передбачені стандартами, нормами і правилами, потрібну точність розмічувальних робіт норми допускають визначати спеціальними розрахунками за умовами, що наведені в проектній документації.

Безпосередньо перед виконанням розмічувальних робіт виконавець повинен перевірити незмінність положення пунктів розмічувальної мережі будівель (споруд).

Нормами передбачено, що розмічувальні осі, монтажні (орієнтирні) риси виносяться від пунктів зовнішньої чи внутрішньої геодезичних розмічувальних мереж будівель (споруд). Внутрішня геодезична розмічувальна мережа будівель (споруд) розвивається від пунктів зовнішньої геодезичної розмічувальної мережі. У нормах наведені приклади схем побудови внутрішньої геодезичної розмічувальної мережі на вихідному горизонті. Створення внутрішньої геодезичної розмічувальної мережі будівлі (споруди) на вихідному горизонті виконують із прив'язкою до пунктів

зовнішньої геодезичної розмічувальної мережі, а на монтажному горизонті — до пунктів внутрішньої геодезичної розмічувальної мережі вихідного горизонту.

У розділі наведені методи передачі точок планової внутрішньої геодезичної розмічувальної мережі будівель (споруд) з вихідного на монтажний горизонт, також перенесення позначок з вихідного горизонту на монтажний, методи контролю точності передачі координат планової внутрішньої розмічувальної мережі будівлі (споруди) з вихідного на монтажний горизонт.

Результати вимірювання та побудови при створенні внутрішньої геодезичної розмічувальної мережі на вихідному та монтажному горизонтах фіксують шляхом складання схем місць розташування пунктів мережі з наведеними координатами та прив'язками до осей будівлі (споруди).

Розділ **"Геодезичний контроль точності геометричних параметрів будівель (споруд) та виконавче геодезичне знімання"** регламентує геодезичний контроль точності геометричних параметрів будівель (споруд), який є обов'язковою складовою частиною виробничого контролю якості.

Нормами забороняється починати наступний етап будівельно-монтажних робіт до закінчення виконавчих зйомок та складання виконавчих схем (креслень). Виконавча схема є одним з основних документів, на підставі якого надається дозвіл на виконання наступного етапу будівельно-монтажних робіт.

Нормами передбачено, що геометричні параметри будівель (споруд), методи геодезичного контролю, порядок і обсяг його здійснення повинні бути встановлені проектом виконання геодезичних робіт (ПВГР), а перелік відповідальних конструкцій та частин будівель (споруд), що підлягають виконавчій геодезичній зйомці при здійсненні приймального контролю, повинен бути визначений проектною організацією.

Норми встановлюють, що планове та висотне положення елементів, конструкцій та частин будівель (споруд), їх вертикальність, положення анкерних болтів та закладних деталей треба визначати від пунктів внутрішньої геодезичної розмічувальної мережі будівлі (споруди) або орієнтирів, що використовувалися при виконанні робіт, а елементів інженерних мереж - від пунктів розмічувальної мережі будівельного майданчика, зовнішньої геодезичної розмічувальної мережі будівлі (споруди) або від твердих точок капітальних

будівель (споруд). Похибка вимірювання у процесі геодезичного контролю точності геометричних параметрів будівель (споруд) не повинна перевищувати 0,2 величини допустимого відхилення, яке встановлене будівельними нормативними документами, державними стандартами або проектною документацією.

Результати геодезичної (інструментальної) перевірки при операційному контролі повинні бути зафіксовані у загальному журналі робіт.

За результатами виконавчої геодезичної зйомки складаються виконавчі схеми, а для підземних інженерних мереж - виконавчі креслення. За потреби у вигляді додатка складають каталог координат та висот пунктів мереж.

Склад та оформлення виконавчих схем повинні відповідати вимогам типових схем (згідно з додатком до цих норм) із дотриманням вимог державних стандартів.

При прийманні робіт із будівництва замовник виконує контрольну геодезичну зйомку перевірки відповідності геометричних параметрів будівель (споруд) та інженерних мереж їх значенням на пред'явлених підрядником виконавчих схемах (кресленнях).

У цих нормах вперше введено новий розділ **"Геодезичний моніторинг будівель (споруд)"**, який регламентує проведення моніторингу геодезичними методами за станом конструкцій, що будуються, та станом конструкцій, що вже експлуатуються.

У нормах вказується, що геодезичний моніторинг включає в себе систему вимірювань, фіксації результатів та аналітичну обробку отриманих даних.

Геодезичному моніторингу, як правило, підлягають основи, фундаменти, конструкції будівель (споруд) або їх частини об'єкта нового будівництва та будинки, інженерні мережі, підземні споруди та об'єкти інфраструктури, що його оточують. Для висотних будинків, експериментальних та складних будівель (споруд) моніторинг входить до робіт з науково-технічного супроводу, є складовою частиною загального моніторингу об'єкта будівництва.

Геодезичний моніторинг виконується геодезичними методами і приладами та автоматизованими комплексами у відповідності з вимогами програми та технічного завдання.

При геодезичному моніторингу визначаються такі характеристики деформацій:

для основ:

- вертикальні деформації ґрунту;

– горизонтальні зміщення ґрунту;
для фундаментів:

- абсолютне осідання, середнє осідання;
- нерівномірне осідання, відносне нерівномірне осідання;

для наземної частини будинку:

- відхилення від вертикалі (крен) будівельних конструкцій (осей колон, стін, ліфтових шахт та інших елементів) або будівлі (споруди) в цілому;
- деформації колон і інших бетонних конструкцій;

– розкриття тріщин, динаміки їх розвитку;

Методи і вимоги до точності геодезичних вимірювань деформацій основ будівель (споруд) приймаються згідно з ГОСТ 24846.

Розділ ПВГР, що регламентує геодезичний моніторинг висотних будинків, складних та експериментальних будівель (споруд) у процесі будівництва повинен включати:

– проектування, вимоги до побудови та точності геодезичної мережі, призначеної для визначення деформацій;

– проектування, виготовлення, технологію установки геодезичних знаків та деформаційних марок;

– методику виконання вимірювань та прилади, що необхідно використовувати;

– проектування, технологію підготовчих та налагоджувальних робіт, встановлення та експлуатацію автоматизованих комплексів геодезичного моніторингу (за потреби);

– порядок обробки результатів вимірювань та електронних носіїв, перелік звітних документів.

Розділ встановлює правила розміщення пунктів спеціальної інженерно-геодезичної мережі (репери) для моніторингу деформацій будівель (споруд) з урахуванням зручності доступу, вимірювань та мінімізації витрат часу, матеріалів та вимоги до місця розташування деформаційних марок у період будівництва та експлуатації.

Час проведення вимірювань прив'язується до календарного графіка будівництва. Рекомендована періодичність проведення моніторингу за кожним видом деформації наведена в довідниковому додатку.

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

Геодезичний моніторинг будівель (споруд) у

період експлуатації доцільно проводити з використанням автоматизованих комплексів, що повинні надавати дані в обсязі, з точністю та періодичністю, що забезпечить отримання повної інформації про технічний стан будівель (споруд) та запобігання аварійним ситуаціям.

Номенклатура автоматизованих комплексів повинна передбачати системи автоматизованого моніторингу в реальному масштабі часу таких геометричних параметрів конструкції будівель (споруд):

- нахили фундаменту, нерівномірного осідання фундаментів;
- відхилення від вертикалі, коливання верху будівлі (споруди);
- кручення будівлі (споруди);
- деформації відповідальних несучих конструкцій.

Для вимірювання нахилів фундаменту і нерівномірного осідання фундаментів рекомендується використовувати стаціонарну гідростатичну систему, для відхилення від вертикалі, коливань і кручення верху будівлі (споруди) — систему вимірювання коливань і нахилів верху споруд або стаціонарну автоматизовану систему контролю деформацій на основі вимірювачів (датчиків) кута відхилення від вертикалі.

Розділ регламентує вимоги до датчиків, інших приладів та устаткування системи автоматизованого моніторингу.

Додатки до ДБН доповнюють основний текст норм конкретними умовами та схемами.

Обов'язкові додатки наводять умови забезпечення точності геодезичних вимірювань, лінійних вимірювань, геометричного нівелювання, передачі позначок на монтажний горизонт, передачі позначок тригонометричним нівелюванням електронним тахеометром або ручним віддалеміром та умови забезпечення точності передачі планових координат точок та осей по вертикалі в залежності від умов вимірювання.

В обов'язкових додатках наводиться форма акта приймання геодезичної розмічувальної мережі будівельного майданчика та форма акта приймання-передачі результатів геодезичних робіт.

У довідкових додатках наводяться типові схеми геодезичної розмічувальної мережі будівельного майданчика, схеми закріплення розмічувальних осей та схеми створення та закріплення внутрішньої геодезичної розмічувальної мережі, приклади закріплення зовнішньої геодезичної розмічу-

вальної мережі будівель із різною висотою та різними термінами виконання робіт, закріплення геодезичної розмічувальної мережі будівельного майданчика в різних умовах, лінійних споруд та виконання координатної палетки для передачі координат на монтажний горизонт.

Додатки наводять приклади: виконавчих схем зйомки планового і висотного положення пального поля, котловану, монолітного ростверка, вертикальних елементів (колон); виконавчих схем висотного положення плит перекриття, планової зйомки стінових панелей, співвісності вертикальних елементів (колон, панелей), будівельної частини шахти ліфта; виконавчого креслення планового і висотного положення каналізаційної мережі; складу проекту виконання геодезичних робіт; змісту журналу виконання геодезичних робіт та геодезичного контролю на будівельному майданчику.

Додатки містять: приклад схеми закріплення деформаційних марок та періодичність спостережень за видом деформацій під час геодезичного моніторингу; вимоги до програмного забезпечення геодезичних робіт; перелік використаних джерел при підготовці цих норм.

При підготовці ДСТУ були використані діючі на той час в Україні ГОСТ 21778-81, ГОСТ 21779-82, ГОСТ 21780-83, ГОСТ 23615-79, ГОСТ 23616-78, ГОСТ 26433.0-85, ГОСТ 26433.1-89, ГОСТ 26607-85 з деякими змінами та введено новий розділ, що регламентує правила виконання вимірювання елементів заводського виготовлення.

При підготовці ДБН було використано раніше діючий в Україні СНиП 3.01.03-84 з значними змінами, що враховують можливості сучасних методів та засобів виконання геодезичних робіт. Вперше в нормах регламентовано вимоги до геодезичного моніторингу положення будівель, як в процесі будівництва, так і при їх експлуатації та наведені вимоги до програмного забезпечення геодезичних робіт.

ЛІТЕРАТУРА

1. *СНиП 3.01.03-84 Геодезические работы в строительстве.*
2. *ГОСТ 21778-87. Основные положения (Общие положения);*
3. *ГОСТ 21780-83. Расчет точности (Расчет точности);*
4. *ГОСТ 21779-82. Технологические допуски (Технологические допуски);*

5. ГОСТ 26607-85. Функциональные допуски (Функціональні допуски);

6. ГОСТ 26443.0-85. Правила выполнения измерений. Общие положения (Правила виконання вимірів. Загальні положення);

7. ГОСТ 26443.1-89. Правила выполнения измерений. Элементы заводского изготовления (Правила виконання вимірів. Элементы заводського виготовлення);

8. ГОСТ 23615-79. Статистический анализ точности (Статистичний аналіз точності);

9. ГОСТ 23616-79. Контроль точности (Контроль точності).

АННОТАЦИЯ

В статье представлены общие требования, положения и структура введенных в действие ДБН В.1.3-2:2010 "Геодезические работы в строительстве" и ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 "Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Выполнение измерений, расчет точности геометрических параметров. Руководство". Обоснована необходимость разработки новых нормативных документов.

Ключевые слова: нормативный документ, стандарт, геодезические работы в строительстве, контроль и расчет точности, правила выполнения измерения, допуск, сеть, разбивочные работы, мониторинг.

ANNOTATION

In the article general requirements, positions and structure, are presented put in the operation of DBN V.1.3-2:2010 "Geodesic works in building" and DSTU-N B V.1.3-1:2009 "System of providing of exactness of geometrical parameters in building. Implementation of measurings, calculation of exactness of geometrical parameters. Nastanova". The necessity of development of new normative documents is grounded.

Keywords: normative document, standard, geodesic works, in building, control and calculation of exactness, governed implementation of measuring, admittance, network, razbivochnye works, monitoring.

УДК 624.131.2

П.Є. Григоровський, к.т.н.;

Ю.В. Дейнека;

Д.М. Дорошенко, НДІБВ

РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ГЕОДЕЗИЧНОГО МОНІТОРИНГУ

АННОТАЦІЯ

У статті розглянуто загальні вимоги до складання програми геодезичного моніторингу вертикальних та горизонтальних деформацій нескладних будівель та споруд, що знаходяться в змінених умовах експлуатації. Визначені основні види та обсяги геодезичних робіт, наведені основні методики виконання геодезичного моніторингу деформацій нескладних будівель та споруд.

Ключові слова: програма геодезичного моніторингу, будівля, геодезичний моніторинг, осідання, відхилення від вертикалі

Загальні положення

Моніторинг технічного стану об'єктів будівництва, прилеглої до будівництва забудови та будівель історичних пам'яток є актуальною темою сучасного стану будівництва.

Метою моніторингу є спостереження за технічним станом об'єкта будівництва, техногенним впливом нового будівництва на прилеглі будівлі і споруди, інженерно-геологічною та екологічною ситуацією на прилеглій території, а також визначення часу і величини можливих відхилень від нормального функціонування досліджуваних об'єктів.

За функціональним призначенням моніторинг будівель і споруд в умовах ущільненої забудови поділяється на такі напрями:

– об'єктний, що включає спостереження за станом основ, фундаментів і несучих конструкцій об'єкта нового будівництва або реконструкції, прилеглих будівель і підземних споруд, а також об'єктів інфраструктури;

– інженерно-геологічний, гідрогеологічний, геофізичний, що включає спостереження за динамікою ґрунтів, рівнів і складу ґрунтових вод та розвитком деструктивних процесів: ерозії, зсувів, карстово-суфозійних явищ, осідання земної поверхні тощо, а також за станом температурного, електричного та інших фізичних полів;

— еколого-біологічний, що включає системи спостережень за зміною навколишнього природного середовища, радіаційної обстановки тощо.

Об'єктний моніторинг поділяється на візуальний (обстеження технічного стану об'єкта) та геодезичний (інструментальний).

Геодезичний моніторинг — комплекс геодезичних робіт та систематичних спостережень за динамікою розвитку деформацій у період будівництва та експлуатації.

Перед початком виконання моніторингу обов'язково створюється програма моніторингу. Програма з геодезичного моніторингу має встановлювати основні види, обсяги виконання геодезичних вимірів з обов'язковим встановленням періодичності виконання.

Види та обсяги робіт із моніторингу

Основними видами робіт (етапів) геодезичного моніторингу однієї будівлі нескладної форми є:

- рекогносцировка об'єкта;
- аналіз результатів спостережень попередніх років;
- складання програми спостережень;
- встановлення деформаційних марок та плівкових відбивачів;
- технічний огляд знаків нівелювання (деформаційних марок) та плівкових відбивачів;
- спостереження за осіданнями основи — нівелюванням II класу;
- обробка результатів спостережень за осіданнями основи будівлі;
- спостереження за відхиленнями від вертикальності (кренами) кутів будівлі шляхом побудови лінійно-кутової мережі та лінійно-кутових засічок;
- обробка результатів спостережень за відхиленнями від вертикальності (кренами) кутів будівлі;
- аналіз отриманих даних;
- складання проміжних та заключного звітів з науково-дослідної роботи.

Обсяги робіт з геодезичного моніторингу однієї будівлі нескладної форми включають:

- *рекогносцировку об'єкта*

Рекогносцировка об'єкта робіт виконується перед складанням кошторисної документації для визначення даних, що необхідні для складання кошторису та договірної документації. За результатами складається попередня схема нівелірного

та полігонометричного ходів, визначаються місця встановлення деформаційних марок та вихідних пунктів (реперів).

Виконується один раз на весь період спостережень.

- *аналіз результатів спостережень попередніх років*

Аналіз результатів спостережень попередніх років виконується з метою визначення величин і характеру розвитку деформацій будинку в часі, що діяли на будівлю в попередніх роках. Аналізу підлягають: технічні звіти, плани, профілі, проекти на реконструкцію тощо.

Виконується один раз на весь період спостережень.

- *складання програми спостережень*

Складання програми спостережень виконується для визначення та обґрунтування видів та обсягів спостережень. Визначається методика виконання спостережень, вибираються та розробляються конструкції деформаційних марок та інших знаків. Розраховується необхідна кількість робітників та визначається їх кваліфікація. Розраховується необхідна кількість транспорту, обладнання, приладів та іншого устаткування. Складається попередній графік виконання спостережень. Виконується підготовка необхідної документації для укладання договору з замовником. Програма погоджується з замовником.

Виконується один раз на весь період спостережень.

- *встановлення деформаційних марок та плівкових відбивачів*

Деформаційні марки встановлюють за допомогою висвердлення перфоратором отвору та цементування в ньому марки. Місце встановлення марок визначається на кутах будівлі, біля осадкового шва по обидві сторони, в місцях примикання поперечних та поздовжніх стін. Марки встановлюються так, щоб виступна частина дорівнювала 5см — це достатньо для встановлення нівелірної рейки на верхню точку на висоті 30-50см від рівня земної поверхні та приблизно на однаковому рівні, відстань між марками 2-4 м. Плівкові відбивачі мають розмір 15мм x 15мм або 25мм x 25мм та клейову зворотну частину. Встановлюються плівкові відбивачі так, щоб сторона відбивача була суміщеною з кутом будівлі.

Виконується один раз на початку спостережень та у разі знищення або руйнації деформаційних

марок та плівкових відбивачів.

– *технічний огляд знаків нівелювання (деформаційних марок) та плівкових відбивачів*

Технічний огляд знаків нівелювання (деформаційних марок) та плівкових відбивачів виконується для виявлення пошкоджень знаків із метою усунення пошкоджень. При виявленні пошкоджень деформаційних марок виконується ремонт шляхом повторного бетонування марки розчином. У разі неможливості ремонту на місце пошкодженої марки встановлюється нова шляхом висвердлювання отвору в основі будівлі та бетонування в отворі нової марки подібної конструкції. Плівкові відбивачі оглядаються на наявність та можливість відбиваючої поверхні. У разі втрати плівкового відбивача або зафарбовування фарбою на його місце встановлюється новий плівковий відбивач.

Виконується перед кожним циклом спостережень — 2 рази на місяць.

– *спостереження за осіданнями основи — нівелюванням II класу.*

Складання схеми нівелірного ходу. Повірка приладу, компарування рейки. Виконання нівелювання у відповідності з вимогами нормативних документів. Закріплення місць встановлення приладу тимчасовими знаками (дюбелями). Нівелювання виконується від вихідних пунктів мережі, що розташовані на протилежному боці вул. Інститутської в будинках №12, 14, 16. Схема нівелірного ходу буде однаковою у всіх циклах спостережень для зменшення кількості джерел похибок. Ведення польового журналу.

Виконується 2 рази на місяць.

– *обробка результатів спостережень за осіданням основи будівлі*

Перевірка та обробка польових результатів спостережень, складання відомості позначок деформаційних марок із визначенням осідання, складання схем, графіків. Виконання розрахунків відповідно до нормативних документів.

Виконується 2 рази на місяць.

– *спостереження за відхиленнями від вертикальності (кренами) кутів будівлі шляхом побудови лінійно-кутової мережі та лінійно-кутових засічок*

Вибір найвигіднішої схеми лінійно-кутової мережі (полігонометричного ходу). Повірка приладу (тахеометра). Вимірювання кутів та ліній у полігонометричному ході відповідно до вимог норматив-

них документів та інструкції на тахеометр. Закріплення місць встановлення приладу тимчасовими знаками (дюбелями). Запис результатів вимірів у блок накопичення тахеометра.

Виконується 2 рази на квартал.

– *обробка результатів спостережень за відхиленнями від вертикальності (кренами) кутів будівлі*

Обробка результатів спостережень виконується за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. За результатами обробки визначаються координати та позначки плівкових відбивачів. Результати вносяться в відомість координат із визначеними деформаціями. Складаються схеми та графіки, виконуються необхідні розрахунки.

Виконується 2 рази на квартал

– *аналіз отриманих даних*

Аналіз отриманих значень осідання та відхилень від вертикалі та характеру розвитку деформацій будівлі у часі. Порівняння отриманих даних з гранично-допустимими значеннями у відповідності з нормативними документами. Виявлення ступеня небезпеки деформацій для нормальної експлуатації будівлі.

Виконується один раз на квартал під час формування звітів.

– *складання проміжних та заключного звітів з науково-дослідної роботи*

Складання текстової частини звіту з науково-дослідної роботи відповідно до вимог нормативних документів. Опис методики виконання інженерно-геодезичних спостережень. Складання табличних та графічних додатків. Редагування звіту. Оформлення та випуск звіту.

Виконується один раз на квартал.

Методики виконання інструментальних геодезичних вимірювань

Планово-висотна основа для геодезичних робіт

Перед початком геодезичного моніторингу обов'язково встановлюються вихідні реperi (пункти). Можуть використовуватись такі реperi:

глибинний — фундаментальний геодезичний знак, що закладається в практично нестискальні шари ґрунтів (при виконанні моніторингу складних, великих об'єктів, будівництво яких розраховано на 2 і більше років);

ґрунтовий — геодезичний знак, що закладається нижче глибини промерзання ґрунту (при вико-

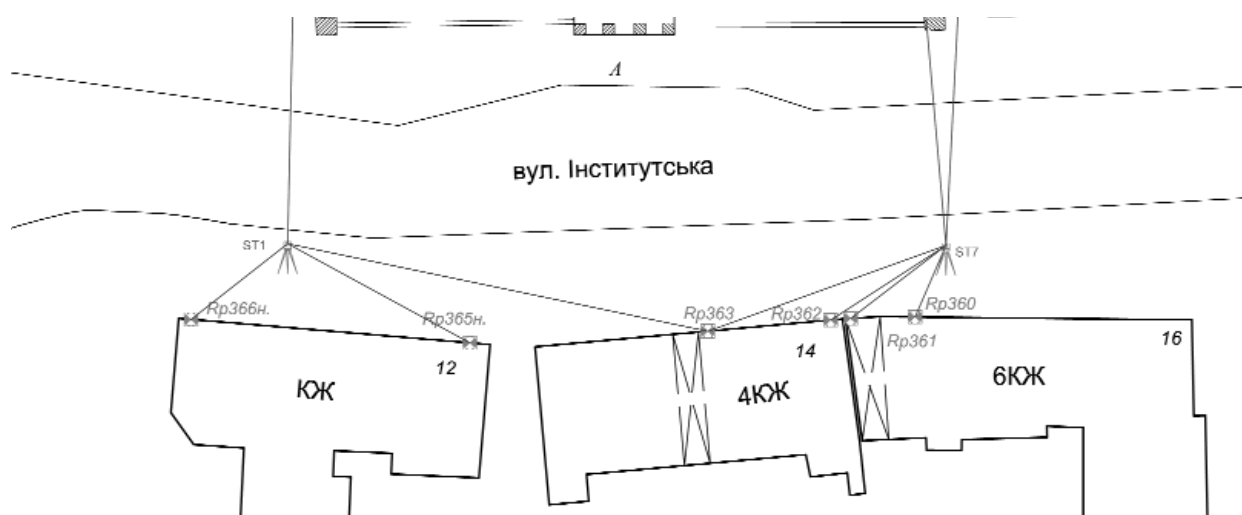


Рисунок 1. Схема розміщення вихідних реперів

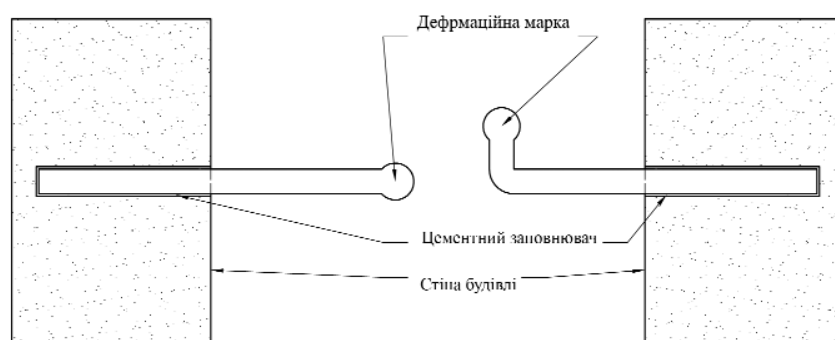


Рисунок 2. Конструкції деформаційних марок

нанні моніторингу нескладних об'єктів, будівництво яких розраховано на менше ніж на один рік);

стінний — геодезичний знак, закладений в стіні будівлі або споруди, осідання фундаменту яких можна вважати практично закінченим (при виконанні моніторингу будівель, що знаходяться в експлуатації)

Основні вимоги до місця розташування вихідних пунктів (реперів):

- тривале збереження нерухомості;
- надійний контроль за стабільністю;
- безперешкодний підхід до пункту (репера) протягом всього періоду моніторингу;
- поза зоною розповсюдження тиску від будівництва;
- в стороні від проїздів, підземних комунікацій, територій, де можливе пошкодження або зміна положення репера;
- поза зоною впливу осадкових явищ.

Види та типи реперів мають відповідати вимогам, що встановлені в нормативних документах. При використанні ґрунтових реперів їх кількість має бути не менше двох, при використанні стінних реперів їх кількість має бути не менше трьох.

Перед кожним циклом спостережень обов'язково контролюється стійкість вихідних реперів (пунктів). Якщо визначаються горизонтальні деформації разом з вертикальними, допускається ви-

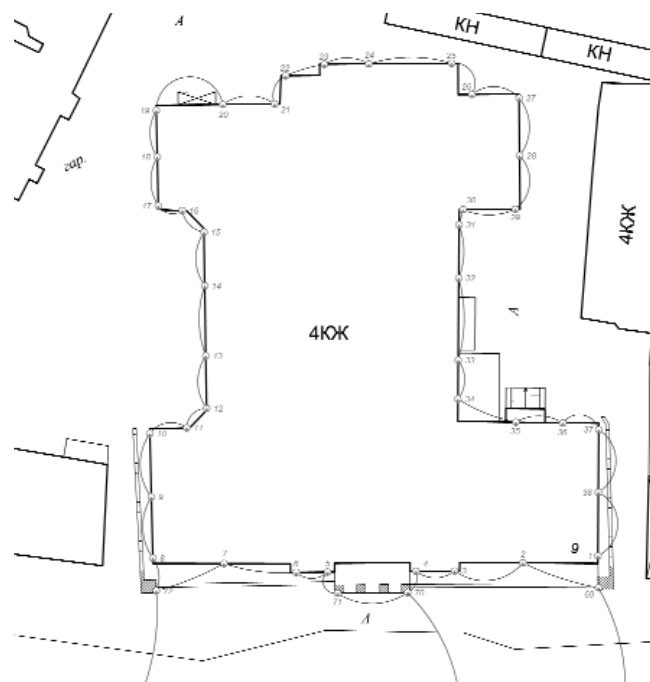


Рисунок 3. Схема розміщення стінних марок на будівлі

Таблиця 1

Клас нівелювання	Нормальна довжина візирного променя, м	Мінімальна висота візирного променя, м	Нерівність відстаней від нівеліра до рейок, м	
			на станції	накопичення по секції
II	30	0,5	1,0	3,0

користання реперів як вихідних планових.

При виконанні геодезичного моніторингу під час будівництва об'єкта встановлені пункти (реperi) передаються на зберігання за актами будівельній або експлуатуючій організаціям.

Для прикладу наведена схема розміщення стінних реперів виконання моніторингу будівлі по вул. Інститутській, 9 (рисунок 1).

Інженерно-геодезичний моніторинг за осіданням будівлі

Моніторинг осідання будівлі геодезичними методами слід виконувати по контрольних точках, закріплених деформаційними стінними марками. Марки встановлюють приблизно на одному рівні. Розміщують їх по кутах будівлі, біля осадкового шва, в місцях примикання поперечних та поздовжніх стін.

Конструкція стінних марок може бути різною від типу 143 до марок зі сталі кутового профілю або звичайних болтів та костилів з головкою, що заточена у вигляді півсфери.

Конструкції деформаційних стінних марок, що встановлені на будівлі, наведено на рисунку 2.

Розміщення марок на будівлі має задовольняти такі основні вимоги:

- безперешкодний доступ до марки;
- встановлення на марці рейки у вискове положення.

Схема розміщення марок на будівлі наведено на рисунку 3.

Основний метод визначення позначок деформаційних марок — геометричне нівелювання.

Нівелювання деформаційних марок виконують за програмою II класу високоточними нівелірами Н-05 і подібними до них за точністю (ГОСТ 10528-76) інварними штриховими рейками згідно з "Інструкцією з нівелювання I, II, III та IV класів".

Нівелювання проводять при одному горизонті в прямому і зворотному напрямках, використовуючи штрихові інварні рейки. У висячому ході допускають не більше 2 станцій.

Мережа ходів повинна спиратися не менше ніж на 2 вихідних реperi. Максимально допустимі

довжини візирного променя та нерівності плечей при нівелюванні II класу наведено в таблиці 1:

На кожній станції належить виконувати контроль спостережень, який полягає у наступному:

обчислюють різницю відліків основної та додаткової шкали кожної рейки, яка повинна відрізнятися від сталого числа не більше ніж на три поділки барабана (0,15 мм);

обчислюють різницю подвійних перевищень, отриманих по основній і додатковій шкалах, яка не повинна перевищувати 6 поділок барабана (0,3 мм).

При більших розбіжностях спостереження на станції повторюють.

Гранична нев'язка в замкнутому полігоні або між пунктами I класу підраховується за формулою

$$f_{\text{h}_{\text{поліг}}} = 0,5\sqrt{n}, \quad (1.1)$$

де n — кількість станцій у полігоні або ході.

Обробка результатів вимірювання включає в себе перевірку польових журналів, зрівнювальні обчислення за методом найменших квадратів, обчислення величини осідання, оцінку точності проведених польових робіт, складання відомостей по кожному циклу вимірювань, графічне оформлення матеріалів, складання звіту.

Осідання основи будівель під кожною маркою визначається як різниця позначок марки поточного та початкового циклів спостережень:

$$\Delta H_i = H_i - H_1, \quad (1.2)$$

де H_i та H_1 — відповідно позначки марки поточного та початкового циклів спостережень.

Результати спостережень наводяться у вигляді таблиці, в якій записані позначка кожної марки та величина осідання. На основі даних спостережень визначається: середнє осідання, відносні значення прогину (вигину) та крену. Середнє осідання визначають за формулою:

$$\Delta H_{\text{ср}} = \frac{[H]}{n}, \quad (1.3)$$

де $[H]$ — сума вертикальних переміщень, n — кількість марок.

Відносний прогин (вигин) f обчислюють за даними вертикальних переміщень трьох суміжних марок, розташованих на осях будинку за формулою:

$$f = \frac{2S_2 - (S_1 + S_3)}{2L}, \quad (1.4)$$

де S_1 та S_3 — значення вертикальних переміщень крайніх марок осі, мм; S_2 — значення вертикальних переміщень середньої марки, мм; L — відстань між крайніми марками, мм.

Для марок, які встановлені на кінцях осей будівлі, визначаємо відносний крен K за формулою:

$$K = \frac{S_a - S_b}{L}, \quad (1.5)$$

де S_a , S_b — вертикальні переміщення крайніх марок по осі будинку, мм; L — відстань між цими марками, мм.

На основі відомості осідань складається таблиця середньомісячних та середньорічних швидкостей осідання V , які визначають за формулою:

$$V = \frac{S_k - S_n}{t}, \quad (1.6)$$

де S_k — середнє осідання будинку в кінці періоду; S_n — те саме на початку періоду; t — період спостережень.

Після обробки польових даних виконується аналіз отриманих результатів.

Інженерно-геодезичні спостереження за відхиленнями від вертикальності (кренів) будинку

Під час виконання геодезичного моніторингу об'єкта необхідно визначати й відхилення від вертикалі кутів будівлі, тобто визначати крен.

Під креном будівлі слід розуміти відхилення від горизонтальної площини кутів будівлі, які виникають внаслідок нерівномірних осідань фундаментів без руйнування будівлі в цілому, зі збереженням її геометричних форм.

Для визначення величини крену застосовується багато способів. Завдання виконавця — вибрати такий спосіб, який задовольнить за точністю та може застосовуватись в умовах щільної міської забудови. Розглянемо приклад використання способу координат.

Він полягає у визначенні лінійно-кутовою (полярною) засічкою з місця установки тахеометра

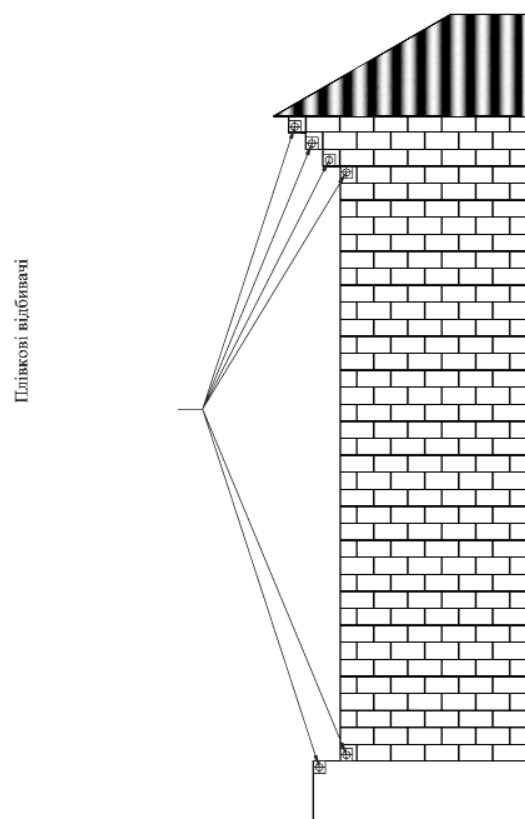


Рисунок 4. Розташування плівкових відбивачів на куті будинку

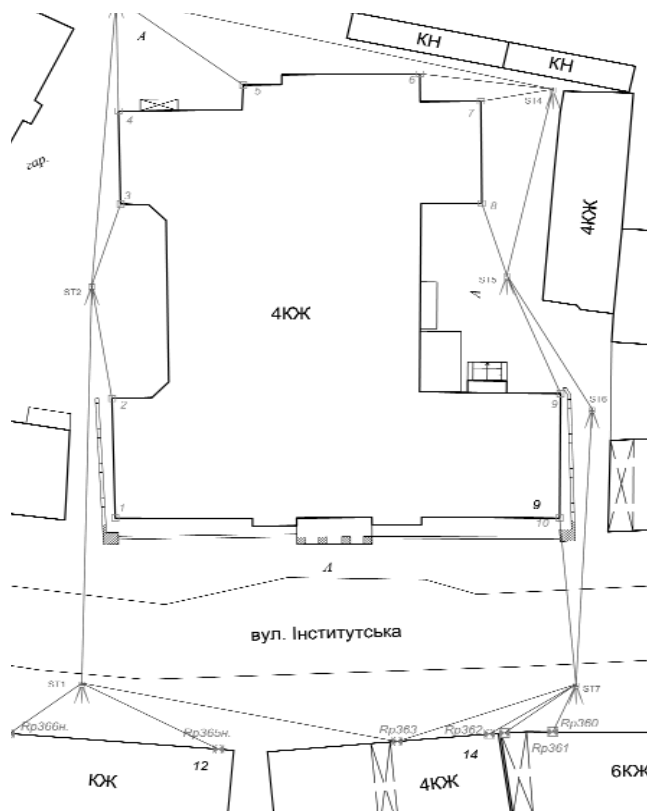


Рисунок 5. Схема вимірювань для визначення кренів будівлі

координат точок, розміщених зверху та знизу споруди.

Точки постійно закріплюють на куті будинку плівковими відбивачами розміром 15мм х 15мм або 25мм х 25мм так, щоб сторона відбивача була суміщена з кутом (рисунок 4).

За несуміщення центра відбивача з кутом будівлі вводяться відповідні поправки. Запроєктовані точки наведено у схемі знімальної планово-висотної геодезичної мережі (рисунок 5).

З різниці координат між початковим та наступними циклами спостережень визначають величину та напрям крену за даний період спостережень.

Обчислюють лінійну величину крену Q :

$$Q = \sqrt{(x_B - x_H)^2 + (y_B - y_H)^2},$$

дирекційний кут крену α

$$\alpha = \arctg \frac{y_B - y_H}{x_B - x_H},$$

та кутову величину крену v

$$v = \arctg \frac{\sqrt{(x_B - x_H)^2 + (y_B - y_H)^2}}{z_B - z_H}.$$

де x_B, y_B, z_B — координати точки у верхній частині споруди; x_H, y_H, z_H — координати точки у нижній частині споруди

У разі, якщо точки, розміщені зверху та знизу споруди, не лежать за проєктом на одній прямовисній лінії, визначають відносний крен Q' :

$$Q' = Q_n - Q_0,$$

де Q_n — значення крену у n - ному циклі спостережень, Q_0 — значення крену у нульовому циклі спостережень.

Координати точок можуть також бути використані для визначення планових та висотних зміщень елементів будівель.

При розробці методики вимірювань у вихідній геодезичній мережі скористаємось досвідом їх виконання в державних геодезичних мережах та при побудові спеціальних геодезичних мереж.

Побудову спеціальної планової опорної геодезичної основи слід виконувати методом лінійно-кутової мережі з допусками кутових вимірювань триангуляції та полігонометрії IV класу, оскільки розраховані точності відповідають точності триангуляції та полігонометрії IV класу.

Для визначення кренів геодезичним методом створюється знімальна планово-висотна геодезична мережа у вигляді полігонометричного ходу та зворотних лінійно-кутових засічок.

Середньоквадратична похибка вимірювання ліній m_s не повинна перевищувати 2,2 мм, а середньоквадратична похибка вимірювання горизонтальних та вертикальних кутів $m_\beta - 2''$.

Вимірювання кутів на пунктах лінійно-кутової мережі виконують способом кругових прийомів за триштативною системою оптичними електронними приладами не нижче двосекундної точності.

Кути вимірюють двома круговими прийомами, лінії — трьома прийомами.

Середньоквадратична похибка вимірювання ліній не повинна перевищувати 2,2 мм, а середньоквадратична похибка вимірювання горизонтальних та вертикальних кутів $m_\beta - 2''$.

Середньоквадратична похибка положення пункту мережі не повинна перевищувати 3,5 мм.

Камеральну обробку вимірювань слід виконувати методом найменших квадратів.

Результати вносяться в таблицю порівняння. Після обробки польових даних виконується аналіз отриманих результатів.

Висновок

Систематичний геодезичний моніторинг будівель та споруд є одним із основних методів вивчення деформацій конструкцій будівель у змінних умовах експлуатації та має велике практичне та наукове значення.

Практичне значення полягає в тому, що результати моніторингу використовуються як вихідний матеріал для характеристики стабільності будівлі в період експлуатації для своєчасного проведення ремонту. А під час виконання моніторингу об'єктів, що будуються, своєчасно приймати рішення щодо усунення деформаційних явищ, вносити зміни в існуючі правила технічної експлуатації.

