

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

ence proceedings of the VII international scientific-technical conference of students, postgraduates and young researchers. (Donetsk, 2011), pp. 164–168 (in Ukrainian).

6. Won Oh Lee, Yeong Gon Kim, Hyung Gil Hong and Kang Ryoung Park (2014). *Face Recognition System for Set-Top Box-Based Intelligent TV. Sensors 2014*, issue 14, pp. 21726–21749. doi:10.3390/s141121726.

7. *Neural network toolbox*. Retrieved from: <http://www.mathworks.com/help/nnet/index.html>.

8. Lemish, S. V., Husev, O. O., Revko, A. S. (2013). Zavadostiika systema peredachi danykh dlia sylovoho peretvoriuvacha [Anti-interference data transmission system for power converter]. *Visnyk Chernihivskoho derzhavnogo tekhnolohichnoho universytetu – Journal of Chernihiv state technological university. Series «Engineering science»*. Chernihiv: ChDTU, 2013. № 1 (63). – S. 192–199 (in Ukrainian).

9. Denisov, Iu. O., Revko, A. S. (2005). Reversivnyi kvazirezonzansnyi impulsnyi preobrazovatel s tcfirovoi sistemoi upravleniia [Reversible switching quasi-resonant converter with a digital control system]. *Tekhnichna elektrodynamika, tematychnyi vypusk: sylova elektronika ta enerhoefektyvnist» - Technical Electrodynamics, thematic issue: Power electronics and energy efficiency*, part 4, pp. 50–53 (in Russian).

**Ревко Анатолій Сергійович** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри промислової електроніки, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 92, м. Чернігів, 14027, Україна).

**Ревко Анатолій Сергеевич** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры промышленной электроники, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 92, г. Чернигов, 14027, Украина).

**Revko Anatolii** – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Industrial Electronic Department, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

**E-mail:** gudrunas.ch@gmail.com

**Фесенко Артем Петрович** – магістр, кафедра промислової електроніки, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 92, м. Чернігів, 14027, Україна).

**Фесенко Артём Петрович** – магистр, кафедра промышленной электроники, Черниговский национальный технологический университет (ул. Шевченко, 92, г. Чернигов, 14027, Украина).

**Fesenko Artem** – master, Industrial Electronic Department, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine).

**E-mail:** asr@inel.stu.cn.ua, gudrunas.ch@gmail.com

УДК 528.48

*Тетяна Малік, Всеволод Бурачек, Ярослав Брик*

## МЕТОД АВТОМАТИЧНОГО ГЕОДЕЗИЧНОГО СУЦІЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ДЕФОРМАЦІЙ ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД

*Tat'jana Malik, Vsevolod Burachek, Yaroslav Bryk*

## МЕТОД АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО СПЛОШНОГО КОНТРОЛЯ ДЕФОРМАЦИЙ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*Tetiana Malik, Vsevolod Burachek, Yaroslav Bryk*

## METHOD AUTOMATIC GEODETIC TOTAL CONTROL DEFORMATION OF ENGINEERING STRUCTURES

*Розглянуто метод автоматичного геодезичного суцільного контролю деформацій інженерних споруд, в основі якого лежить спосіб побудови оптико-електронної створної лінії на основі фотоелектричного ланцюга деформаційних марок. Результатом запропонованого методу контролю деформацій інженерних споруд є підвищення точності вимірювання деформацій і суцільне охоплення контрольними вимірюваннями всього об'єму інженерної споруди, включаючи всі внутрішні конструкції, а також підвищення оперативності контролю деформацій.*

**Ключові слова:** автоматичний контроль деформацій споруд, створна лінія.

*Рис.: 5. Бібл.: 14.*

*Рассмотрено метод автоматического геодезического сплошного контроля деформаций инженерных сооружений, основой которого является способ построения оптико-электронной створной линии, базирующейся на фотоэлектрической цепи деформационных марок. Результатом предложенного метода контроля деформаций инженерных сооружений является повышение точности измерений деформаций и сплошной охват контрольными измерениями всего объема инженерного сооружения, включая все внутренние конструкции, а также повышение оперативности контроля деформаций.*

**Ключевые слова:** автоматический контроль деформаций сооружений, створная линия.

*Рис.: 5. Библ.: 14.*

*This article includes method automatical continuous geodetic deformation of engineering structures based on a method of constructing the line of alignment based on the photoelectric circuit expansion marks. The result of the proposed method for monitoring deformation in engineering structures is to increase the accuracy of measurements of deformations and continuous coverage of the control measurements of the continuous cover of engineering construction, including all internal structures, as well as increasing the efficiency of control deformations.*

