

**В. Квасніков** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри,  
**Д. Орнатський** кандидат технічних наук, доцент,  
**Н. Михалко**, проректор, старший викладач,  
 Національний авіаційний університет, м. Київ

*Розроблено аналоговий інтерфейс для дистанційних вимірювань інформативних параметрів вихідних сигналів генераторних датчиків, що дозволяє забезпечити високі метрологічні характеристики на відстанях до об'єкта вимірювання до декількох сотень метрів за умов наявності значних промислових завод.*

*An analog interface for remote measuring of informative parameters for generator sensor signals off allowing to provide high metrological characteristics on distances to the object of measuring of to several hundred meters in the conditions of existence of considerable industrial noises in the frequency range of to a several kilocycles is developed.*

**Ключові слова:** аналоговий інтерфейс, дистанційні вимірювання, генераторні датчики.  
**Keywords:** analog interface, remote measuring, generator sensors.

**Д**о генераторних датчиків належать п'єзоелектричні, термоелектричні, електромагнітні, фотоелектричні датчики, для яких характерними є низькі рівні вихідних сигналів, їх біполярність, частотний діапазон до декількох кілогерц, які за дистанційних вимірювань для поліпшення співвідношення сигнал/шум за збереження високої швидкодії використовують або інтенсивні сигнали в комбінації з автоматичною корекцією похибок, або кодоімпульсну модуляцію. Однак, і той, й інший підходи призводять до істотного зниження смуги корисного сигналу.

Завдяки своїм особливостям генераторні датчики належать до класу незаземлених (плаваючих) джерел сигналів [1]. Коректне вимірювання таких сигналів у вимірювальних системах можна здійснити приймачами, заземленими лише в одній точці, що сприяє зниженню рівня синфазних завод [2]. Тому такі датчики мають застосування, насамперед, у системах централізованого типу, в яких основна частина встаткування використовується в режимі розподілення часу, що ставить суперечливі вимоги до одночасного забезпечення високої швидкодії й точності вимірювальних каналів.

Дійсно, на більшості сучасних промислових підприємств рівень шумів, що наводяться на кожні 10 м кабелю за дистанційних вимірювань (таких, за яких вимірювана величина передається у виді електричного сигналу від однієї точки до іншої за проводами), досягає 200 мкВ [3]. Специфіка дистанційних вимірювань, насамперед, полягає у виникненні значних завод, що з'являються за рахунок нееквіпотенційності точок заземлення лінії зв'язку на приймальному й передавальному кінцях, а також паразитних зв'язків (ємнісних, індуктивних, резистивних) і високочастотних електромагнітних випромінювань. За передавання цифрових сигналів, окрім зазначених



*В. Квасніков*



*Д. Орнатський*



*Н. Михалко*

вище, виникають завади за рахунок неузгодженості хвильового опору лінії зв'язку з вихідним і вхідним опорами передавача й приймача відповідно. Тому, за безпосереднього передавання сигналів генераторних датчиків за лінією зв'язку співвідношення сигнал/шум на вході АЦП складе не більше 20—40 дБ за довжини кабелю 100 м, що не достатньо для отримання прецизійного результату безпосереднім вимірюванням переданого сигналу.

За дистанційних вимірювань застосовуються лінії зв'язку довжиною до декількох сотень метрів за використання інтенсивнісних сигналів як носіїв вимірювальної інформації й до 1000 м за використання кодо-імпульсної модуляції.

При цьому в першому випадку для поліпшення співвідношення сигнал/шум використовується аналогова або аналого-дискретна фільтрація (заснована на використанні ітераційних інтегровальних перетворювачів). У випадку використання аналогової фільтрації для поліпшення співвідношення сигнал/шум за збереження високої швидкодії необхідно збільшувати порядок фільтра, однак це призводить до зростання коливальності перехідної характеристики й збільшення тривалості перехідних процесів. Окрім цього, характерні для низькочастотної області флікер-шуми, що не піддаються усередненню, змушують використовувати методи ізолювання кожного вимірювального каналу [4] шляхом використання гальванічно ізолюваних блоків живлення й ізолювальних підсилювачів, що суттєво збільшує вартість вимірювальної системи.

У випадку використання кодо-імпульсної модуляції швидкість передавання інформації за дистанційних вимірювань становить близько 300 біт/с, що відповідає швидкодії менше 10 вимірювань за секунду, що забезпечує смугу корисного сигналу (за відновлення поліномами 1-го порядку з похибкою 0,1 %) 0,1–0,2 Гц, чого у багатьох випадках практики не достатньо.

Слід зазначити, що методи перетворення спектрів з метою перенесення інформативної частини спектра до високочастотної області, що передбачають використання різних видів модуляції, отримали поширення сьогодні лише в телеметричних (бездротових) системах. Це обумовлено тим, що в цьому випадку можливе застосування завадозахищених частотних і широтно-імпульсних демодуляторів на основі радіотехнічних (класичних) систем ФАПЧ.

При цьому в [5] показано, що методам аналогової фільтрації властивий такий недолік, як значне збільшення пульсацій вихідного сигналу (до декількох відсотків) у смузі прозорості фільтра за збільшення

його порядку. Ця обставина не дозволяє зменшувати постійну часу фільтра (за збереження рівня подавлення пульсацій за межами смуги пропускання) шляхом збільшення його порядку.