Наукове значення моніторингу полягає в тому, що за його результатами можливо уточнити методи розрахунку деформацій конструкцій та основи, дозволяє вносити фактичні значення деформації для визначення допустимих величин та вжиття необхідних заходів.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.1.2-5:2007 *Науково-технічний супровід будівельних об'єктів.*

2. ДБН В.1.2-12:2008 *Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки.*

3. ДБН В.1.3-2:2010. *Геодезичні роботи в будівництві.*

4. ДБН В.2.2-24:2009 *Проектування висотних житлових і громадських будинків.*

5. ДСТУ Б В.2.6-25-2003 *"Автоматизовані системи технічного діагностування будівельних конструкцій. Загальні технічні вимоги".*

6. ДСТУ Б А.2.4 -14:2005 *"Автоматизовані системи технічного діагностування будівельних конструкцій. Технічне завдання".*

АННОТАЦІЯ

В статье рассмотрены общие требования к составлению программы геодезического мониторинга вертикальных и горизонтальных деформаций несложных зданий и сооружений, находящихся в измененных условиях эксплуатации. Определены основные виды и объемы геодезических работ, приведены основные методики выполнения геодезического мониторинга деформаций несложных зданий и сооружений.

Ключевые слова: программа геодезического мониторинга, здание, геодезический мониторинг, оседание, отклонение от вертикали.

ANNOTATION

In the article general requirements are considered to drafting of the program of the geodesic monitoring of vertical and horizontal deformations of simple buildings and buildings that are in the changed external environments. Basic kinds and volumes of geodesic works are certain, the basic methods of implementation of the geodesic monitoring of deformations of simple buildings and buildings are resulted.

Key words: program of the geodesic monitoring, building, geodesic monitoring, settling, deviation from a vertical line.

УДК 725.3

М.В. Білоус, "Укргеодезмарк", Київ

ДОСВІД ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНО-МАРКШЕЙДЕРСЬКОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВСЬОГО КОМПЛЕКСУ РОБІТ ПРИ БУДІВНИЦТВІ МЕТРОПОЛІТЕНУ

АННОТАЦІЯ

У статті розглянуті проблеми інженерно-геодезичного забезпечення будівництва та етапи виконання геодезичних робіт.

Ключові слова: геодезичні роботи, будівництво, вимірювання, деформаційні спостереження

Будівництво метрополітену у Києві почалось в 1949 році і продовжується по сьогоднішній день. Зараз діє три лінії і 49 станцій, проектується четверта. До речі, в кінці 30-х років починалось будівництво залізничних тунелів під р. Дніпро, але завадила війна.

Сьогодні, як і завжди при будівництві складного і відповідального об'єкта - метрополітену, необхідно пройти чотири етапи інженерно-геодезичних робіт; перший-на стадії вишукувальних робіт, другий — проектних, третій — під час виконання будівельно-монтажних робіт і четвертий — це виконання спостережень за деформаціями будівель і споруд як на поверхні, так і підземних, у тому числі і інженерних мереж.

Як відомо, спеціалістам-геодезістам згідно з діючими державними нормами замовник зобов'язаний передати генпідряднику створену планово-висотну мережу відповідної точності. Ця мережа може створюватись, за необхідності, на стадії вишукувальних робіт, що передбачено ДБН А.2.1-1-2008 "Інженерні вишукування для будівництва".

Тепер більш детально розглянемо етапи виконання геодезичних робіт.

На етапі вишукувальних робіт, маючи планово-висотну мережу, практично немає проблем, крім однієї — відсутність єдиної мережі необхідної точності.

При проектуванні складних споруд (метрополітени, мостові переходи, висотні будівлі — понад 24 поверхи — житлові, торгово-офісні та інші) повинно розглядатись два питання, які вимагає ДБН В.1.3-2-2010 §4.8 "Геодезичні роботи в будівництві":

- перше — у проекті організації будівництва геодезичний розділ висвітлює вимірювання будівельних елементів — їх точність, періодичність, допуски, на основі чого розробляється проект виконання геодезичних робіт (ПВГР). На жаль, цього ще немає, а ПВГР потрібний, ось і доводиться геодезістам самим "винаходити велосипед", не знаючи особливостей конструктивних елементів, вузлів тощо.

- друге — рідко коли надаються проектні (розрахункові) величини можливих деформацій елементів, вузлів, споруди, місця розташування марок. Який же вихід в даній ситуації? Замовнику потрібні дані щодо деформацій, найчастіше доводиться порівнювати первинне вимірювання з подальшими результатами.

Відсутня в нормативній документації і періодичність спостережень, а також рекомендовані місця закладання (намічування) деформаційних марок, їх приблизна кількість.

Все це через те, що в проектувальників відсутні спеціалісти-геодезисти, їх навіть не запрошують для консультацій.

Важливо відмітити, що замовником проектів виступають найчастіше одні, а при виконанні будівельно-монтажних робіт (БМР) зовсім інші спеціалісти.

Який же вихід? Нами разом з замовником (інвестором) і проектувальниками складається технічне завдання на виконання інженерно-геодезичних робіт, в якому вказуються всі необхідні вимоги: періодичність, точність, допустима кількість і місця установки деформаційних марок (реперів), їх конструкція, кріплення.

Третій етап пропонується називати інженерно-геодезичним забезпеченням будівельно-монтажних робіт, а не як у 60-х роках розмічувальними роботами. Тоді виконавець робіт мав висок і металевий складний метр, зараз користуються лазерними рулетками і дво-триметровими рівнями. А у геодезистів сьогодні електронні тахеометри і GPS.

Інженерно-геодезичне забезпечення БМР необхідно розділити на два моменти.

Перший — це роботи, які повинні виконуватись через замовника і оплачуватись ним (створення основи, деформаційні спостереження, контрольна геодезична зйомка (КГЗ)).

Другий — геодезичні роботи із забезпечення БМР генпідрядника (підтримка субпідрядника тощо).

Тут широке поле діяльності для підрядників. В залежності від складності споруд і особливо тих, хто оплачує роботи, геодезист може бути постійний, тимчасовий або за викликом. Забезпечення приладами, особливо сучасними, може бути різним. На превеликий жаль, у виробничників (керівників будов) і по сьогоднішній день залишилась впевненість, що геодезія в будівництві — другорядна.

Найчастіше геодезист має всю проектну документацію, він повинен все знати. А майстри рідко користуються кресленнями.

Геодезист сьогодні втілює проект в натуру, відповідає за наднормативні відхилення, хоч і не є виконавцем робіт, а тільки забезпечує їх висками і відмітками, виконує контрольно-геодезичні зйомки.

Перелік робіт геодезиста можна продовжувати, але, на жаль, оплата його праці найнижча з інженерів на будмайданчику. Який вихід? Потрібно визначитись з вартістю інженерно-геодезичних робіт у промислово-цивільному будівництві (ПЦБ).

Потрібно, щоб роботи, які оплачуються замовником, були включені в зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва, це внесення:

- у розділ 1 — створення планово-висотної мережі;

- у розділ 10 — спостереження за деформаціями і контрольно-геодезичні зйомки, які ніде не передбачені.

Необхідно визначитись із вартістю геодезичних робіт по генпідряднику.

Для цього потрібно створити робочу групу, яка б розробила проект вартості всіх геодезичних робіт в будівництві для типової висотної будівлі і включення її в подальшому проектувальниками в зведений кошторис.

Четвертий етап робіт — спостереження (моніторинг) за деформаціями будівель і споруд, як на поверхні, так і під землею, особливо інженерних мереж, які повинні бути відображені в проекті, як технологічно, так і вартісно.

Тепер щодо досвіду роботи дочірнього підприємства "Укргеодезмарк" ПАТ "Київметробуд".

Так склалось історично, що весь час в системі метро-тунелебудування завжди була геодезично-маркшейдерська служба, в тому числі і в Київметробуді. З 1949 року по 1988 рік спеціалісти геодезично-маркшейдерської служби були розпорошені по тунельних загонах і будівельно-монтажних управліннях Київметробуду.

В 1988 році у Москві було утворено Управління з виконання геодезично-маркшейдерських робіт (УВГМР), в яке з жовтня цього ж року була переведена геодезично-маркшейдерська служба Київметробуду і названа "Київською дільницею УВГМР". В цей же час було визначено і вартість геодезично-маркшейдерських робіт по Головтунельметробуду Мінтрансбуду СРСР, а з 2004 року почали діяти "Укрупнені кошторисні вартісні показники на геодезично-маркшейдерські роботи при будівництві метрополітену", внесені "Укрметротунельпроектом" сумісно з "Цінобудом", погоджені Держбудом і затверджені державною корпорацією "Укрметротунельбуд", на основі яких проектувальники закладають вартість геодезично-маркшейдерських робіт у зведений кошторис розрахунку вартості будівництва.

У 1991 році після розпаду СРСР Київська дільниця УВГМР перетворилась в ТОВ "Орієнтир" з правом юридичної особи, з квітня 1998 року на його базі було створено Дочірнє підприємство "Укр-геодезмарк" ПАТ "Київметробуд", що виконує геодезично-маркшейдерські роботи на всій території України з головним офісом у Києві.

У даний час підприємство налічує близько 100 спеціалістів високої кваліфікації в галузі геодезії, топографії та маркшейдерії, а були роки, коли працювало понад 200.

Маркшейдерська служба забезпечує високоякісними геодезично-маркшейдерськими роботами будівництво тунелів Київського метрополітену. За всі роки будівництва метрополітену не було випадків наднормативних відхилень (50 мм) двох зустрічних тунелів від проекту, діаметр яких 6,0 м, а колекторних 3,65 м. Так, при будівництві другої нитки головного міського каналізаційного колектора, довжина якого близько 10 км, на дільниці від НСК "Олімпійський" до вулиці Глибочицької було побудовано мехщитом, "глухим забоем", підземним способом 3170 м і виконана збірка з точністю 80 мм.

Геодезично-маркшейдерською службою нашого підприємства розроблено і багато років застосовується точний і надійний метод контролю за горизонтальними зміщеннями і креном висотних будівель і споруд методом прямої кутової засічки з точністю 1-3 мм.

За роки роботи накопичено великий досвід щодо спостережень за деформаціями наземних і підземних споруд у зоні будівництва метрополіте-

ну та інших об'єктів. При початку будівництва підземного трамваю у Львові в 90-х роках геодезично-маркшейдерською службою проводились спостереження за деформаціями і плановими зміщеннями споруд, унікальних історичних об'єктів давньої частини міста.

Завдяки геодезично-маркшейдерському контролю та своєчасному проведенню охоронних заходів деформації багатьох споруд не перевищили розрахункових (проектних) таких об'єктів, як Палац культури "Україна", Миколаївський костіол, НСК "Олімпійський", Палац спорту, музей "Золоті ворота", Археологічний музей, музей західного і східного мистецтва, музей літератури, Зоологічний музей та інші, а також за будівлями посольств країн Франції, Угорщини, Чехії, Словаччини, Польщі, США в Україні, багатоповерхових будинків.

За даними, які надані геодезично-маркшейдерською службою, сумісно з фірмою "ALAN BAXTER" (Англія) було розроблено проект уникнення недопустимих деформацій будівлі посольства Канади.

У теперішній час геодезично-маркшейдерська служба, маючи великий досвід та сучасні геодезично-маркшейдерські прилади, комп'ютерну техніку, програмне забезпечення і спеціалістів необхідної кваліфікації, працює в таких напрямках діяльності:

- супроводження об'єктів цивільного будівництва та інших галузевих об'єктів на території України;
- проведення топографо-геодезичних та кадастрових зйомок, у тому числі в електронному вигляді;
- інженерно-геодезичні роботи по всіх об'єктах промислово-цивільного будівництва — НСК "Олімпійський" у Києві, стадіон до Євро-2012 у Львові;
- виконання комплексу геодезично-маркшейдерських робіт при будівництві, ремонті, реконструкції та експлуатації метрополітену, тунельних споруд та інших підземних та поверхневих об'єктів промислово-цивільного призначення;
- спостереження за деформаціями (горизонтальними зміщеннями, вертикальними осіданнями і кренами будь-яких споруд).

Інженерно-геодезичні роботи, які виконуються Дочірнім підприємством "Укргеодезмарк" ПАТ "Київметробуд":

- створення планово-висотного обґрунтування для будівництва різних споруд, тунелів метрополітенів, мостів, колекторних розв'язок;
- геодезична зйомка фасадів будинків;
- розбивка осей будинків і споруд у натурі, винесення будівельних осей;
- вимір для розрахунку обсягів виїмки ґрунту, зйомка кар'єрів;
- передача координат та відміток на дно котловану й поверхи будинків у ствол шахти;
- побудова будівельних мереж (сіток);
- нівелювання поверхні;
- зйомка підкранових колій у плані і профілі;
- зйомка приміщень, різних отворів (для встановлення склопакетів, виконання оздоблювальних робіт);
- зйомка підземних споруд, дренажних штолень, печер тощо;
- винос у натуру осей трас інженерних мереж;
- виконання всього комплексу геодезично-маркшейдерських робіт при будівництві метрополітену і тунелів різного призначення, ведення механізованих прохідницьких комплексів у межах допуску;
- виконавчі і контрольні-геодезичні зйомки;
- моніторинг — високоточні спостереження за просіданнями, зсувами, кренами будівель і споруд (наприклад, ТОЦ "Парус" і на Спортивній площі);
- складання проектів виконання геодезично-маркшейдерських робіт;
- 3-D сканування об'єктів та споруд;
- проведення землепорядних робіт.

АННОТАЦІЯ

В статье рассмотрены проблемы инженерно-геодезического обеспечения строительства и этапы выполнения геодезических работ.

Ключевые слова: геодезические работы, строительство, измерения, деформационные наблюдения.

ANNOTATION

In the article address the problems ynzhenerno-geodesic ensure the construction and the implementation geodesic works.

Key words: heodezycheskye work, construction, measurement, deformatsyonnye observations.

УДК 624.31.2

О.П. Кривий, ВАТ ППТ "Київоргбуд"

ДОСВІД РОБОТИ ГЕОДЕЗИЧНОЇ СЛУЖБИ ХК "КИЇВМІСЬКБУД"

Будівництво починається з проекту, проект — з інженерних вишукувань.

АНОТАЦІЯ

У статті розглянуті проблеми роботи геодезичної служби, якості виконання робіт та питання визначення вартості геодезичного забезпечення будівництва.

Ключові слова: геодезичні роботи, будівництво, визначення вартості, підготовка кадрів.

Однією з головних цілей і напрямів розвитку будівництва є підвищення технічного та якісного рівня будівельної продукції, темпи будівництва.

Інженерно-геодезичне забезпечення є важливою складовою системи якості будівництва.

Для сучасного будівництва з його складними конструктивними і технологічними особливостями необхідна раціонально організована та оснащена геодезична служба.

Оперативне вирішення геодезичною службою будівництва своїх завдань сприяє підвищенню якості будівництва, експлуатаційної надійності та довговічності будинків і споруд, запобіганню дефектам.

В основі реалізації системи якості геодезичного забезпечення лежить формула керівництва "плануй — виконуй — перевіряй — впливай".

Основним принципом геодезичного забезпечення будівництва є органічна єдність виконання геодезичних розбивочно-розміточних робіт, геодезичного контролю і технологічного процесу монтажу. Додержання цього принципу забезпечує необхідну точність монтажу в процесі будівництва та виключає необхідність виправлення дефектів після виконання будівельно-монтажних робіт, зумовлює міцність, довговічність та надійність роботи конструкцій. Якісне геодезичне забезпечення точності геометричних параметрів є одним із резервів підвищення ефективності будівництва.

Позитивним є те, що Міністерством разом з Науково-дослідним інститутом будівельного виробництва, Київським національним університе-

том будівництва і архітектури, "Укргеодезмарк", інститутом "Київоргбуд" ХК "Київміськбуд" розроблена та затверджена "Програма геодезичного забезпечення будівництва". Нарешті "Програма" почала виконуватись. Вийшли ряд дуже потрібних нормативних документів. Однак виконання програми потрібно активізувати.

Важливим питанням, яке потребує вирішення, є вартість геодезичного забезпечення в будівництві. Якщо це питання буде вирішене, то статус геодезистів у будівництві підвищиться.

У "Збірнику цін на вишукувальні роботи для капітального будівництва" М-1982 (Держбуду СРСР) згадка про геодезичні роботи в будівництві є тільки в додатку 3 "Цены на разные работы", але ж геодезичні роботи в будівництві — це не різні роботи, а цілий комплекс відповідальних робіт (зовнішня геодезична основа, внутрішня геодезична основа, детальні розпланувально-розмічувальні роботи, геодезичний контроль точності геометричних параметрів, зйомки). Назріла необхідність розробки Збірника цін на геодезичні роботи в будівництві.

Необхідно чітко визначити роль та місце геодезиста, виконроба, майстра, бригадира в системі геодезичного забезпечення точності геометричних параметрів будівництва.

На жаль, у багатьох організаціях геодезисти досі залишаються "попелюшками з теодолітом" на будівельному майданчику.

У підрозділах ХК "Київміськбуд" приділяється увага удосконаленню якості геодезичного забезпечення точності геометричних параметрів будівництва.

Інститутом "Київоргбуд" розроблені типові технологічні карти геодезичного забезпечення будівництва на всі серії великопанельних будинків (КТТГО). Для висотних будівель розробляються проекти виконання геодезичних робіт (ПВГР). Розробляються та впроваджуються єдині форми журналів виконавчих геодезичних схем точності

монтажу, на об'єктах ведуться "Журнали виконання геодезичних робіт та геодезичного контролю".

У підрозділах впроваджуються сучасні геодезичні прилади.

Необхідно звернути увагу на необхідність розробки геодезичних приладів та інструментів з урахуванням специфіки будівельного виробництва, було б добре налагодити випуск комплектів засобів вимірювань для каркасних, панельних, монолітних будівель, інженерних мереж.

Необхідно звернути увагу на якість підготовки кваліфікованих кадрів з геодезичного забезпечення будівництва.

Позитивні результати за постійної уваги до питань якості геодезичного забезпечення точності геометричних параметрів будівництва обов'язково проявляться.

Необхідно змінити ставлення виконавців до роботи, підвищити відповідальність та технологічну дисципліну, керованість та упорядкованість процесів будівельного виробництва.

Сучасні методи, темпи та складність будівництва вимагають пошуку нових підходів до геодезичного забезпечення.

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены проблемы работы геодезической службы, качества выполнения работ и вопросы определения стоимости геодезического обеспечения строительства.

Ключевые слова: геодезические работы, строительство, определение стоимости, подготовка кадров.

ANNOTATION

In the article address the problems of work h geo-desic service, quality works and the implementation issues of determining the value of geodesic ensure the construction.

Key words: geodesic work, construction, the value definition, training of staff.

УДК 624. 131. 2; 725

П.Є. Григоровський, к.т.н.;
Ю.В. Дейнека, НДІБВ

УЗАГАЛЬНЕННЯ ДОСВІДУ ПРОВЕДЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНОГО МОНІТОРИНГУ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ НСК "ОЛІМПІЙСЬКИЙ"

АНОТАЦІЯ

В статті висвітлено досвід проведення моніторингу стану споруд НСК "Олімпійський" у процесі його реконструкції. Описані прилади, які використовувались при моніторингу та місця їх розташування. Наведені методи вимірювання та контролю, результати моніторингу та висновки за результатами робіт.

Ключові слова: моніторинг, НСК "Олімпійський", прилади для моніторингу, результати.

Суттєвою вимогою при реконструкції НСК "Олімпійський" у Києві на етапі підготовки стадіону до чемпіонату "Євро — 2012" є обов'язковий моніторинг стану відповідальних конструкцій як в період будівництва, так і в процесі його подальшої експлуатації.

Виконання моніторингу обумовлено:

— необхідністю раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій при експлуатації НСК, що можуть призвести до руйнування конструкцій споруди;

— високим рівнем відповідальності об'єкта, що визначається можливими катастрофічними соціальними наслідками руйнування споруди при проведенні спортивних заходів за участі великої кількості глядачів;

— необхідністю своєчасної перевірки відповідності фактичних значень технічних параметрів конструкцій і вузлів їх проектним значенням.

Об'єктами НСК, можливість руйнування яких несе загрозу надзвичайних ситуацій, є:

— другий ярус трибун для глядачів, який змонтовано на 80 залізобетонних опорах;

— вантове покриття, його металеві несучі колона та дах, що буде покривати другий ярус.

Дах базується на 80 металевих колонах, на яких змонтовано верхнє та нижнє стиснуті кільця з радіальними вантами, які підтримують внутрішнє

розтягнуте кільце. Дах покритий мембраною із спеціальної плівки.

У процесі реконструкції значну увагу приділяли надійності існуючих залізобетонних опор та складок другого ярусу трибун, що залишаються в подальшій експлуатації, тому система моніторингу відслідковувала їх положення в просторі і оцінювала стійкість та виявляла можливі деформації.

Контролю підлягали підпірні стіни схилів навколо стадіону, які виконані у складних гідрогеологічних умовах. Верхні шари схилів, що утримуються підпірними стінами, складаються з делювіальних шарів ґрунту і при замоканні від техногенних та ґрунтових вод можуть збільшувати горизонтальне навантаження на утримуючі споруди. Це викликає необхідність вести спостереження за їх станом як у період реконструкції, так і в процесі експлуатації.

Конструкції верхнього ярусу трибун складаються зі збірних залізобетонних конструкцій: 80 опор, 80 ригелів та по 30 складок у кожному прольоті між ригелями. Опори та ригелі з'єднані між собою монтажним стиком.

У відповідності з технічним обґрунтуванням та розрахунками у процесі реконструкції НСК "Олімпійський" визначались:

— осідання опор верхнього ярусу трибун з періодичністю один раз на тиждень;

— вертикальні відхилення конструкцій верхнього ярусу трибун за допомогою датчиків відхилень по 33 найбільш відповідальних опорах, зняття результатів один раз на тиждень;

— відхилення від вертикалі на інших 29 опорах за допомогою електронної рейки-виска РВЕ-1 з тією ж періодичністю;

— горизонтальні деформації ригельних балок опор верхнього ярусу трибун з періодичністю один раз на тиждень.

Для визначення планово-висотного положення торців ригеля опор верхнього ярусу трибун використовувався тахеометр Sokkia SET 230 RK3 в комплекті з призмами, які встановлені на торцях ригелів.

Визначались деформації шляхом порівняння координат та позначок призмових відбивачів (мініпризм), що встановлені на торці ригеля трибун верхнього ярусу трибун, поточного та попередніх циклів. Для встановлення призмових відбивачів (мініпризм) виготовлений спеціальний кронштейн у вигляді пластини з нанесеним центром, в

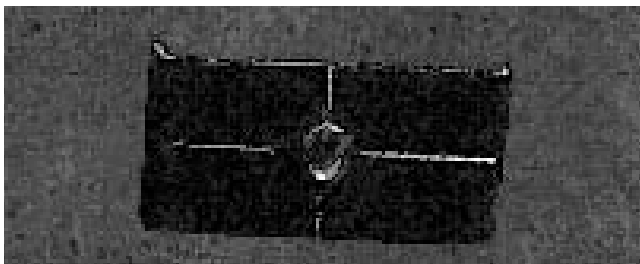


Рисунок 1. Загальний вигляд кронштейна

який вкручується мініпризма. Загальний вигляд кронштейна та призмового відбивача (мініпризми) наведено на рисунках 1, 2.

Призмовий відбивач дозволяє збільшити точність вимірів та забезпечує однозначність вимірів.

Загальний вигляд встановленого призмового відбивача наведено на рис. 3.

Встановлювались призмові відбивачі з індивідуальних підвісних риштувань, що закріплені до конструкцій верхнього ярусу трибун. Пластини закріплювались до металевих закладних деталей опори. Призмові відбивачі примусово центрувались в центральному отворі пластини.

Система моніторингу повинна забезпечувати одержання фактичних значень (контроль) відносних лінійних деформацій, кутів відхилення від вертикалі, осідання залізобетонних опор у реальному масштабі часу, обробку одержаних даних та збереження їх в електронному вигляді.

Вимірювання відхилення від вертикалі виконувалось за допомогою датчиків ВКВ-2 з комплектом телекомунікаційного обладнання.

Передача даних із датчика ВКВ-2 для опрацювання результатів на паперовому носії виконувалась за допомогою пульта передачі даних.

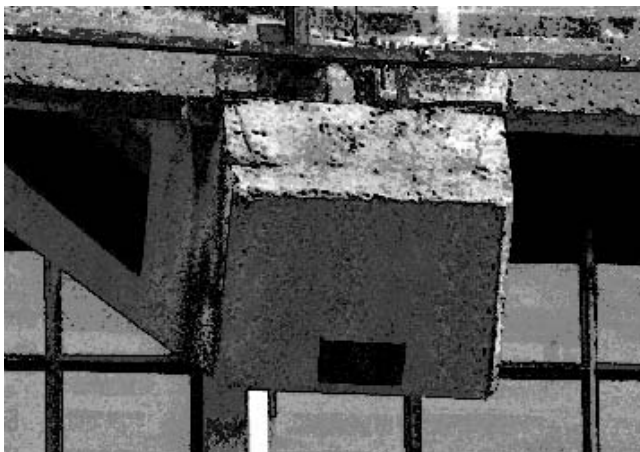


Рисунок 3. Загальний вигляд встановленого призмового відбивача



Рисунок 2. Загальний вигляд мініпризми

Програмне забезпечення дозволяє відображати результати моніторингу в графічній формі в кутових секундах та міліметрах і передавати результати для обробки в Excel.

Обробка та візуалізація даних вимірювань виконувалась за допомогою програмного комплексу "Buildings".

На опорах верхнього ярусу трибун було встановлено 33 датчики вимірювань відхилень від вертикалі ВКВ-2. У відповідності з технічним завданням на інструментальний моніторинг 33 датчики встановлені на 62 опорах через одну.

Перед виконанням робіт із монтажу датчиків ВКВ-2 місця їх встановлення були узгоджені з замовником та проектувальником.

Датчики встановлені по осі опори в районі монтажного стику, на з'єднанні опори та ригеля верхнього ярусу трибун на висоті приблизно 5 м від поверхні ростверка. Зовнішній вид встановленого датчика представлено на рис. 4.



Рисунок 4. Датчик ВКВ-2 на опорі другого ярусу трибун



Рисунок 5. Проведення вимірювання рейкою-виском

Оскільки визначення вертикальних відхилень необхідно було виконувати по всіх опорах, то визначення відхилень від вертикалі на інших 29 опорах виконувалось за допомогою електронної рейки-виска РВЕ-1.

Перед проведенням першого вимірювання була виконана підготовка, яка включала розмітку місць вимірювання рейкою, що забезпечує однозначність вимірювання та їх зачистку і шліфівку від напливів бетону, розчину та фарби.

У процесі вимірів рейка встановлюється по осі опори. Місця встановлення чітко зафіксовані на поверхні опор мітками. Момент проведення вимірювання представлено на рис. 5, а загальний вигляд пульта управління рейки — на рис 6.

Вимірювання осідання опор верхнього ярусу трибун виконувалось традиційним геодезичним методом нівелювання за методикою II класу вимірів.



Рисунок 7. Загальний вигляд встановленого репера на опорі по осі 15



Рисунок 6. Загальний вигляд пульта управління рейки-виска

Для виконання вимірів використовувався нівелір Н-05 з комплектом три-метрових інварних рейок.

Перед початком спостережень обов'язково виконувалась перевірка нівеліра, що зменшує похибки нівелірного ходу та підвищує точність визначення осідання опор верхнього ярусу трибун.

Перед початком вимірювань виконувалась перевірка рейок відповідно до інструкції з нівелювання I та II класів.

Визначення осідання опор виконувалось за встановленими на них деформаційними марками (реперами). Загальний вид встановленого репера наведено на рис. 7.

Місце встановлення марок погоджувалось проектувальником і максимально наближене до осі опори. Марки забетоновані так, що виступна частина дорівнює 5см, що достатньо для встановлення нівелірної рейки на верхню точку.

Марка встановлена так, що доступ до неї зберігається протягом всього терміну виконання робіт. Рейка встановлювалась у вертикальне положення на одне й те ж саме місце, що забезпечує повторюваність вимірів.

Місця встановлення приладу та розташування перехідних точок нівелірного ходу забезпечують головну умову виконання нівелювання II класу — рівність плечей у ході. Під час першого циклу вимірювань були виконані роботи з визначення відстані між точками ходу.

Вимірювання планово-висотного положення торців ригеля опор верхнього ярусу трибун виконувалось з пунктів вихідної геодезичної мережі будівельного майданчика.

Визначення планово-висотних деформацій ригелів опор верхнього ярусу трибун виконувалось методом побудови лінійно-кутової мережі — трианголатерації або трилатерації або ж лінійно-кутової мережі з допусками кутових вимірювань триангуляції та полігонометрії 4-го класу державної мережі, оскільки розрахована точність відповідає точності триангуляції та полігонометрії 4-го класу.

Для більш наочного зображення процесу деформації ригелів опор верхнього ярусу трибун результати були представлені у вигляді схеми розповсюдження деформацій та графіків деформацій по кожній координаті призових відбивачів.

Основна частина монтажних робіт при реконструкції — це роботи з монтажу покрівлі стадіону.

Покрівля складається з конструкції каркаса, що включає 80 колон, верхнє і нижнє стиснуті силові кільця, внутрішнє розтягнуте кільце, а також систему верхніх та нижніх радіальних тросів, які об'єднані тросовими підвісками.

Типова колона з системою розтяжок представлена на рисунку 8. Колона складається з нижньої та верхньої частин, з'єднаних під кутом. Вони мають геометричні відмінності одна від одної, тому за геометричною ознакою 80 колон об'єднані в 20 типів для верхніх частин і 40 типів для нижніх частин. Колони мають коробчасті перерізи.

Внутрішнє тросове силове кільце складається з 10 тросів, об'єднаних в одну конструкцію за допомогою 80 пластин, кожна з яких має 10 отворів. За їх допомогою внутрішнє тросове кільце з'єднується з верхніми та внутрішніми радіальними тросами. Діаметр вертикальних тросів складає 28 мм.

У відповідності з розробленою технологією до початку монтажних робіт виконуються підготовчі роботи:

- виконується покриття (з залізобетонних плит, щебінки) у відповідності з проектом;
- у місцях встановлення стендів укрупненого складання виконується укладання залізобетонних дорожніх плит;
- виконується огороження майданчика, на якому складуються конструкції;
- встановлюються стенди укрупненого складання;
- вибираються місця проїзду та розвертання автотранспорту;
- розміщаються приміщення для робітників, виконробів, майстерні, що передбачені стройбудгенпланом;



Рисунок 8. Загальний вигляд розміщення колон на стенді

Колони складаються з двох частин: фасадної та похилої частин. Ці частини колони доставляються на стадіон окремо і на спеціальному стенді складаються (зварюються) в одну колону. При цьому завданням геодезичного забезпечення є визначення геометрії кожної частини колони окремо та визначення геометричних параметрів перед та після зварювання на стенді.

Перед початком зварювання до встановлення тимчасового приміщення, в якому будуть виконуватися зварювальні роботи, та після закінчення зварювання, демонтажу тимчасового приміщення та повного охолодження конструкції виконується контроль геометричних параметрів елементів металоконструкцій покрівлі геодезичною службою замовника.

За результатами контролю перед зварюванням може бути прийняте рішення щодо коригування положення конструкції та повторного контролю після коригування.

На рисунку 9 представлено загальний вигляд монтажу колони.

Для обробки результатів моніторингу була розроблена спеціальна програма, інтерфейс якої представлено на рис. 10. Програма дозволяє вводити дані в ручному режимі або з таблиць Excel та виконує побудову залежності відхилення опори за період моніторингу.

Датчики ВКВ-2 періодично проводять заміри та запам'ятовують результати вимірювань. Об'єм пам'яті — 32 000 вимірювань. Заданий період запису в блок накопичення даних становить 1 год. Оператор раз на тиждень або за необхідності проводить зчитування інформації з кожного датчика. Далі інформація обробляється на комп'ютері, де встановлене спеціальне програмне забезпечення.



Рисунок 9. Загальний вигляд монтажу колони

На рис. 11 наведено результати запису вимірювання нахилу опори 12 протягом декількох місяців 2010 року.

Датчик при високій чутливості та періоді вимірювання в 1 год фіксує коливання опори внаслідок технологічних факторів та добової зміни температури. На рисунку це може відображатись у вигляді достатньо широкої "шумової" смуги з періодом в 1 добу.

Зміна відхилень від вертикалі опор верхнього ярусу трибун НСК "Олімпійський", на яких роз-

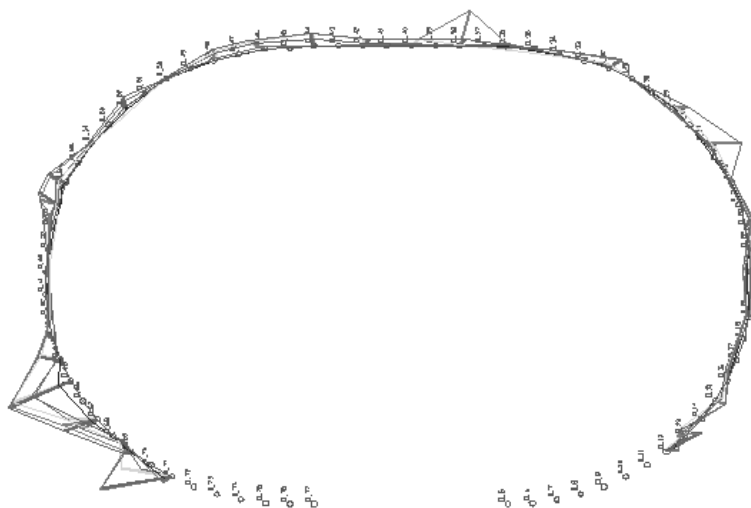


Рисунок 12. Зміна відхилень від вертикалі опор другого ярусу трибун

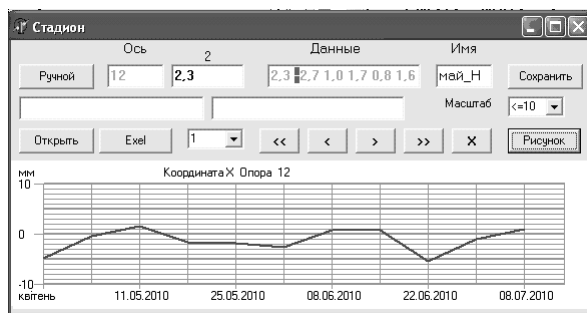


Рисунок 10. Вигляд інтерфейсу програми обробки і представлення результатів моніторингу

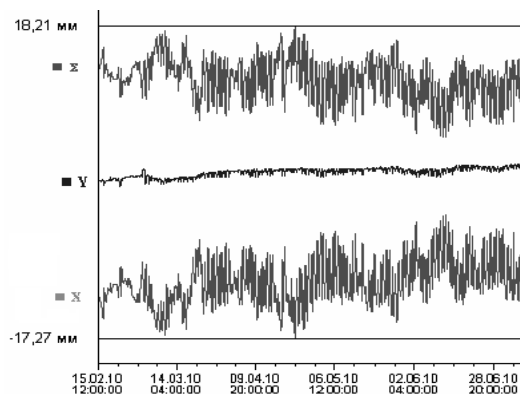


Рисунок 11. Значення відхилень від вертикалі за 2010 рік на опорі 12

міщені датчики, наведена на рис. 12.

Спостереження за осіданнями опор верхнього ярусу трибун НСК "Олімпійський" виконувалося по опорах з 12 по 71 з періодичністю один раз на тиждень. Вимірювання виконувались традиційним методом нівелювання 2-го класу.

За результати аналізу вимірів надавалися рекомендації щодо коригування технології виконання будівельно-монтажних робіт у зонах найбільшого їх впливу на стійкість існуючих будівельних конструкцій, що дозволило виключити можливість збільшення їх деформацій.

Визначення відхилень від вертикалі по опорах, на яких не встановлені датчики ВКВ-2, виконувалось вимірюваннями кута відхилення за допомогою рейки-виска РВЕ-1. Приклад результатів вимірів за 2010 рік надаються у вигляді графіків на рис. 13.

Розраховані критичні та докритичні величини осідань, горизонтальних зміщень та відхилень від вертикалі.

Докритичне значення осідання опори другого ярусу складає 18мм, критичне – 19 мм.

Докритичне значення горизонтального переміщення торців ригелів опор другого ярусу складає 21 мм, критичне – 25 мм.

Докритичне значення відхилення від вертикалі опор другого ярусу складає 5 мм, критичне — 5,25 мм.

Всі наведені параметри надані в перерахунку на висоту 5,5 м

Висновки

За результатами виконаних натурних спостережень за осіданнями, горизонтальними переміщеннями торців ригеля та відхиленнями від вертикалі залізобетонних опор верхнього ярусу трибун зроблені наступні висновки:

— середнє значення осідань 15 мм, зафіксовані максимальні значення осідань на деяких опорах, які досягають 75,6 мм;

— середнє значення горизонтальних переміщень — 17 мм, максимальні значення горизонтальних переміщень досягають 49,9 мм;

— середнє значення відхилень від вертикалі — 6,4 мм, максимальні значення відхилень від вертикалі досягають 26,7 мм в розрахунку на висоту 5,5 м.

Максимальні значення деформацій та максимальна швидкість їх наростання зафіксована під час виконання робіт із влаштування паль підпірних та шпунтових стін, які розташовані приблизно на відстані до 5 м від опор верхнього ярусу трибун.

На основі результатів спостережень з урахуванням критичних та докритичних величин осідань, горизонтальних зміщень та відхилень від вертикалі розроблене технічне завдання на систему геодезичного моніторингу під час експлуатації відповідальних конструкцій НСК "Олімпійський".

Для забезпечення надійної інформації щодо технічного стану залізобетонних опор верхнього ярусу трибун на кожну з 80 опор необхідно встановити:

— датчик вертикальних переміщень з діапазоном вимірювання від -100 мм до +20 мм з точністю до 1 мм;

— датчик горизонтальних переміщень з діапазоном вимірювання від -100 мм до +100 мм з точністю до 1 мм;

— датчик вертикальних відхилень (кренів) з діапазоном вимірювання від -20 кут. хв до +20 кут. хв. з точністю 10 кут. с за умови перерахунку на висоту опори 5,5 м з діапазоном вимірювання від -50 мм до +50 мм.

Наведені дані будуть використані при проектуванні та розробленні системи довготривалого моніторингу в процесі експлуатації НСК "Олімпійський".

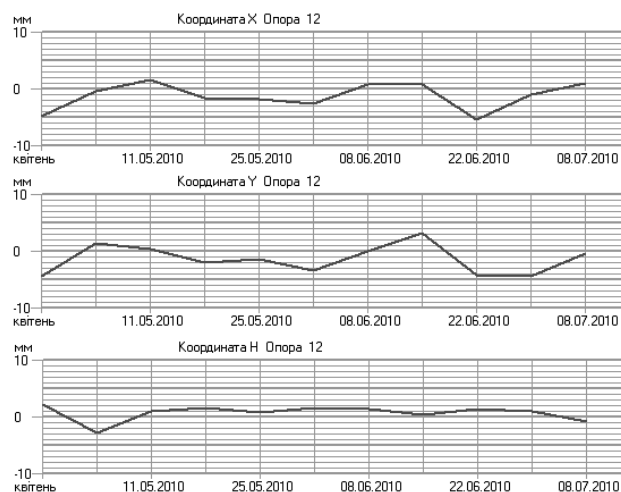


Рисунок 13. Значення відхилень від вертикалі за 2010 рік на опорі 12

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.1.3-2:2010 Геодезичні роботи у будівництві.

2. Временные рекомендации по организации технологии геодезического обеспечения строительства многофункциональных высотных зданий. — М.: ООО "Тектоплан", 2006. — 76 с.

3. Руководство по наблюдениям за деформациями оснований и фундаментов зданий и сооружений. М.: Стройиздат, 1975.

АННОТАЦИЯ

В статье освещен опыт проведения мониторинга состояния сооружений НСК "Олимпийский" в процессе его реконструкции. Описаны приборы, которые использовались при мониторинге и места их расположения. Приведены методы измерения и контроля, результаты мониторинга и выводы по результатам работ.