**Key words:** automatical control deformation structures, clearing line.

*Fig.: 5. Bibl.: 14.*

**Огляд попередніх публікацій і постановка проблеми.** Відомі традиційні способи й засоби визначення деформацій споруд, у тому числі створні, створно-оптичні, струнні, струнно-оптичні [1; 12], високоточне інженерно-геодезичне нівелювання [6], а також способи геодезичної засічки [6]. Основними недоліками цих способів є великий об'єм ручної праці, відсутність оперативності контролю. Також на сьогодні в Україні і за кордоном застосовують автоматизовані системи моніторингу деформацій інженерних споруд, основані на комбінованому застосуванні сучасних геодезичних приладів і пристроїв, таких як: електронні тахеометри, GNSS-приймачі, інклінометри, різні види датчиків [7; 8; 11; 13; 14]. Недоліками цих систем є їх складність, недостатня точність внаслідок неможливості вимірювання безпосередньо величини деформацій конструкцій споруди, крім того, електронні тахеометри і GNSS-приймачі мають складності під час їх розташування й закріплення на споруді, високу вартість і недостатню захищеність від вандалізму [5].

У [10] описано спосіб побудови створної лінії на основі фотоелектричного ланцюга деформаційних марок (ДМ), який є основою цього методу. Недоліками способу [10] є відсутність додаткового контролю величини зміщення деформаційних марок і суцільного контролю деформацій у всьому об'ємі інженерної споруди.

Як аналог приймаємо спосіб [10], що має загальний принцип із запропонованим методом (оптико-електронний зв'язок деформаційних марок), а як прототип – спосіб [7] (загальна ознака – суцільний контроль деформацій не геодезичними методами).

**Мета статті.** Ефективним рішенням задачі контролю деформацій інженерних споруд є створення методу автоматичного геодезичного суцільного контролю деформацій інженерних споруд, що забезпечує вимірювання величин деформацій споруди у всьому її об'ємі з підвищеною точністю й оперативністю.

**Викладення основного матеріалу.** Поставлене завдання вирішується за рахунок створення методу автоматичного геодезичного суцільного контролю деформацій інженерних споруд. Цей метод оснований на технології автоматичного вимірювання деформацій за допомогою створної оптико-електронної лінії із взаємним візуванням приладів. Оптико-електронні (ОЕ) створні лінії формують у три пучка паралельних регулярних ліній, напрямки яких орієнтують за трьома головними осями споруди, таким чином з точок перетину створних ліній утворюють 3D об'ємну просторову матрицю, яка складається з множини матриць  $M^{3D} = M_x \cdot i + M_y \cdot j + M_z \cdot k$ , де  $i = (\overline{1, n})$ ,  $j = (\overline{1, m})$  і  $k = (\overline{1, e})$  – число матриць, відповідно  $M_x$ ,  $M_y$  і  $M_z$  – по осям споруди  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ . При цьому в безпосередній близькості до точок перетину ліній розміщують шестиканальні ОЕ прилади з цифровими камерами, які контролюють деформації за напрямками, перпендикулярними до створних ліній по осях  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ . Об'ємними пікселями просторової матриці  $M_{x,y,z}^{3D}$  є малі області елементів споруди, центральні точки яких – є точками перетину створних ліній.

Результатом є підвищення точності вимірювання деформацій і суцільне охоплення контрольними вимірюваннями всього об'єму інженерної споруди, включаючи всі внутрішні конструкції, а також підвищена оперативність контролю деформацій.

Цей метод реалізується за допомогою системи, опис якої наведено в [2]. Основною складовою ланкою цієї системи геодезичного контролю є ланцюг ОЕ деформаційних марок, що утворює створну лінію [4].

На рис. 1 показано узагальнену схему ОЕ створної лінії на лінійній ділянці інженерної споруди, яка складається з ОЕ приладів–деформаційних марок [2].

На схемі (рис. 1) позначено основні блоки створної лінії [2]:

1, 2, 3, ...  $n-1$ ,  $n$  – ОЕ прилади – ДМ;

$I$ ,  $II$  – візирні марки опорних геодезичних знаків створу;

4 – об'єкти цифрових фотокамер, встановлених в оправах;

5 – блоки подвійних фотоелектричних матриць;

6 – система оброблення даних за виміряними деформаціями;

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

- 7 – блок реєстрації, перетворення й оброблення інформації;
- 8 – блок індикації;
- 9 – блок запису й зберігання інформації;
- 10 – блок оцінювання стану міцності конструкції;
- 11 – блок моніторингу осадки  $\Delta Z$  ;
- 12 – блок моніторингу деформацій просторової мережі  $\Delta X$  ,  $\Delta Y$  ,  $\Delta Z$  ;
- 13 – блок оцінювання техногенної ситуації;
- 14 – блок сигналізації та оповіщення;
- 15 – засоби зв'язку.