Ключевые слова: мониторинг, НСК "Олимпийский", приборы для мониторинга, результаты.

ANNOTATION

In the article experience of realization of monitoring of the state of building of HSK is lighted up "Olympic" in the process of his reconstruction. Devices which was used for monitoring that places of their location are described. Methods over of measuring and control are brought. Results over of monitoring and conclusions are brought on results works.

Keywords: Monitoring, HSK "Olympic", devices for monitoring, results.

УДК 528.48

М.И. Лобов, д.т.н., ДонНАСА;

А.А. Анненков, к.т.н.;

С.С. Маликов, "Инженерная геодезия"

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МОНИТОРИНГА СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСА "ДОНБАСС-АРЕНА"

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены технологии геодезического мониторинга, используемые в процессе научно-технического сопровождения уникального сооружения — стадиона "Донбасс-Арена". Приведены основные результаты мониторинга стадиона за 2010 г, выявлены тенденции деформаций. Определены основные инструменты повышения эффективности геодезических измерений, совершенствования обработки результатов.

Ключевые слова: деформации, мониторинг, полигонометрия, осадки реперов, высокоточное нивелирование, цикл наблюдений.

В условиях плотной застройки г. Донецка проектирование, строительство и эксплуатацию крупных и уникальных объектов, к которым относится спортивный комплекс "Донбасс-Арена", приходится осуществлять в сложных геотехнических условиях (подработка, просадка, тектоника, сейсмика и др.), когда на всех этапах необходимо учитывать многофакторность влияния данных условий на эксплуатационные качества этого сооружения. Техногенная и экологическая безопасность стадиона в значительной степени определяется геодинамическим состоянием горного массива, на котором объект построен.

Главной заботой руководителей объекта, сотрудников, обслуживающих стадионы, является безопасность всех находящихся в здании людей. Поэтому в процессе эксплуатации спортивных комплексов в обязательном порядке должно организовываться наблюдение за стабильностью их положения в плане и по высоте, а в процессе эксплуатации сооружений, возведенных на подрабатываемых территориях, данные наблюдения должны выполняться с частотой, установленной изысканиями в соответствии со строительными нормами

и правилами. Среди многочисленных параметров, в соответствии с которыми производится контроль текущего состояния объекта, выделяют следующие виды деформаций: вертикальные перемещения (осадка, просадка, подъем), горизонтальные перемещения (сдвиги), крены [3].

В 2010 году руководство стадиона "Донбасс-Арена" приняло решение заключить договор с ДП "Донецкий ПромстройНИИпроект" для проведения комплексного научно-технического сопровождения объекта. Специалистами ДП "Донецкий ПромстройНИИпроект" была разработана система глобального мониторинга стадиона, включающая такие элементы:

- геотехнический мониторинг;
- геодезический мониторинг;
- мониторинг железобетонных конструкций каркаса;
- мониторинг металлических конструкций покрытия;
- дистанционная автоматизированная система мониторинга (АСМ).

Комплексная программа мониторинга предоставляет возможность всесторонней обработки результатов применяемых видов измерений и системной диагностики возможных повреждений и отклонений.

Специалистами ДонНАСА проводится геотехнический мониторинг стадиона геодезическими методами, включающий несколько этапов:

- разработку концепции и методики проведения работ, обеспечивающих геотехническую безопасность объекта;
- разработку оптимальной технологии проведения мониторинга;
- выбор технического и приборного обеспечения для наблюдения за деформациями земной поверхности;
- систематическое проведение циклов измерений и математической обработки;
- анализ полученных результатов.

Главная отличительная черта стадиона — наклоненная с севера на юг крыша, повторяющая ландшафт, стеклянный фасад и пересеченные пешеходные дорожки. В конструктивном отношении основными несущими элементами являются многоэтажные радиальные рамы, воспринимающие нагрузку от наклонных террас для зрительских мест, междуэтажных перекрытий и встроенных подтрибунных помещений. Конструкции по периметру

стадиона разделены деформационными швами на жесткие отсеки. Устойчивость в пределах отсека, а также восприятие горизонтальных нагрузок (ветровой от опорной конструкции крыши, от влияния горизонтальных деформаций основания) обеспечиваются железобетонными ядрами жесткости, в которых располагаются лестничные клетки и лифты. В пределах жесткого отсека горизонтальные нагрузки передаются на ядра жесткости монолитными горизонтальными дисками междуэтажных перекрытий. Форма кровли представляет собой свод, открытый в средней части стадиона. Козырек опирается на ядра жесткости и интегрирован в него. Эта система выполняет важную роль в обеспечении динамической устойчивости здания в целом. Кровля также разделена деформационными швами [4].

Из неблагоприятных факторов, влияющих на грунтовый массив объекта, следует отметить подработку территории шахтой им.Калинина и наличие непосредственно под стадионом трех плоскостей сместителя Французского надвига с широтным простиранием и двух плоскостей сместителя Коксового надвига. По своим характеристикам грунты пригодны для строительства фундаментов на них, однако, следует отметить крайне неблагоприятные условия для работы сооружения из-за нарушения основания плоскостями сдвига двух надвигов, делящих породы основания на ряд блоков, способных при проявлении оседания кровли старых горных пород или при незначительных сейсмических колебаниях перемещаться относительно друг друга.

В соответствии с ДБН на фундаменты сооружения действуют все виды деформаций земной поверхности. Учитывая сложные геотехнические условия площадки объекта, для обеспечения безаварийной эксплуатации зданий и сооружений необходимо проводить геотехнический мониторинг, мониторинг осадок и кренов [4].

Проект организации геотехнического мониторинга геодезическими методами включает:

- создание опорной сети снаружи и внутри стадиона. В 2010 г. снаружи стадиона была создана внешняя сеть поли-

гонометрии в виде замкнутого хода из 8 пунктов, обеспечивающая наблюдения за деформациями земной поверхности, вызванными горно-геологическими условиями. Это позволяет отделить деформации земной поверхности от деформаций внутри стадиона. С точек внутренней сети сооружения выполняются наблюдения деформационных реперов 3-го яруса;

- закладку пунктов профильных линий и глубинных реперов для наблюдений за Французским и Коксовым надвигами и их влиянием на деформации земной поверхности вокруг и под стадионом;

- геодезический аудит фактического положения конструкций стадиона после проведения циклов наблюдений. Уравнивание геодезических наблюдений и оценка точности определения координат выполняется с использованием программного комплекса МГСети (разработчик — ДонНТУ);

- определение осадок и деформаций конструкций стадиона и всего сооружения;

- анализ наблюдений, определение и уточнение необходимой периодичности, прогнозирование возможных деформаций стадиона на перспективу.

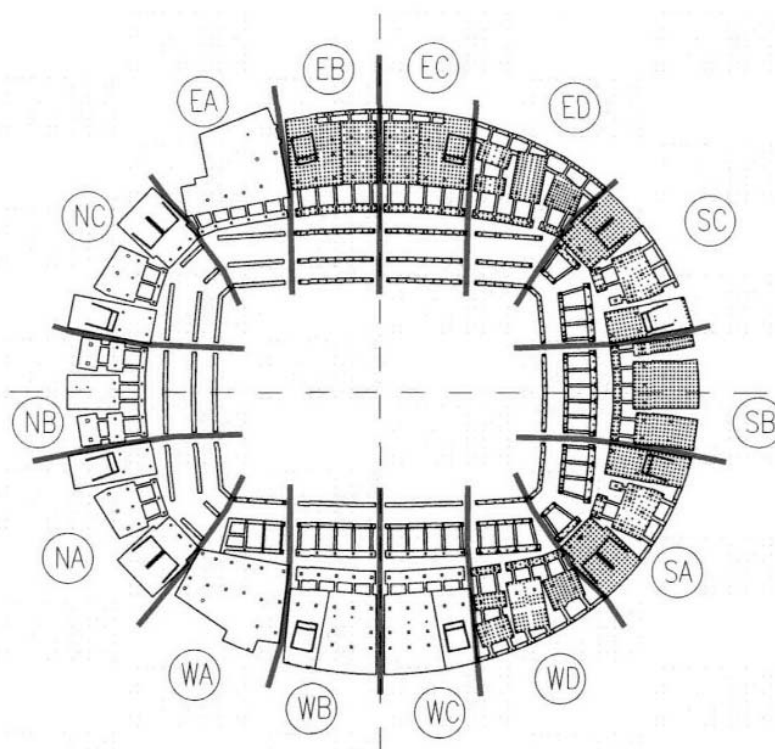


Рисунок 1. Разрезка сооружения стадиона "Донбасс-Арена" деформационными и температурными швами

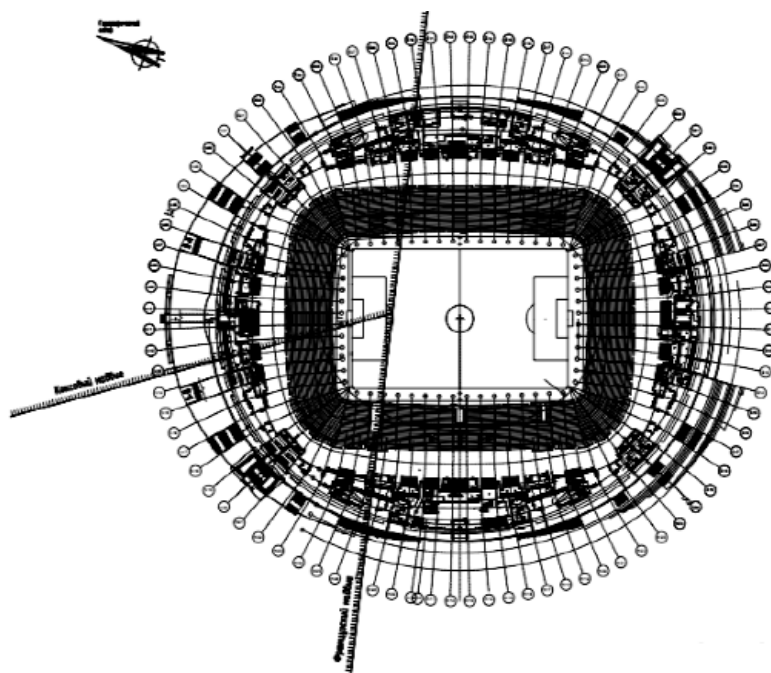


Рисунок 2. Схема расположения надвигов

В 2010 г. проведен начальный цикл наблюдений, 3 цикла измерений и оценка технического состояния конструкций стадиона с периодичностью 2 месяца. Получены следующие результаты:

- относительные горизонтальные деформации тектонических плит: $\Delta \epsilon = 0,01 - 0,04$ мм/м;
- наклоны тектонических плит: $\Delta i = 0,02 - 0,05$ мм/м;
- относительная разность осадок тектонических плит: $\Delta h = 6 - 11$ мм;
- осадка отсеков (секторов): в зоне с естественным основанием: $\Delta s =$ от +0,7 до -5,35 мм; в зоне с искусственным основанием: $\Delta s =$ от -0,15 до -8,5 мм.

В процессе наблюдений возникла необходимость заложить дополнительные глубинные реперы для создания трех кустов пунктов на каждом тектоническом блоке, образованных Французским и Коксовым надвигами. Это позволит в дальнейшем контролировать стабильность реперов в каждом блоке и определять сдвиги между блоками. В 2011 г. были заложены дополнительные 6 глубинных реперов. Они были включены в высотную сеть с привязкой к реперам государственной нивелирной сети II класса. С каждого глубинного репера имеется видимость на 2 пункта полигонометрии. Перепад высот достигает 30 м. Грунтовые профильные линии состоят из 12 реперов, заложенных по обе стороны предполагаемых разломов. Расстояния между реперами колеблются в пределах 5–20 м.

В 2010 г. высотное положение глубинных реперов и пунктов полигонометрии определялось гео-

метрическим нивелированием по методике II класса с использованием нивелиров Н-05 и НИК-2. Максимальная длина визирного луча не превышала 30 м, неравенство плеч не превышало 1 м. Допустимая невязка в замкнутых ходах при определении деформаций несущих колонн 3-го яруса стадиона не превышала:

$$f_{\text{доп}} = \pm 1,5 \sqrt{n} \text{ мм},$$

где n — количество станций.

По результатам мониторинга в 2010 г. было выявлено, что в блоках ЕВ-ЕС-ЕД (см. рис.1), расположенных на насыпных грунтах, имеются зоны концентрации напряжений, где осадки реперов имеют знакопеременные значения (блок ЕВ, колонна Е09 — отметка +16 мм, Е10 — отметка 0,00 мм, Е11 — отметка -16 мм), такая же ситуация в блоке ЕД — от -28 мм до +6 мм. Это потребовало увеличения количества циклов, особенно на участке перечисленных блоков, и проведения специальных исследований по определению реальной точности используемых приборов. Осадки пунктов полигонометрии колебались от +9 мм до -3 мм.

В 2011 г. в целях уменьшения времени измерений (особенно при нивелировании осадочных марок внутри стадиона) и повышения точности измерения осадок выполнялись электронным нивелиром SDL30 фирмы "Sokkia", позволяющим осуществлять нивелирование с погрешностью до 1мм/км, что уменьшило затраты времени в 2 раза. В 2011 г. проведены дополнительные исследования точности с целью определения возможности применения электронного тахеометра "Sokkia SET 530RK3" для измерения деформаций. По наблюдениям каждого цикла вычислялись отметки осадочных марок, по которым определяли абсолютную осадку и скорость протекания, крен сооружения и вычерчивали графики осадок.

В процессе измерений и испытаний было определено, что для проведения мониторинга спортивного сооружения не требуется чрезмерно высокой точности измерений с применением высокоточного электронного тахеометра, позволяющего изме-

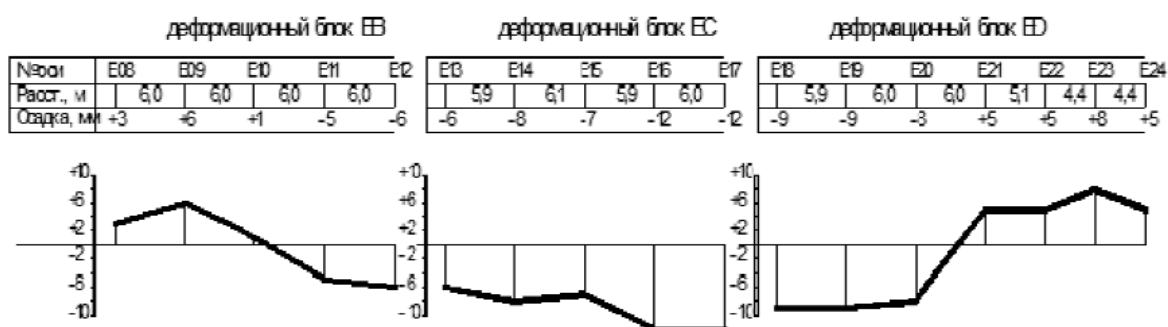


Рисунок 3. Графики осадок реперов деформационных блоков EB-EC-ED в 2010 г.

рять углы с погрешностью 0,5" и длины с погрешностью 0,5 мм, что требует экономических затрат.

Выводы.

Отмеченные в данной работе проблемы актуальны и нашли свое полное подтверждение. Геодезический мониторинг спортивного комплекса "Донбасс-Арена" необходимо продолжить с периодичностью в 2 месяца. На данный момент происходящие деформации требуют дальнейших исследований. Это позволит обеспечить безопасность проводимых спортивных мероприятий. По разным причинам требуется постоянный контроль устойчивости реперов созданной сети для обеспечения необходимой точности исходной основы и стабильности их высот. Каждый цикл наблюдений предполагает не только определение осадок сооружения, но также и нивелирование реперов высотного обоснования.

При мониторинге "Донбасс-Арены" важное место отводится глубокому анализу исследуемого процесса деформаций сооружения. Это необходимо для создания достоверной математической модели физических явлений, происходящих в конструкциях стадиона, работающего в условиях постоянных сложных статических и динамических нагрузок. Основные результаты последующих исследований будут представлены в дальнейших публикациях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маликов С.В., Розенвассер Г.Р., Исаков С.В. Концепция мониторинга уникальных строительных объектов на примере футбольного стадиона "Донбасс-Арена" в г.Донецке, Украина. Сборник "Современные проблемы строительства", ДП "Донецкий Промстройиниипроект". — Донецк, 2010г.
2. Горохов С.В., Муцанов В.П., Касимов В.Р., Назим Я.В., Кузнецов С.Г., Василев В.М. Монито-

ринг складних технічних систем // Металеві конструкції, №4, Том 14 — Макіївка — 2008. — С.300-313.

3. Крамарчук И.Н. Контроль показателей точности измерений при исследованиях деформаций зданий. // Наукові праці ДонНТУ. Випуск 148. — Донецьк, 2009.

4. Сердюк А.П. Оптимизация проектных решений стадиона ФК "Шахтер" в особо сложных геотехнических условиях г. Донецка, Украина. — Донецк: ДП "Донецкий Промстройиниипроект" 2007. — 75 с.

АНОТАЦІЯ

У статті розглянуто технології геодезичного моніторингу, які використовуються в процесі науково-технічного супроводу унікальної споруди — стадіону "Донбас-Арена". Наведено основні результати моніторингу стадіону за 2010 г, виявлені тенденції деформацій. Визначено основні інструменти підвищення ефективності геодезичних вимірювань, вдосконалення обробки результатів.

Ключові слова: деформації, моніторинг, полігонометрія, опади реперів, високоточне нівелювання, цикл спостережень

ANNOTATION.

The technologies of surveying monitoring used in the process of scientific and technical support of the unique construction — the stadium "Donbas-Arena" are presented in this article. Also the basic results of monitoring the stadium in 2010, the identified trends of strains are described here. The basic tools of increasing the efficiency of geodetic measurements, improving the processing of the results are defined.

Key words: deformation, monitoring, traverse, datum marks' subsidence, precision leveling, series of observations.

УДК 528.02+658.58

С.Г. Могильный; А.А. Шоломицкий, ДНТУ

ВЫСОКОТОЧНЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ, МОНТАЖЕ И МОНИТОРИНГЕ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ

АННОТАЦИЯ

Рассмотрена методика высокоточных геодезических работ при строительстве, монтаже и мониторинге состояния объектов онлайн-измерительным комплексом "Визир 3D". Приведены данные практического применения комплекса на сложных промышленных объектах. Обозначены проблемы, которые требуют решения.

Ключевые слова: строительство, монтаж, проверка, моделирование, геодезические измерения, предрасчет точности.

В последние годы возросла сложность и размеры общественных зданий и сооружений, при этом проявились сложности в обеспечении безопасной эксплуатации таких сооружений. Аварии в последние годы на таких объектах, например, купол "Трансвааль парка" в Москве в 2004 году, секции терминала в аэропорту (Париж 2005), кровля катков в Германии и Австрии, Басманного рынка в Москве в 2006 году показали, что вопросы оценки технического состояния перекрытий и несущих конструкций являются очень важными для безопасного функционирования объектов. Мониторинг технического состояния высотных и уникальных объектов стал необходимым элементом в комплексной системе безопасной их эксплуатации. Требования к проектированию и строительству уникальных объектов определяются строительными нормативными документами, которые определяют и необходимость мониторинга [1].

В России наибольший опыт оценки технического состояния уникальных объектов накоплен ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко, который выполняет мониторинг технического состояния крупнейших уникальных сооружений России: покрытия Большой спортивной арены в Лужниках, крытого конькобежного стадиона в Крылатском, Гостиного двора, Центрального выставочного зала "Манеж" и многих других объектов. Исследования ЦНИ-

ИСК им. В. А. Кучеренко [2,3] показали, что наиболее критичными являются первые 6-8 лет после строительства объекта, в этот период измерения необходимо проводить чаще.

При создании систем мониторинга технического состояния объектов решаются следующие задачи:

- выбор конструктивных элементов — объектов контроля;
- определение в них опасных сечений и выбор контрольных точек измерений;
- разработка методов определения контролируемых параметров;
- выбор серийных или разработка индивидуальных технических средств контроля, изготовление и установка их на объекте;
- проведение инструментальных измерений и визуальных наблюдений;
- обработка полученных данных;
- оценка технического состояния конструкций путем сопоставления натурных наблюдений с результатами компьютерного моделирования объектов или с критериальными показателями.

К сожалению, наименее освещены в литературе вопросы именно геодезического мониторинга, точность работ, технология измерений и обработки. Авторы системы геодезического мониторинга Афинского олимпийского футбольного стадиона [4] утверждают, что только при использовании самого современного геодезического оборудования возможно построить опорную сеть вокруг стадиона с точностью определения координат опорных точек 1 мм, которая составит ± 3 мм.

Краткий обзор публикаций показывает, что каждое из уникальных сооружений требует разработки и реализации оригинальной технологии мониторинга по деформациям конструкций. В Украине за последнее время построено и строится ряд современных стадионов, приуроченных к проведению "ЕВРО-2012". Построен новый стадион "Донбасс-Арена" (Донецк), выполнена реконструкция стадиона "Арена-Днепр" (Днепропетровск), завершена реконструкция Олимпийского стадиона (Киев), стадионов во Львове и Харькове. Все эти стадионы имеют большепролетные перекрытия и должны быть обеспечены комплексной системой мониторинга безопасной эксплуатации, неотъемлемой частью которой должна быть система геодезического мониторинга.

Еще одним видом геодезического мониторинга объектов в промышленности являются монтаж и

последующая выверка технологического оборудования [5,6]. В данной статье авторы предприняли попытку обобщить свой опыт выполнения высокоточных геодезических работ и причин, которые препятствуют повышению качества геодезического обеспечения строительства и мониторинга состояния объектов.

Строительство и монтаж объектов

Одним из уникальных по точности монтажа объектов, с которыми пришлось работать авторам, является магистральный канатно-ленточный конвейер (КЛК), который строится по проекту фирмы "Metso Corporation", между скиповым стволом шахты и обогатительной фабрикой (рис. 1). Конвейер имеет три поворотных участка с малым радиусом поворота (440 м) для таких объектов, поэтому к точности выставки фундаментных блоков конвейера предъявляются очень высокие требования. Ошибка определения координат центра фундамента не должна превышать 6 мм на всем протяжении конвейера, длина которого составляет 5200 м (660 опор фундаментов, два мостовых перехода).

Для геодезического обеспечения монтажа конвейера была выполнена исследовательская работа по моделированию и предрасчету точности геодезической сети. Начальный вариант сети был выполнен в 2007-2009 годах подрядной организацией (рис. 2). Этот вариант дал при моделировании



Рисунок 1. Участок КЛК с мостовым переходом

ошибку определения координат пунктов $m=345$ мм. И только седьмой вариант проекта сети (рис. 3), включающий векторы спутниковых измерений, измеренных с высокой точностью двухчастотными спутниковыми приемниками, позволил обеспечить необходимую точность геодезической сети ($m=6$ мм). Сеть была измерена с помощью комплекса "Визир 3D".

При геодезическом контроле монтажа такого оборудования необходимо учитывать конфигурацию геодезической опорной сети, которая очень сильно влияет на точность сети, использовать передовые технологии создания геодезических сетей и обязательно выполнять предрасчет их точности. Выносу проекта в натуру наиболее целесообразно выполнять в режиме реального времени, что позволит значительно (в 5...6 раз) сократить время выполнения геодезических работ, особенно при монтаже оборудования.

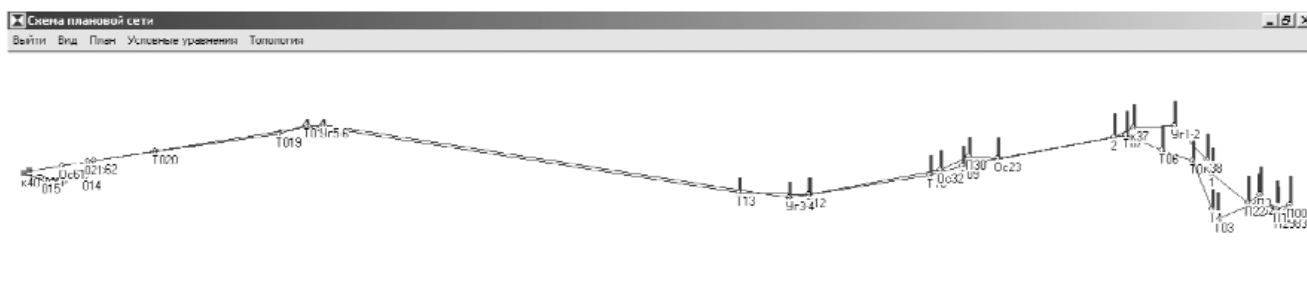


Рисунок 2. Начальный вариант сети и диаграмма распределения плановых ошибок сети ($m=345$ мм)

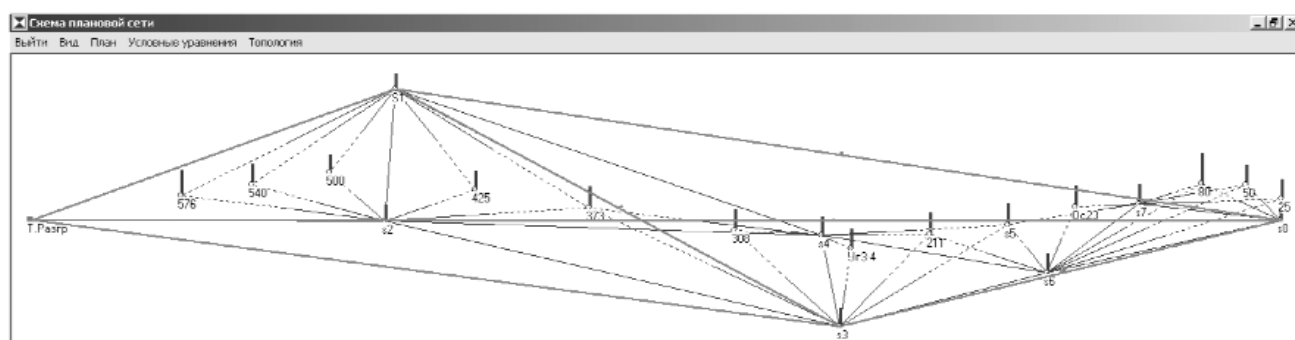


Рисунок 3. Окончательный вариант сети и диаграмма распределения плановых ошибок сети ($m=6$ мм)

Мониторинг состояния технологического оборудования

Производственная эксплуатация комплекса "Визир 3D" началась в 2007 г. на ОАО "Новокраматорский машиностроительный завод" (Краматорск, Украина), где он использовался для контроля сборки крупногабаритного оборудования, и на ОАО "Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича" (Украина) — для выверки оборудования слябовой машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) (рис. 4).

Фактическое положение оборудования МНЛЗ отличается от проектного, заданного проектно-конструкторской документацией. Причины отклонения — неизбежные ошибки действительных размеров, допущенные в ходе изготовления, сборки и монтажа оборудования. В процессе эксплуатации МНЛЗ происходят естественные процессы износа и деформирования элементов оборудования. Кроме этого, на участке формирования непрерывно литого слитка оборудование подвержено интенсивному тепловому нагружению, действию ферростатического давления столба жидкого металла и нагрузок со стороны слитка, работает в условиях повышенной влажности и запыленности.

С целью предупреждения отклонений положения оборудования МНЛЗ геодезической службой

проектно-конструкторского отдела ОАО "Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича" регулярно выполняется комплекс работ по выставке оборудования во время ремонтных работ. Оборудование проверяется на соответствие проекту высотных отметок и расстояний между отдельными элементами.

До настоящего времени на комбинате для определения линейных размеров между осями контролируемых роликов зоны вторичного охлаждения МНЛЗ опускались и центрировались отвесы и рулеткой измерялось расстояние между отвесами. Высотные отметки роликов определялись по методике нивелирования II класса нивелиром Н 05 с использованием инварных реек. Один цикл измерений геометрических параметров МНЛЗ составлял 6...8 ч.

МНЛЗ была построена в 1992 г., и на момент выполнения работ не сохранилось никаких опорных точек для выноски осей оборудования машины. Поэтому привязка геодезических измерений выполнялась к наиболее стабильным конструктивным элементам машины — посадочным местам подшипников механизма качания кристаллизатора.

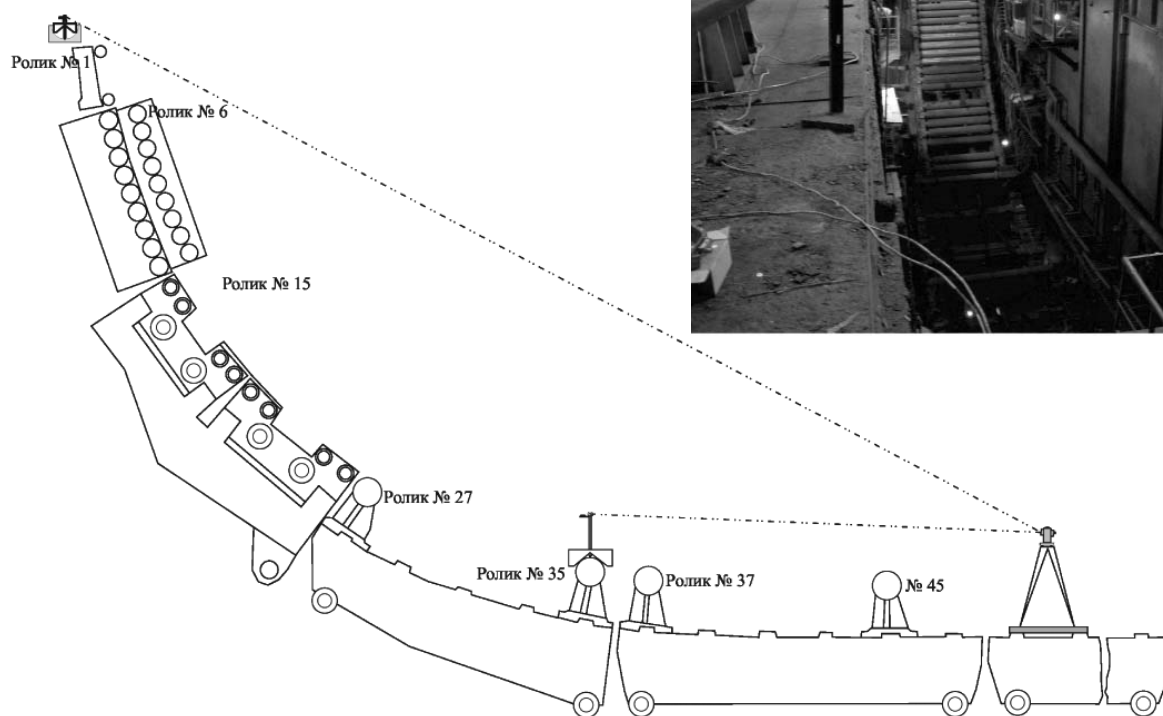


Рисунок 4. Общий вид МНЛЗ с установленными шаблонами и схема геодезических измерений

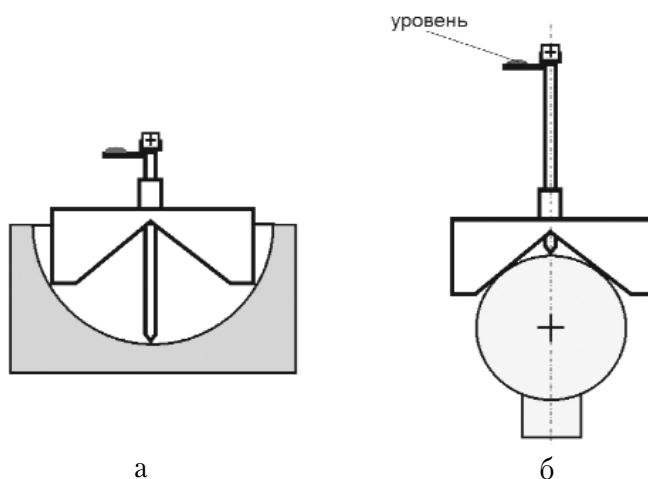


Рисунок 5. Измерение посадочного места подшипника (а) и образующей ролика (б)

Для выполнения измерений использовалась специальная методика измерений и приспособления. Для нахождения нижней образующей посадочного места подшипника (рис. 5а) и верхней образующей роликов (рис. 5б) использовалась призматическая подставка с подвижной измерительной штангой.

На измерительной штанге располагается поворотная отражающая пластина с визирной целью и уровень. Штанги использовались трех размеров: 180, 300 и 500 мм. Уровень для каждой штанги подбирался с такой ценой деления, чтобы обеспечить точность центрирования 0,1 мм.

В процессе измерений контролировались: посадочные места подшипников механизма качания и образующие роликов №1, 6, 15, 27, 35, 37 и 45 (рис. 4).

Для контроля положение всех точек измерения определялось дважды с различных станций (места установки тахеометра). Для этого после измерений с первой станции тахеометр смещался на новую станцию и измерения повторялись. Чтобы обеспечить связь между станциями, на опорных конструкциях камеры вторичного охлаждения МНЛЗ закреплялись 4 магнитные марки, которые не меняли своего положения в процессе измерений.

Параллельно с этими измерениями геодезической службой проектно-конструкторского отдела комбината на ту же дату были выполнены конт-

рольные измерения геометрических параметров МНЛЗ по традиционной технологии с помощью нивелирования и отвесов (рис. 4, на специальной подставке высотой 8 м установлен нивелир).

Анализ результатов измерений показал, что расхождение координат точек измерения, определенных с двух станций, не превышало 0,2 мм. Расхождения в высотных отметках точек измерения, определенных электронным тахеометром и из нивелирования II класса, не превышали 0,1 мм. Линейные измерения расстояний тахеометром оказались на порядок точнее чем измерения рулеткой расстояния между отвесами. По времени весь комплекс измерений геометрических параметров МНЛЗ с двух станций занял 1 ч 30 мин. За время ремонта МНЛЗ такой комплекс измерений выполнялся дважды — после установки шаблонов и после подкладки платиков для контроля. Так что общее время простоя машины сократилось на 10...13 ч.

На ЗАО "Миниметаллургический завод "Истил (Украина)" (ныне ЧАО "Донецкий электрометаллургический завод") комплекс применялся для контроля и выставки оборудования сортовой шестиручьевого МНЛЗ. Оборудование каждого ручья машины ниже кристаллизатора расположено в отдельных изолированных помещениях, поэтому для выполнения работ по его выставке в проектное положение потребовалось создание высокоточной внутрицеховой опорной геодези-

ческой сети (точность определения координат точек сети 0,3 мм), от которой впоследствии производились измерения и выставка оборудования МНЛЗ.

Выставка одного ручья с помощью измерительного комплекса "Визир 3D" в проектное положение занимает примерно 6 ч при точности выставки элементов машины 0,4 мм. Если работы по выставке МНЛЗ производить при помощи традиционных методов геодезического контроля, то время выполнения работ увеличится в 4...5 раз.

Проект геодезического мониторинга стадиона

Авторами создано программное обеспечение и выполнен проект геодезического мониторинга стадиона на примере "Донбасс-Арены". Целью геодезического мониторинга является определение геометрических параметров отдельных элементов конструкций и стадиона в целом в течение периода его эксплуатации.

Геодезические измерения должны выполняться периодически не реже 1 раза в 2 месяца в первые 2 года и один раз в квартал в течение последующих 6 лет.

Перед выполнением мониторинга необходимо выполнить подготовительные работы, которые включают два этапа.

1. Создание опорной сети из внешних и внутренних опорных точек. Внешние опорные точки закрепляются снаружи стадиона (рис. 6), вне зоны

влияния горных работ, геологических нарушений и т.д., чтобы обеспечить их долговременную сохранность. Внешние опорные точки выполняют роль наблюдательной станции, которая должна обеспечить наблюдение за деформациями земной поверхности, вызванными горно-геологическими факторами. Это позволит отделить деформации земной поверхности от деформаций конструктивных элементов стадиона.

От внешних опорных точек строится геодезическая линейно-угловая сеть и передаются координаты на внутренние опорные точки, от которых в дальнейшем выполняется измерение контрольных точек, расположенных на конструкциях стадиона.

2. Геодезический аудит фактического положения конструкций стадиона. На этом этапе от внутренних опорных геодезических пунктов выполняются измерения контрольных точек. Точность определения координат контрольных точек должна связываться с величинами допустимых деформаций объекта. На этом этапе оценивается отклонение конструкций стадиона от проекта. В дальнейшем координаты контрольных точек, полученные из геодезического аудита, используются для анализа деформаций конструкций при последующих измерениях.