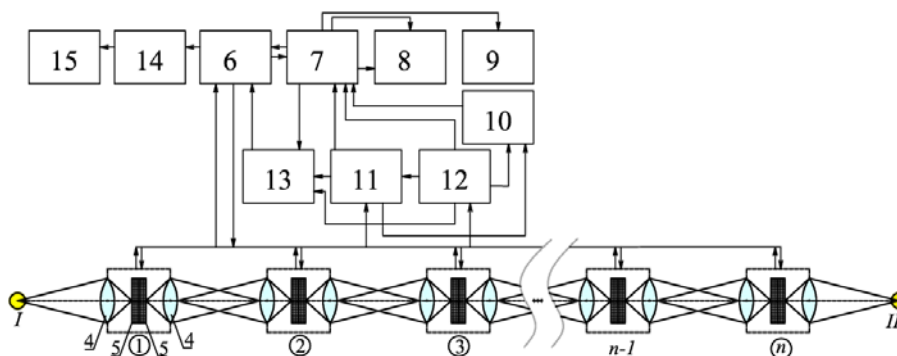


Рис. 1. Схема оптико-електронної створної лінії на лінійній ділянці інженерної споруди

Під час включення системи, в результаті взаємного візування приладів 1, 2, 3, ...,  $n-1$ ,  $n$ , на матриці 4 утворюються відліки, за результатами яких виконується оброблення в блоці 6 та обчислюються величини змін координат деформаційних марок.

Конструкція ОЕ приладу–ДМ схематично представлена на рис. 2 [2], де позначено:

- 4 – об'єктиви цифрових фотокамер, встановлених в оправах;
- 5 – блоки подвійних фотоелектричних матриць;
- 16 – світлові елементи кільцевих джерел світла;
- 17 – світлові потоки від візирних марок;
- 18 – основа ОЕ приладу;
- 19 – корпус ОЕ приладу.

$L - L'$  – загальна створна вісь системи, що складається з ОЕ приладів.

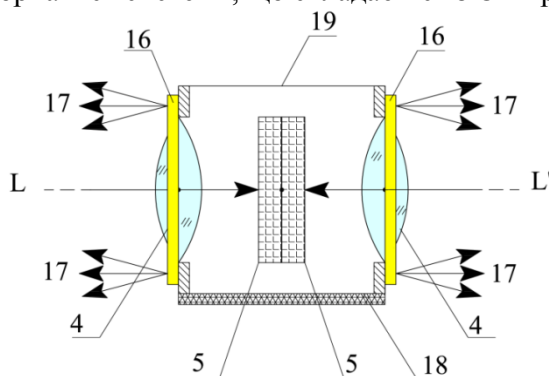


Рис. 2. Схема конструкції деформаційної марки

Щоб виміряти величину відхилення приладів від створу лінії, необхідно виміряти величину лінійного зсуву зображення пучка променів, сформованого об'єктивом у робочій площині фотоприймача. При цьому світлові потоки від візирних марок падають на об'єктиви, які фокусують зображення марок на мішенях фотоприймачів [2].

З фотоприймачів через блок управління 6 у блок оброблення інформації 7 потрапляють електричні сигнали про величини відхилень зображень марок від номінального положення,

зафіксованого в пам'яті пристрою (в блоці 9) при первинному включенні системи (рис. 1) [2].

При горизонтальному розташуванні осі схеми (рис. 2) отримують суми відліків на фотоприймачах (матрицях) 5, які дорівнюють нулю.

ОЕ канали 1 і 2 приймають світлові промені (вектори  $\bar{A}_1$  і  $\bar{A}_2$ ), що йдуть від візирних марок  $BM_1$  і  $BM_2$ , через об'єктиви  $O_1$  і  $O_2$ , які формують зображення візирних марок відповідно на фотоприймальних матрицях  $M_1$  і  $M_2$  та утворюють з векторами візирних осей приладу  $\bar{V}_1$  і  $\bar{V}_2$  малі кути  $\Psi_1$  і  $\Psi_2$  (рис. 3) [2; 4].

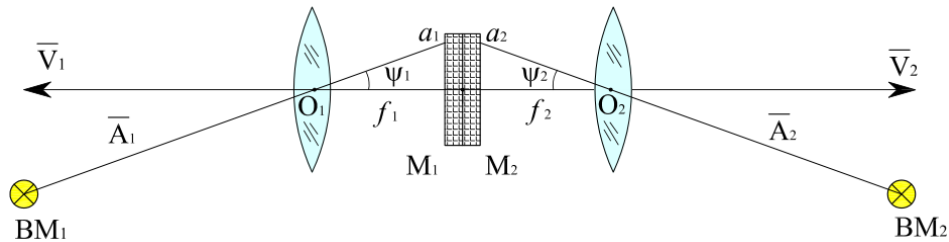


Рис. 3 Схема двоканального оптико-електронного приладу

Отримані зображення візирних марок  $BM_1$  і  $BM_2$  на матрицях  $M_1$  і  $M_2$  перетворюються в електричні сигнали з відліками  $a_1$  і  $a_2$  точок проєкції променів  $\bar{A}_1$  і  $\bar{A}_2$  на двох осях кожної

з матриць (рис. 3). Кут між векторами  $\bar{A}_1$  і  $\bar{A}_2$  буде дорівнювати  $\beta = 180^\circ - \left( \frac{a_1 \cdot \rho''}{f_1} + \frac{a_2 \cdot \rho''}{f_2} \right)$ , де  $f_1 = f_2 = f$  – фокусні або робочі відстані об'єктивів  $O_1$  і  $O_2$  камер приладу,  $\rho = 206265''$ ; отже  $\beta = 180^\circ - \frac{(a_1 + a_2)}{f} \rho''$  [2].

У [3] наведено доказ важливої властивості приладу-ДМ – нечуттєвість його до нахилів і поворотів на малі кути, тобто при будь-яких відхиленнях приладу на кут між векторами променів (направлених на центри візирних марок) кут завжди буде дорівнювати сумі відліків на суміжних лініях подвійної фотоприймальної матриці, тобто

$$\beta_{i+1} = 180^\circ - \frac{(a_i'' + a_{i+2}'')}{f} \rho'',$$

де  $\beta_{i+1}$  – кут при вершині в точці встановлення приладу  $i+1$ ;

$a_i''$ ,  $a_{i+2}''$  – відліки по лінії матриць приладу  $i+1$  під час візування на приладі  $i$  і  $i+2$ ;

$f$  – фокусні відстані об'єктивів оптико-електронних камер приладу;

$\rho = 206265''$ .

Тут, застосовуючи двоканальні марки (рис. 3) вздовж створної лінії, маємо лінійно-кутовий хід з кутами  $\beta_i$ , близькими до  $180^\circ$  у вершинах 2, 3, ...,  $n-1$ . Цей хід спирається на дві опорні марки [9].

Таким чином, рішення задачі створних вимірювань у цьому випадку зводиться до визначення величини деформацій елементів конструкції споруди відносно їх початкового положення, при цьому, враховуючи близькість деформаційних марок до створної лінії, можна відраховувати деформації елементів за напрямками, перпендикулярними до створної лінії, від створної лінії або від проєктної лінії відповідної осі інженерної споруди.

Перехід від окремих створних ліній-ланцюгів ДМ до просторової ОЕ мережі ДМ пов'язаний із застосуванням шестиканальних ОЕ приладів ДМ, кожний з яких має три двоканальні блоки подвійного взаємного візування. Схему такого блока з орієнтацією по напрямку осей інженерної споруди  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  показано на рис. 4.

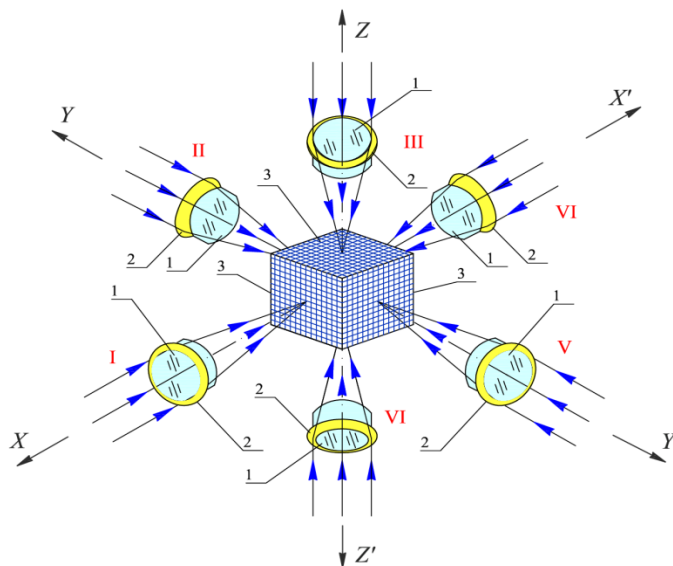


Рис. 4. Схема шестиканального оптико-електронного приладу-ДМ: 1 – об’єктиви цифрових камер; 2 – світлові елементи кільцевих джерел світла (візирна марка); 3 – багатоелементні фотоприймачі (матриці)

Під час використання шестиканальних ОЕ приладів (рис. 4) з розташуванням візирних осей каналів, паралельних головним осям споруди, в трьохосній системі координат  $X, Y, Z$  отримуємо в об’ємі споруди три паралельних пучка створних ліній по напрямкам головних осей.