Чтобы выполнить моделирование геодезических измерений и оценить точность определения координат, использовалась программа уравнивания маркшейдерских и геодезических сетей и обработки съемок "МГСети", которая позволяет вы-

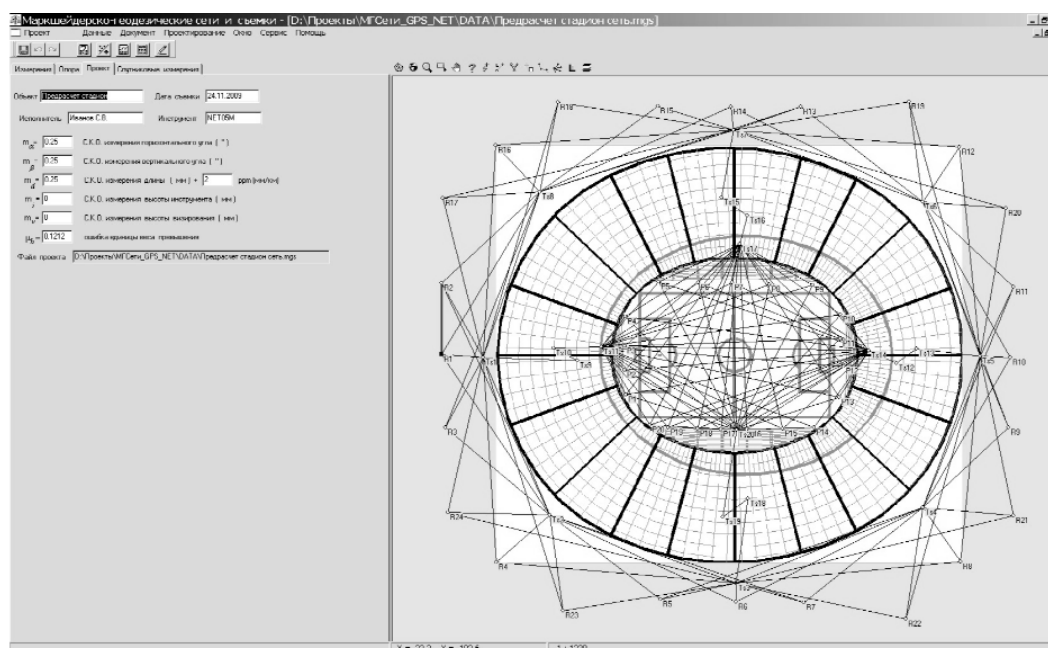


Рисунок 6. Схема расположения внешних и внутренних опорных точек

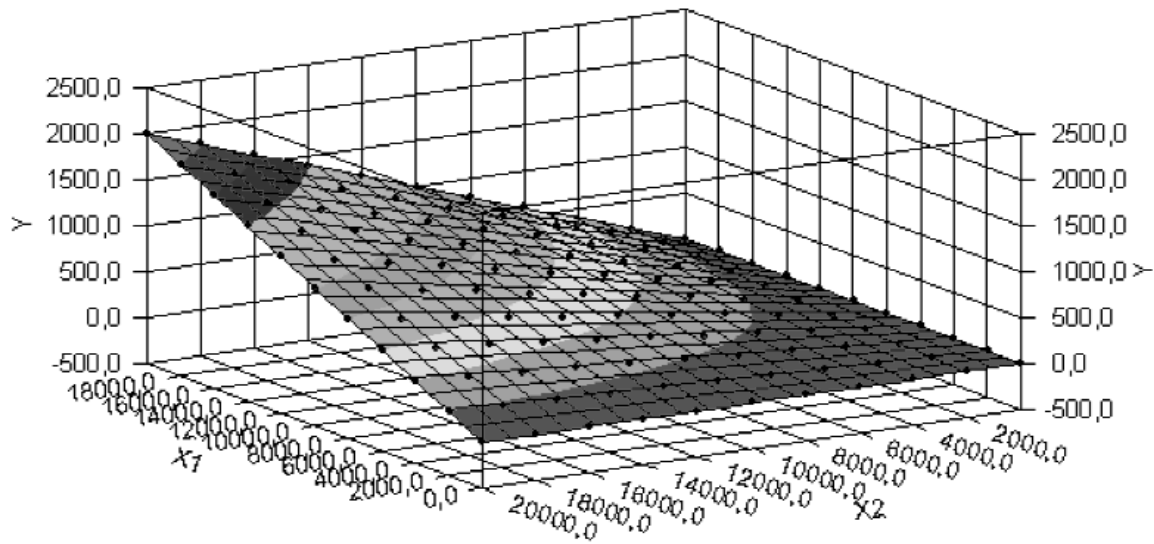


Рисунок 3. Поверхня досліджуваного гіпара

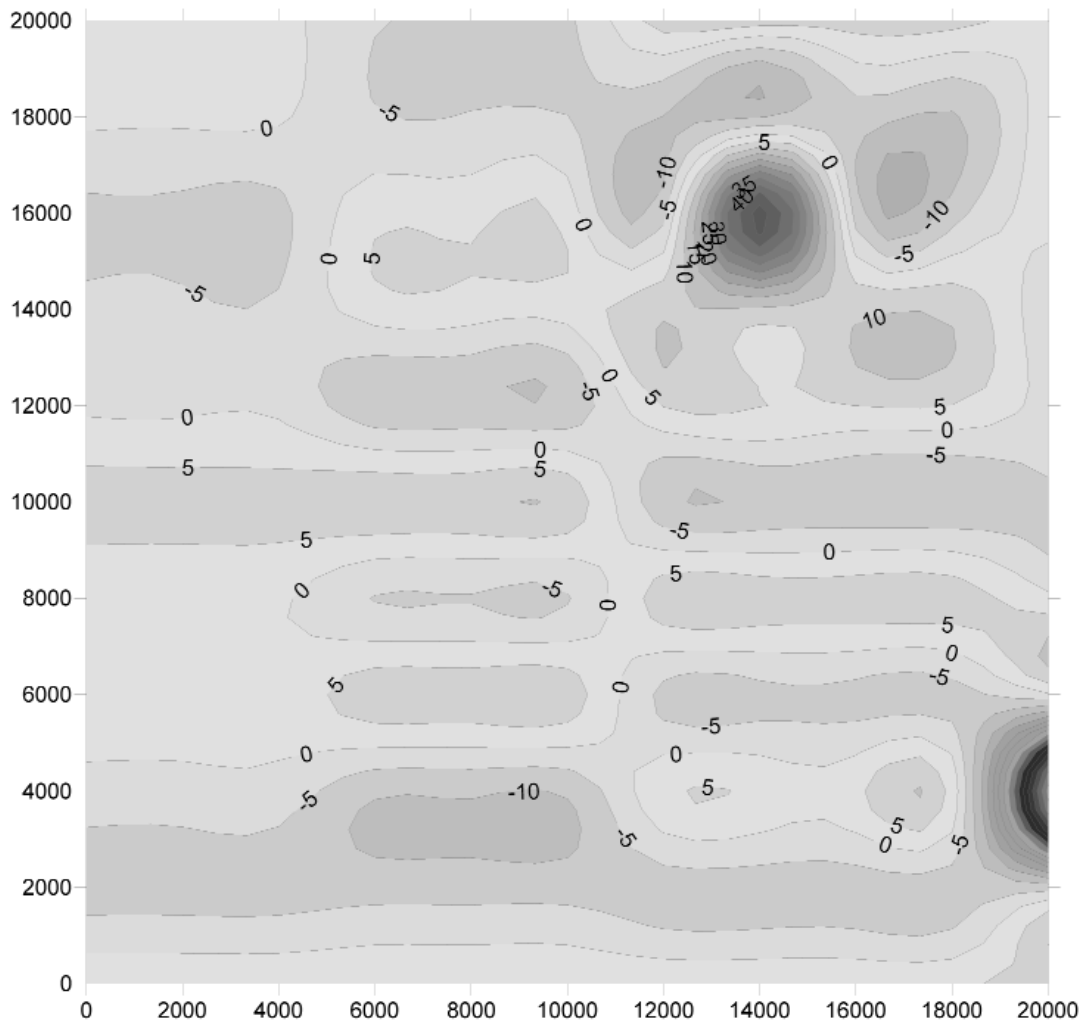


Рисунок 4. Графік деформацій оболонки, отриманих електронним тахеометром

Кольорові рисунки до статті Р.В. Шульца **МОЖЛИВОСТІ МЕТОДУ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ДЕФОРМАЦІЙ ПРОСТОРОВИХ ОБОЛОНОК** на стор.53

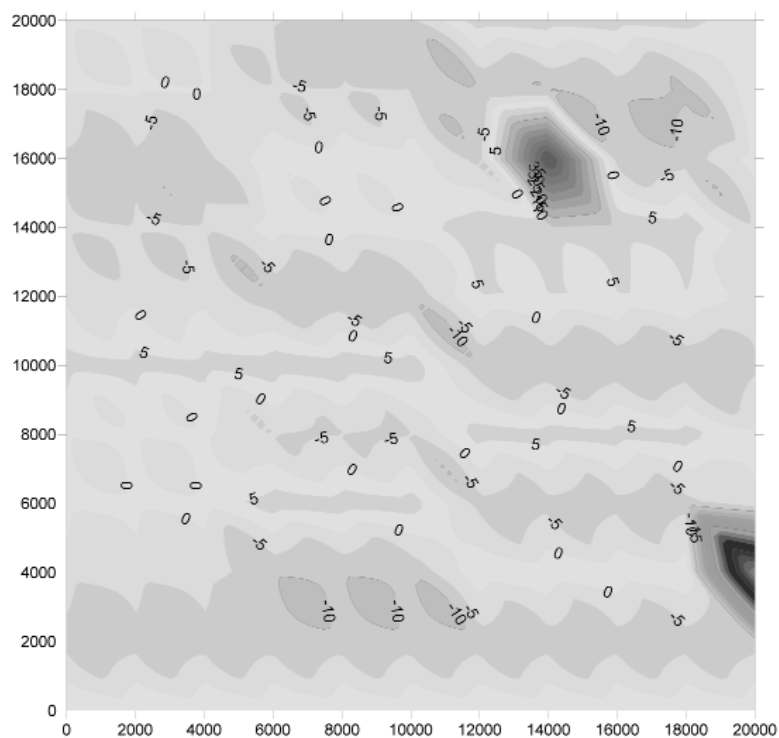


Рисунок 5. Графік деформацій оболонки, отриманих наземним лазерним сканером

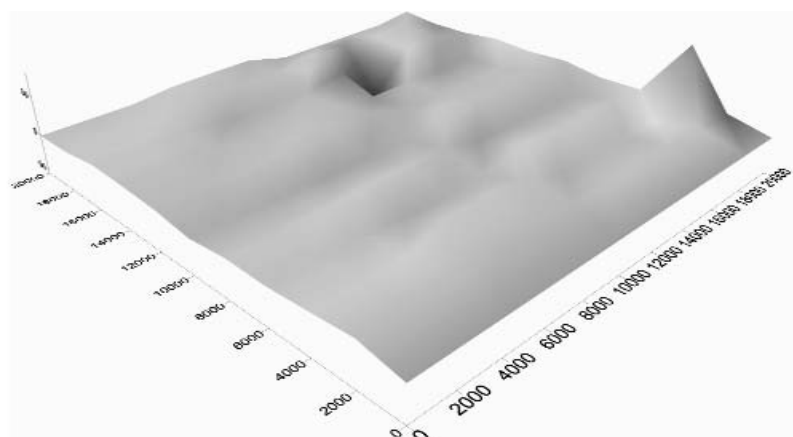


Рисунок 6. Графік деформацій оболонки, отриманих електронним тахеометром

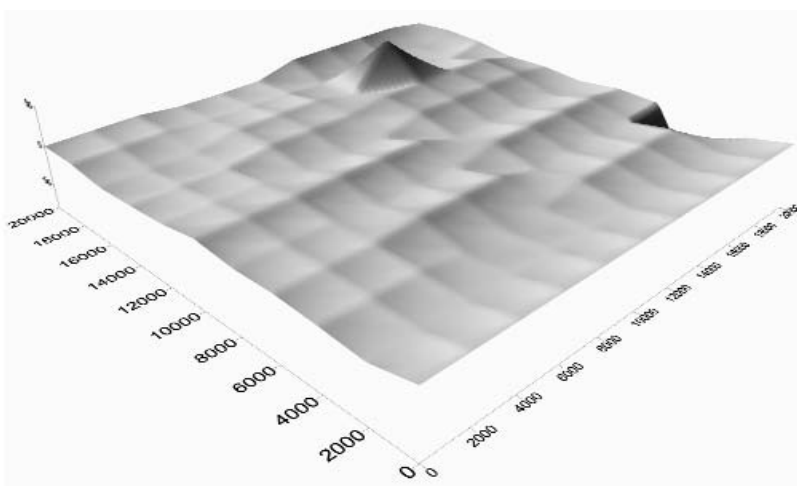


Рисунок 7. Тривимірний графік деформацій оболонки, отриманих наземним лазерним сканером

Кольорові рисунки до статті Р.В. Шульца МОЖЛИВОСТІ МЕТОДУ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ДЕФОРМАЦІЙ ПРОСТОРОВИХ ОБОЛОНОК на стор.53

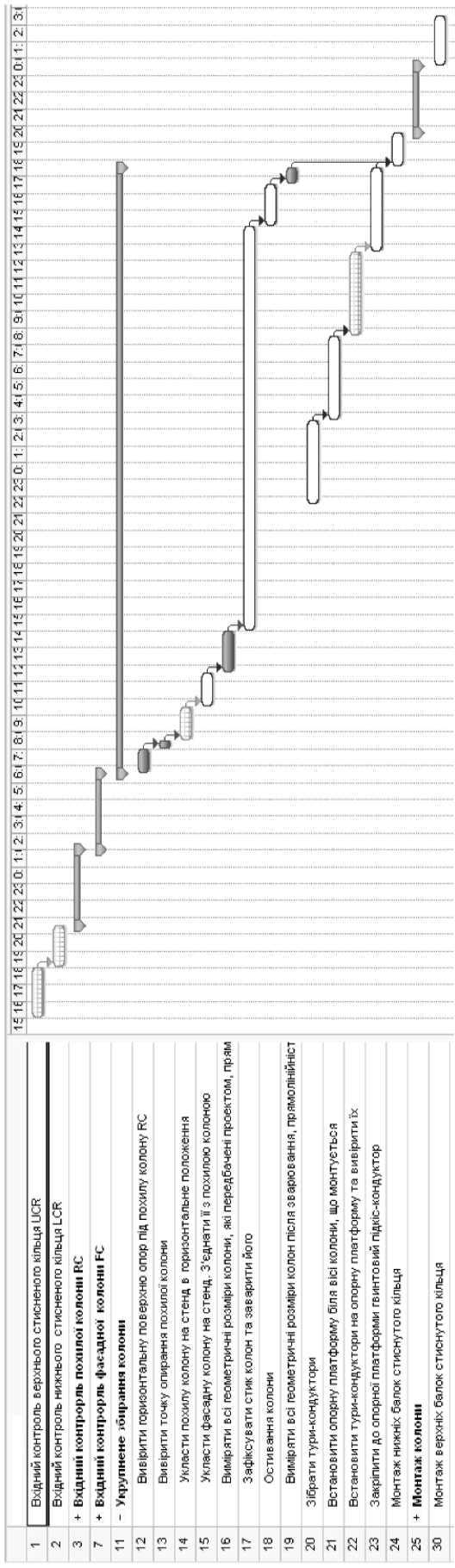
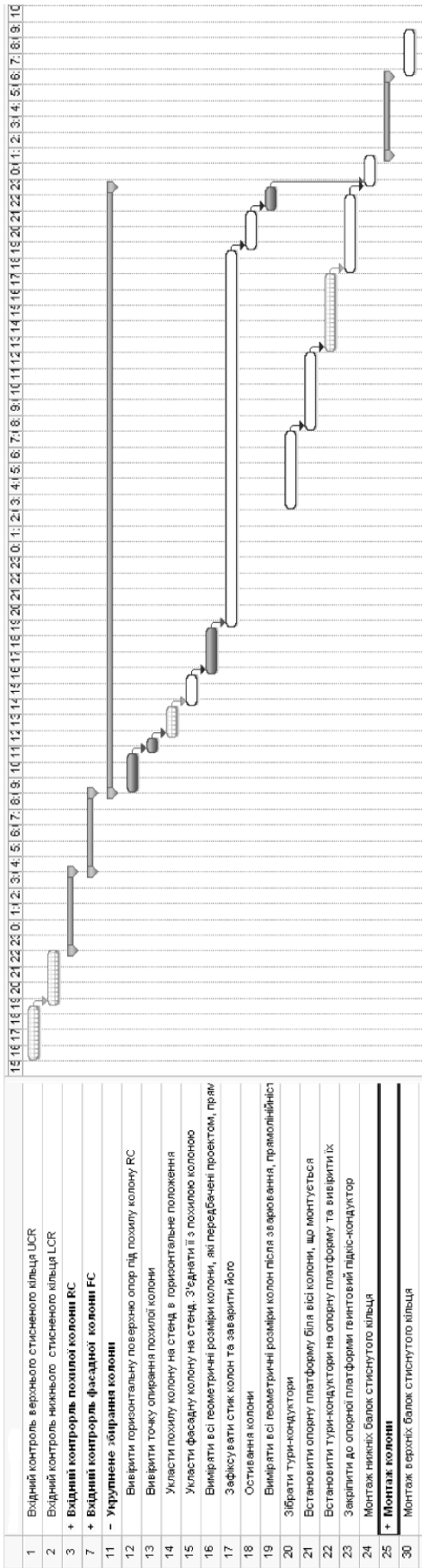


Рисунок 4. Діаграма Ганта (календарний графік) робіт з використанням оптичного теодоліта та електронного тахеометра
а — з використанням теодоліту; б — з використанням електронного тахеометра

— геодезичні роботи; — монтажні роботи; — група об'єднаних робіт

Колворовий рисунок до статті П.Е. Григоровського, Ю.В. Дейнеки, Л.О. Косолапа ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИБОРУ ЗАСОБІВ ВИКОНАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ на стор.61

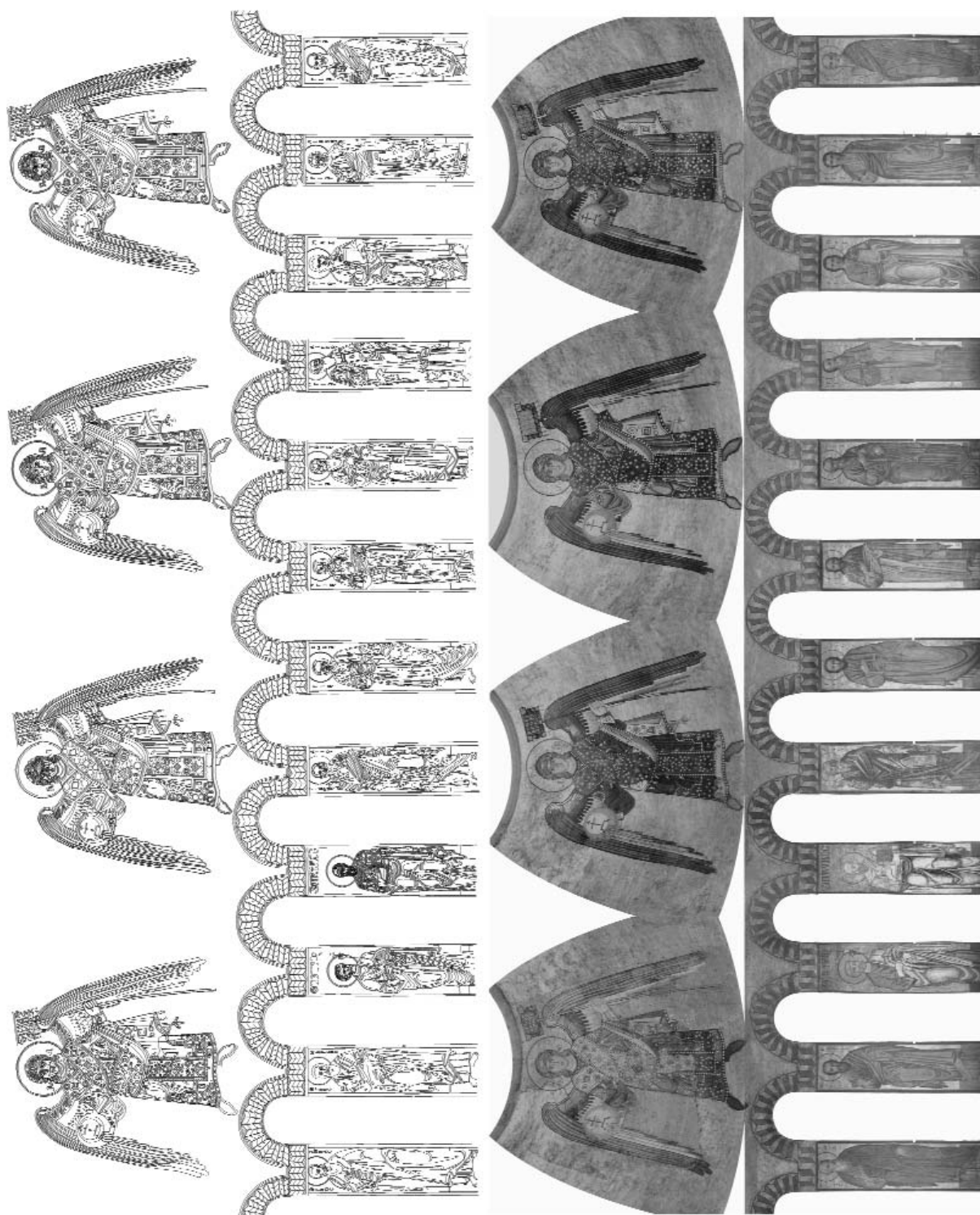


Рис.2. Векторне креслення та фотоплан розортки центрального куполу Софійського собору
 Кольоровий рисунок 2 до статті С.П. Боднара ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ЦИФРОВОЇ ФОТОГРАММЕТРІЇ ПРИ СТВОРЕННІ ВЕЛИКОМАСШТАБНИХ
 КРЕСЛЕНЬ ПАМ'ЯТОК АРХІТЕКТУРИ на стор.93

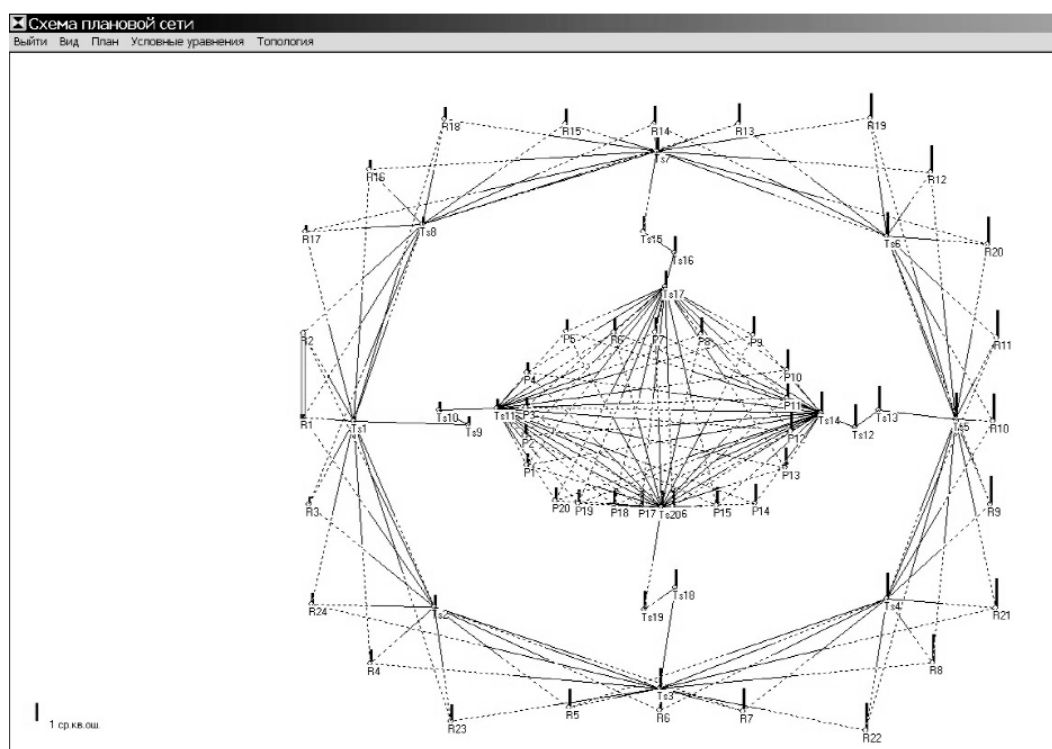


Рисунок 7. Ошибки определения координат пунктов плановой сети

полнить предрасчет точности любых геодезических сетей.

Для проектирования опорной сети в программу "МГСети" загрузили чертеж стадиона и, пользуясь инструментами визуального проектирования, наметили положение опорных точек, точек стояния и предполагаемую программу измерений (рис. 6).

В результате была спроектирована сеть из 24 внешних опорных точек (обозначены R на рис. 6), 20 внутренних опорных точек (обозначены P), которые связаны в единую линейно-угловую сеть из 20 станций (на схеме — Ts). Внешние и внутренние точки связаны в общую сеть через лестничные переходы. Для выполнения работ планируется использовать современный высокоточный моторизованный электронный тахеометр, который позволяет измерять углы с точностью 0,5" и длину с точностью 0,5 мм.

При таких параметрах точности измерений (4-кратные измерения при КЛ и КП) можно добиться высокой точности определения координат внутренних и внешних опорных точек. На рис. 7 столбиковыми диаграммами показаны плановые ошибки сети, средние среднеквадратические ошибки плановой сети составляют 0,5 мм (максимальная для точки R20 составляет 0,9 мм), для высотной сети среднеквадратическая ошибка составляет 0,5 мм.

Выводы

Опыт работы авторов на этих и других сложных промышленных объектах показал, что для объектов с высокими требованиями к точности строительства, монтажа и мониторинга состояния обязательно должны выполняться предварительное проектирование и предрасчет точности геодезических опорных сетей, а также обоснование методики измерений. Многие программы уравнивания геодезических и маркшейдерских сетей позволяют выполнить такой предрасчет с различной степенью автоматизации, однако работники геодезических предприятий и отделов не имеют достаточной квалификации, чтобы выполнить эту работу. Наш опыт показывает, что для таких объектов нельзя пользоваться приближенными методами расчета, как рекомендуется, например, инструкциями по производству топографических или маркшейдерских работ, а необходимо выполнять строгий предрасчет точности для конкретной геометрии сети при заданной точности геодезических измерений, т.к. геометрические свойства сети оказывают большое влияние на точность определения координат точек сети.

Вторым очень важным и зачастую нерешенным вопросом является обоснование точности геодезических измерений для конкретного объекта. Наиболее правильным подходом является определе-

ние этой точности в проектной документации на объект строительства или мониторинга коллективом проектировщиков, которые могут обосновать пределы допустимых и критических деформаций. Исходя из этих величин, необходимо задавать точность измерений, чтобы можно было достоверно оценивать величины деформаций объекта.

Третьим важнейшим фактором является принцип "остаточного" финансирования геодезического обеспечения строительства и мониторинга состояния объектов. В проект геодезического обеспечения сложных объектов закладываются сметы как на обычные топографические съемки, и в результате мы получаем очень низкое качество геодезического обслуживания. А для геодезического обеспечения таких объектов требуется высокоточное геодезическое оборудование, соответственно более дорогое специализированное программное обеспечение и выполнение работ более трудоемкое и требующее от исполнителей более высокой квалификации. Было бы правильно изучить и перейти на зарубежный опыт планирования и финансирования. Например, в Германии геодезическое сопровождение строительства сложных объектов составляет от 5% до 10% от стоимости самого объекта. А пока у нас в тендерах на работы основным критерием является минимальная стоимость, а не качество выполнения работ и квалификация исполнителей, в результате качество геодезического обеспечения строительства и мониторинга состояния объектов будет очень низким.

Авторы надеются, что в дальнейших нормативных материалах по геодезическому обеспечению строительства и мониторинга состояния объектов будут учтены отмеченные недостатки и геодезическим организациям будет легче обосновывать методику выполнения работ на данном объекте и их стоимость.

Опыт показал, что применение онлайн-методов геодезических измерений при сопровождении строительства и мониторинге состояния промышленных объектов является очень эффективным, производительность труда при геодезических измерениях повышается в среднем в 3-4 раза, а при монтаже и выверке оборудования в 4-6 раз и при этом повышается качество геодезических измерений за счет использования программных методов анализа и поиска некачественных измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. МГСН 4.19-2005 Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве. Утверждены правительством Москвы постановлением от 28.12.2005 № 1058-ПП Режим доступа: <http://www.remontnik.ru/docs/45358>
2. В.М. Горпинченко, М.И. Егоров Мониторинг технического состояния конструкций социально значимых большепролетных сооружений Москвы. // Промышленное и гражданское строительство. — 2006. — № 8. — С.13-18
3. В.М. Горпинченко, М.И. Егоров Мониторинг эксплуатационной пригодности особо ответственных, сложных и уникальных сооружений. — Режим доступа: <http://www.stroi.ru/tsch/d937dr349673m0.html>
4. Lambrou P, Pantazis G, Nikolitsas K. SPECIAL MARKING OF 3D NETWORKS' POINTS FOR THE MONITORING OF MODERN CONSTRUCTIONS. 13th FIG Symposium on Deformation Measurement and Analysis, 4th IAG Symposium on Geodesy for Geotechnical and Structural Engineering, Lisbon, 2008 may 12-15, — P. 1-10

АНОТАЦІЯ

Розглянута методика виконання високоточних геодезичних робіт при будівництві, монтажі і моніторингу стану об'єктів онлайн-вимірювальним комплексом Візир 3D". Наведено приклади практичного застосування комплексу на складних промислових об'єктах. Визначені проблеми, які потребують вирішення.

Ключові слова: будівництво, монтаж, вивірка, моделювання, геодезичні виміри, передрозрахунок точності.

ANNOTATION

The technique of high-precision surveying during construction, installation and monitoring of the state object by the on-line measuring system "Vizir 3D" is considered. The data of practice applying of the system on complex industrial facilities is presented, The problems for solutions are indicated.

Key words: construction, installation, alignment, modeling, geodetic measurements, preliminary accuracy calculation

УДК 624.131.2;528.74:72

Р.В. Шульц, к.т.н., КНУБіА

МОЖЛИВОСТІ МЕТОДУ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНУВАННЯ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ДЕФОРМАЦІЙ ПРОСТОРОВИХ ОБОЛОНОК*

АНОТАЦІЯ

Розглянуто технологію визначення деформацій просторових оболонок методом наземного лазерного сканування.

Ключові слова: просторові оболонки, лазерне сканування, фототахеометри.

Просторові оболонки знаходять широке застосування в будівництві. Їх економічна ефективність доведена багаторічною практикою. Унікальність геометричної форми оболонок вимагає індивідуального підходу до кожної оболонки при визначенні її деформацій. Досвід моніторингу просторових оболонок вказує на необхідність впровадження сучасних геодезичних технологій для вирішення задач моніторингу. У нормативних документах відсутні чіткі вказівки щодо методів дослідження оболонок і геодезисти кожного разу змушені визначати необхідну методику дослідження та точність геодезичних робіт. Відсутність чітких вказівок щодо дослідження деформацій просторових оболонок приводить до прийняття необґрунтованого рішення з виконання ремонтних робіт, а іноді невизначеності деформацій, які вже розпочались.

Слід сказати, що питанню дослідження оболонок присвячено ряд робіт серед яких відзначимо роботи Т.Т. Чмчяна, С.П. Войтенка, Б.Д. Бачишина, А. Хайдарова та ін. Детальний аналіз існуючих методик дослідження деформацій оболонок дає змогу зробити висновок, що необхідне подальше дослідження існуючих способів деформацій оболонок.

Метою роботи є аналіз існуючих методів визначення деформацій просторових оболонок та дослідження методу наземного лазерного сканування для визначення деформацій.

Основними методом спостереження за деформаціями просторових оболонок до появи електронних тахеометрів був класичний геодезичний метод, у якому від пунктів внутрішньої мережі планове положення оболонки визначалось методом

бокового нівелювання, а висотне положення — методом геометричного нівелювання з використанням підвісної стрічки. З появою електронних тахеометрів, які працюють у режимі без відбивача, спостереження виконують методом вільної станції. У комплекті з відповідним програмним забезпеченням (MONMOS SOKKIA, Візир 3D) електронний тахеометр дозволяє в режимі реального часу отримувати величини деформацій.

При значних об'ємах робіт найбільш раціональними є фотограмметричний метод та метод лазерного сканування. Справа лише у вартості виконання робіт. Звичайно, на даний момент метод лазерного сканування має більшу вартість у порівнянні з фотограмметричним методом, проте в стиснених умовах реалізація фотограмметричного методу за вартістю фактично відповідає вартості методу лазерного сканування.

У залежності від вимог, точності та наявного обладнання спостереження за деформаціями можна виконувати за одиночним знімком, за стереопарою або за блоком знімків. Метод одиночних знімків можна застосовувати, якщо оболонка не має значних перепадів за глибиною, а вимірювання до її поверхні для визначення масштабу фотографування виконуються достатньо просто.

За необхідності зйомки просторових оболонок, що мають значні перепади за глибиною, використовують стереопару або блок знімків. Отримати стереопару дозволяють фототахеометри, наприклад, фірми "Торсон". Тахеометри цієї компанії мають вбудовану цифрову камеру. Тахеометри серії IS (Imaging Station) починалися з "Торсон GPT-7000i", першого у світі "гібридного" геодезичного інструмента, що поєднує в собі функції електронного тахеометра, який підтримує безвідбивні виміри, і можливості одержання фотознімків високої роздільної здатності за допомогою інтегрованої цифрової камери, що дозволяє створювати на основі результатів спостережень і отриманих знімків тривимірні моделі.

Просторову модель об'єкта можна отримати і без стереоспостережень, використовуючи блок знімків із довільними елементами зовнішнього орієнтування. При цьому головною умовою є те, що кожна спостережувана точка повинна бути замаркована і відображатися мінімум на трьох знімках.

Камеральну обробку цифрових знімків виконують на цифрових фотограмметричних станціях (Delta — Україна, ERDAS Imagine — США, PCI

* Кольорові рисунки 3-7 до статті див. на стор. 47-48

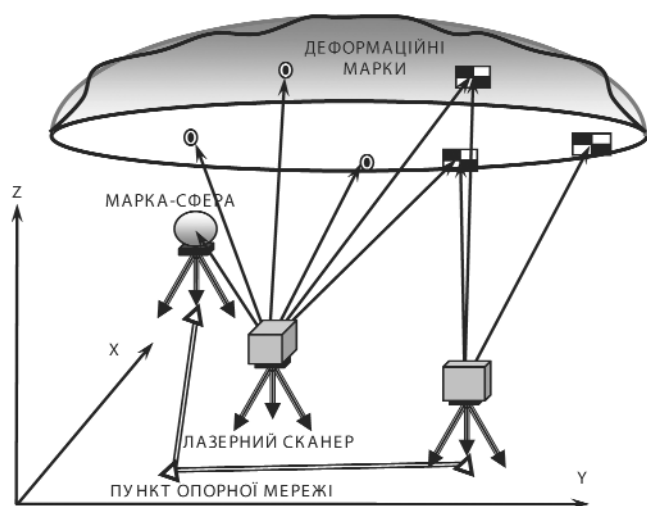


Рисунок 1. Визначення деформацій наземним лазерним сканером

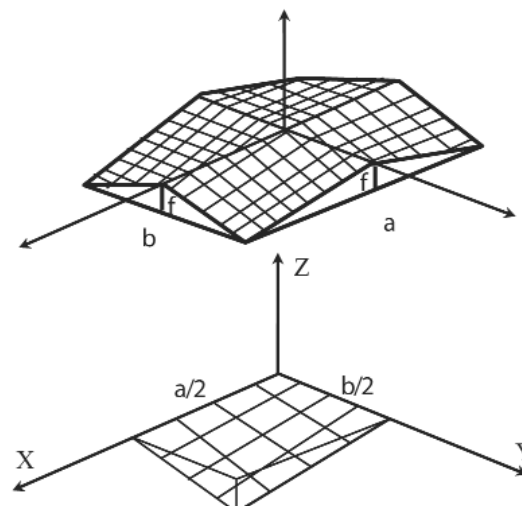


Рисунок 2. Гіперболічний параболоїд

Geomatics — Канада, PHOTOMOD — Росія) або інших фотограмметричних програмах, що призначені для вирішення інженерних задач (Photo Modeler, VSTARS — США, IWitness — Австралія, ELCOVISION — Німеччина).

При використанні фототакхеометрів "Topcon IS" є можливість застосування програмного забезпечення, розробленого безпосередньо компанією-виробником фототакхеометрів PI-3000, що достатньо зручно.

Системи лазерного сканування, які дозволяють одночасно отримати тривимірну модель об'єкта без значних затрат часу і з високою точністю, прийшли на зміну традиційним методам геодезичних засічок та нівелювання або розповсюдженням, але досить складним з точки зору обробки методами фототеодолітної зйомки.

Геометрія оболонки характеризується геометрією її серединної поверхні. Головна з геометричних ознак, за якою класифікуються оболонки, є вид поверхні оболонки, тобто її середина поверхня. Для дослідження оберемо оболонки, окреслені лінійчастими поверхнями гіперболічного параболоїда (гіпари). Оболонки даної конструкції отримали широке застосування завдяки виразному архітектурному вигляду споруди та спрощеній технології монтажу. Рівняння цієї оболонки має вигляд:

лоїда (гіпари). Оболонки даної конструкції отримали широке застосування завдяки виразному архітектурному вигляду споруди та спрощеній технології монтажу. Рівняння цієї оболонки має вигляд:

$$Z=4fxy/ab.$$

Оболонка такого типу повністю характеризується розмірами опорного контура a і b та величиною стріли прогину f . На рис. 2 наведено загальний вигляд гіпара та один листок гіпара, який найчастіше використовується як елемент покриття.

Проаналізуємо результати вимірювання деформацій просторового гіпара з наступними геометричними характеристиками a і $b = 40$ м, $f = 2$ м.

Рівняння ідеальної оболонки має наступний вигляд:

$$z=0,005xy.$$

Для даної оболонки було виконано вимірювання з використанням електронного такхеометра та

Таблиця 1. Методи спостереження за деформаціями просторових оболонок

Методи	Інструменти	Точність	Продуктивність	Умови застосування
Геодезичний	Електронні такхеометри	0,5-5мм	Середня	При незначних об'ємах робіт
Фотограмметричний	Фототеодоліти, фототакхеометри	2-5мм	Висока	При значних об'ємах робіт
Лазерне сканування	Лазерний сканер	2-5мм	Дуже висока	Для створення 3-D моделей об'єктів

наземного лазерного сканера. Форма оболонки та розташування точок вимірювань тахеометром наведено на рис. 3.

Загальна кількість вимірних точок дорівнює 121. За методом найменших квадратів [1] було знайдено: рівняння гіпара

$$z=0,00500512xy$$

і середню квадратичну похибку апроксимації $\mu = 10,8$ мм. Графік розподілу деформацій оболонки в міліметрах наведено на рис. 4.

Для тієї ж оболонки було виконано лазерне сканування із загальною кількістю вимірних точок 7500. За методом найменших квадратів були знайдені рівняння гіпара

$$z=0,0049965xy$$

і середня квадратична похибка апроксимації $\mu = 7,6$ мм. Графік розподілу деформацій в міліметрах наведено на рис. 5.

Для наочності побудуємо тривимірні моделі деформацій оболонки, отримані за допомогою методу наземного лазерного сканування та електронного тахеометра (рис. 6 і 7).

Оскільки вимірювання виконувались за першим і за другим методами в режимі без відбивача, а відстань вимірювання не перевищувала 15 м, то точність визначення координат окремої точки електронним тахеометром і наземним лазерним сканером є однаковою. За таких умов метод наземного лазерного сканування має наступні переваги:

– вдвічі більша швидкість виконання зйомок;

– вища точність моделювання поверхні оболонки ($7,6 \text{ мм} < 10,8 \text{ мм}$);

– завдяки величезній надлишковості вимірювань можливість виявлення локальних деформацій оболонки (рис. 4 і 5).

Отримані результати дозволяють рекомендувати метод наземного лазерного сканування до застосування в практиці геодезичного виробництва для вирішення задач моніторингу за станом просторових оболонок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шульц Р.В., Білоус М.В. Методи і алгоритми математичного моделювання просторових переміщень тунелів метрополітену. // Прикладна геометрія та інженерна графіка, Київ, 2008 р. — С. 532-536. Bun. 80

2. Tahir Rabbani Shah. Automatic Reconstruction of Industrial Installations Using Point Clouds and Images. Dissertation. Netherlands Geodetic Commission. Delft, May 2006 175p.

АННОТАЦІЯ

Рассмотрена технология определения деформаций пространственных оболочек методом наземного лазерного сканирования.

Ключевые слова: пространственные оболочки, лазерное сканирование, фототахеометр.

SUMMARY

The technology for determination of spatial covers deformations by terrestrial laser scanning is considered.

Key word: spatial covers, laser scanning, phototacheometr.

УДК 528.48

*Білоус М.В.; Ковтун В.Я.,
Корпорація "Укрметротунельбуд" Доч.П.
"Укргеодезмарк" ПАТ "Київметробуд", Київ*

МОНІТОРИНГ ЗА ДЕФОРМАЦІЯМИ ОСНОВНИХ НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ТОРГОВО-ОФІСНОГО ЦЕНТРУ "ПАРУС"

АНОТАЦІЯ

У статті розглянуто сучасний метод спостереження за деформаціями (вертикальними і горизонтальними переміщеннями та креном) фундаментів та конструкцій споруди на прикладі ТОРГОВО-ОФІСНОГО ЦЕНТРУ "ПАРУС" НА РОЗІ ВУЛ. МЕЧНИКОВА ТА БУЛЬВ. Л. УКРАЇНКИ з метою виявлення їх значень для своєчасного попередження виникнення нештатних ситуацій.

Ключові слова: моніторинг, деформаційні реperi, опорні точки, висотні будівлі.

У сучасному будівництві все ширше впроваджується сучасний метод будівництва будівель і споруд заввишки понад 100м. Для таких будівель ще не існує апробованого методу розрахунку деформацій, вони знаходяться на стадії наукових досліджень. Оскільки розрахунок таких основ за другим граничним станом полягає у визначенні їх переміщень (абсолютних вертикальних і горизонтальних, нерівномірних, кренів тощо), критерієм достовірності можуть слугувати переміщення конструкцій, які вимірюються інструментальними методами безпосередньо в процесі будівництва і експлуатації будівель і споруд.