На рис. 5 на прикладі утворення пучка паралельних створних ліній по напрямку осі  $X$  показано принцип побудови системи трьох паралельних пучків проектних створних ліній в об’ємі споруди, при цьому кожний пучок складається з дев’яти створних ліній. Пучок ліній ( $X$ ) перетинає пучки створних ліній по напрямкам осей  $Y$  і  $Z$ , які знаходяться в площинах, паралельних площині  $YOZ$ , при цьому на перетині створних ліній цих трьох пучків утворюються так звані деформаційні точки  $q_{x_i, y_j, z_k}$  ( $i = 1, n, j = 1, m, k = 1, e$ ), де  $i, j, k$  – число точок на відповідній створній лінії.

У зоні перетину кожної трійки створних ліній (по напрямкам осей  $X, Y, Z$ ) встановлюють шестиканальні деформаційні оптико-електронні марки, тим самим утворюють об’ємну просторову геодезичну мережу ДМ. Інакше кажучи, деформаційні марки не знаходяться точно на лінії проектних створних ліній інженерної споруди, тому за початкові відліки точок  $q_{x_i, y_j, z_k}$  приймають нульові значення по всім точкам на проектних лініях.

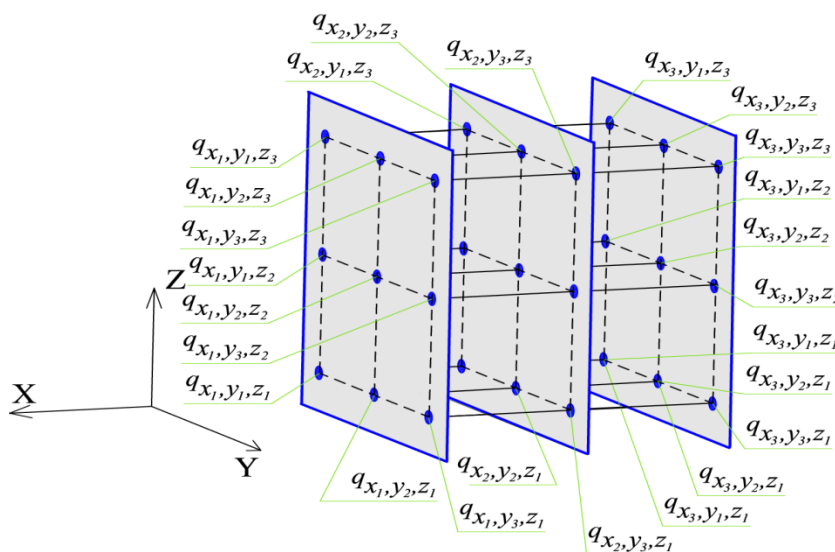


Рис. 5. Об’ємна просторова геодезична мережа ДМ

Отже, будемо вважати, що в просторовій геодезичній мережі деформаційні марки знаходяться в точках перетину пучків створних ліній.

Організацію цієї геодезичної мережі з позиції теорії множин можна описати як об'ємну трьохмірну деформаційну матрицю 3D. Множина деформаційних матриць  $Q$  включає в себе підмножини паралельних регулярних пучків проектних створних ліній деформаційних марок інженерної споруди:  $Q_X$ ,  $Q_Y$  і  $Q_Z$ :  $Q_X \in Q$ ;  $Q_Y \in Q$ ;  $Q_Z \in Q$ , орієнтованих по трьом напрямкам системи координат інженерної споруди. Кожна з цих підмножин  $Q_X$ ,  $Q_Y$  і  $Q_Z$  містить підмножини ланцюгів створних ліній ДМ:

$$Q_X^{(YZ)}, Q_Y^{(ZX)}, Q_Z^{(XY)},$$

при цьому перетин цих підмножин має вигляд:

$$\bigcap_{\substack{m=1 \\ i=1 \\ j=1 \\ k=1}}^{nml} Q_{(X,Y,Z)} = Q_X \cap Q_Y \cap Q_Z, \{x_p: p = \overline{1, n}, y_r: r = \overline{1, m}, z_s: s = \overline{1, e}\},$$

і, нарешті, кожний ланцюг – створна лінія ДМ  $Q_X^{(YZ)}$ ,  $Q_Y^{(ZX)}$  і  $Q_Z^{(XY)}$  є підмножиною, що складається з елементів  $q_{x_i, y_j, z_k}$ :

$$\left. \begin{aligned} q_{x(yz)} &\in Q_X^{(yz)}, \\ q_{y(zx)} &\in Q_Y^{(zx)}, \\ q_{z(xy)} &\in Q_Z^{(xy)}. \end{aligned} \right\},$$

$$\{q_{xyz}: q_{xyz} = Q_X^{(yz)} \cap Q_Y^{(zx)} \cap Q_Z^{(xy)}, \Delta q_{xyz} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2}\},$$

тобто елементи  $q$ , утворені перетином створних ліній деформаційних марок, і є точками відліку для визначення відхилень  $\Delta q_{x_i, y_j, z_k}$ .