Спостереження за вертикальними деформаціями будинків зазвичай ведуться методом геометричного нівелювання, як найбільш надійного за точністю і простого у реалізації. Нівелювання ведеться за деформаційними марками і опорними точками. Марки розташовуються в усіх характерних точках будівлі на зовнішніх і внутрішніх несучих стінах і колонах. Відстань між ними залежить від інженерно-геологічних умов ділянки, конструкції фундаментів тощо. Для висотних будинків спостереження за горизонтальними деформаціями (креном) ведуться методом координування марок із відбивачами, встановленими в тіло будівлі.

Обґрунтування точності і періодичності геодезичних вимірів впливає на вибір приладів та методики спостережень, а також забезпечує раціональні витрати на дослідження.

Традиційно використовувані геодезичні методи спостережень за деформаціями конструкцій можуть забезпечити необхідну циклічність і точність вимірювань, що приводить до констатації деформацій, що розвиваються, в конструкціях, та можливості їх прогнозування і попередження аварійних ситуацій.

Тому виникає необхідність оснащення будівельних об'єктів сучасними засобами моніторингу для оперативного контролю і накопичення даних про поведінку будівельних конструкцій з метою попередження їх руйнування.

На підставі наведеної інформації метою проведеної роботи є визначення деформацій висотного будинку (понад 100м). Дана стаття присвячена огляду вимірювання деформацій, які проводились методом геометричного нівелювання та координування марок із відбивачами, встановленими в тіло будівлі з періодичністю та точністю згідно з технічним завданням, погодженим із замовником робіт (ЗАТ "Мандарин Плаза"), генеральним проектувальником (ТОВ "БІП-ПМ") та виконавцем інженерно-геодезичних робіт (Доч. П. "Укргеодезмарк").

В якості вихідних використовувались реperi, закладені Державною організацією УДІПРГіП "УКРРИБПРОЕКТ", які передані замовнику робіт згідно зі звітами під кожен глибинний репер.

Між вихідними глибинними реперами прокладались контрольні ходи нівелювання II класу в прямому та зворотному напрямках, із дотриманням вимог "Инструкции по нивелированию I, II, III и IV класса".

Згущення мережі висотного обґрунтування в районі виконання робіт створене прокладанням окремих ходів та полігонів нівелювання II класу із дотриманням наступних вимог:

— допустимі неточності в ходах та полігонах не перевищували:

$$f_h \leq \pm 5 \text{ мм} \sqrt{L},$$

де: L — довжина нівелірного ходу або периметр полігона в км або

$$f_h \leq \pm 1.2 \sqrt{n} \text{ мм},$$

де: n — кількість штативів у ході.



Рисунок 1. Схема нівелювання геодезичної висотної основи

Нівелювання здійснювалось:

— нівеліром електронним DL — 101С по інварних рейках NEDO з RAB- кодом і круглими рівнями;

— нівеліром Ni-007 по рейках з інварною смугою і круглими рівнями.

Схема нівелювання геодезичної висотної основи показана на рис.1.

Перед початком та під час проведення робіт проводились всі необхідні перевірки та юстування приладів. Характеристика приладів наведена в таблиці 1.

Спостереження складались із періодичного нівелювання встановлених на спорудах деформаційних реперів.

Деформаційні репери розташовані згідно з кресленням, затвердженим проектною організа-

цією ТОВ "БІП-ПМ", м. Київ, та закладені генпідрядною організацією.

Для одержання відміток деформаційних реперів між ними прокладались ходи за програмою нівелювання II класу з дотриманням наступних вимог.

1. Нівелювання деформаційних реперів виконувалось за основною та додатковою шкалами рейок.

2. Для нівелювання по деформаційних реперах установлена постійна схема спостережень.

3. Нівелювання деформаційних реперів здійснювалось відносно робочого репера. Нівелір встановлювався так, щоб з нього було видно якомога більше деформаційних реперів. Допускалося застосовувати будь-які нерівні плечі (але завдовжки не більше 25 м), тобто відстані між нівеліром та

Таблиця 1. Характеристика приладів

Назва, тип засобу вимірювальної техніки	Основні метрологічні характеристики
Нівелір NI-007, ГОСТ 10528	Середня квадратична похибка вимірювання перевищення на 1 км подвійного нівелірного ходу – $\pm 0,7$ мм
Комплект нівелірних інварних рейок (2 шт.) № 35486, 35487	Ціна поділки - 5 мм, похибка компарування метрових інтервалів не більше 0,05 мм
Нівелір електронний DL-101C, № UG0521	Середня квадратична похибка вимірювання перевищення на 1 км подвійного нівелірного ходу – $\pm 1,0$ мм
Комплект нівелірних інварних рейок з фібергласовим покриттям NEDO з RAB- кодом (2 шт.) № 17048, 17047	

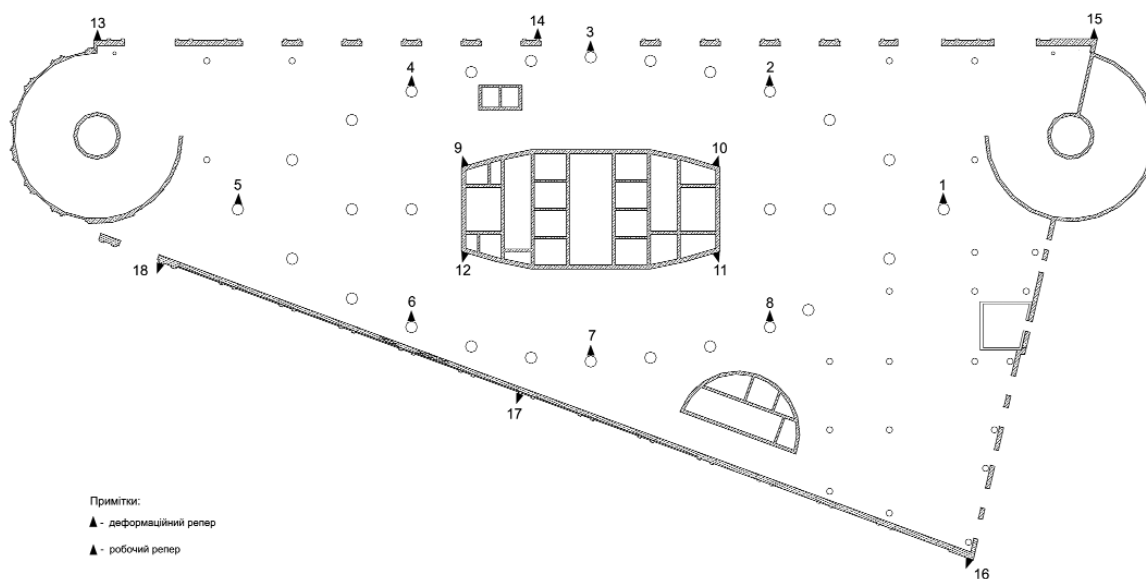


Рисунок 2. Схема розташування геодезичних реперів

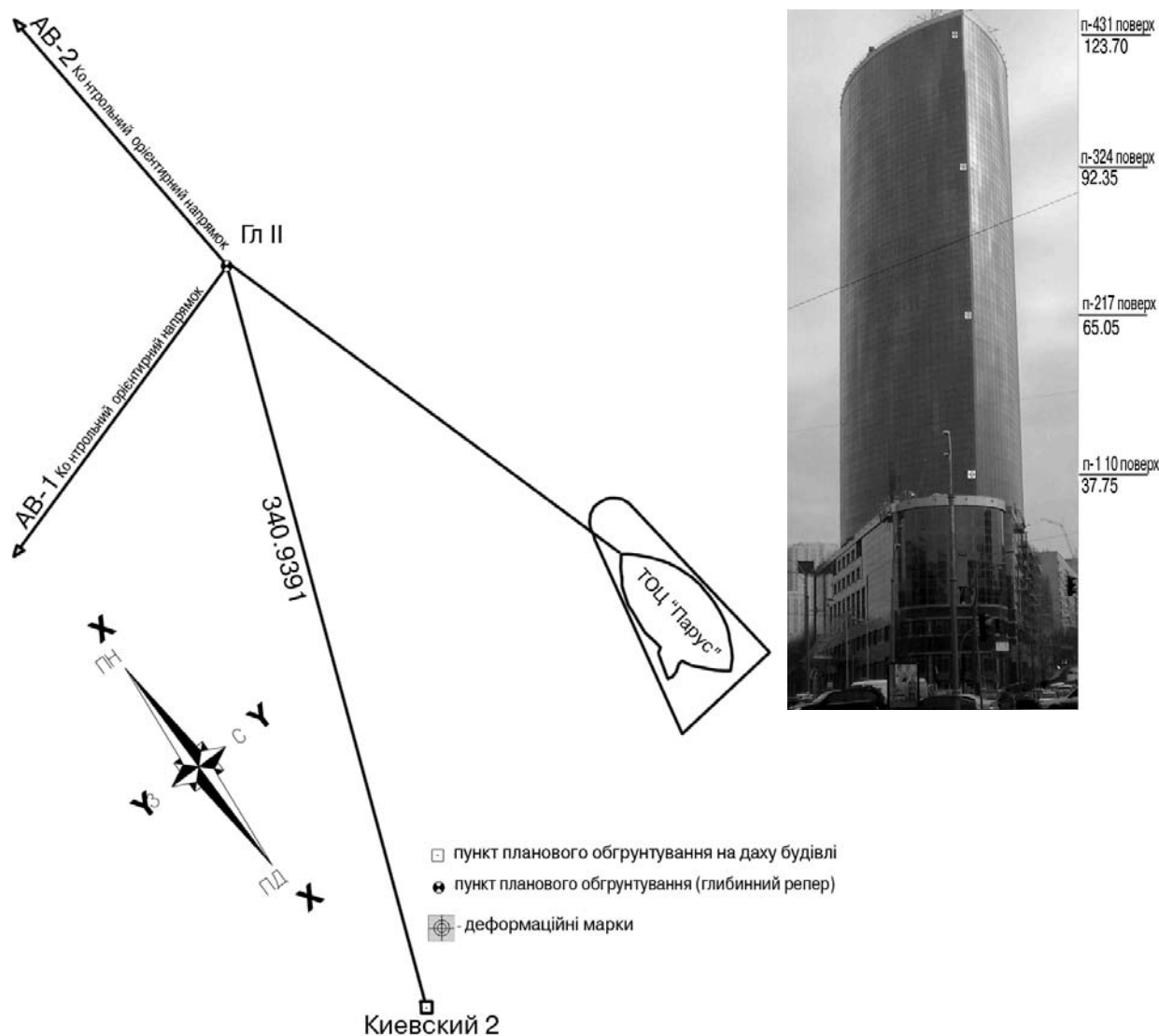


Рисунок 3. Спостереження за горизонтальним переміщенням конструкцій будівлі зі сторони вул. Мечникова

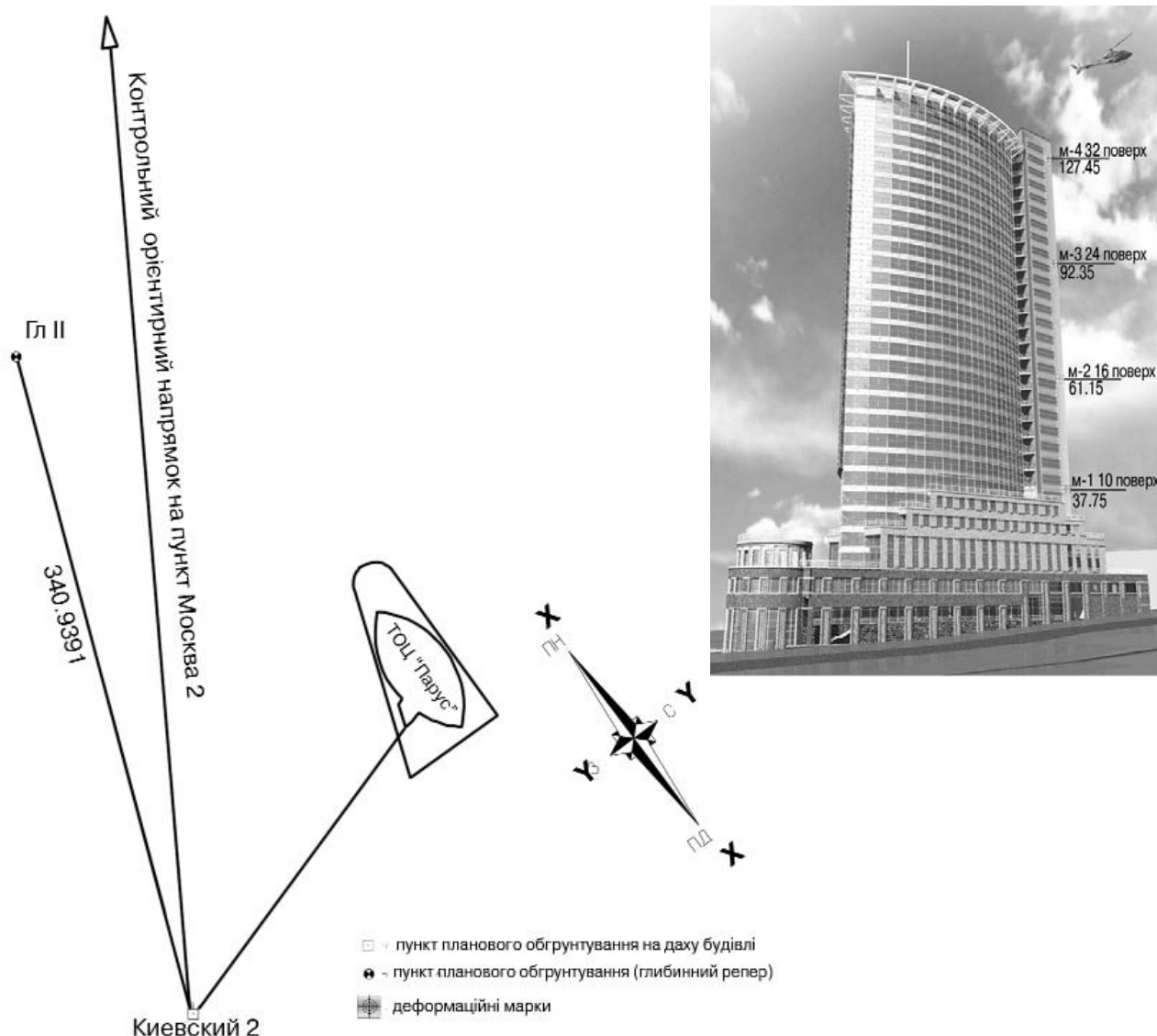


Рисунок 4. Спостереження за горизонтальним переміщенням конструкцій будівлі зі сторони бул. Лесі Українки

деформаційним репером або нівеліром та робочим репером.

Первинні значення відміток, а також наступні визначення деформаційних реперів зведено в відомість спостереження за деформаційними реперами.

За результатами проведення спостережень за вертикальними деформаціями можуть бути визначені наступні параметри:

- висота та повне просідання кожного деформаційного репера S_i , просідання між суміжними циклами σS_i ;
- повне середнє просідання споруди в цілому $S_{i_{сер}}$, між суміжними циклами $\sigma S_{i_{сер}}$;
- нерівномірне осідання фундаменту ΔS_i між суміжними марками;
- відносна нерівномірність осідання $\Delta S_i/l_i$ між

суміжними марками, де l_i — відстань між суміжними марками.

Спостереження за горизонтальними деформаціями конструкцій

Вихідними пунктами в горизонтальній мережі прийняті глибинний репер № II з висотної мережі та закладений пункт на даху будівлі ЗАТ "Президент — Готель" із щомісячною орендною платою згідно з укладеним договором. Також були вибрані віддалені, стабільні об'єкти, що добре розпізнаються за допомогою тахеометра і можуть служити у якості орієнтирних. Деформаційні марки для визначення горизонтальних деформацій (кренив) у кількості чотирьох штук з кожної сторони висотної частини споруди закладені у вигляді закріплених призм. Схема спостережень за горизонтальними переміщеннями та розташування де-

формаційних марок показана на рисунках 3 та 4.

На вихідних пунктах планового обґрунтування є керни або отвори діаметром приблизно 1 мм для центрування геодезичного приладу.

Вимірювання горизонтальних кутів при створенні горизонтальної мережі виконувалось за допомогою електронних тахеометрів GPT-6001C та GTS-601AF з середньою квадратичною похибкою (СКП) вимірювання кутів не більше 1". Похибка центрування приладу та візирної цілі - не більше 0,8 мм. Вимірювання електронним тахеометром виконувалось методом кругових прийомів із замиканням горизонту для приладів зі СКП 1".

Вимірювання довжин виконувалося електронним тахеометром GPT-6001C з СКП вимірювання довжини не більше ($\pm 3\text{мм} + 2\text{ppm}$) мм.

При вимірюванні довжин на кожній точці вимірювалася температура повітря та атмосферний тиск. Гранична похибка вимірювання температури — 2°C, атмосферного тиску — 5 мм. рт. ст.

У першому циклі спостережень мережі всі вимірювання виконувалися двічі, у різний час та за різних погодних умов, різними виконавцями та різними приладами.

У наступних циклах спостережень мережі всі вимірювання виконувалися з періодичністю згідно з технічним завданням.

Горизонтальні деформації (крени) визначалися за методикою окремого напрямку. При цьому, над вихідним пунктом центрувався тахеометр, наводився на орієнтирний пункт геодезичної мережі і виконувалися лінійні та кутові вимірювання на всі досяжні деформаційні марки.

Обробка результатів вимірювань, обчислення координат деформаційних марок та оцінка їх точності виконувалися пакетом прикладних програм.

Всі результати вимірювань та обчислень закріплювалися до 1 мм.

Крен споруди обчислювався окремо для кожної деформаційної марки спочатку по напрямках осей координат, як різниця координат марки у першому та наступних циклах.

Висновок. За результатами спостережень за період із серпня 2005 р. по грудень — 2009 р. Виявлено наступне.

Величини похибок визначення деформаційних процесів вертикальних переміщень фундаментів та горизонтальних переміщень (кренив) знаходилися в межах точності визначення.

Величини деформаційних процесів вертикаль-

них переміщень фундаменту будівлі максимально складали до — 33 мм, горизонтальних до — 39 мм

Показники деформаційних процесів за весь час спостережень поступові, мали планомірні зміщення як по вертикалі, так і по горизонталі. Поступовість змін у вертикальних деформаціях пов'язана зі стабілізацією навантажень фундаменту після оздоблення будівлі. На горизонтальні переміщення чутливо впливають міжсезонні атмосферні зміни.

Розроблена та опрацьована спеціалістами Доч. П. "Укргеодезмарк" (м. Київ) програма моніторингу і технологія спостережень довела свою надійність та може використовуватись у подальшому для моніторингу об'єктів заввишки понад 100 м.

ЛІТЕРАТУРА

1. ГОСТ 24846-81 "Трунты. Методы измерений деформаций оснований зданий и сооружений"
2. Постанова Кабінету Міністрів України №844 від 08.06.98 р. "Основні положення про створення геодезичної мережі України"
3. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов.
4. www.surveying.com.ua. "Все для геодезії, навігації, будівництва."

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрен современный метод наблюдения за деформациями (вертикальными и горизонтальными перемещениями и креном) фундаментов и конструкций сооружения на примере торгово-офисного центра "Парус" на углу ул. Мечникова и бульв. Л.Украинки с целью определения их значения для своевременного предупреждения возникновения нештатных ситуаций.

Ключевые слова: мониторинг, деформационные реперы, опорные точки, высотные строения.

ANNOTATION

In article it is considered a modern method of supervision over deformations (vertical both horizontal movings and a list) the bases and construction designs on an example of trading-office center "Sail" at the corner of street Mechnikova and bulv.. L.Ukrainki for the purpose of definition of their value for the timely prevention of occurrence of supernumerary situations.

Keywords: monitoring, deformation reference points, reference points, hight structures.

УДК 624.131.2;69:002

*П.Є. Григоровський к.т.н.; Ю.В. Дейнека;
Л.О. Косолап, НДІБВ*

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ВИБОРУ ЗАСОБІВ ВИКОНАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ*

АНОТАЦІЯ

У статті розглядається приклад застосування інформаційної експертної системи для вибору засобів виконання геодезичних робіт. Наводиться зовнішній вигляд інтерфейсу експертної системи та принципи врахування факторів впливу на вибір. Представлено результати застосування експертної системи для вибору засобів геодезичного забезпечення.

Ключові слова: геодезичне забезпечення, вибір засобів виконання геодезичних робіт, інформаційна експертна система.

На сучасному рівні розвитку інформаційних технологій, при зростанні об'єму інформації в галузі геодезичного забезпечення, складності і прецизійності будівельних об'єктів, постійного розширення засобів і методів геодезичних вимірювань постає проблема систематизації наукового і практичного знання про вибір засобів і методів геодезичного забезпечення та прийняття рішення на новій методологічній і технологічній інформацій-

ній основі. Одним із рішень цієї проблеми є інформаційна експертна система, яка може забезпечити активний і науково-обґрунтований вибір засобів і методів геодезичного забезпечення з метою виконання робіт в мінімальні терміни з достатньою точністю та при мінімальних витратах коштів і достатній якості виконання будівельних робіт. При цьому можуть бути враховані і інші критерії, які звичайно ігноруються (екологічні, ергономічні, природні та інші).

У статтях [1, 2] зроблена спроба розглянути питання організації геодезичних робіт та вибору засобів і методів їх виконання з точки зору забезпечення мінімальних термінів виконання робіт, вартості, якості виконання будівельних робіт при забезпеченні їх проектною точністю. У них розглядався вибір засобів і методів геодезичного забезпечення з застосуванням експертної системи, що використовує елементи нечіткої логіки, на прикладі виконання геодезичних робіт при монтажі металлоконструкцій на реконструкції стадіону "Олімпійський" у місті Києві.

У НДІБВ зроблена спроба розробки програмного забезпечення такої експертної системи, яку було використано для вибору засобів геодезичного забезпечення для монтажу металевих конструкцій даху в період реконструкції НСК "Олімпійський". В основу розробки інформаційної експертної системи покладено її структурно-функціональну схему (рисунк 1).

Структурно-функціональна схема інформаційної експертної системи вибору засобів геодезичного забезпечення включає базу знань, інтерфейс ко-

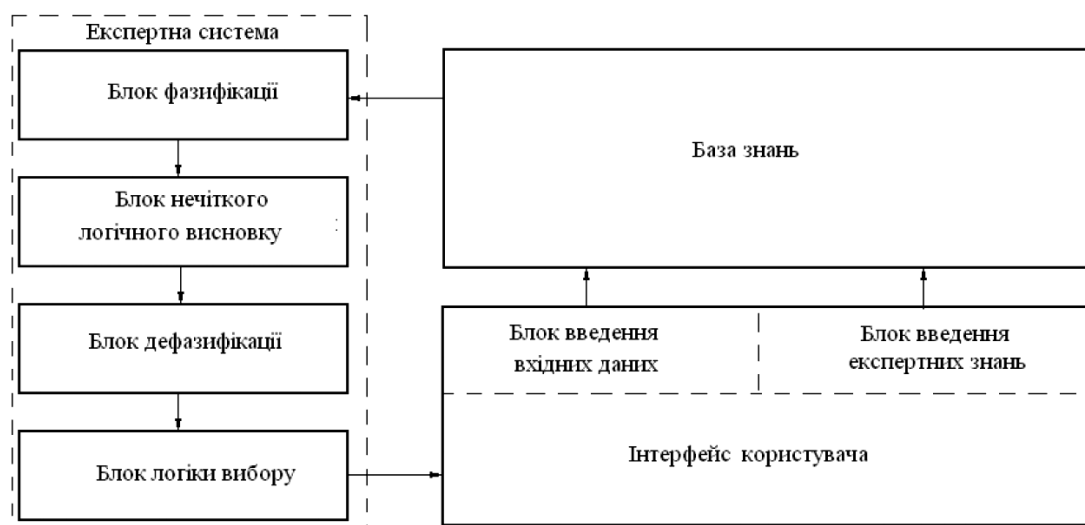


Рисунок 1. Структурна схема інформаційно-експертної системи

* Кольоровий рисунок 4 до статті див. на стор. 49

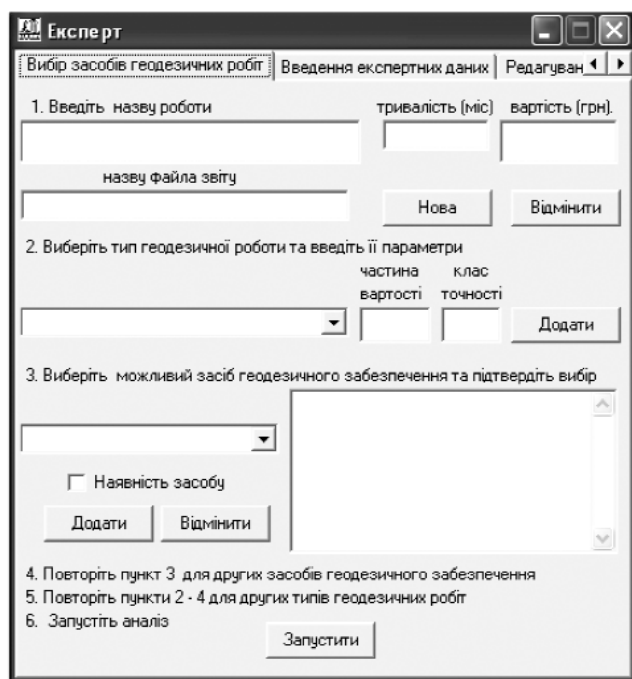


Рисунок 2. Інтерфейс експертної системи

ристувача та експертну систему. Оскільки не всі критерії можуть бути визначені чіткими значеннями і висновки експертів не завжди чіткі, то експертна система використовує елементи нечіткої логіки [3, 4].

База знань експертної системи включає:

- інформацію про засоби виконання всіх видів геодезичних робіт (точність, вартість та інші);
- інформацію про всі фактори впливу на вибір засобів виконання геодезичних робіт (точність, вартість, трудомісткість, кількість допоміжного персоналу, ергономічність, час проведення робіт та інші):
- експертні критерії оцінки факторів впливу на вибір засобу геодезичного контролю.

Ця інформація і складає бібліотеку експертних знань — базу знань. А експертна система проводить фазифікацію — визначення ступеня належності — величини, що характеризує відповідність засобу поставленому завданню.

Блок нечіткого логічного висновку одержує інформацію у вигляді нечіткої множини. Блок дефазифікації здійснює процес перетворення нечітких висновків експертної системи в чіткі значення.

Алгоритм прийняття рішення базується на понятті ступеня істинності. Ступінь істинності в даному випадку — це величина, що характеризує відповідність всіх факторів методу геодезичних робіт кожному засобу кожної геодезичної роботи.

Інтерфейс користувача дозволяє вибрати геодезичні роботи, що потрібні для будівництва, вхідні дані про них (потрібна точність, вартість геодезичних робіт, наявність засобів геодезичного забезпечення) та деякі інші параметри. Інтерфейс керує процесом роботи експертної системи і виводить результати для індикації або друку.

У разі необхідності інтерфейс дає можливість ввести новий засіб виконання робіт та його параметри, щоб у подальшому він використовувався поряд з іншими в експертній системі.

Експертна система на основі введених даних та експертних оцінок факторів впливу приймає рішення про вибір засобу геодезичного забезпечення для кожної геодезичної роботи окремо, а потім приймає рішення про вибір одного або декількох засобів для виконання всієї роботи.

Вид інтерфейсу розробленої експертної системи наведено на рисунку 2.

База знань цієї системи побудована на основі аналізу робіт вітчизняних та зарубіжних вчених-геодезистів [5-9] та інших. Вона містить експертні оцінки всіх факторів впливу, за винятком точності та вартості.

Фактори впливу — це основні фактори, що впливають на вибір засобів виконання геодезичних робіт. Оскільки вплив цих факторів є не дуже чітким, рішення залежать від технологічних, технічних, метрологічних критеріїв, від суб'єктивного підходу виконавців робіт і навіть від природних факторів, у яких виконуються геодезичні роботи. Вони визначаються з досвіду та опитуванням експертів — спеціалістів в галузі геодезії. У цій експертній системі вибрані такі фактори впливу:

- точність робіт;
- затрати часу на виконання роботи, продуктивність праці;
- вартість засобів;
- кількість геодезистів та допоміжного персоналу, вартість робіт;
- зручність використання, ергономічність;
- придатність роботи в різних кліматичних умовах (день — ніч, літо — зима);
- вага та габарити.

Чітких критеріїв для вибору засобів геодезичного забезпечення в залежності від факторів впливу не існує. Це можна визначити тільки на основі експертних висновків професійних геодезистів. Рішення про той чи інший вибір приймається експертною системою на основі оцінок експертів.

Оцінка фактора впливу точності виконується при аналізі з врахуванням потрібної точності виконання геодезичної роботи. При невідповідності точності засобу він виключається з подальшого розгляду. Оцінка фактора впливу вартості приймається з врахуванням наявності приладу у виконавця робіт та вартості роботи, якщо засіб відсутній. Оцінка фактора впливу продуктивності характеризує термін виконання роботи при використанні даного засобу та продуктивність роботи. Оцінка фактора впливу обслуговування характеризує зручність користування засобом, потрібність допоміжного персоналу та його чисельність. Фактор впливу ергономічності характеризує його зовнішній вигляд, можливість проведення розрахунків вбудованими спеціалізованими калькуляторами тощо. Фактор впливу кліматичних умов характеризує можливість роботи в різних кліматичних умовах, вдень та вночі. Фактор впливу ваги та розмірів характеризує геометричні фактори засобу.

Для врахування ступеня важливості факторів впливу на кінцевий результат було введено фактор важливості, який також вибирається за експертними даними.

База знань даної експертної системи включає тільки геодезичні роботи, які виконуються при монтажі металевих конструкцій і включає досить обмежений перелік, що містить роботи із визначення позначок висот, вертикального проектування, кутових та лінійних геометричних вимірювань.

При аналізі експертна система формує для кожного фактора впливу нечітку множину (фазифікація)

$$A_m = \{\mu A(x_1)/x_1; \mu A(x_2)/x_2; \dots; \mu A(x_n)/x_n\},$$

де A_m — нечітка множина, що характеризує фактор, m ;

$\mu A(x_n)$ — приведений ступінь належності цього фактора для засобу геодезичного забезпечення x_n .

Приведений ступінь належності μ (далі — просто ступінь належності) — це результат множення ступеня належності на ступінь важливості, причому ці значення можуть бути різними для різних геодезичних робіт та різних засобів геодезичних робіт.

Значення істинності для кожного засобу (дефазифікація) визначається як відносна сума приведених ступенів належності всіх факторів даному засобу, тобто

$$D = \sum_{i=1}^n \mu A_{(xm)} / n$$

де x_n — n -й фактор впливу;

n — кількість факторів впливу.

Значення істинності характеризує ступінь придатності засобу виконання геодезичних робіт із врахуванням всіх факторів впливу. Результат роботи експертної системи надано на рисунку 3.

При складних геодезичних роботах (декілька видів геодезичних робіт на одному об'єкті) для кожної зі складових є свій оптимальний засіб виконання робіт, що може не відповідати оптимальному засобу для інших робіт. У такому разі вибирають той, що застосовується для найбільш відповідальних робіт. У деяких випадках можуть використовуватись і декілька засобів виконання геодезичних робіт. Це може бути при неможливості застосування одного засобу або якщо засіб для другої роботи має дуже низьке значення істинності.

За результатом виконання аналізу експертною системою в даному випадку можна зробити однозначний висновок, що найбільш оптимальним засобом виконання геодезичних робіт для даного завдання є електронний тахеометр третього класу точності.

Чітких критеріїв для вибору засобів геодезичного забезпечення в залежності від факторів впливу дійсно не існує. Але і експертні висновки для деяких факторів впливу є також досить приблизними та суб'єктивними.

Фактор точності, що використовується в експертній системі, залежить тільки від потрібної точності виконання робіт та класу точності засобу. Якщо засіб має точність більш низьку ніж потрібна для виконання робіт, використовувати його не можна і він взагалі виключався з розгляду. Для інших засобів фактор точності визначався із співвідношення потрібної точності та точності засобу вимірювання з врахуванням експертних висновків.

Величина фактора вартості засобів геодезичного забезпечення залежить не тільки від вартості засобу. Він може бути у виконавця робіт і тоді величина фактора впливу максимальна. Потрібно враховувати і вартість самих геодезичних робіт за умови, що засіб потрібно придбати для виконання цих робіт, та термін самоокупності приладу. У вищеописаній системі це було враховано.

Найбільш складним для застосування в експертній системі є фактор впливу затрат часу на виконання роботи (продуктивності праці). Експертні висновки можуть бути використані тільки для оцінки тривалості самих геодезичних робіт.

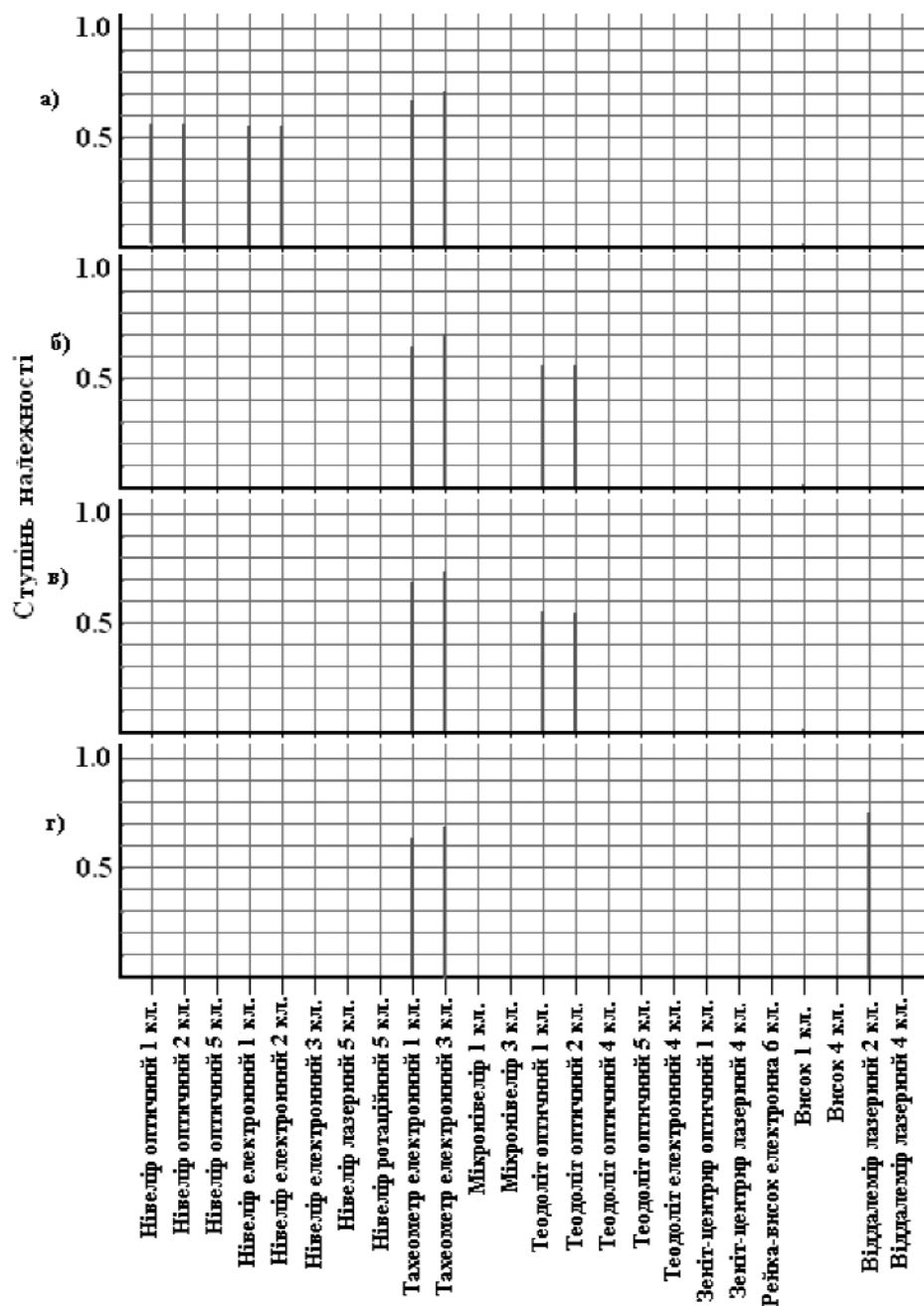


Рисунок 3. Функції істинності для різних геодезичних робіт:

а — визначення позначок висот; б — вертикальне проектування;

в — кутові геометричні вимірювання; г — лінійні геометричні вимірювання

Насправді ж тривалість геодезичних робіт не є вирішальною, не дивлячись на те, що вони є невід'ємною частиною технології виконання робіт і знаходяться на критичному шляху. У деяких випадках застосування конкретних засобів ведення геодезичних робіт може дати можливість змінити технологію проведення будівельних робіт. Наприклад, застосування лазерних приладів може вдосконалити технологію монтажу лінійних споруд, а використання систем на основі автоматич-

них тахеометрів — технологію монтажу деяких металоконструкцій.

У більшості випадків такі кардинальні зміни технології неможливі. Але це ще не означає, що терміни виконання робіт неможливо зменшити. У багатьох випадках монтажу металоконструкцій є циклічні роботи з укрупненого складання металоконструкцій перед їх остаточним монтажем, наприклад, укрупнене складання металевих колон перед їх монтажем на реконструкції НСК

"Олімпійський". У процесі складання колони необхідно виконувати вивірення положення фасадної та похилої колони перед зварюванням та вивірення геометричних розмірів колони після зварювання. На рисунку 4 зображено діаграму Гантта (календарний графік) циклу укрупненого складання та монтажу однієї колони з використанням теодоліта та тахеометра.

Вивірення положення фасадної та похилої колон перед зварюванням та геометричних розмірів колони після зварювання звичайно проводять в світлий час доби і час виконання цих робіт повинен припадати на моменти найменшого сонячного випромінювання. Це або ранішні часи, або вечірні. Тому початок циклу складання і монтажу колони повинен бути таким, щоб ці роботи виконувались або вранці, або ввечері. Крім того, термін виконання робіт із складання колони, так і термін виконання всього циклу повинен бути кратним 12 год. У такому разі геодезичні роботи із вивірення колон при укрупненому складанні їх завжди будуть виконуватись в один і той же час ввечері чи вранці. Термін виконання робіт з укрупненого складання також повинен бути кратним 12 год. У такому разі початкові і заключні геодезичні роботи будуть проводитись завжди вранці та ввечері чи навпаки.

Термін укрупненого складання при використанні теодоліта перевищує 36 год і тому початок наступного циклу треба затримувати. При використанні тахеометра термін виконання роботи не перевищує 36 год і наступний цикл можна починати практично без затримки. Таким чином, навіть при незначних затратах часу на геодезичні роботи можливо так спроектувати технологію робіт, що виграш за часом буде суттєвим.

Отже, зробивши аналіз технології проведення робіт, майже завжди можна знайти можливість скоротити термін роботи при використанні певних засобів геодезичних робіт. А фактор впливу затрат часу на виконання роботи може оцінюватись за величиною економії часу і вводиться у експертну систему. Для цього потрібно лише розробити критерії оцінки скорочення терміну роботи, що є завданням для подальшої роботи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Григоровський П.Є., Дейнека Ю.В., Косолап Л.О. Деякі особливості вибору методів виконання геодезичного забезпечення при будівництві НСК "Олімпійський". // *Нові технології у будівництві*. К.: НДІБВ, 2010. – Вип. 19. С. 9-15.
2. Палкин Н.О., "Нечеткая логика - математические основы". *Энергосбережение, автоматизация в промышленности, интеллектуальные здания и АСУТП. Сборник статей*. М. 08.11.2010.
3. Мелихов А.Н. и др. *Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой*. М., Наука, Гл. ред. физ.-мат.лит., 1990.
4. Шевченко Т.Г. *Геодезичні прилади* / Т.Г. Шевченко, О.І. Мороз, І.С. Тревого. – Л.: Львівська політехніка, 2006.
5. Ямбаев Х.К. *Геодезическое инструментоведение* / Х.К. Ямбаев, Н.Х. Гольгин. – М.: Недра, 2005.