Множини елементів  $q_{x_i, y_j, z_k}$  можна представити як просторову фізичну матрицю 3D, яка складається з підмножин плоских матриць  $M_{X_i}$ ,  $M_{Y_j}$  і  $M_{Z_k}$ , кожна з яких міститься відповідно в площинах  $ZOY - i$ ,  $ZOX - j$ ,  $XOY - k$  матриць. Кожна з матриць містить відхилення  $\Delta q$  по осям  $X, Y, Z$ , при цьому відхилення по осі, перпендикулярній до площини матриці, можуть бути відображені у вигляді ізолінії подібно зображенню горизонталей на топографічному плані.

Об'єднання цих підмножин має вигляд:

$$\bigcup^{XYZ} M^{3D} = M_X \cup M_Y \cup M_Z.$$

До складу інженерно-геодезичного моніторингу складної інженерної споруди для рішення задачі просторового дослідження деформацій може бути включена система, подібна ГІС з автоматизацією оброблення даних у реальному масштабі часу й візуалізацією деформаційної ситуації.

**Висновок.** Таким чином, метод автоматичного тотального геодезичного контролю деформацій інженерних споруд дозволяє здійснювати геодезичний контроль усього внутрішнього об'єму конструкції споруди в автоматичному режимі й реальному масштабі часу, підвищити точність контролю, а також рівень техногенної безпеки для персоналу та цінного обладнання.

#### Список використаних джерел

1. Боровий В. О. Автоматизація геодезичних вимірювань / В. О. Боровий, Л. В. Борисюк, В. Г. Бурачек; під ред. В. О. Борового. – Чернігів: Чернігівські обереги, 2004. – 368 с.

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

2. Бурачек В. Г. Автоматизированная система точного геодезического контроля деформаций инженерных сооружений / В. Г. Бурачек, Т. Н. Малик, О. В. Лиховолов // Проектирование развития региональной сети железных дорог : сб. науч. тр. / под ред. В. С. Шварцфельда. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2015. – Вып. 3. – С. 86–98.
3. Бурачек В. Г. Про похибки вимірювань цифровою камерою при неузгодженості ортонормованих базисів приладової і геодезичної систем / В. Г. Бурачек, Т. М. Малік, В. Ю. Беленок // Інженерна геодезія. – 2012. – № 58. – С. 208–223.
4. Дослідження шляхів підвищення точності геодезичних систем за рахунок створення нових оптико-електронних схем вимірювань: звіт про НДР (заключ.). – № ДР 0113U003666 / Чернігівський державний інститут економіки і управління, Приватний вищий навчальний заклад Університет новітніх технологій; керівник роботи В.Г. Бурачек; виконавці: В.Г. Бурачек, Т.М. Малік, Д.В. Хомушко, В.Ю. Беленок. – К., 2013. – 172 с.
5. Евстафьев О. В. Проблемы установки и сохранности оборудования автоматизированных систем деформационного мониторинга [Электронный ресурс] / О. В. Евстафьев, А. И. Ященко // Инжиниринговый центр ГФК. – М., 2010. – Режим доступа : [http://www.icentre-gfk.ru/data/save\\_obdefmon\\_02\\_2010\\_z.pdf](http://www.icentre-gfk.ru/data/save_obdefmon_02_2010_z.pdf).
6. Зайцев А. К. Геодезические методы исследования деформаций сооружений / А. К. Зайцев, С. В. Марфенко, Д. Ш. Михелев. – М. : Недра, 1991. – 272 с.
7. Идиатуллин Д. Р. Система мониторинга состояния несущих конструкций реального времени (СМИК) [Электронный ресурс] / Д. Р. Идиатуллин, В. И. Клещин // Предотвращение аварий зданий и сооружений. – № ФС77-35253. – Режим доступа : <http://www.pamag.ru/prensa/smik-rv>.
8. Ковтун В. Современный геодезический мониторинг – основа возведения и безопасной эксплуатации высотных зданий / В. Ковтун, Л. Чаплинская // Геопрофи. – М., 2011. – С. 20–22.
9. Мазин И. Д. Инженерно-геодезические работы при реконструкции промышленных объектов : справочное пособие / И. Д. Мазин. – М. : Недра, 1991. – 216 с.
10. Патент України на винахід 85229. Спосіб автоматичного контролю техногенної безпеки магістральних нафтогазопроводів; опубл. 12.01.2009, Бюл. № 1.
11. Хиллер Б. Автоматизированная система деформационного мониторинга (АСДМ) на Саяно-Шушенской ГЭС / Б. Хиллер, И. В. Сухов, В. Т. Ли // Гидротехника. – Санкт-Петербург, – 2015. – № 2. – С. 12–15.
12. Ямбаев Х. К. Высокоточные створные измерения / Х. К. Ямбаев. – М. : Недра, 1986. – 264 с.
13. Ященко А. И. От водяного уровня до высокоточного инклинометра / А. И. Ященко // Геопрофи. – 2010. – № 4. – С. 17–19.
14. Cranenbroeck J. State of the Art in Structural Geodetic Monitoring Solutions for Hydro Power Plant / J. van Cranenbroeck // FIG Working Week 2011 Bridging the Gap between Cultures Marrakech, Morocco, 2011.