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается пример применения информационной экспертной системы для выбора средств выполнения геодезических работ. Приводится внешний вид интерфейса экспертной системы и принципы учета факторов влияния на выбор. Представлены результаты применения экспертной системы для выбора средств геодезического обеспечения.

Ключевые слова: геодезическое обеспечение, выбор средств выполнения геодезических работ, информационная экспертная система

ANNOTATION

In the article the example of application of informative consulting model is examined for the choice of facilities of implementation of geodesic works. Original appearance of interface of consulting model and principles of account of factors of influence is pointed on a choice. Results of application of consulting model is presented for the choice of facilities of the geodesic providing.

Keywords: Geodesic providing, choice of facilities of implementation of geodesic works, informative consulting model

УДК 624.131.31:550:34

*И.Л. Учитель; В.Н. Ярошенко; Б.Б. Капочкин,
ПАТ "Одессгаз";
С.П. Войтенко, д.т.н., КНУБА*

НАУЧНЫЙ ПРИОРИТЕТ И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ПРИРОДНОГО ЯВЛЕНИЯ "МЕДЛЕННЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ"

АННОТАЦИЯ

Приведены основные характеристики разрушительных "медленных землетрясений". Рассмотрен конкретный пример условий формирования медленного землетрясения в Украине.

Ключевые слова: геодеформация, "медленные землетрясения", асейсмичность, сейсморайонирование.

Современный технический уровень геодинимического мониторинга, включающий региональные перманентные геодезические GPS сети, глобальную сейсмометрическую сеть, спутниковые гравиметрические, альтиметрические и интерферометрические системы, позволили накопить достаточный объем пока разрозненных и эпизодических данных о новом типе тектонических движений - асейсмичных реверсивных высокоамплитудных (сантиметры) гедеформациях временного масштаба минуты — недели [1]. Впервые это явление было открыто в Украине, хотя нельзя не отметить определенные успехи в этой области российских, азербайджанских и японских ученых. Научный приоритет открытия неизвестного ранее природного явления "медленные землетрясения" датируется примерно 1998-2000 годами, когда высокоамплитудные реверсивные гедеформации впервые были инструментально обнаружены в Одессе, а их свойства были изучены и описаны. Важно отметить, что первые результаты научных исследований так называемых "медленных землетрясений" были получены в рамках геодинимики, а не сейсмологии. Первые публикации о регистрации "медленных землетрясений" в России и Японии появились примерно через год после публикации в 2000 году обобщающей монографии "Основы неогеодинимики. Газовые сети как инструмент деформационного мониторинга" и получения в 2000 году результатов исследования о научном приоритете на

4 технологии, направленные на минимизацию ущерба от "медленных землетрясений".

Глобальный характер высокоамплитудных асейсмических гедеформаций, их свойство пространственной локализации в условиях короткой продолжительности гедеформационного процесса существенно ограничивают применение существующих методов геодинимического мониторинга. Разрушительные свойства таких гедеформаций, являющихся в последнее время причиной огромных трещин и провалов, колебательных движений грунта (амплитуда до 30 см), в том числе на территориях, считающихся асейсмичными, коренным образом изменили мировоззрение в области оценки геодинимического риска территорий и в области сейсморайонирования территорий, регламентирующего процесс сейсмостойкого строительства.

Неизвестное ранее природное явление "медленных землетрясений" относится к классу гедеформаций, открытых более 30 лет назад и получивших название "Явление глобально распространенных быстропротекающих пульсационных изменений в гидрогеосфере, обусловленное способностью последней реагировать на изменения напряженно-деформированного состояния литосферы" (авторы: Вартанян Г.С., Куликов Г.В.). Было установлено, что Земля постоянно испытывает гедеформации, сопровождающиеся микросейсмическими проявлениями. Пульсационный характер таких гедеформаций показали результаты исследований Э.В.Бороздича за вариациями гравитационного поля Земли. В конечном итоге, этот тип гедеформаций получил научное определение — Явление пульсации в поле пьезометрических уровней подземной гидросферы с характерными размерами 10^5 м (100 км) и временами 10^5 с (сутки), обусловленные эндогенными короткоживущими подкоровыми локальными возмущениями" и был зарегистрирован в качестве открытия в СССР (диплом № 273; авторы: Бороздич Э.В., Вартанян Г.С., Куликов Г.В.). Важно отметить, что пространственно-временные масштабы гедеформаций на самом деле оказались несколько иными.

Спустя 20 лет в 90-х годах XX столетия рассматриваемый класс гедеформаций был дополнен исследованиями Кузьмина Ю.О. (ИФЗ РАН) [2]. По его данным аномальные геодинимические движения высокоградиентны и могут достигать смещений, превышающих 50 мм/год. Такие гедеформации, по его мнению, короткопериодичны и

характеризуются временными масштабами примерно от месяца до нескольких лет. Они пространственно локализируются интервале от 100 м. до первых десятков километров и обладают пульсационной и знакопеременной направленностью. По его мнению, скорости деформаций имеют линейную мощность 20 Дж/м-с, что соответствует сейсмической энергии 10^{13} Дж. Важно отметить, что уточнение пространственных масштабов проявления "медленных землетрясений" оказалось правомерным. Уточнение пространственно-временных оценок рассматриваемого типа гедеформаций нельзя назвать удачным.

В дополнение к существующим характеристикам нами были приведены подтверждения того, что гедеформации могут иметь глобальный масштаб. Они могут иметь амплитуду, измеряемую десятками сантиметров. Временной масштаб колебательных процессов в высокочастотной области ограничивается нижней частотой сейсмических волн от землетрясений (1 Гц). Самое главное дополнение, отрицаемое до последних лет японскими специалистами, состоит в том, что "медленные землетрясения" обладают разрушительными свойствами.

В 2000 году выявленные нами характеристики "медленных землетрясений" были подтверждены результатами исследований Российского ученого А.А. Панжина, выполненными в месте постоянных разрывов магистрального газопровода РАО "Газпром". Измерение гедеформаций — "медленных землетрясений" было выполнено геодезическими методами с применением GPS технологий [3]

Значительно позже, в 2002 году, японским ученым Казусиге Обара [4] по сейсмологическим данным были подтверждены результаты исследований украинских специалистов. Была подтверждена и полученная Ю.О. Кузьминым оценка амплитуды "медленных землетрясений", как 10^{13} - 10^{14} Дж.

В 2003 году азербайджанскими учеными был подтвержден глобальный характер рассматриваемых гедеформаций. Непрерывные изменения формы и объема Земли при прохождении гравитационных волн были подтверждены открытием (диплом РАЕН №239 от 15 октября 2003 г. авторы: Ш.Ф. Мехтиева, В.Е. Хаин, Э.Н. Халилов, Т.А. Исмаил-Заде), получившим название "Закономерность пространственно-временного распределения извержений вулканов".

В настоящее время установлены циклические асейсмические гедеформации глобального масштаба с периодами, кратными и дольными 14 суткам [2]. Показано, что сильнейшие землетрясения в разных частях земного шара фиксируются между пиковыми датами гедеформаций в Одессе, вне зависимости от эпицентрального расстояния и без существенных направленных смещений земной поверхности. Это подтверждает глобальный характер гедеформационного процесса.

Используя данные EUREF Permanent GNSS Network мониторинга (суточное осреднение данных), нами выделены гедеформации продолжительностью сутки и более. В качестве примера на рис. 1 показаны гедеформации в Италии и Словакии (1620-1622 GPS недели, или 23.01.2011-05.02.2011 гг.). На рис. 1б показано продолжительное (7-8 суток) реверсивное смещение пункта GPS мониторинга (Banska Bystrica, Slovak Republic) на юго-восток примерно на 10 мм, предварявшееся вертикальными колебательными движениями с недельным периодом (амплитуда 40 мм). Такие гедеформации потенциально обладают разрушительными свойствами.

Используя данные сейсмического мониторинга, нами выделены и классифицированы гедеформации асейсмического характера внутрисуточного масштаба. В качестве постулата применено положение о том, что аперiodические геодинамические процессы волнового характера с частотой менее 0,1 Гц не могут быть классифицированы как объемные сейсмические волны землетрясений. Постулируется положение о том, что поверхностные волны Лява и Реллея с периодами более минуты отвечают колебаниям (гедеформациям), генетически не связанным с разрывными гедеформациями (землетрясениями). Используя данные глобальной сети сейсмического мониторинга (www.epncb.oma.be), выделены гедеформации волнового характера, свободные и вынужденные, одиночные и цуги волн, длящиеся несколько минут и продолжающиеся часами, выделены гедеформации неволнового характера. Например, волновые гедеформации показаны на рис. 2.

Это вынужденные колебания с периодом примерно 10 мин и длительностью первого цуга — 5 ч. (30 волн) и повторившегося после трехчасового перерыва вновь, с предшествующей частотой и амплитудой. Вынужденные гедеформационные процессы (с незатухающей амплитудой) могут

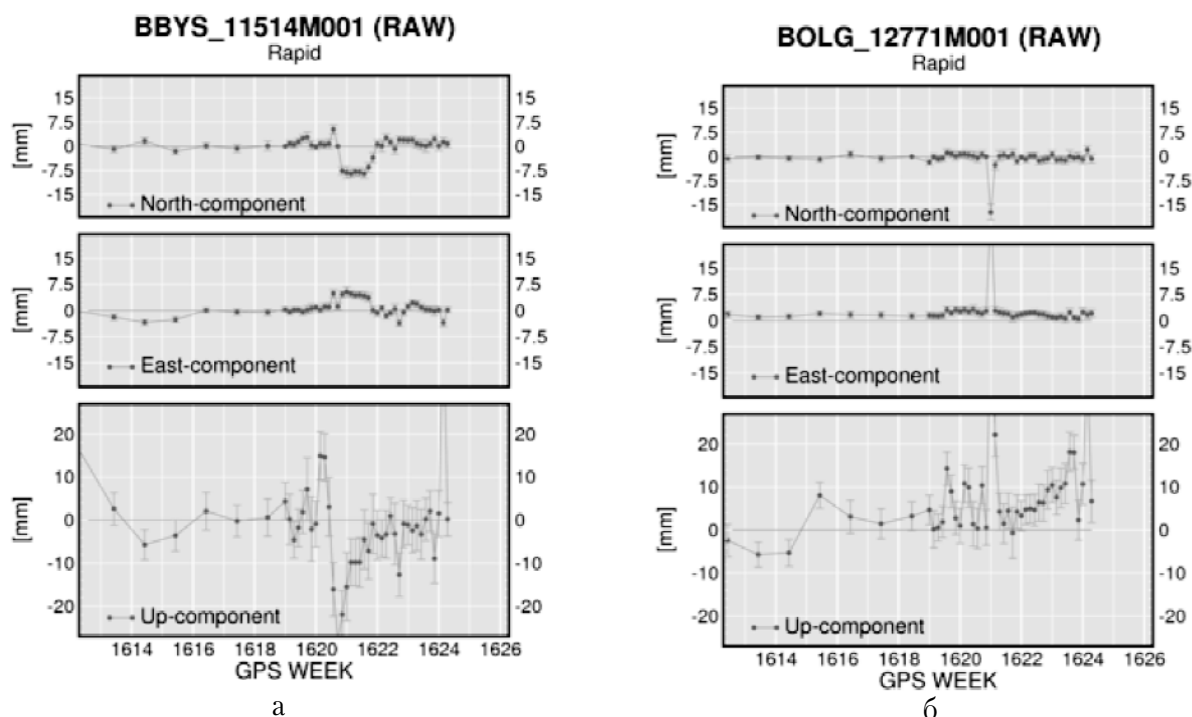


Рисунок 1. Геодеформации по данным GPS мониторинга (период осреднения — сутки)
http://www.epncb.oma.be/_datapproducts/products/timeseriesanalysis/residual.php

быть более сложными, например, результатом наложения двух и более гармоник. Выделены и свободные геодеформации с фиксированной частотой, но меняющейся амплитудой, рис. 3.

Наряду с периодическими фиксируются геодеформации неволнового характера, связанные с кратковременным выведением системы из стабильного состояния. Это могут быть скачки геодеформаций и более сложные геодеформационные процессы, частота которых не является константой. На рисунке 4 показан скачок геодеформаций, начинающийся резким опусканием и продолжающийся более длительным компенсационным подъемом колебательного характера, с затухающей амплитудой. Весь процесс занимает примерно 3-4 мин., и для фиксации его пространственного рас-

пространения необходима дискретность сканирования менее одной минуты.

Геодеформационные скачки могут быть разной длительности и амплитуды. На рис. 5 показан деформационный скачок, начинающийся квазипериодическими высокочастотными колебаниями, переходящими в деформационный скачок. Весь деформационный процесс имеет длительность примерно 10 мин. Детальное рассмотрение рис. 2 позволяет выделить аналогичные геодеформации, формирующиеся на фоне вынужденных волновых геодеформаций с периодом 10 мин.

Такие высокочастотные вступления геодеформаций могут быть представлены несколькими периодами (рис. 6), а весь деформационный процесс занимает примерно 50 мин. Зафиксированы слу-

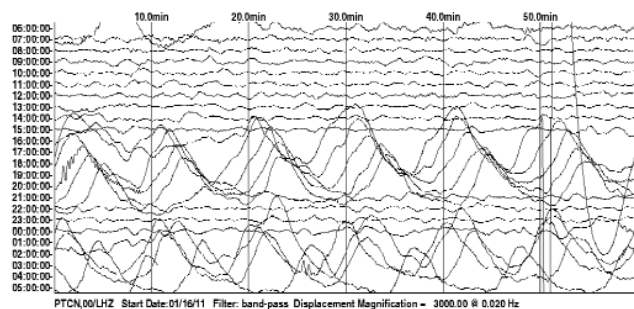


Рисунок 2. Два цикла вынужденных геодеформаций с периодом около 10 мин.

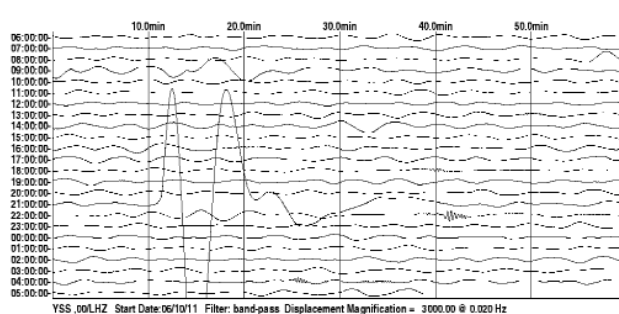


Рисунок 3. Свободные геодеформации с периодом около 5 мин.

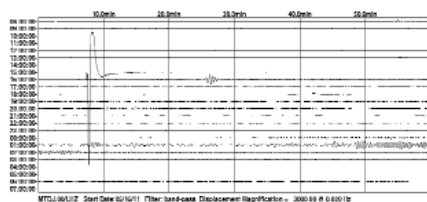


Рисунок 4. Скачок геодеформаций

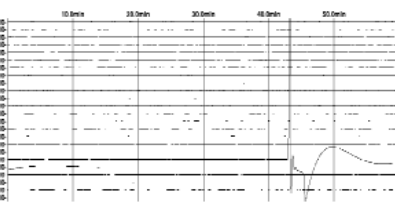
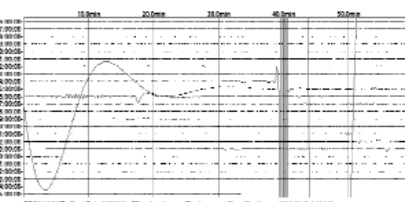


Рисунок 5, 6. Высокочастотные колебания, переходящие в деформационный скачок



чаи, когда высокочастотные колебания подобного типа могут длиться более суток, однако с разрывными геодеформациями (землетрясениями) они не связаны.

Фиксируются и более сложные геодеформации (рис. 7). С первого взгляда они квазипериодичны, однако за счет наложения разных процессов идентичность трех циклов нарушена. Важно отметить, что глобальная сеть сейсмологических измерений, фиксируя приведенные геодеформации, не подтверждает их фиксацию хотя бы кустом из трех-четырех сейсмостанций, что типично для сейсмических волн землетрясений.

Важная информация получена благодаря локальной сети сейсмомониторинга в районе заповедника Yellowstone (США), где на площади 400 км² функционирует несколько десятков сейсмостанций. Анализ этих наблюдений показал, что низкочастотные сейсмические колебания и скачки геодеформаций, не связанные с землетрясениями, могут происходить локально на площади несколько км² и не фиксироваться удаленными на несколько километров станциями.

Целью настоящего исследования было изучить особенности формирования конкретного случая "медленных землетрясений" — асейсмических геодеформаций в Киеве 21.09.2011 г. Для оценки проявления медленных землетрясений было выполнено комплексное изучение сейсмических процес-

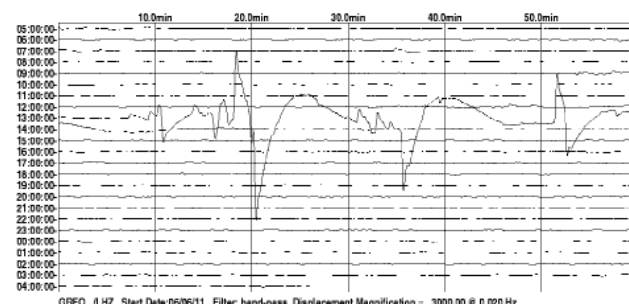


Рисунок 7. Квазипериодические геодеформации сложного характера

сов, геодинамических проявлений, особенностей действующих сил глобального масштаба. Для достижения этой цели был выполнен анализ условий возникновения медленных землетрясений, зарегистрированных широкополосной сейсмостанцией в Киеве 21.09.2011 г. (рис. 9 а).

Геодеформационный процесс длился около 12 ч., с 14 ч. 28 мин до 02 ч. 10 мин 22.09.11 г. Процесс начался высокочастотными геодеформациями, а закончился низкочастотными с периодом примерно 30 мин. Важно отметить, что медленные землетрясения, зарегистрированные Киевской широкополосной сейсмостанцией, являются частью глобального геодинамического процесса, так как квазисинхронные, аналогичные по характеру и длительности геодеформации были зафиксированы широкополосной сейсмостанцией на Алеутских островах (рис. 9 б). Аналогичные, но более продолжительные, медленные землетрясения в этот

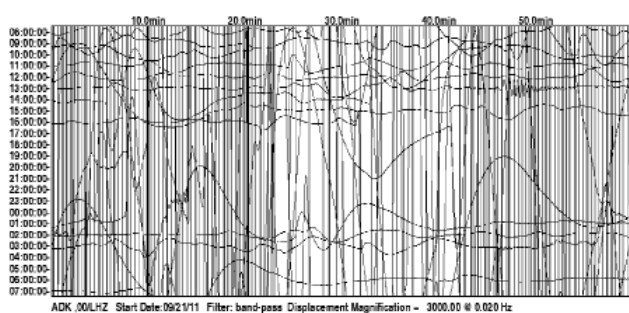
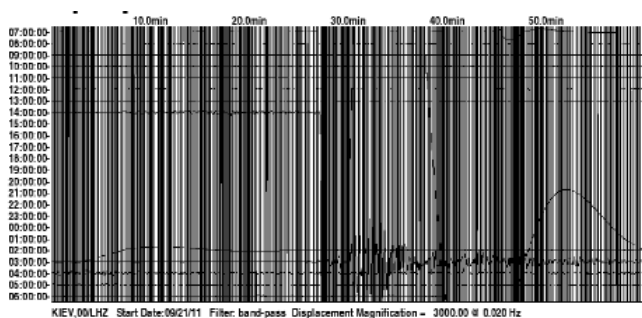


Рисунок 8, 9. Сейсмограммы широкополосных станций в Киеве и на Алеутских островах

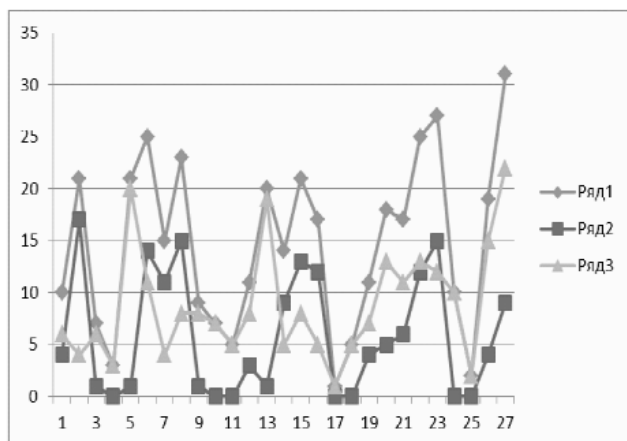


Рисунок 10. *Изменение во времени интенсивности асейсміческих геодформаций: сумарных — ряд 1, горизонтальных — ряд 2, и вертикальных — ряд 3*

же період фіксувались широкополосної сейсміостанцією Тайваня. Вони фіксувались 21 и 22 вересня з перервом 22.09.11 г. приблизно на 12 ч., з 8 ч. 30 мин — до 21 ч. 10 мин. Як и в Києві, геодформационний процес завершався високочастотними коливаннями.

17-18 вересня 2011 г. аналогічні геодформации фіксувала широкополосна сейсміостанція в Якутії, а 23-24 вересня такі ж "медлені землетрясення" фіксувались широкополосної сейсміостанцією на Філіппінах. Важно відмітити, що наряду з сейсміостанціями, в різних районах в цей період геодформации фіксувались візуально. 21.09.2011 в США (округ Санта-Круз штат Каліфорнія) в одному из будівель "неожиданно начал вспучиваться пол и с грохотом отслаиваться напольная плитка. Персонал, находящийся в холле здания, был эвакуирован" (по данным Геологической службы США, землетрясений в это время зафиксировано не было). Приблизно в этот период в США (г. Ноксвилл, штат Теннесси) фіксувались продовжителі сотрясення "в течение 2-х дней дом трясет через каждые несколько часов. Звук при этом напоминает взрыв." (по информации Геологической службы США землетрясений в данном районе не зарегистрировано).

22.09.2011 г в Екатеринбургe (Россия) в 08 ч. по местному времени из за разгерметизации газопровода произошел мощный взрыв. Разрушены пе-

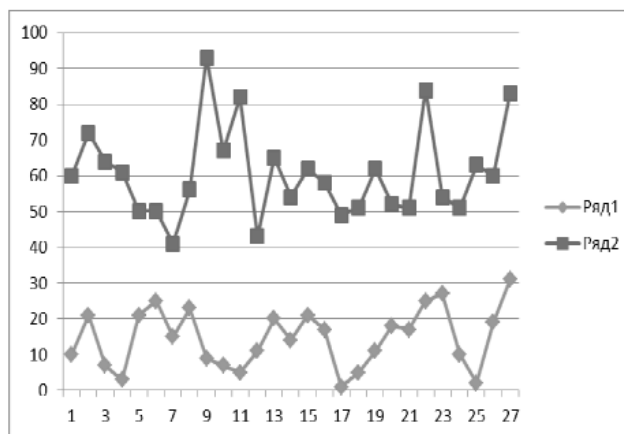
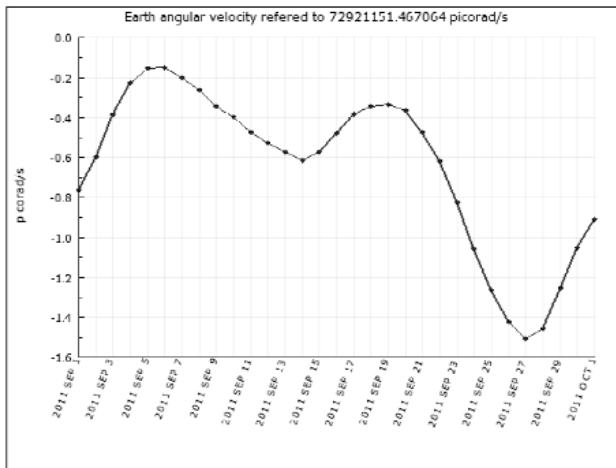


Рисунок 11. *Изменение во времени суточного количества землетрясений в Европе (ряд 1) и интенсивности асейсміческих геодформаций, регистрируемых в Одессе (ряд 2). После 15 вересня пиковые значения микросейсмичности начали фиксироваться в даты интенсивного проявления асейсміческих геодформаций, например 22 и 27 вересня*

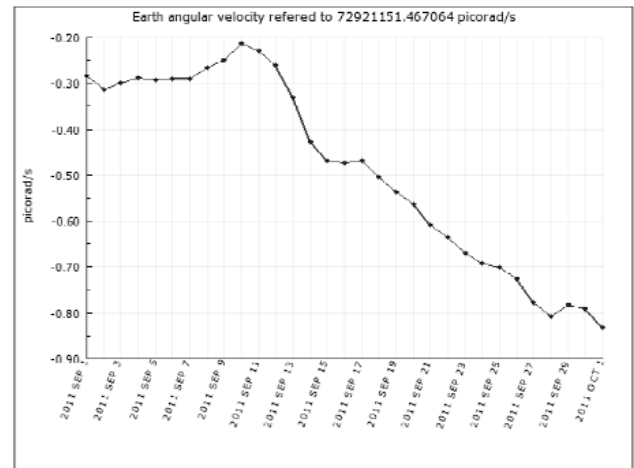
рекрытия между девятым и десятим этажами 11-этажного дома, рухнул балкон квартири на девятом этаже. Нами на основании данных наблюдений в Одессе, выполненных по запатентованной технологии ОАО "Одессгаз", были проанализированы геодформации асейсміческого характера. Установлено, что в вересне 2011 г. геодформации асейсміческого характера фіксувались 6-8; 13-15; 20-23; 28-29 вересня, (рис. 10). Блокирование этих процессов фіксувалось 3-4; 10-11; 17-18; 25 вересня.

Из этого следует, что зафіксованный геодформационный процесс характеризовался периодичностью 7 суток. Можно предположить, что в рассматриваемый период фазы сжатия земной поверхности чередовались с фазами растяжения с периодом 3-4 дня. Для подтверждения выдвинутого предположения были изучены проявления сейсміческих процессов в Европе (рис. 11). В рассматриваемый период в Европе сильных землетрясений зафіксовано не было. Микросейсмические проявления до 15 вересня характеризовались положительными экстремумами в периоды отсутствия асейсміческих геодформаций и минимумами в периоды их возникновения.

По технологии, запатентованной ОАО "Одессгаз", базирующейся на использовании спутниковой информации, нами на территории Северной Атлантики и Европы были изучены проявле-



а



б

Рисунок 12. Изменения во времени угловой скорости вращения земли (а) и низкочастотной составляющей угловой скорости вращения Земли (б)

ния быстропротекающих вариаций гравитационного поля Земли. Фиксировались геодеформационные процессы, связанные с формированием локализованных аномалий силы тяжести отрицательного знака. Формирование быстропротекающих локализованных в пространстве аномалий гравитационного поля нами зафиксированы во время проявления асейсмических геодеформаций (рис. 10), а именно 7-9; 13-17, 26; 29 сентября. Полученные результаты подтверждают тезис о том, что асейсмические геодеформации, фиксируемые Одесским геодинамическим полигоном, отражают геодеформационный процесс глобального характера.

Рассмотрим, каким образом глобальные геодеформации Земли, отражающиеся в периодических вариациях её угловой скорости вращения [5], были в рассматриваемый период связаны с пульсационными изменениями геодеформационного процесса в Европе. На рис. 12 а показан график изменения угловой скорости вращения Земли. Можно видеть, что асейсмические геодеформации в Одессе, аномалии гравитационного поля в Европе фиксировались в даты экстремумов угловой скорости вращения Земли 5-6; 15; 19-20; 27 сентября.

Это значит, что наблюдения в Одессе за асейсмическими геодеформациями формируются глобальным геодеформационным процессом.

На рис. 12 б показаны тенденции изменения угловой скорости вращения Земли без учета двухнедельных вариаций. Можно видеть, что начиная с 15 сентября вращение Земли стало резко замедляться, что стало причиной прекращения чередования

микросейсмичности в Европе с асейсмическими геодеформациями в Одессе. Другими словами, после 15 сентября геодинамические условия планетарного характера резко изменились. Такие изменения хорошо отразились в проявлениях глобальной сейсмичности. На рис. 13 показаны изменения во времени проявлений глобальной сейсмичности. Можно видеть, что с периодичностью две недели суточное число землетрясений магнитудой более 5 (ряд 1) снижается до одного (10-11 сентября) и до двух (24-25 сентября). Усиления сейсмической активности планетарного масштаба фиксировалось так же с двухнедельной цикличностью 5-7 и 13-17 сентября, во время положительных экстремумов угловой скорости вращения Земли.

В первых двух декадах сентября в периоды увеличения скорости вращения Земли (в периоды сжатия) резко возрастало число землетрясений с $M > 6$ (ряд 3), в том числе и катастрофического характера. Значительный процент этих землетрясений был связан с проскальзыванием земной коры по астеносфере, о чем можно судить по глубине очага и координатах эпицентра, относительно положения плоскости субдукции. Землетрясения с глубиной очага менее 10 км показаны в виде ряда 2. В последующий период, после снижения скорости вращения Земли этот процесс прекратился.

Если проанализировать график запаздывания вращения внешней (твердой) оболочки Земли относительно внутренних сфер (рис. 14), то можно оценить произошедшие изменения.

На рисунке показаны изменения траектории проекции оси вращения Земли на её поверхность.

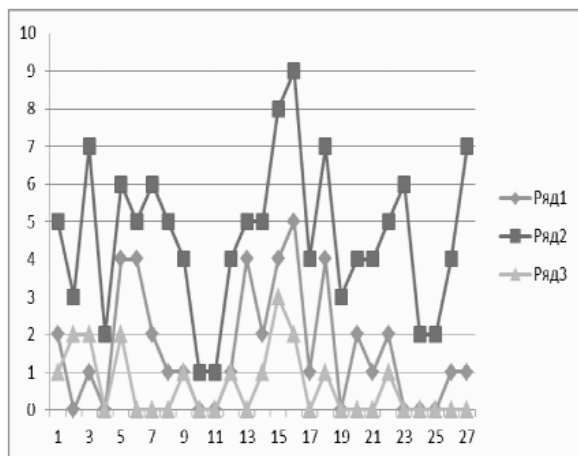


Рисунок 13. Изменение во времени суточного числа землетрясений с магнитудой более 5 (ряд 1); землетрясений с глубиной очага менее 10 км (ряд 2); землетрясений с $M > 6$ (ряд 3)

Можно видеть, что 17 сентября, во время уменьшения угловой скорости вращения Земли кора "прилипла" к астеносфере. Этот процесс продолжался циклически две недели (с некоторым ослаблением 23-25 сентября). В заключение рассмотрим особенности плитовой тектоники в период формирования "медленных землетрясений", зафиксированных широкополосными сейсмостанциями в различных регионах 18-24 сентября 2011 г. (Украина, Филиппины, Тайвань, Якутии, Алеутские острова).

В таблице приведены данные о землетрясениях, произошедших в зонах спрединга (зонах расширения земной коры).

Таблица

дата	время	ϕ	λ	H	M
20.09	06:05	38.4S	16.9 W	10	5.1
20.09	02:40	4.5S	105.4W	10	5.5
23.09	15:35	38.6S	16.9W	33	5.0
23.09	19:02	9.0S	109.61 W	33	5.6
23.09	22:44	9.20S	109.71 W	33	5.0

Установлено, что 20.09.2011 г. зафиксированы расширения коры в Атлантическом и Тихом океанах (глубина очагов — 10 км). Спустя 3,5 суток произошли землетрясения с той же последовательностью и примерно с теми же координатами, но с глубиной очага 33 км (для океанической коры это мантийные землетрясения). Случайное совпа-

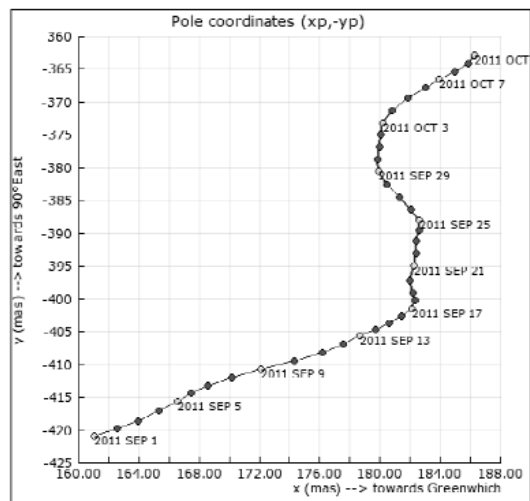


Рисунок 14. Изменение во времени координат оси вращения Земли

дение такого характера маловероятно. Причины повторных активизаций спрединга требуют детального осмысления. Можно предположить, что причины формирования расширения Земли 20 и 23 сентября имели периодический характер с периодом дольным 14 суткам и по характеру воздействия были однотипными.

Рассмотрим данные GPS мониторинга геодеформаций, фиксируемые в Киеве. Важно отметить, что в период 4-25 сентября были забракованы данные регистрации суточных смещений за 10; 13; 15; 20; 24 сентября. По имеющимся данным можно судить о том, что геодезический пункт в Киеве с 17-21 сентября имел устойчивый тренд к вздыманию, а общее смещение составило примерно 1 см.

Анализ изменений гравитационного поля Земли над Мировым океаном (по данным спутниковой альтиметрии) позволил выявить существенные изменения гравитационного поля над Арктикой 20-23 сентября. В этот период в топографии водной поверхности зафиксированы локализованные в пространстве изменения формы геоида с амплитудой до 30 см.

Выводы. В результате комплексного анализа геофизических и геодинамических условий формирования "медленных землетрясений", зарегистрированных широкополосной сейсмостанцией Киева, было установлено, что геодеформации происходили на фоне регионального растяжения зем-

ной кори практично синхронно з аналогічними проявленнями на Тайвані та Алеутських островах. В це ж час в деяких районах аналогічні процеси фіксувалися по деформаціям та руйнуванням інженерних конструкцій.

ЛИТЕРАТУРА

1. Учитель І.Л., Ярошенко В.Н., Капочкин Б.Б. *Класифікація асейсмічних геодформаций та їх небезпека для інженерних споруджень* // *Екологія міст та рекреаційних зон*, Одеса, 2011. – С. 295-297
2. Кузьмин Ю.О., *Сучасні суперінтенсивні деформації земної поверхності в зонах платформених розломів*, // *Геологічне дослідження та використання надр: Науч.-техн. інформ. сб., АОЗТ "Геолінформ", М., 1996, Вип. №4, с.43-53.*
3. Панжін А.А. *Неперервний моніторинг смещень та деформацій земної поверхності з використанням комплексів супутникової геодезії GPS* // *Геомеханіка в гірському будівництві – 2000: Матеріали міжнародної конференції*. – Екатеринбург: ІГД УрО РАН. – С. 2000. – С.320-324.
4. Kazushige Obara *Nonvolcanic Deep Tremor Associated with Subduction in Southwest Japan* *Science* 31 May 2002: Vol. 296 no. 5573 pp. 1679-1681 DOI: 10.1126/science.1070378
5. *Геодинаміка. Основи кінематичної геодезії* / С.П. Войченко, І.Л. Учитель, В.Н. Ярошенко, Б.Б. Капочкин / – Одеса, Астропринт, 2007. – 254 с.

АНОТАЦІЯ

Наведено основні характеристики руйнівних "повільних землетрусів". Розглянуто конкретний приклад умов формування повільного землетрусу в Україні.

Ключові слова: геодформація, "повільні землетруси", асейсмічність, сейсморайонування.

ANNOTATION.

The main characteristics of the destructive "slow earthquake-making." We consider a concrete example of the formation conditions of a slow earthquake, in the Ukraine.

Keywords: geodeformatsiya, "slow earthquakes" aseismic, seismic zoning.

УДК 624.139;728.9:631.145

Г.В. Васько, Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі, Україна;

П.Д. Крельштейн, КП "Інститут земельних відносин"

ВИМОГИ ДО ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ПРИ СТВОРЕННІ КАДАСТРУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ

АНОТАЦІЯ

Просторові дані, якими оперує земельний кадастр, своїм змістом, структурою і точністю представлення повинні відповідати вимогам, що витікають з конкретних цілей і задач.

Ключові слова: оптико-електронна апаратура, зондування, космічна зйомка.

Широке застосування даних космічної зйомки, що почалося із запуску супутника Landsat-1 в 1972 році, відкрило нові перспективи для моніторингу стану природних ресурсів і їх використання. У результаті розвитку методів дистанційного зондування суттєво спростилося процес картографування земних і водних ресурсів, ґрунтів, лісів, сільськогосподарських посівів і міської інфраструктури, оцінки урожаю тощо. Космічні знімки використовують для ефективного прийняття рішень з допомогою географічних інформаційних систем. При цьому для дешифрування об'єктів використовують як візуальні так і кількісні автоматизовані методи аналізу знімків.

Сільське господарство - одна із найперспективніших сфер для використання даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) в цілях підвищення інтенсифікації тваринницького і особливо рослинницького виробництва. Сільськогосподарські культури дуже добре відображаються на багатоспектральних космічних знімках, вони нічим не приховані, однорядні, легко дешифруються як за просторовими — формою, текстурою, так і за спектральними характеристиками.

Для ефективного управління сільськогосподарським виробництвом потрібно володіти великим обсягом різноманітної оперативної та об'єктивної інформації про структуру посівних площ, стан

сільськогосподарських угідь, рослинності та ґрунтів, а також очікувану врожайність. Крім того, внаслідок зміни клімату планетарного масштабу (глобальне потепління) виникла необхідність перегляду існуючого агрокліматичного районування сільськогосподарських територій та стало актуальним питання коригування технологічних карт вирощування сільгоспкультур — оптимізація їх розміщення, коригування строків сівби та режимів зрошування тощо.

У період реформування земельних відносин однією з найважливіших проблем є проблема економічного використання і відтворення природних ресурсів. Зміни економічного механізму господарювання, перехід до економіки ринкового типу і докорінна перебудова соціально-економічної структури суспільства торкаються земельних відносин, управління земельними ресурсами й організації раціонального їх використання, землевпорядкування і земельного кадастру. Сьогодні значно зростає роль державного земельного кадастру, оскільки він є інформаційною базою для ефективного управління земельними ресурсами, ведення земельної статистики, землеустрою, регулювання земельних відносин, підтримки податкової та інвестиційної політики держави, розвитку ринку землі і обґрунтування розмірів плати за землю. Це, у свою чергу, вимагає реформування існуючої системи землевпорядкування, створення нового її типу, який відповідав би сучасним умовам розвитку суспільства і земельних відносин [1]. Виконання ролі державного земельного кадастру у суспільстві залежить від достовірності і повноти його даних, оперативності їх одержання і надання споживачу, а відповідно, й від рівня підготовки фахівців.

Одержання оперативної інформації про стан земельних ресурсів. Просторові дані, якими оперує земельний кадастр, своїм змістом, структурою і точністю представлення повинні відповідати вимогам, що витікають з конкретних цілей і задач, що вирішуються земельним кадастром. Очевидно, що постановка цих цілей і задач земельного кадастру повинна регламентуватися нормативно-правовими актами регіонального рівня. Таким чином, необхідний документ, наприклад, Положення про земельний кадастр, що склав би основу для нормативно-технічної регламентації вимог до просторових даних кадастру. Тому в наш час ще не поставлена крапка в формуванні цих вимог, продовжується робота з їх вироблення.