## References

1. Borovyi, V. O. (ed.), Borysiuk, L. V., Burachek, V. H. (2004). *Avtomatyzatsiia heodezychnykh vymiryuvan [Geodesic measurements automation]*. Chernihiv: Chernihivski oberehy, 368 p. (in Ukrainian).
2. Burachek, V. G., Malik, T. N., Likhovolov, O. V. (2015). Avtomatizirovannaia sistema tochnogo geodezicheskogo kontroliia deformatcii inzhenernykh sooruzhenii [Automated system for precise geodetic deformation control of engineering structures]. *Proektirovanie razvitiia regionalnoi seti zhelezykh dorog: sb. nauch. tr. – Planning development of the regional rail network: Scientific papers collection* (Shvartfeld, V. S. (eds.). Khabarovsk: Izd-vo DVGUPS, 2015. issue 3, pp. 86–98 (in Ukrainian).
3. Burachek, V. H., Malik, T. M., Belenok, V. Yu. (2012). Pro pokhybky vymiryuvan tsyvrovoiu kameroiu pry neuzghodzhenosti ortonormovanykh bazysiv prykladovoi i heodezychnoi system [On digital camera measurement accuracy with inconsistencies orthonormal bases of instrument and geodetic systems]. *Inzhenerna heodeziia – Engineering Geodesy*, no. 58, pp. 208–223 (in Ukrainian).
4. Burachek, V. G., Malik, T. N., Khomushko, D.V., Belenok V.Iu. (2013). Doslidzhennia shliakhiv pidvyschennia tochnosti heodezychnykh system za rakhunok stvorennia novykh optyko-elektronnykh skhem vymiryuvan. *Zvit pro NDR (№0113U003666) – Scientific research reports*. Chernihivskiy derzhavnyi instytut ekonomiky i upravlinnia, Pryvatnyi vyshchyi navchalnyi zaklad Universytet novitnikh tekhnolohii, 172 p. (in Ukrainian).
5. Evstafev, O. V., Iashchenko, A. I. (2010). Problemy ustanovki i sokhrannosti oborudovaniia avtomatizirovannykh sistem deformatcionnogo monitoringa [Installation and safety of the automated deformation monitoring equipment issues]. *Inzhiniringovyi tcentr GFK. – Engineering centre GFK*. Retrieved from: [http://www.icentre-gfk.ru/data/save\\_obdefmon\\_02\\_2010\\_z.pdf](http://www.icentre-gfk.ru/data/save_obdefmon_02_2010_z.pdf).
6. Zaitcev, A. K., Marfenko, S. V., Mikhelev, D. Sh. (1991). Geodezicheskie metody issledovaniia deformatcii sooruzhenii [Geodetic methods of deformation structures examining]. Moscow: Nedra, 272 p. (in Russian).
7. Idiatullin, D. R., Kletcin, V. I. Sistema monitoringa sostoiianiia nesushchikh konstrukticii realnogo vremeni (SMIK) [Condition monitoring system supporting real-time structures (SMIC)]. *Predotvrashchenie avarii zdani i sooruzheni – The prevention of accidents in buildings and constructions*, no. FS77-35253. Retrieved from: [www.pamag.ru/prensa/smik-rv](http://www.pamag.ru/prensa/smik-rv). s. (in Russian).
8. Kovtun, V., Chaplinskaia, L. (2011). Sovremennyi geodezicheskii monitoring – osnova vozvedeniia i bezopasnoi ekspluatatsii vysotnykh zdani [Modern geodetic monitoring - the basis of construction and safe operation of high-rise buildings]. *Geoprofi – Geospatial technologies*. Moscow, pp. 20–22 (in Russian).
9. Mazin, I. D. (1991). *Inzhenerno-geodezicheskie raboty pri rekonstrukcii promyshlennykh obektov: spravochnoe posobie – Engineering and geodesic works in the reconstruction of industrial objects: a reference guide*. Moscow: Nedra, 216 p. (in Russian).



10. Borovyi, V. O., Buravliev, Y. P., Burachek, V. H., Krysenko, M. V. (2009). *Sposib avtomatyzhnogo kontroliu tekhnogennoi bezpeky mahistralnykh naftohazoprovodiv [Method for automated control of technogenic safety of main oil-gas pipelines]*. Patent Ukrain No. 85229.