На сучасному етапі розвитку та впровадження інформаційних технологій у різних галузях народного господарства на одне з перших місць виходять завдання оперативного одержання інформації про стан земельних ресурсів, їх якісного оброблення і аналізу з метою всебічного наукового обґрунтування прийнятих рішень у галузі планування подальшого використання земель. З огляду на усе вищенаведене треба відзначити, що для ефективного виконання поставлених завдань у сучасних умовах потрібно збирати і аналізувати значні обсяги інформації з високою періодичністю, що сьогодні можна виконати тільки з використанням інформації ДЗЗ та ПС-технологій.

Основний обсяг даних ДЗЗ отримується за допомогою оптико-електронних фотоприймачів, що реєструють відбиту сонячну радіацію - так званих приладів із зарядовим зв'язком (ПЗЗ). Ці прилади дозволяють реєструвати різні діапазони хвиль відбитої сонячної радіації як у видимій, так і в ультрафіолетовій та інфрачервоній спектральних зонах. На основі таких багатоелементних приймачів ПЗЗ створюються інфрачервоні сканувальні пристрої, які можна установлювати на різних космічних апаратах та авіаційних носіях, призначених для дистанційного знімання атмосфери, океану і поверхні суші.

З космосу здійснюється високоточне знімання для топографічного картографування, радіолокаційне знімання рельєфу і вологості поверхневого шару ґрунту. Оптико-електронні зображення та інші дані постійно передаються на наземні станції у цифровій формі. На наземних станціях виконується оброблення інформації, що надходить: здійснюється геометрична корекція (усуваються кутові перекошування крайових зон, лінійні перекошування уздовж лінії знімання тощо); радіометрична корекція (усуваються перешкоди, що виникають під час знімання, передавання і приймання даних, атмосферні перешкоди, вирівнюється освітленість); нарізка на ділянки визначеного розміру, прив'язування до системи координат тощо [2].

Цифрові аерокосмічні зображення відрізняються високою просторовою розрізненістю, що дозволяє ефективно виявляти різноманітні об'єкти спостережень, робити різні геометричні вимірювання, визначати площі сільськогосподарських угідь та їх стан, надавати прогнози та рекомендації менеджменту агрокомплексу.

Застосування даних дистанційного зондування в земельному кадастрі. Використання технологій дистанційного зондування в земельному кадастрі дозволяє:

- знизити затрати на виробництво планово-картографічних матеріалів;
- скоротити строки виконання робіт;
- створювати матеріали з більш високим ступенем достовірності інформації;
- проводити оновлення планово-картографічного матеріалу в короткі строки (в декілька днів);
- створювати матеріали з високим ступенем несення інформації.

При інвентаризації земельних угідь застосовують автоматизовану класифікацію багатоспектральних зображень. Автоматизована класифікація - процес, який перетворює багатовимірні радіометричні сигнали в пікселях цифрового зображення за категоріями (класами) для виявлення і аналізу різноманітних явищ і закономірностей. Відомо багато стандартних і спеціальних методів класифікації багатоспектральних зображень [3].

Важливою проблемою при проведенні класифікації багатоспектральних аерокосмічних знімків є забезпечення інваріантності спектральних сигнатур класів до небажаних викривлень зареєстрованих оптичних сигналів, наприклад внаслідок варіацій спектральних характеристик об'єктів, стану атмосфери, зміни умов освітленості, тощо. Тому при класифікації багатоспектральних зображень часто використовуються різноманітні нормалізовані спектрально-різницеві індекси (normalized band-difference index, NBDI), наприклад вегетаційні [4], більш стійкі до адитивних і мультиплікативних завад.

Обробка багатоспектральних аерокосмічних зображень. Для більш точної та стійкої статистичної класифікації багатоспектральних зображень пропонується застосовувати повний набір всіх можливих для даної множини спектральних каналів нормалізованих спектрально-різницевих індексів [5].

Після того, як обчислено повний набір NBDI багатоспектрального зображення, стає можливим провести його класифікацію за яким-небудь статистичним алгоритмом для виявлення тих чи інших класів.

На даний момент можливості розпізнавання об'єктів на аерокосмічних зображеннях невпинно зростають. Але в той же час висока просторова розрізненість викликає загальне збільшення варіатив-

ності при дешифруванні окремих тематичних шарів, і результируюча точність може падати. Для реалізації повного потенціалу нових аерокосмічних зображень в цілях створення карт сільськогосподарських угідь необхідно розробити і дослідити нові методи виявлення об'єктів [6].

Для зменшення негативних впливів, пов'язаних із спектральною неоднозначністю і просторовою складністю шарів багатоспектральних зображень, варто використовувати об'єктно-орієнтований підхід. Об'єктно-орієнтований підхід передбачає врахування при класифікації, окрім спектральних характеристик об'єктів, також і просторові властивості. Об'єкти класифікуються на основі різних просторово-логічних відношень їх елементів, більш близьких до властивостей людського сприйняття зображень. Зараз цей підхід вважається досить перспективним і використовується в багатьох програмних продуктах обробки аерокосмічних зображень, але виділення саме сільськогосподарських угідь в них виконується на загальних засадах, не враховуючи їхню специфіку. До сільськогосподарських угідь доцільно застосовувати таку додаткову розпізнавальну ознаку на аерокосмічних зображеннях, як прямокутна форма. Для цього запропоновано спеціальний алгоритм автоматичного картування на багатоспектральних зображеннях просторових об'єктів з кутами, близькими до прямого [7].

Для підвищення вірогідності результатів виявлення сільськогосподарських угідь за принципово різними розпізнавальними ознаками - спектральними та просторовими - може використовуватися злиття одержаних часткових імовірностей виявлення. В даній роботі для цього використовується Байєсівське злиття даних на рівні рішень. Описаний порядок виявлення сільськогосподарських угідь реалізовано єдиною методикою комплексної обробки багатоспектральних аерокосмічних зображень [8]. Загальну схему комплексної обробки на прикладі фрагмента багатоспектрального космічного знімка WorldView-2 надвисокої просторової розрізненості для виявлення сільськогосподарських угідь наведено на рис.1.

При створенні великомасштабного кадастру сільськогосподарських угідь зазвичай використовуються аерозображення, одержані за допомогою бортової оптико-електронної апаратури, що має відповідати певним технічним вимогам. Основними показниками, що визначають технічний вигляд

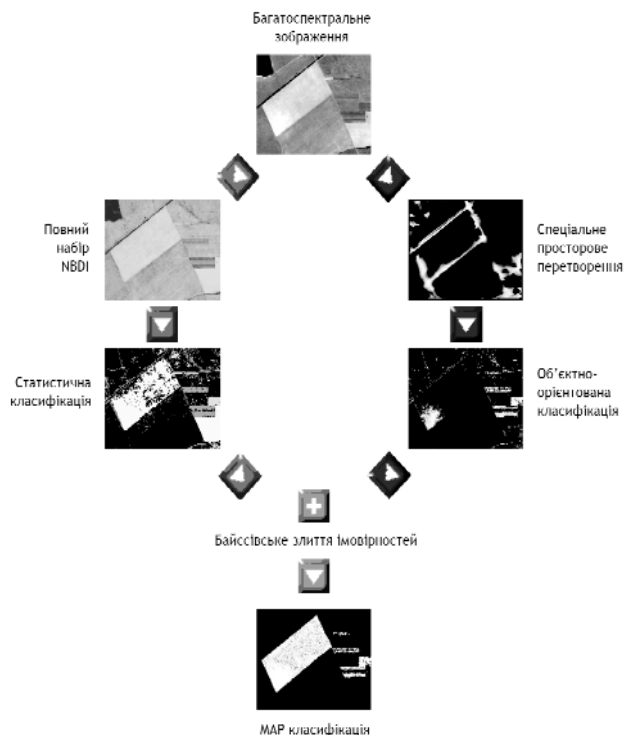


Рисунок 1. Загальна схема комплексної обробки багатоспектральних аерокосмічних зображень для виявлення сільськогосподарських угідь

та можливості оптико-електронної апаратури дистанційного знімання, є робочий спектральний діапазон (діапазони), геометрія побудови зображень та забезпечувана просторова розрізненість.

Сучасні аерофотоапарати, телевізійні системи, цифрові камери та лазерні системи працюють в одних й тих самих або близьких спектральних діапазонах – видимому та ближньому інфрачервоному, тому одержувана ними видова інформація принципово не відрізняється. Додаткових розпізнавальних ознак об'єктів спостереження в тепловому діапазоні надають авіаційні інфрачервоні системи. Також вони дозволяють проводити нічне аерознімання високої розрізненості.

Тому в сучасних бортових оптико-електронних аерознімальних комплексах зараз встановлюються як системи видимого та ближнього інфрачервоного діапазону, як правило, цифрові камери, так й середнього та дальнього інфрачервоного діапазонів – як правило, сканувальні.

Вимоги до оптико-електронної апаратури. Зараз перспективні оптичні та мікроелектронні технології вже дозволяють розробляти багатоспектральні оптико-електронні аерознімальні системи ультрафіолетового, видимого та всіх інфрачервоних діапазонів з єдиними оптичним трактом. Перева-

гою такого технічного рішення є натівне попиксельне сполучення полів зору всіх робочих діапазонів, що суттєво підвищує якість одержуваної видової інформації та оперативність її обробки. Отже з'являється можливість створення єдиної уніфікованої малогабаритної оптико-електронної аерознімальної апаратури малих висот, яка може встановлюватися на пілотовані та безпілотні авіаційні носії.

Виходячи з аналізу потреб виявлення сільськогосподарських угідь на багатоспектральних аерозображеннях та особливостей реалізації запропонованої їх комплексної обробки стає можливим визначити орієнтовні вимоги до значень основних технічних характеристик такої апаратури: спектральні діапазони – видимий та ближній інфрачервоний 0,4-1,1 мкм і дальній інфрачервоний 8-14 мкм, кількість спектральних каналів реєстрації в кожному діапазоні – не менше 3-4, кут поперечного огляду 120-140°, кутова розрізненість 0,15-0,25 мрад, еквівалентна фокусна відстань 50-75 мм, діапазон висот застосування 100-1000 м, діапазон швидкостей польоту носія – до 1000 км/год, для швидкостей більше за 250 км/год – обов'язкова компенсація зсуву зображення [9].

Важливою тенденцією розвитку авіаційного розвідувального обладнання є перехід до наскрізних цифрових технологій реєстрації, передавання, зберігання, обробки, інтерпретації, аналізу, розповсюдження і візуалізації аерозображень [3].

Висновок. Сучасні роботи із територіального планування, землеустрою, кадастру, оцінки стану агроресурсів неодмінно передбачають використання геоінформаційних систем (ГІС) та матеріалів дистанційного зондування (ДЗЗ). Перевагами використання даних дистанційного зондування для кадастрового обліку земель є:

- матеріали можуть постачатися в цифровому вигляді і придатні для безпосереднього використання в комп'ютерних системах у вигляді ортофотопланів;
- такі ортофотоплани більш інформативні ніж карти, і сучасними засобами цифрової фотограметрії створюються значно скоріше;
- ортофотоплани можуть бути використані для створення карт і тематичних планів різних масштабів;
- вартість створення ортофотопланів на основі даних аеро- та космічної зйомки відносно невелика;
- оперативна підтримка бази просторових даних в актуальному стані.

Сучасні роботи із територіального планування, землеустрою, кадастру, оцінки стану агроресурсів неодмінно передбачають використання геоінформаційних систем (ГІС) та матеріалів дистанційного зондування (ДЗЗ). Оперативність і точність даних земельного кадастру забезпечуються використанням аерокосмічних зйомок та застосуванням методів дистанційного знімання земної поверхні. Дистанційний моніторинг використання земель - систематичне спостереження за станом об'єктів, явищ, процесів для забезпечення дотримання основних положень земельного законодавства при організації і використанні земель з допомогою аналітико-вимірювального дешифрування матеріалів дистанційного зондування Землі. Результати дистанційного моніторингу використання земель направляються в органи державної влади, що здійснюють функції управління в сфері використання і охорони земель, а також в органи державної влади, що уповноважена в сфері контролю і нагляду. Виключна інформативність і висока точність багатоспектральних цифрових аерокосмічних зображень в поєднанні з універсальністю і економічністю їх аерогеодезичної та тематичної обробки забезпечили широке впровадження для створення кадастру сільськогосподарських угідь. Важливим шляхом підвищення ефективності всього процесу — від реєстрації багатоспектральних зображень до створення кадастрових документів — є розробка нових зразків бортової оптико-електронної аерознімальної апаратури підвищеної технічної та економічної ефективності згідно з викладеними вимогами.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Земельний кодекс України від 25 жовтня 2001 року // Офіційний вісник України, 2001.- № 46.- С.8.*
2. *Хлян Я.В. Застосування методів дистанційного зондування у моніторингу навколишнього середовища // Геодезія, картографія і аерофотознімання, 2009. – Вип.72. – С.22-25.*
3. *Кашкин В.Б., Сухинин А.И. Цифровая обработка аэрокосмических изображений.- Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – 121 с.*
4. *Черепанов А.С. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы / А.С. Черепанов, Е.Г. Дружинина // Геоматика, 2009. – № 3. – С.28-32.*
5. *Попов М.А., Станкевич С.А., Сахацкий А.И.,*

Козлова А.А. Использование полного набора нормализованных межканальных индексов многоспектральных космических изображений при классификации покрытий ландшафта // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского, 2007. – Т.20(59). – № 1. – С.175-182.

6. *Станкевич С.А., Васько А.В. Цифровая обработка багатоспектральних аерознімків для виявлення об'єктів // Тези доповідей науково-практичної конференції "Актуальні проблеми розвитку авіаційної техніки". – К.: ДНДІА, 2010. – С.103.*

7. *Станкевич С.А., Васько А.В. Картування сільськогосподарських угідь на багатоспектральних аерокосмічних зображеннях за допомогою спеціальних просторових перетворень // Тези доповідей II міжнародної науково-практичної конференції "Математичні моделі і методи оптимізації інновацій та інформаційно-телекомунікаційно-моніторингові технології в задачах підвищення ефективності соціоекологоекономічних систем".- К.: Інститут економіки та менеджменту НАУ, 2010. – С.72-75.*

8. *Станкевич С.А., Васько А.В. Комплексна обробка багатоспектральних аерокосмічних зображень для виявлення сільськогосподарських угідь // Геодезія, картографія і аерофотознімання, 2011.- В друці.*

9. *Станкевич С.А., Васько А.В., Ковтун В.І. Технічні вимоги до уніфікованої оптико-електронної аерознімальної апаратури малих висот // Тези доповідей науково-практичної конференції "Актуальні проблеми розвитку авіаційної техніки". – К.: ДНДІА, 2011. – С.101.*

АННОТАЦИЯ

Пространственные данные, которыми оперирует земельный кадастр, своим содержанием, структурой и точностью представления, должны отвечать требованиям, которые вытекают из конкретных целей и задач.

Ключевые слова: оптико-электронная аппаратура, зондирование, космическая съемка.

ANNOTATION

Spatial data which operates the landed cadastre, must the maintenance, structure and accuracy of presentation, answer requirements which follow from concrete aims and tasks.

Keywords: optiko-electronic equipment, space filming, sounding.

УДК 528.48

В.С. Староверов;
О.В. Адаменко, КНУБіА

МЕТОДИКА ПЕРЕРАХУНКУ РЕЗУЛЬТАТІВ ГЕОДЕЗИЧНОГО КОНТРОЛЮ ГЕОМЕТРІЇ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ У СИСТЕМУ КООРДИНАТ ОБ'ЄКТА

АНОТАЦІЯ

У статті розглянута методика, яка дозволяє визначати зміщення вузлів будівельної конструкції при встановленні в проектне положення до виконання будівельних робіт за результатами геодезичних спостережень за геометрією будівельних конструкцій.

Ключові слова: система координат, будівельна конструкція, контрольні точки.

У відповідності з вимогами нормативних документів будівельні конструкції, що прибувають на будівельний майданчик, підлягають вхідному геодезичному контролю, під час якого визначаються геометричні розміри, прямолінійність та площинність будівельних конструкцій. Систематизація дійсних геометричних розмірів конструкцій на основі даних геодезичного контролю дозволяє виконати підбір оптимальної за розмірами будівельної конструкції для кожного прогону.

Метою статті є обґрунтування та постановка методики проведення перерахунку координат та зміщень вузлів будівельної конструкції, отриманих із геодезичного контролю, у систему координат об'єкта будівництва.

Найбільш впливовими факторами, що змінюють геометрію будівельної конструкції та самого об'єкта будівництва, є:

- похибки складання конструкції;

- зміна геометрії конструкції внаслідок зміни її температури.

Похибка складання конструкції виникає внаслідок неточності виготовлення елементів конструкції та геодезичного контролю за її складанням, коли контролюється відповідність дійсних розмірів конструкції проектним та відповідність отриманих відхилень встановленим допускам на геометрію будівельної конструкції.

Складання (або укрупнення) будівельної конструкції зазвичай відбувається на стапелі в районі будівництва. Процес укрупнення підлягає геодезичному контролю. При цьому виникає питання вирішення оптимального завдання системи координат конструкції та врахування виявлених відхилень дійсних розмірів конструкції від номінальних у подальшому.

На нашу думку, кращим варіантом системи координат для контролю будівельної конструкції є така система, в якій центр збігався б з геометричним центром конструкції, вісь x — з головною віссю конструкції, вісь z — була спрямована вертикально, y — перпендикулярно до осі x так, щоб утворювати праву систему координат. Забезпечення збіжності центра координатної системи з центром будівельної конструкції виконується математично через постопрацювання вимірювань. При симетричному розподілі контрольних точок по тілу конструкції центр системи координат визначається як середнє із координат виміряних точок:

$$x'_0 = \frac{\sum_{i=1}^n x'_i}{n}, \quad y'_0 = \frac{\sum_{i=1}^n y'_i}{n}, \quad z'_0 = \frac{\sum_{i=1}^n z'_i}{n}. \quad (1)$$

У випадку несиметричного розподілу контрольних точок центр системи координат визначається, як середнє арифметичне з координат крайніх точок конструкції, або як перетин її діагоналей (рис. 1).

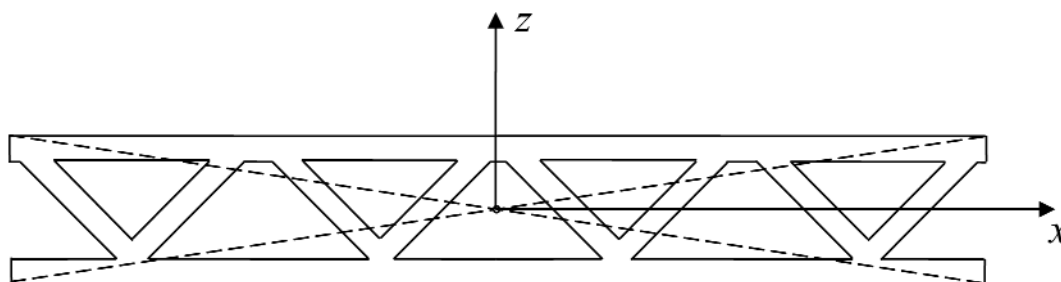


Рисунок 1. Визначення центра системи координат при контролі за укрупненням будівельної конструкції

Така система координат дозволить найбільш об'єктивно контролювати відхилення всіх торців будівельної конструкції від проекту та прогнозувати якість та точність збіжності торців будівельних конструкцій у місці встановлення. Особливою перевагою такого завдання системи координат є можливість коригування допусків на укрупнення конструкцій з метою усунення або зменшення дефектів укрупнення попередньої будівельної конструкції, оскільки незначна зміна будь-якого кута торця будівельної конструкції майже не впливає на положення системи координат при контролі її геометрії.

Таким чином, постає задача перерахунку координат та зміщень вузлів будівельної конструкції від проектного положення із системи координат самої конструкції у систему координат об'єкта будівництва. Розв'язання цієї задачі пропонується на основі перетворення Гельмерта.

У загальному випадку перехід від однієї прямокутної просторової системи координат до іншої виконується за наступною формулою:

$$\begin{bmatrix} X_A \\ Y_A \\ Z_A \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} + R \times \begin{bmatrix} x_A \\ y_A \\ z_A \end{bmatrix} \times (1 + \Delta m), \quad (2)$$

де $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$, — елементи лінійного взаємного орієнтування систем координат, тобто лінійне зміщення центра координат будівельної конструкції в системі координат об'єкта будівництва (визначається за проектними даними);

Δm — масштабний коефіцієнт, який характеризує різницю в масштабі двох систем координат,

R — матриця обертання.

$$R = \begin{bmatrix} \cos \varepsilon_Z \cos \varepsilon_Y & \cos \varepsilon_Z \sin \varepsilon_Y \sin \varepsilon_X + \sin \varepsilon_Z \cos \varepsilon_X & \sin \varepsilon_Z \sin \varepsilon_X - \cos \varepsilon_Z \sin \varepsilon_Y \cos \varepsilon_X \\ -\sin \varepsilon_Z \cos \varepsilon_Y & \cos \varepsilon_Z \sin \varepsilon_Y \cos \varepsilon_X + \cos \varepsilon_Z \sin \varepsilon_X & \sin \varepsilon_Z \sin \varepsilon_Y \cos \varepsilon_X + \cos \varepsilon_Z \sin \varepsilon_X \\ \sin \varepsilon_Y & -\cos \varepsilon_Y \sin \varepsilon_X & \cos \varepsilon_Y \cos \varepsilon_X \end{bmatrix}, \quad (3)$$

де $\varepsilon_X, \varepsilon_Y, \varepsilon_Z$ — кути повороту системи координат будівельної конструкції відносно системи координат об'єкта будівництва навколо осей X, Y, Z , відповідно. Кут повороту вважається додатним, коли поворот відбувається за годинниковою стрілкою, якщо дивитися по відповідній осі з початку координат у сторону позитивного напрямку координатної осі.

Оскільки вісь Z системи координат будівельної конструкції та вісь Z системи координат об'єкта будівництва спрямовані прямовисно і, відповідно, паралельні, то поворот системи координат при переході від однієї системи до іншої відбувається тільки відносно осі Z . Масштабний коефіцієнт m при переході від системи координат будівельної конструкції x, y, z до системи координат об'єкта будівництва X, Y, Z дорівнює 1, відповідно отримуємо:

$$X_i = \Delta X + x'_i \cos \varepsilon_z + y'_i \sin \varepsilon_z, \quad (4)$$

$$Y_i = \Delta Y - X'_i \sin \varepsilon_Z + Y'_i \cos \varepsilon_Z, \quad (5)$$

$$Z_i = \Delta Z + z'_i. \quad (6)$$

Зміщення вузлів будівельної конструкції будемо вважати відхиленням реальних координат точок конструкції від проектних:

$$\Delta'_{xi} = x_i - x_{in}, \quad (7)$$

$$\Delta'_{yi} = y_i - y_{in}, \quad (8)$$

$$\Delta'_{zi} = z_i - z_{in}. \quad (9)$$

Зміщення вузлів конструкції в системі координат

нат об'єкта будівництва визначаємо за наступними формулами:

$$\Delta''_{Xi} = X_i - X_{in}, \quad (10)$$

$$\Delta''_{Yi} = Y_i - Y_{in}, \quad (11)$$

$$\Delta''_{Zi} = Z_i - Z_{in}. \quad (12)$$

Замінивши складові формул (10)-(12) через формули (7)-(9), маємо

$$\begin{aligned} \Delta''_{Xi} &= \Delta x + x'_i \cos \varepsilon_z + y'_i \sin \varepsilon_z - \Delta x - \\ &- x'_{im} \cos \varepsilon_z - y'_{im} \sin \varepsilon_z = \\ &= x'_i \cos \varepsilon_z + y'_i \sin \varepsilon_z - x'_{im} \cos \varepsilon_z - \\ &- y'_{im} \sin \varepsilon_z, \quad (13) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta''_{Yi} &= \Delta y - x'_i \sin \varepsilon_z + y'_i \cos \varepsilon_z - \Delta y + \\ &+ x'_{im} \sin \varepsilon_z - y'_{im} \cos \varepsilon_z = \\ &= -x'_i \sin \varepsilon_z + y'_i \cos \varepsilon_z + x'_{im} \sin \varepsilon_z - \\ &- y'_{im} \cos \varepsilon_z, \quad (14) \end{aligned}$$

$$\Delta''_z = \Delta z + z'_i - \Delta z - z'_{im} = z'_i - z'_{im}. \quad (15)$$

Винесемо різницю координат за дужки та замінимо їх на зміщення вузлів конструкцій у системі координат будівельної конструкції (13)-(15):

$$\Delta''_{xi} = \Delta'_{xi} \cos \varepsilon_z + \Delta'_{yi} \sin \varepsilon_z, \quad (16)$$

$$\Delta''_{yi} = -\Delta'_{xi} \sin \varepsilon_z + \Delta'_{yi} \cos \varepsilon_z, \quad (17)$$

$$\Delta''_{zi} = \Delta'_{zi}. \quad (18)$$

Залежності (16)-(18) дозволяють визначити відхилення контрольних вузлів будівельної конструкції в системі координат об'єкта будівництва.

Важливим фактором, що впливає на розміри конструкцій об'єкта будівництва, є зміна температури самих конструкцій із часом.

Для забезпечення високої точності встановлення конструкцій безумовно необхідно враховувати дію зовнішніх факторів на елементи конструкції та саму конструкцію в цілому. Одним із найваж-

ливіших факторів, який пливає на положення контрольних точок конструкції, безперечно є температура навколишнього середовища.

Загалом вплив зміни температури конструкції на її лінійні розміри умовно можна розділити на дві групи:

– зміна лінійних розмірів конструкції внаслідок зміни її температури;

– зміна лінійних розмірів конструкції внаслідок її нерівномірного нагрівання (під дією сонця).

Розглянемо кожен із цих впливів детальніше.

За невеликої однорідної зміни температури металева конструкція, на яку не діють інші сили, лінійно та однорідно змінює свої розміри. Таким чином, відбувається однорідне збільшення або зменшення всіх геометричних розмірів металевої конструкції (рис. 2).

Відповідно до рис. 2 маємо:

$$\frac{x_2}{x_1} = \frac{y_2}{y_1} = \frac{z_2}{z_1} = k, \quad (19)$$

де x_1, y_1, z_1 – розміри конструкції об'єкта будівництва в початкових умовах;

x_2, y_2, z_2 – розміри конструкції об'єкта будівництва в дійсних умовах;

k – коефіцієнт зміни лінійних розмірів конструкції внаслідок зміни температури, який визначається за формулою:

$$k = 1 + \alpha \Delta_t, \quad (20)$$

де Δ_t – величина, яка показує різницю дійсної температури металу та температури металу, прийнятої при початкових умовах:

$$\Delta_t = t_d - t_{n,y}. \quad (21)$$

α – коефіцієнт лінійного розширення металу при зміні температури. Для сталі марки Ст3 коефіцієнт лінійного розширення за температури 20°C дорівнює $11,5 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$.

Для врахування впливу зміни температури на зміну лінійних розмірів конструкцій об'єкта будівництва введено поняття початкових умов. Ці умови представляють собою набір параметрів навколишнього середовища (температура, тиск тощо), за яку виконаний або має бути виконаний проект. Як початкові умови можна використовувати нормальні умови навколишнього середовища.

У геодезичній практиці під терміном "нормальні умови" розуміють такі умови навколишнього середовища, за яких поправка ppm у виміряні лінії дорівнює нулю ($t=20^\circ\text{C}$, $P=1013,5 \text{ кПа}$).

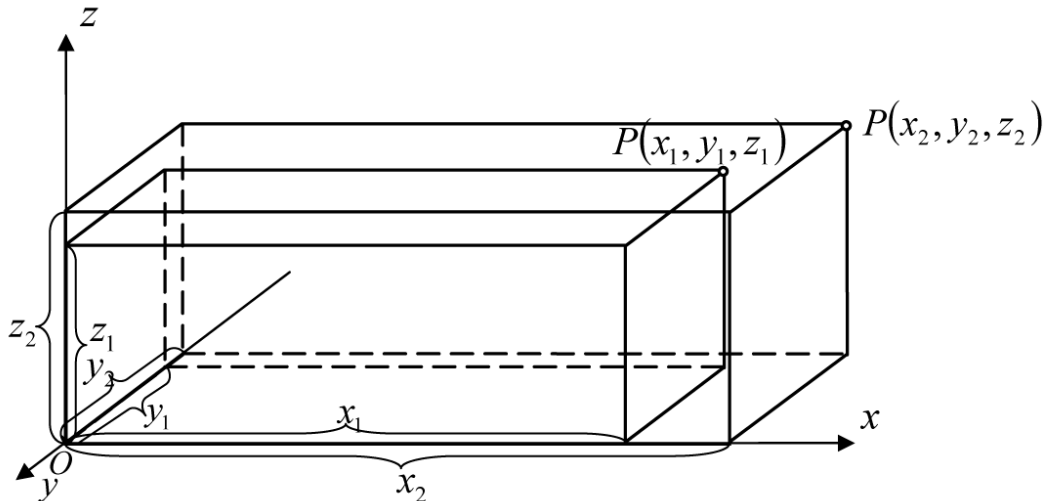


Рисунок 2. Зміна лінійних розмірів конструкції внаслідок зміни її температури

Таким чином, координати вузлів будівельної конструкції в системі координат об'єкта будівництва при початкових умовах будуть визначатися наступними залежностями:

$$x''_{n,y,i} = \Delta x + \frac{x'_i \cos \varepsilon_z + y'_i \sin \varepsilon_z}{k'} \quad (22)$$

$$y''_{n,y,i} = \Delta y - \frac{x'_i \sin \varepsilon_z + y'_i \cos \varepsilon_z}{k'} \quad (23)$$

$$z''_{n,y,i} = \Delta z + \frac{z'_i}{k'} \quad (24)$$

де k' — коефіцієнт зміни лінійних розмірів конструкції під час контрольних вимірювань її розмірів на стапелі.

При встановленні прогонних конструкцій у проектне положення постає задача перерахунку координат вузлів конструкції у дійсні параметри середовища:

$$x''_{n,y,i} = \Delta x + \frac{x'_i \cos \varepsilon_z + y'_i \sin \varepsilon_z}{k'} k'' \quad (25)$$

$$y''_{n,y,i} = \Delta y - \frac{x'_i \sin \varepsilon_z + y'_i \cos \varepsilon_z}{k'} k'' \quad (26)$$

$$z''_{n,y,i} = \Delta z + \frac{z'_i}{k'} k'' \quad (27)$$

де k'' — коефіцієнт зміни лінійних розмірів конструкції під час її встановлення.

Для зміщень вузлів будівельної конструкції:

$$\Delta''_{xi} = \frac{\Delta'_{xi} \cos \varepsilon_z + \Delta'_{yi} \sin \varepsilon_z}{k'} k'' \quad (28)$$

$$\Delta''_{yi} = \frac{\Delta'_{xi} \sin \varepsilon_z + \Delta'_{yi} \cos \varepsilon_z}{k'} k'' \quad (29)$$

$$\Delta''_{zi} = \frac{\Delta'_{zi}}{k'} k'' \quad (30)$$

Типовим прикладом другого фактора є нагрівання поверхні будівельних конструкцій під дією сонячного випромінювання (рис. 3).

Під дією сонячного випромінювання відбувається розігрівання освітленої частини будівельної конструкції. Внаслідок цього частина конструкції збільшує свої розміри, що призводить до порушення геометрії будівельної конструкції.

Враховуючи розміри конструкцій, коефіцієнт лінійного розширення сталі та можливий перепад температур затемненої та освітленої частин конструкцій, вигин останньої під час контролю її геометрії можна знехтувати через малу величину. Значно більшою мірою сонячна радіація впливає на збільшення лінійних розмірів конструкції.

Відповідно до рис. 3 маємо:

$$l'_{c.d.} = l'(1 + \alpha \Delta_t^c) \quad (31)$$

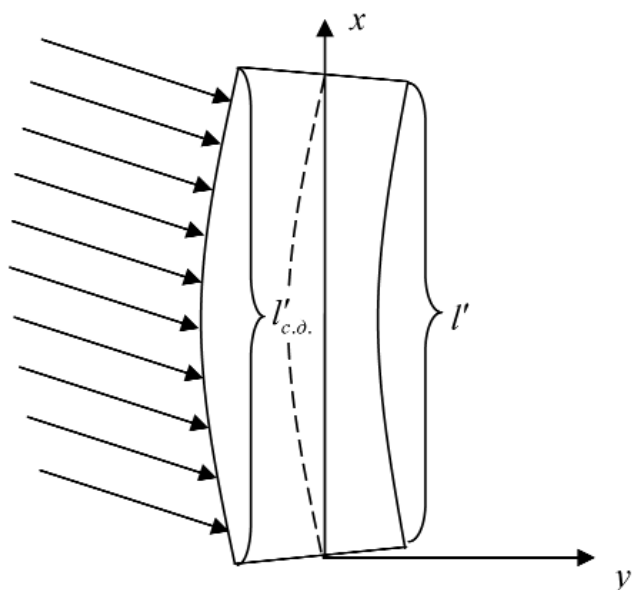


Рисунок 3. Схема деформації будівельної конструкції під дією сонячного випромінювання

де Δ_t^c — різниця температур на сонячній та затіненій сторонах будівельної конструкції.

При застосуванні описаної вище методики спрощується врахування впливу сонячного випромінювання на координати контрольних вузлів будівельної конструкції. В цьому випадку маємо:

$$x'_i = \frac{x'_{c.d.i}}{\alpha \Delta_t^c}, \quad y'_i = \frac{y'_{c.d.i}}{\alpha \Delta_t^c}, \quad z'_i = \frac{z'_{c.d.i}}{\alpha \Delta_t^c}. \quad (32)$$

Для прикладу виконаємо геодезичний контроль геометрії балки (рис. 4). Для спрощення розрахунків будемо вважати, що визначалися планові координати кутів балки A, B, C, D, E, F, G, H . Було відмічено зростання координат $\Delta x_i, \Delta y_i$ для кожної контрольної точки. Відповідно до проекту балка повинна бути встановлена у напрямку 30° до координатних осей об'єкта будівництва ($\epsilon = 30^\circ$). Контроль геометрії балки відбувався за температури $t_1 = 27^\circ$. Необхідно визначити майбутні відхилення балки в системі координат об'єкта будівництва за температури навколишнього середовища $t_1 = 18^\circ$.

Отримані відхилення вузлів балки:

$\Delta x_A = -10,0$ мм, $\Delta y_A = -2,3$ мм, $\Delta x_B = -3,2$ мм, $\Delta y_B = -1,8$ мм, $\Delta x_C = -3,8$ мм, $\Delta y_C = -2,1$ мм, $\Delta x_D = -6,4$ мм, $\Delta y_D = -0,9$ мм, $\Delta x_E = -5,1$ мм, $\Delta y_E = +1,8$ мм, $\Delta x_F = -4,5$ мм, $\Delta y_F = +2,1$ мм, $\Delta x_G = -4,4$ мм, $\Delta y_G = +1,5$ мм, $\Delta x_H = -4,8$ мм, $\Delta y_H = +0,8$ мм.

Відповідно до (28), (29) отримуємо:

$\Delta' x_A = -9,8$ мм, $\Delta' y_A = 3,0$ мм, $\Delta' x_B = -3,7$ мм, $\Delta' y_B = 0,1$ мм, $\Delta' x_C = -4,3$ мм, $\Delta' y_C = 0,1$ мм, $\Delta' x_D = -6,0$ мм, $\Delta' y_D = 2,4$ мм, $\Delta' x_E = -3,5$ мм, $\Delta' y_E = +4,1$ мм, $\Delta' x_F = -2,8$ мм, $\Delta' y_F = +4,1$ мм, $\Delta' x_G = -3,1$ мм, $\Delta' y_G = +3,5$ мм, $\Delta' x_H = -3,7$ мм, $\Delta' y_H = +3,1$ мм,

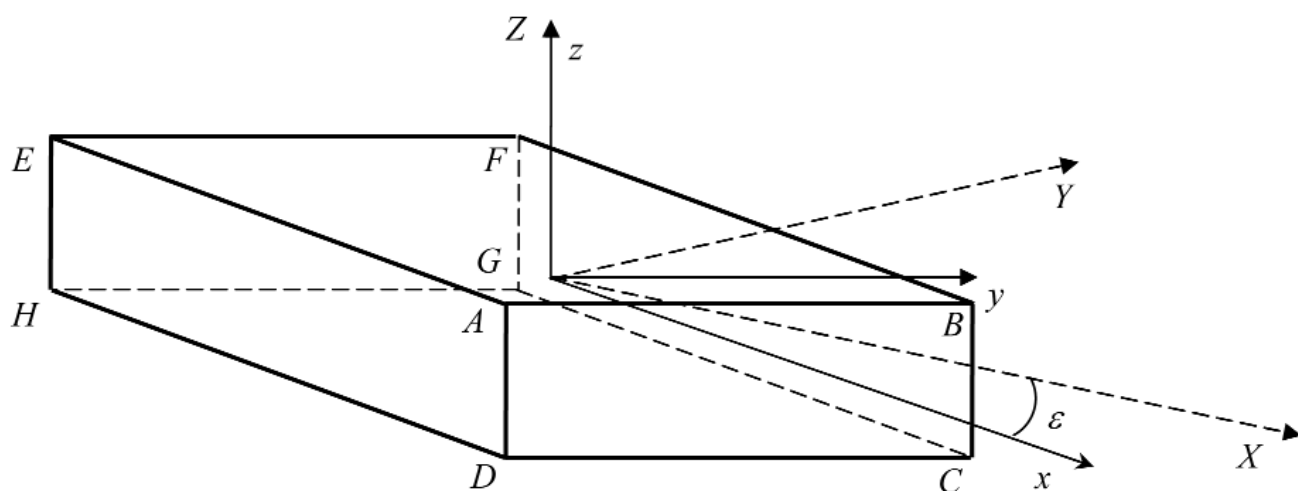


Рисунок 4. Проведення геодезичного контролю геометрії балки

Висновки. Таким чином, на кожному торці будівельної конструкції мають бути визначені як мінімум чотири контрольні точки. За відхиленням координат можна судити про деформації будівельної конструкції та проводити математичне вилучення впливу сонячного випромінювання на розміри будівельної конструкції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бернард Гофман-Велленгтон, Гельмут Мориц *Физическая геодезия.: Перевод с английского Ю. М. Неймана, Л. С. Сугаиловой/ Под редакцией Ю.М. Неймана. — М.: Узд-во МИИГАиК, 2007, 426с., илл.*

АННОТАЦИЯ

В статье представлена методика, которая позволяет определять смещения узлов строительной конструкции при установке ее в проектное положение до выполнения строительных работ по результатам геодезических наблюдений за геометрией строительной конструкции.

Ключевые слова: система координат, строительная конструкция, контрольные точки.

ANNOTATION

This article highlights the technique that allows determining the displacement of node points in the process of its installation into the project position before the start of building and construction operations according to the results of the geodetic control measurements based on the configuration of the building structure.

Keywords: system of coordinates, a building design, control points.

УДК 389.531.24

*А.Н. Самойленко; Ю.Ю. Глушко;
Б. П. Кукарека, ДП "Укрметртестстандарт"*

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ АВТОКОЛЛИМАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОВЕРКИ НИВЕЛИРОВ И ТЕОДОЛИТОВ АУПНТ

АННОТАЦИЯ

В статье кратко описана конструкция и технические возможности автоколлимационной установки для поверки нивелиров и теодолитов АУПНТ после проведенной модернизации, а также ее метрологические характеристики.

Ключевые слова: автоколлимационная установка, поверка нивелиров и теодолитов.