11. Khiller, B., Sukhov, I.V., Li, V.T. (2015). Avtomatizirovannaia sistema deformatsionnogo monitoringa (ASDM) na Saiano-Shushenskoi GES [Automated deformation monitoring system (ASDM) at the Sayano-Shushenskaya HPP]. *Gidrotekhnikha – Hydraulic engineering*. Saint Petersburg, no. 2, pp. 12–15 (in Russian).

12. Iambaev, Kh. K. (1986). *Vysokotochnnye stvornye izmereniia [Casement Precision Measurement]*. Moscow: Nedra, 264 p. (in Russian).

13. Iashchenko, A. I. (2010). Ot vodianogo urovnia do vysokotochnogo inklinometra [From the water level to the high-precision inclinometer]. *Geoproti – Geospatial technologies*. Moscow, no. 4, pp. 20–22 (in Russian).

14. Cranenbroeck, J. (2011). State of the Art in Structural Geodetic Monitoring Solutions for Hydro Power Plant. Proceedings of the *FIG Working Week 2011 Bridging the Gap between Cultures Marrakech (Morocco, 18-22 May 2011)*.

**Малік Тетяна Миколаївна** – старший викладач кафедри геодезії, картографії та фотограмметрії Університету новітніх технологій (провулок Машинобудівний, 28, м. Київ, 03067, Україна).

**Малик Татьяна Николаевна** – старший преподаватель кафедры геодезии, картографии и фотограмметрии Университета новейших технологий (переулок Машиностроительный, 28, г. Киев, 03067, Украина).

**Malik Tetiana** – senior lecturer at the Department of Geodesy, Cartography and Photogrammetry of University of emerging technologies (28 Mashynobudivnyi Per., 03067 Kyiv, Ukraine).

**E-mail:** kafgeodez@ukr.net

**Бурачек Всеволод Германович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри геодезії, картографії та землеустрою Чернігівського національного технологічного університету (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14027, Україна).

**Бурачек Всеволод Германович** – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой геодезии, картографии и землеустройства Черниговского национального технологического университета (ул. Шевченко, 95, г. Чернигов, 14027, Украина).

**Burachek Vsevolod** – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Department of Geodesy, Cartography and Land Planning of Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14027 Chernihiv, Ukraine)/

**E-mail:** vbur2008@ukr.net

**Брик Ярослав Петрович** – викладач кафедри геодезії, картографії та фотограмметрії Університету новітніх технологій (провулок Машинобудівний, 28, м. Київ, 03067, Україна).

**Брик Ярослав Петрович** – преподаватель кафедры геодезии, картографии и фотограмметрии Университета новейших технологий (переулок Машиностроительный, 28, г. Киев, 03067, Украина).

**Bryk Yaroslav** – lecturer at the Department of Geodesy, Cartography and Photogrammetry of University of emerging technologies (28 Mashynobudivnyi Per., 03067 Kyiv, Ukraine).

**E-mail:** kafgeodez@ukr.net

УДК 378.146:004.91

*Тетяна Науменко*

## ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ ЕЛЕКТРОННОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ У СКЛАДІ СИСТЕМИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ЗНАТЬ

*Татьяна Науменко*

## ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ЭЛЕКТРОННОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ В СОСТАВЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА ЗНАНИЙ

*Tetiana Naumenko*

## PECULIARITIES OF MANAGEMENT OF THE ELECTRONIC TOOLBOX DEVELOPMENT IN THE STRUCTURE OF THE KNOWLEDGE QUALITY EVALUATION SYSTEM

З метою вдосконалення системи оцінювання рівня якості знань студентів ВНЗ на шляху реформування вищої освіти та розвитку технологічно-виробничої інфраструктури необхідно мати чітке уявлення про критерії визначення їх якості, вплив на формування. Для досягнення рішення поставленого завдання у статті досліджено успішні практики розвитку систем оцінювання з використанням електронних ресурсів, представлена характеристика розробленої автоматизованої системи оцінювання знань, розроблена концептуальна модель управління системами оцінювання якістю продуктів освітніх послуг у процесі їх динамічних змін та визначені перспективи подальших досліджень.

**Ключові слова:** якість знань, рейтинг, електронний інструментарій.

*Рис.: 4. Бібл.: 15.*

С целью усовершенствования системы оценивания уровня качества знаний студентов ВУЗов на пути реформирования высшего образования и развития технологично-производственной инфраструктуры необходимо иметь четкое представление об критериях определения их качества, влияние на формирование. Для достижения решения поставленного задания в статье исследованы успешные практики развития систем оценивания с использованием электронных ресурсов, представлена характеристика разработанной автором автоматизированной системы оце-

©Науменко Т. О., 2016