Количество геодезических приборов, которые необходимо поверять, возрастает с каждым годом. Для удовлетворения необходимости в быстрой и качественной поверке геодезических приборов в ДП "Укрметртестстандарт" была разработана и внедрена в производство автоколлимационная установка для поверки нивелиров и теодолитов (далее — АУПНТ).

В настоящее время АУПНТ успешно эксплуатируется в 28 организациях Украины, 61 организации России, 12 организациях Беларуси, 14 организациях Казахстана и по одной в организациях в Азербайджана, Литвы, Узбекистана и Туркменистана. Среди пользователей АУПНТ не только лаборатории территориальных метрологических органов названных стран, но и предприятия аэрокосмического комплекса и геодезические предприятия.

АУПНТ предназначена для воспроизведения горизонтальной и вертикальной автоколлимационных визирных осей, плоского развернутого угла 180° в горизонтальной и вертикальной плоскостях световыми автоколлимационными визирными осями.

АУПНТ применяется в лабораториях государственного надзора за средствами измерительной техники, на предприятиях-изготовителях геодезической техники, ремонтных организациях и калибровочных лабораториях для определения и (или) контроля метрологических характеристик

геодезических приборов — оптических и лазерных нивелиров и приборов вертикального проектирования, теодолитов и угломерной части оптических и электронных тахеометров при их испытаниях, государственной метрологической аттестации и поверке.

АУПНТ (рис. 1) является оптико-механическим прибором, который состоит из двух основных частей — установки автоколлимационной для поверки нивелиров (АУПН) и установки автоколлимационной для поверки теодолитов (АУПТ), которые могут применяться в отдельности, но конструктивно и функционально представляют один прибор.

АУПТ выполнена в виде вертикальной стойки, в верхней части которой закреплены кантователь и два кронштейна. На одном кронштейне устанавливается АУПН, на другом кронштейне закреплен предметный стол, с помощью которого прибор, метрологические характеристики которого контролируются, устанавливается на нужную высоту и наклоняется на заданный угол.

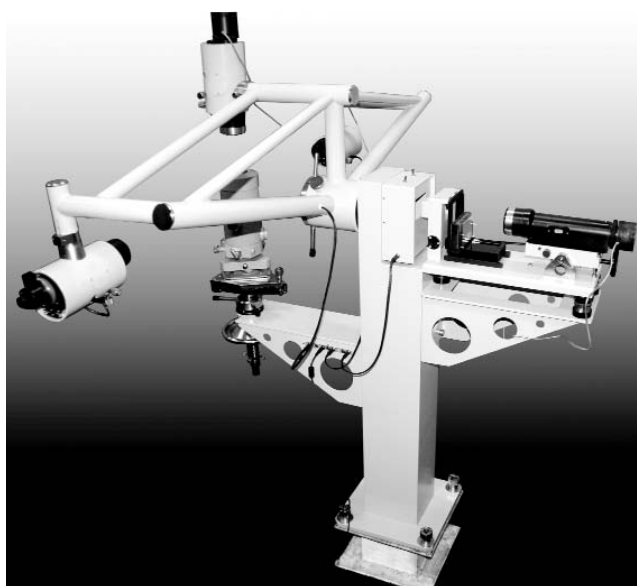


Рисунок 1. Автоколлимационная установка для поверки нивелиров и теодолитов АУПНТ

На оси расположен кантователь, на котором закреплены две автоколлимационные трубы, направленные одна на другую.

Таблица. Метрологические и технические характеристики АУПНТ

Основные параметры и метрологические характеристики АУПНТ	Значения основных параметров и метрологических характеристик АУПНТ	
	нормированные	фактические
Диапазон воспроизведения угла наклона визирной оси, образованной двумя автоколлимационными зрительными трубами АУПТ	От -40° до 40°	От -40° до 40°
Средняя квадратическая погрешность воспроизведения угла 180° визирными осями автоколлимационных зрительных труб АУПТ в вертикальной и горизонтальной плоскостях	Не более $0,7''$	$0,3 \dots 0,4''$
Систематическая составляющая погрешности воспроизведения горизонтальной визирной оси АУПН	$\pm 0,5''$	$\pm (0,1 \dots 0,5'')$
Средняя квадратическая погрешность воспроизведения горизонтальной визирной оси АУПН	Не более $0,3''$	$0,15 \dots 0,25''$
Диапазон измерений фотоэлектрическим преобразователем АУПН угла рассогласования нивелиров	От $-30''$ до $30''$	От $-30''$ до $30''$
Номинальное значение цены наименьшего деления фотоэлектрического преобразователя АУПНТ	$0,1''$	$0,1''$
Средняя квадратическая погрешность измерений фотоэлектрическим преобразователем АУПНТ угла рассогласования нивелиров и погрешности компенсатора	Не более $0,3''$	$0,1 \dots 0,15''$
Диапазон угла наклона поворотной платформы предметного стола АУПТ при определении диапазона работы компенсатора геодезических приборов	От $-40'$ до $40'$	От $-40'$ до $40'$
Цена наименьшего деления шкалы винта микроподачи поворотной платформы предметного стола АУПТ	$2'$	$2'$
Средняя квадратическая погрешность определения диапазона работы компенсатора геодезических приборов	Не более $0,5'$	Не более $0,5'$

АУПН состоит из платформы, на которой закреплена автоколлимационная труба с фотоэлектрическим преобразователем, и плоское зеркало, а также установлена кювета с маслом, воспроизводящим горизонтальную поверхность. Перед работой с помощью автоколлимационной трубы зеркало устанавливают вертикально (перпендикулярно к поверхности жидкости), затем автоколлимационную визирную ось устанавливают горизонтально — перпендикулярно к зеркалу.

Фотоэлектрический преобразователь позволяет в автоматическом режиме измерить угол рассогласования оптического или лазерного нивелира, а также определить абсолютную погрешность теодолита или тахеометра при измерении в горизонт. Кроме того, позволяет определить диапазон, случайную и систематическую составляющие погрешности работы компенсатора любого геодезического прибора с СКП не более $0,1''$.

Сверху на кантователе может быть также закреплена автоколлимационная труба с фотоэлектрическим преобразователем, предназначенная для проверки лазерных и оптических приборов вертикального проектирования (ПВП), а также исследования диапазона, случайной и систематической составляющей погрешности работы их компенсатора.

АУПНТ имеет нормированные метрологические и технические характеристики, приведенные в таблице.

Другие технические характеристики АУПНТ.

1. Максимальная высота подъема предметного стола АУПНТ — не менее 110 мм.

2. Электрическое питание — от сети переменного тока напряжением от 187 В до 242 В, частотой (50 ± 1) Гц.

3. Потребляемая мощность — не более 25 ВА.

4. Габаритные размеры — не более:

- длина — 850 мм;
- ширина — 1500 мм;
- высота — 1400 мм.

5. Масса — не более 90 кг.

6. Время готовности АУПНТ к работе не более 5 мин.

Технические возможности АУПНТ позволяют при проверке геодезических приборов выполнять следующие операции контроля метрологических характеристик:

- контроль положения пузырька установочного уровня геодезических приборов и его юстировку;

- контроль положения пузырька цилиндрического уровня при алидаде теодолитов и тахеометров и его юстировку;

- контроль наклона сетки нитей зрительной трубы геодезических приборов и ее юстировку у нивелиров, теодолитов и тахеометров;

- контроль диапазона и погрешности компенсации компенсатором углов наклона оси вращения геодезических приборов;

- контроль совпадения оси оптического центра с вертикальной осью теодолитов и тахеометров;

- контроль коллимационной погрешности (отклонение от перпендикулярности визирной оси к оси вращения трубы) теодолитов и тахеометров и ее юстировку;

- контроль места нуля (места зенита) теодолитов и тахеометров и его юстировку;

- контроль неперпендикулярности оси вращения трубы к оси вращения алидады теодолитов и тахеометров;

- контроль эксцентриситета горизонтального и вертикального кругов теодолитов и тахеометров;

- определение средней квадратической погрешности (СКП) измерения горизонтальных и вертикальных углов теодолитами и тахеометрами;

- контроль угла рассогласования лазерных и оптических нивелиров всех типов, в том числе с компенсаторами и его юстировку;

- контроль неvertикальности визирной оси лазерных и оптических приборов вертикального проектирования.

Другие операции проверки, выполнение которых не связано с АУПНТ: внешний осмотр, опробование геодезических приборов, определение ре-на горизонтального и вертикального кругов оптических теодолитов, определение цены деления оптического микрометра высокоточных нивелиров проводят согласно соответствующему разделу паспорта на прибор, не снимая геодезического прибора с предметного стола АУПНТ.

Разработана и подробно описана в [1, 2] методика выполнения измерений при проведении проверки, позволяющая при минимуме операций проверки проконтролировать практически все метрологические характеристики лазерных и оптических нивелиров и ПВП, любых типов оптических и электронных теодолитов и угломерной части тахеометров.

В состав комплекта АУПНТ введена компьютерная программа, позволяющая полностью авто-

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 нуля теодолитов и тахеометров, то есть, на момент поверки углоnivelиров коллимационная ошибка и место нуля теодолитов и тахеометров будут близки к нулю. 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 перевірки нівелірів та теодолітів АУПНТ після проведеної модернізації, а також наведені її метрологічні характеристики.

Ключові слова: автоколімаційна установка, перевірка нівелірів 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 СТБUN 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

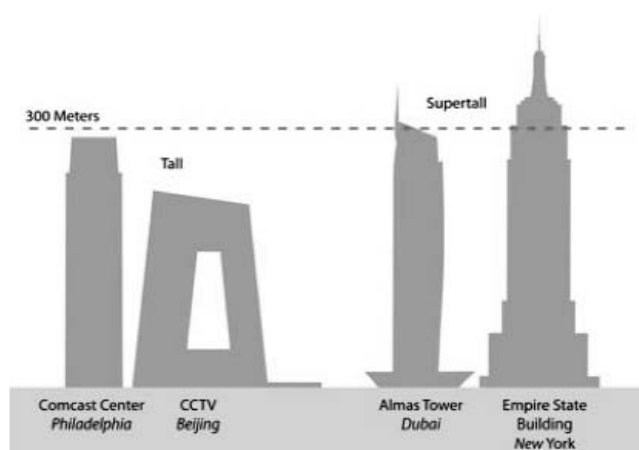


Рисунок 2. Міжнародна класифікація висотних будівель. (СТБUN Height Criteria)

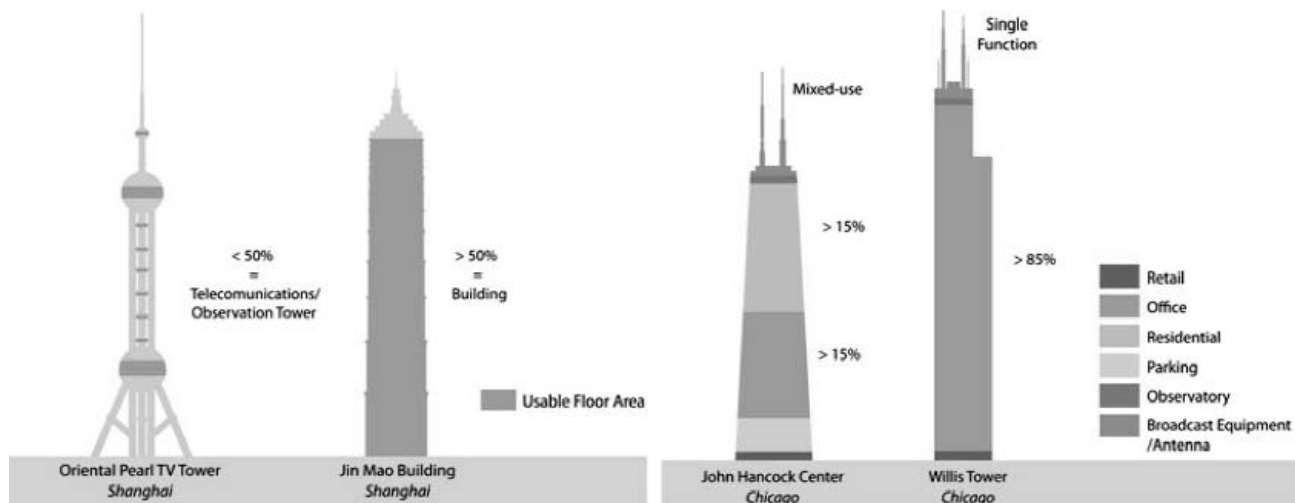


Рисунок 3. Одичний та змішаний типи споруд



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



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

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 двоосових 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.

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.

УДК 69:338.45., 624.131.2

*П.Є. Григоровський, к.т.н.; Ю.В. Дейнека;
Л.В. Терещенко, НДІБВ*

ДОСВІД ВИЗНАЧЕННЯ КОШТОРИСНОЇ ВАРТОСТІ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ

АНОТАЦІЯ

Наведено розрахунок трудомісткості геодезичних робіт, застосування якого створить можливість для точного визначення вартості таких робіт, а отже вибору ефективного варіанту геодезичного забезпечення будівництва, що сприятиме раціональному використанню ресурсів, підвищенню ефективності роботи підрядних організацій, що здійснюють геодезичне забезпечення будівництва.

Ключові слова: Геодезичне забезпечення будівництва, визначення трудомісткості, технічне нормування праці, середній розряд робіт, кошторисна вартість.

Відомо, що будівельна геодезія займає досить важливе місце в будівельному виробництві. Разом з тим питання визначення трудомісткості та оцінки вартості таких робіт до цього часу не вирішилось. Діючі норми часу та збірники цін на вишукувальні роботи [1, 2] не відображають в повній мірі тих методів проведення геодезичних робіт, які використовуються на сучасних будівельних майданчиках. НДІБВ працює в даному напрямку, за цей час розроблено ряд методик з оцінки вартості робіт. У даній роботі наведено один із способів визначення кошторисної вартості геодезичних робіт, який у подальшій роботі буде уточнюватися та доопрацьовуватися.

Досвід роботи в даному напрямку показав, що на роботи з геодезичного забезпечення будівництва впливає ряд факторів, які залежать від технології виконання будівельно-монтажних робіт. Так, геодезичні роботи можуть проводитися незалежно від будівельно-монтажних робіт, паралельно з ними та паралельно-последовно.

Для розрахунку кошторисної вартості геодезичних робіт нами за основу взято методику визначення вартості будівельно-монтажних робіт, яка, як відомо, базується на ресурсних елементних кошторисних нормах.

Для проектування кошторисних норм для геодезичних робіт обрано метод технічного нормуван-

ня праці [3], що передбачає дослідження виробничих процесів шляхом вивчення величини та характеру затрат робочого часу робітників, необхідного для виконання окремих видів геодезичних робіт.

У технічному нормуванні праці застосовується класифікація робочого часу та виробничих процесів.

Виробничі процеси поділяються на трудові операції та разом з ними входять до складу комплексних виробничих процесів.

Схема, представлена на рис.1, враховує практично всі види робіт із геодезичного забезпечення будівництва.

Тут виділено 5 основних груп, які характеризують основні комплексні виробничі процеси.

Це геодезичне забезпечення щодо:

- влаштування котловану;
- будівництва підземної частини будинку;
- будівництва надземної частини будинку;
- будівництва підземних комунікацій;
- будівництва об'єктів благоустрою.

Нижче виділені основні типи виробничих процесів, характерні для кожної групи. Наприклад, комплексний виробничий процес "Геодезичне забезпечення з будівництва надземної частини будинку" складається з таких виробничих процесів, як:

- розбивка та закріплення внутрішньої опорної основи;
- передача осей і відміток внутрішньої розбивочної основи на монтажні горизонти;
- виконавча зйомка стін у плані і по висоті;
- виконавча зйомка ліфтових шахт.

Окрім того, кожен із названих виробничих процесів складається з комплексу трудових операцій, склад, перелік та умови виконання яких може змінюватися в залежності від факторів впливу, який чинить комплекс будівельно-монтажних робіт, що виконуються на об'єкті та безпосередньо впливають на геодезичні роботи.

Тому нормувати доцільно окремі виробничі процеси, для яких можливо визначити певний склад робіт в усереднених умовах та надалі розробити коефіцієнти, які б враховували окремі фактори впливу будівельно-монтажних робіт.

Для прикладу розглянемо процес створення кошторисної норми для процесу "Виконавчої зйомки ліфтових шахт".

У таблиці хронометражних спостережень (рис.2) виділено окремі трудові операції (як основні, так і супутні); кількісний склад робітників

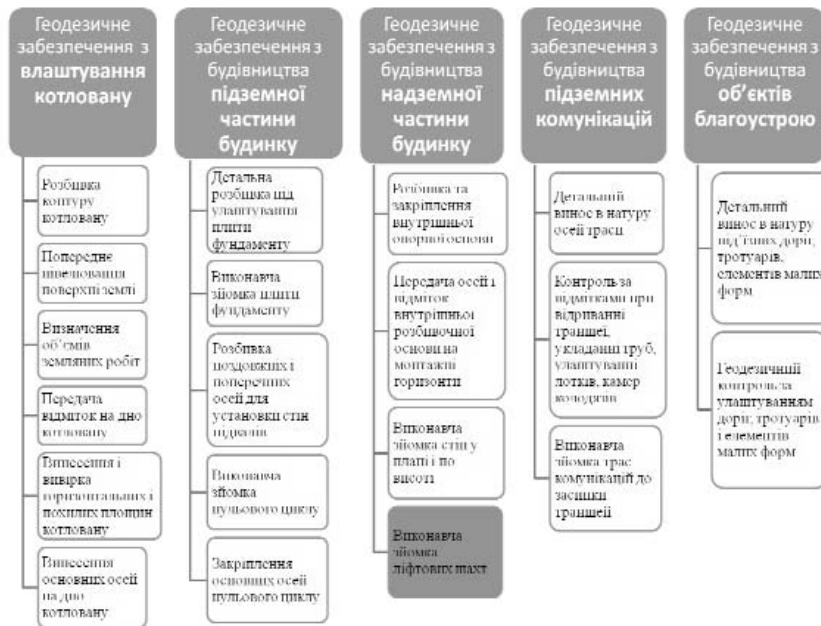


Рисунок 1. Технологія виконання геодезичних робіт

Виконавча зйомка ліфтових шахт

1. ЗАТРАТИ ЗА ЕЛЕМЕНТАМИ ВИТРАТ ПРОЦЕСУ, ЩО НОРМУЄТЬСЯ

Дата проведення спостереження:

Місце проведення спостереження:

Обсяг виконаної продукції: 1 шахта на 1 поверсі

Головний вимірник процесу: 1 шахта на 1 поверсі

Спостерігачі:

№	Назва елементів процесу, що нормується	Одиниця виміру	Тривалість хв	Витрати труда, люд.-хв	Кількість виконаної продукції	Кількість виконавців
1	Отримання завдання	пт.	25	25	1	1
2	Узгодження виконання геодезичних робіт з будівельниками	пт.	30	30	1	1
3	Установка запобіжних помостів у ліфтових шахтах та їх демонтаж	пт.	66	330	1	5
4	Установка висків (лазерних ПВП) у місцях, визначених ПВРГ	пт.	55	165	1	3
5	Лінійні вимірювання від стін ліфтових шахт до висків, контрольні вимірювання між висками (лазерними променями)	шт.	30	90	1	3
6	Складання схем, обчислення нев'язок, оформлення польових журналів	шт.	60	240	1	4
7	Переходи на ділянку робіт	шт.	15	90	1	6

Рисунок 2. Затрати за елементами витрат процесу виконавчої зйомки ліфтових шахт

на кожній з операцій; тривалість операцій та визначено їх трудомісткість.

Далі за допомогою спеціальних розрахунків та синтезу затрат праці й додаткового врахування часу на відпочинок та особисті потреби у розмірі 10% від часу оперативної роботи визначено загальні трудовитрати всього процесу на вимірник 1 шахта на 1 поверсі та середній розряд робіт (рис.3). Середній розряд робіт визначали шляхом застосування міжрозрядних коефіцієнтів.

У результаті, використовуючи отримані показники, формуємо таблицю ресурсної елементної кошторисної норми (рис.4)

**5. КАЛЬКУЛЯЦІЯ ВИТРАТ ТРУДА РОБІТНИКІВ ТА ЧАСУ ВИКОРИСТАННЯ МАШИН,
МЕХАНІЗМІВ І МЕХАНІЗОВАНОГО ІНСТРУМЕНТУ**

Найменування процесу: *Виконавча зйомка ліфтових шахт*

Вимірник: **1 шахта 1 поверху**

<i>I Витрати труда робітників</i>										
№ п/п	Обґрунтування норм	Найменування технологічних операцій	Одиниця виміру технологічної операції	Обсяг робіт	Кількісний та кваліфікаційний склад ланки робітників		(Тривалість операції, хвилини) Витрати труда робітників на одиницю виміру, люд.-год	Час експлуатації машин на одиницю виміру, маш.-год	Витрати труда робітників на обсяг, люд.-год	Час експлуатації машин на обсяг, маш.-год
					розряд	кількість				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Розрахунок	Отримання завдання	шт	1	6	1	(27,6) 0,46		0,46	
2	Розрахунок	Узгодження виконання геодезичних робіт з будівельниками	шт	1	6	1	(33,6) 0,56		0,56	
3	Розрахунок	Установка запобіжних помостів у ліфтових шахтах та їх демонтаж	шт	1	5 4	2 3	(73) 6,11		6,11	
4	Розрахунок	Установка висків (лазерних ПВП) у місцях, визначених ПВРГ	шт	1	6 5	1 2	(61) 3,06		3,06	
5	Розрахунок	Лінійні вимірювання від стін ліфтових шахт до висків, контрольні вимірювання між висками (лазерними променями)	шт	1	5 4	1 2	(33) 1,67		1,67	
6	Розрахунок	Складання схем, обчислення нев'язок, оформлення польових журналів	шт	1	6 5	2 2	(67) 4,44		4,44	
7	Розрахунок	Переходи на ділянці робіт	шт	1	6 5 4	1 2 3	(17) 1,67		1,67	
		Витрати труда, люд. год							17,970	

Рисунок 3. Калькуляція витрат труда робітників при виконавчій зйомці ліфтових шахт

Група 3 Геодезичне забезпечення з будівництва надземної частини будинку			
3-1-1 Виконавча зйомка ліфтових шахт			
Склад робіт: <i>1. Отримання завдання. 2. Узгодження виконання геодезичних робіт з будівельниками. 3. Установка запобіжних помостів у ліфтових шахтах та їх демонтаж. 4. Установка висків (лазерних ПВП) у місцях, визначених ПВРГ. 5. Лінійні вимірювання від стін ліфтових шахт до висків, контрольні вимірювання між висками (лазерними променями). 6. Складання схем, обчислення нев'язок, оформлення польових журналів. 7. Переходи на ділянці робіт.</i>			
Вимірник: 1 шахта на 1 поверсі			
Таблиця 1			
Шифр ресурсу	Найменування ресурсу	Одиниця виміру	3-1-1
1	Витрати труда робітників-будівельників	люд.-год.	17,97
2	Середній розряд		5,4

Рисунок 4. Ресурсна елементна кошторисна норма для процесу виконавчої зйомки ліфтових шахт

Далі, застосувавши поточні ціни на трудові та матеріально-технічні ресурси, можливо визначити кошторисну вартість відповідних робіт з геодезичного забезпечення будівництва. Така схема розрахунку коректна для випадку, коли геодезичні роботи проводяться незалежно від будівельно-монтажних робіт, тобто за умови відсутності істотного впливу БМР на тривалість, трудомісткість, а отже, і вартість геодезичних робіт.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Единые нормы времени и расценки на изыскательные работы.* Ч. I. Инженерно-геодезические изыскания / Госстрой СССР, Госкомтруд СССР, ВЦСПС. – 2-е изд., доп. и исправл. – М.: Стройиздат, 1983. – 343 с.
2. *Сборник цен на изыскательные работы для капитального строительства/Госстрой СССР.* – М.: Стройиздат, 1982. – 568 с.
3. *Нормирование труда рабочих в строительстве* / Н 83 Е.Ф. Балова, Р.С. Бекерман, Н.Н. Евтушенко и др.; Под ред. Е.Ф. Баловой. – М.: Стройиздат, 1985. – 440 с.

АННОТАЦІЯ

Приведен расчет трудоемкости геодезических работ, применение которого создаст возможность для точного определения стоимости таких работ, а значит выбора эффективного варианта геодезического обеспечения строительства, что обеспечит рациональное использование ресурсов, повышению эффективности работы подрядных организаций, что осуществляют геодезическое обеспечение строительства.

Ключевые слова: Геодезическое обеспечение строительства, определение трудоемкости, техническое нормирование труда, средний разряд работ, сметная стоимость.

ANNOTATION

Calculation of the complexity of geodetic works, the use of which creates the possibility for precise value of such work, and hence the choice of efficient variant of geodetic construction that will promote the rational use of resources, improve efficiency of contractors engaged in construction of geodesic.

Keywords: Geodesic provision of construction, the definition of complexity, technical standardization work, the average level of work, estimated cost.

УДК 721.021.22:744;725.94

С.П. Боднар, КНУ ім. Тараса Шевченка

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ЦИФРОВОЇ ФОТОГРАМЕТРІЇ ПРИ СТВОРЕННІ ВЕЛИКОМАСШАБНИХ КРЕСЛЕНЬ ПАМ'ЯТОК АРХІТЕКТУРИ*

АНОТАЦІЯ

Розглянуто питання створення обмірних креслень пам'яток історико-культурної спадщини з використанням можливостей цифрових фотограмметричних станцій і неметричних фотокамер. Представлені результати розробленої методики і проаналізовані основні переваги використання САПР при складанні цифрових обмірних креслень.

Ключові слова: цифрові фотограмметричні станції, фотограмметричні обміри.

Постановка проблеми. Використання фотограмметричних методів для створення великомасштабних обмірних креслень пам'яток архітектури достатньо вивчене питання. Починаючи з часів А. Мейденбауера, архітектурна фотограмметрія активно розвивалася та на даний час стала одним з основних методів обмірів та моніторингу стану історико-культурної спадщини. В нашій країні питаннями розробки та впровадження в практику методів наземної фотограмметрії в архітектурі займалися Сердюков В.М., Патиченко Г.О, Білоус В.В., Катушков В.О. та інші. В цьому аспекті застосування методів цифрової фотограмметрії набуває особливої актуальності.

Вихідні передумови та постановка завдання. Заміна аналогових фотограмметричних приладів цифровими не відкинула в минуле напрацьований досвід, а примусила по-новому підійти до аналізу можливостей програмного забезпечення цифрових фотограмметричних станцій та провести розробку необхідної методики їх використання. Така методика орієнтована на комп'ютерне проектування реставраційних робіт з використанням можливостей графічних редакторів на основі єдиної лінійки архітектурно-будівельних рішень Autodesk (ArchiCAD, AutoCAD, AutoCAD Civil 3D, Revit Architecture, Revit Structure та ін.) та ґрунтується на можливостях цифрових фотограмметричних станцій, представлених в Україні ЦФС Дельта, Photomod, Талка, модулями ArcGIS

* Кольоровий рисунок 2 до статті див. на стор. 50 93

та ERDAS, програмне забезпечення яких дозволяє обробляти фотознімки, отримані будь-якими фотоапаратами, внутрішні елементи орієнтування яких відомі або ж піддаються визначенню.

Метою дослідження є:

- висвітлення можливостей використання методів цифрової фотограмметрії при створенні обмірних креслень історичних пам'яток;
- вивчення можливостей застосування цифрових камер для виконання наземного стереознімання пам'яток архітектури;
- відпрацювання методики цифрових фотограмметричних обмірів.

Сучасні технології фотограмметрії передбачають використання цифрових фотограмметричних станцій і цифрової фотоапаратури. Цифрова фотограмметрична станція представляє собою програмний комплекс, призначений для фотограмметричної обробки цифрових стереознімків. Сьогодні на світовому ринку представлені більше десятка ЦФС. Кожен з доступних апаратно-програмних комплексів має свої переваги й недоліки, але вибір є, і для вирішення конкретного завдання завжди можна знайти придатний варіант. Що ж стосується цифрової знімальної апаратури, то тут ситуація прямо протилежна. На даний час відбулася заміна аналогових фототеодолітів цифровими знімальними системами, створених на базі професійних та напівпрофесійних цифрових фотоапаратів. Варіант наземного стереофотограмметричного знімання неметричними камерами швидкий і відносно дешевий метод фотографування об'єктів дослідження. Фотознімки, отримані за допомогою цифрових камер, дозволяють одержувати геометричну інформацію з точністю, яка необхідна для документування фасадів будинків та з високою оперативністю проведення польових робіт.

Але значним недоліком цифрових неметричних камер є відсутність інформації про їх точні характеристики, а саме: фокусну відстань, дисторсію, місцезнаходження головної точки, неперпендикулярність площини ПЗЗ-матриці тощо. Це викликає необхідність проведення калібрування камери — процесу визначення елементів внутрішнього орієнтування камери та характеристик дисторсії об'єктива. Розроблені методики калібрування камер [2, 3] надають можливість успішного їх використання.

Цифрові фотограмметричні станції представлені в Україні, в основному, вітчизняною ЦФС "Дельта".

Вихідними матеріалами для цифрової стереофотограмметричної обробки на ЦФС Дельта є:

- цифрові фотознімки об'єкта, отримані шляхом перетворення аналогових фотознімків у цифрову форму на фотограмметричних сканерах або відзняті безпосередньо цифровими фотокамерами;
- матеріали планово-висотної підготовки знімків, які включають каталог координат опорних точок та величини контрольних відрізків, отриманих геодезичними методами.

Орієнтування на ЦФС "Дельта", а також його програмне забезпечення в питаннях обробки наземних стереофотознімків, поставило ряд запитань, вирішення яких дали наступні результати:

- виконання польових фотознімальних робіт зводиться до загального випадку зйомки, за якого граничні величини кутових елементів орієнтування знімків α і ω повинні знаходитися в межах 15° [1];
- можлива обробка знімків будь-яких розмірів з приведенням їх до .tiff формату растрових зображень;
- стереоскопічний збір інформації проводиться в ручному режимі з отриманням матеріалів векторної графіки у вигляді поліліній, полігонів чи інших графічних примітивів;
- креслення фронтальних планів зберігаються у форматі .dmf з фіксацією координат у заданій системі координат споруди та можливістю конвертації для обробки в інших пакетах САПР або ГІС через перехідні формати без втрати інформативності.

Відомо, що в фотограмметрії точність отримання кінцевих результатів збільшується з підвищенням якості вихідної інформації, тобто збільшенням масштабу фотознімків та зменшенням розміру пікселя при скануванні зображень. Це дозволяє обробляти матеріали наземного стереознімання з складанням фронтальних просторових креслень в реальних розмірах об'єкта дослідження та з значною деталізацією дрібних елементів декору. Рядом з цим, враховуючи масштаб зйомки, який при зніманні в міських умовах знаходиться в межах 1:200 — 1:400, отримуємо зображення стереомоделі в крупних масштабах. Використовуючи можливості цифрового збільшення фотографічного зображення в програмному середовищі ЦФС "Дельта" до 128° , стало можливим обробляти дрібні деталі стереомоделей пам'яток архітектури з отриманням заданої точності вимірювань. Наявність спеціальних функцій яскравісної корекції дозволяють отримувати якісні результати при сте-

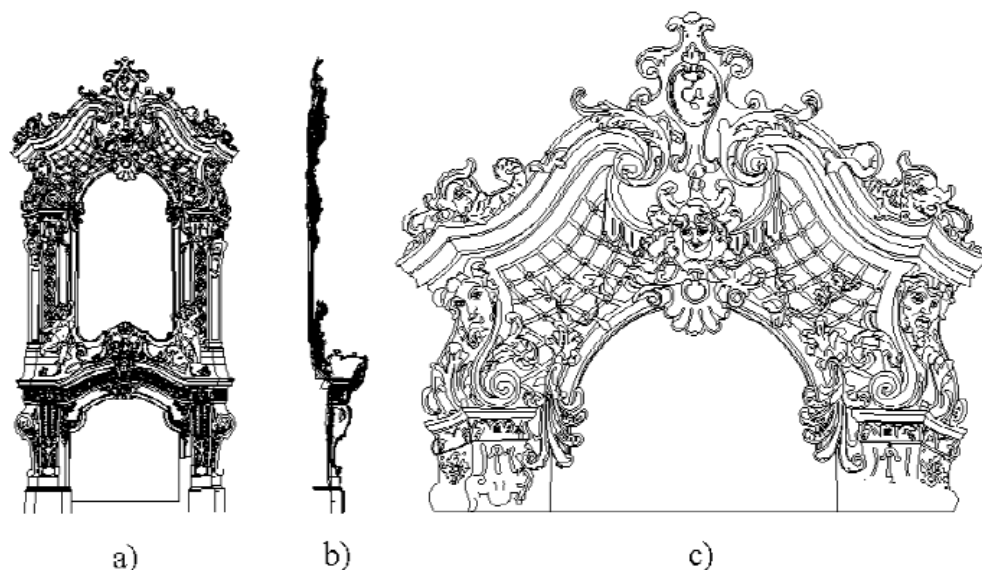


Рис.1. Фрагменти інтер'єрів Одеського оперного театру. а) фронтальний план; б) поворот каркасної моделі навколо осі Y; в) збільшений фрагмент векторного плану

реоскопічній обробці моделей в "проблемних" зонах знімків. При цьому відпадає необхідність у проміжних етапах фотографічної обробки знімків та графічних побудов, які приводять до зменшення точності кінцевої продукції.

Важливим елементом цифрової технології, крім спрощення і прискорення фотознімального процесу, є також і його польове геодезичне забезпечення. Геометрична точність кінцевого результату стереофотограмметричних обмірів по цифрових знімках залежить від точності побудови геодезичної мережі й методів контрольних вимірювань. Використання безвідбивачевих електронних тахеометрів із кутовою точністю не більше 5" і точністю вимірювання відстаней 3+2 ppm (типу Sokkia SET 330RK) дозволяє прискорити та частково автоматизувати процес контрольних геодезичних вимірювань. Результат спостережень отримують безпосередньо в полі в заданій системі координат та з можливістю проведення оперативного контролю та моніторингу даних. Використання маркування контрольних точок спеціальними світловідбивними марками приводить до збільшення надійності результатів та зменшення кількості контрольних геодезичних вимірів. Самі ж геодезичні роботи, проведення яких в умовах міста та будівельних майданчиків досить проблематичне, зводяться до визначення координат опорних точок та проведення спрощених варіантів вимірювання контрольних точок та відрізків на фасадах споруд.

Значним кроком зазначеної технології стало та-

кож застосування наземного стереознімання з "вісячих" станцій методом "фотографування з руки". Це пов'язано з послабленням вимог до виконання фотографування з базисів, переходом до загального випадку стереознімання та можливістю сучасних цифрових камер.

Орієнтування користувачів та безпосередніх виконавців на використання програмного забезпечення та редакцію даних в AutoCAD, ArchiCAD, MicroStation та інших САПР, дозволяють отримати тривимірні реконструкції архітектурних пам'яток, їх інтер'єрів з високою якістю та деталізацією (див. рис. 1, 2).

Основою розв'язання задачі редагування та складання креслень стала можливість проведення графічних побудов з аналітичною точністю або іншими словами — з виконанням графоаналітичного моделювання. При цьому побудова фронтальних планів споруд, розрізів та перерізів виконується з розбиттям графічного моделювання по складових площинах (двовимірне моделювання), об'єднуючи частини в кінцевий цифровий варіант каркасного плану за спільними точками контурів. Така методика створення цифрових креслень дозволила проводити редакційні роботи з тривимірними зображеннями в стислі строки.

Висновок. На основі проведення досліджень та практичного досвіду виконання фотограмметричних обмірних робіт до переваг цифрової технології обробки фототеодолітних знімків, можна віднести:

- можливість обробки фотозображення, отриманого з наземних станцій методом "фотографування з руки".

маного різними (аматорськими і прецензійними) аналоговими та цифровими системами;

- врахування дисторсії, цифрове трансформування та попередня корекція фотозображення для наступної фотограмметричної обробки;

- обробка стереомоделей об'єктів дослідження в інтерактивному режимі з можливостями значного збільшення растрового зображення та з вибором довільного масштабу цифрових планів;

- створення цифрових моделей поверхонь об'єктів з варіантами їх проектування на довільну вибрану площину;

- за допомогою САПР стало можливим графічне моделювання та вирішення різних інженерних завдань практично в необмеженому просторі із завданням необхідної дискретності відліків від сочень метрів до міліметра.

Але незважаючи на очевидні переваги комп'ютеризованої обробки стереомоделей, залишається достатньо великий об'єм ручного стереоскопічного збору інформації та редакторської роботи. Це ставить нові задачі для пошуку варіантів автоматизованої просторової векторизації стереомоделей будівель.

Практична цінність досліджень. Застосування сучасних методів виконання обмірів і вимірювальної техніки дозволяє досягти зовсім нової якості кінцевих матеріалів та одержати над традиційними графічними матеріалами серйозні переваги, а саме:

- реальне відображення конфігурації об'єкта будь-якої складності;

- проведення орієнтування всіх частин об'єкта в єдиній системі координат, що дозволяє погоджувати їх в просторі та по відношенню один до одного;

- представлення в цифровій формі розмірів об'єкта в реальному масштабі 1:1;

- можливість пошарового поділу інформації в векторному кресленні, що дозволяє в одному файлі зберігати велику кількість найрізноманітнішої інформації;

- безвідбивачева електронна тахеометрія дозволяє проведення координування опорних точок на видимих, але недоступних конструкціях фасадів та інтер'єрів будівель з однієї точки стояння та надає можливість швидкого й точного визначення координат опорних точок, контрольних відрізків з високою точністю і в заданих одиницях вимірювання;

- одержання метричної основи для створення обмірних креслень та різноманітних цифрових моделей.

Апробація розглянутої методики стереофотог-

рамметричного знімання із використанням ЦФС "Дельта" проведена на багатьох пам'ятниках історико-культурної спадщини: у м. Києві — театр імені Івана Франка, Успенський собор Києво-Печерської лаври, Маріїнський палац, Караїмська кенаса; Одеський оперний театр та у м. Севастополі - Володимирський собор, а також ряду архітектурних пам'яток житлової забудови в згаданих містах, що показало високу ефективність використання її в умовах забудови міст та при виконанні знімання інтер'єрів в просторово обмежених умовах приміщень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Білоус В.В., Боднар С.П. Оптимізація схеми фотограмметричної зйомки споруд. // Національне картографування: Стан, проблеми та перспективи розвитку. Зб. наук. праць. — К.: ДНВП "Картографія", 2003. — С. 263-266.

2. Готов В, Пашетник О. Спосіб визначення планових елементів внутрішнього орієнтування цифрових неметричних знімальних камер. // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. Зб. наук. праць. — Львів: ВНУ "Львівська політехніка", 2009. - № II (18) - С. 75-79.

3. Купко В.С., Лукін І.В., Власова І.О. Атестація неметричних цифрових фотокамер на метрологічному стенді. // Вісник геодезії та картографії. — 2009. — №1 (58) — С. 24-27

АННОТАЦІЯ

Рассмотрен вопрос создания обмерных чертежей достопримечательностей историко-культурного наследия с использованием возможностей цифровых фотограмметрических станций и неметрических фотокамер. Представленные результаты разработанной методики и проанализированы основные преимущества использования САПР при составлении цифровых обмерных чертежей. Ключевые слова: цифровые фотограмметрические станции, фотограмметрические обмеры.

ANNOTATION

The creation question obmerных drawings of sights of a historical and cultural heritage with use of possibilities digital photogrammetric stations and not metric cameras is considered. The presented results of the developed technique also are analysed the basic advantages of use САПР at drawing up digital obmerных drawings. Keywords: digital photogrammetric stations, photogrammetric measurements.