Використання ж в аналого-дискретних фільтрах з УВХ (таких, що мають значно більшу швидкодію й менші пульсації) для зменшення пульсацій додаткового ФНЧ першого порядку в прямому ланцюзі призводить до можливості втрати стійкості (як системи другого порядку, охопленої негативним зворотним зв'язком), усунення якої сполучено з відповідним збільшенням тривалості перехідного процесу.

*Метою статті* є розроблення аналогового інтерфейсу для дистанційних вимірювань, вільного від зазначених вище недоліків, шляхом застосування широкосмугової ФАПЧ [6] та ітераційного інтегровального перетворювача (ІІП) і динамічними запам'ятовувальними пристроями (ДЗП) [7], а також розроблення методу корекції адитивної похибки інтегратора у ЧІМ- і ШІМ-модуляторах.

#### ОСНОВНА ЧАСТИНА

У вимірювальних системах для поліпшення співвідношення сигнал/шум використовується імпульсна модуляція завдяки своїй більшій завадозахищеності [8] і точності, що досягається використанням як модуляторів імпульсних вимірювальних перетворювачів частотно-часової групи.

Два методи побудови частотно-часових вимірювальних перетворювачів, у яких використовують інтегратори з імпульсним зворотним зв'язком за інформативним параметром [9], отримали сьогодні найбільшого поширення:

- перетворювач напруга-частота з імпульсним зворотним зв'язком (ЧІМ-модулятор);
- перетворювач напруги в індекс широтно-імпульсної модуляції ( $\delta = (T_1 - T_2) / (T_1 + T_2)$ ) з імпульсним зворотним зв'язком (ШІМ-модулятор).

Для першого методу характерні такі позитивні властивості:

- висока швидкодія (один цикл перетворення);
- широкий динамічний діапазон (більший 80 дБ);
- мала похибка нелінійності (менша 0,01 %);
- можливість передавання ЧІМ-сигналу на більші відстані, оскільки частота не зазнає впливу характеристик каналу зв'язку.

Недоліками цього методу є можливість роботи лише з напругами однієї полярності й залежність вихідної частоти від напруги зсуву нуля інтегратора, що обмежує застосування методу для роботи з малими змінними напругами (< 100 мВ). У [10]

показано, що використання для усунення впливу зазначеної похибки інтегратора адитивної корекції призводить до зниження швидкодії.

Для другого методу є характерним:

- \* висока швидкодія (один цикл перетворення);
- \* широкий динамічний діапазон (більший 80 дБ);
- \* мала похибка нелінійності (менша 0,01 %);
- \* біполярний вхідний сигнал;
- \* відсутність впливу значної частини інструментальних похибок (гістерезису компаратора, нестабільності амплітуди трикутної напруги, затримки спрацьовування комутаційних елементів) на значення інформативного параметра вихідного сигналу.

Недоліком методу також є вплив напруги зсуву нуля інтегратора, вплив паразитних параметрів і шумів каналу зв'язку (який починає позначатися зі збільшенням «завалу» фронтів імпульсного сигналу) на значення інформативного параметра вихідного сигналу, що знижує його завадозахищеність і тому обмежує застосування методу для побудови аналогових інтерфейсів для дистанційних вимірювань.

Для усунення впливу напруги зсуву нуля інтегратора на похибки ШІМ- і ЧІМ-модуляторів зі зворотним зв'язком за інформативним параметром запропоновано використовувати для побудови інтегратора диференціальний підсилювач із диференційно-струмовими входами [11] з використанням ідентичних операційних підсилювачів. У цьому випадку вираз для збільшення вихідної напруги інтегратора  $\Delta U_{\text{инт}}(t_i)$  на  $i$ -ому періоді вихідного коливання ШІМ-модулятора матиме вид:

$$\Delta U_{\text{инт}}(t_i) = \frac{1}{C} \int_{t_i}^{t_i+T_{ji}} \left( \frac{U_{\text{вх}}(t) + \Delta e_{\text{см}}}{R_1} + (-1)^j \frac{U_0}{R_2} + \frac{\Delta e_{\text{см}}}{R_2} \right) dt + e_{\text{см}}, \quad (1)$$

де  $e_{\text{см}}$ ,  $\Delta e_{\text{см}}$  — напруга зсуву нуля операційних підсилювачів інтегратора й їх різниця відповідно,  $C$  — ємність конденсатора в ланцюзі зворотного зв'язку інтегровального підсилювача,  $j = 1, 2$  — номер внутрішньоперіодного відрізка часу.

Із виразу (1) випливає, що похибка через напругу зсуву нуля операційних підсилювачів інтегратора зменшиться до значення їх неідентичності ( $\Delta e_{\text{см}}$ , що входять до підінтегрального виразу), оскільки доданок  $e_{\text{см}}$  еквівалентний напрузі зсуву нуля компаратора, яка не має впливу на інформативний параметр вихідного сигналу ШІМ-модулятора.

Використання диференційно-струмових каскадів, описаних у [12], з метою корекції похибок напруги зсуву нуля інтегратора, не є достатньо ефективним внаслідок необхідності використання для цього перетворювача напруга-струм на вході пристрою, не охопленого загальним негативним зворотним зв'язком.

На рис. 1 представлено структурну схему пропонуваного аналогового інтерфейсу, що дозволяє забезпечити поліпшення метрологічних характеристик у частині задоволення ряду суперечливих вимог за точністю, завадозахищеністю, швидкістю. Наприклад, порівняно з аналоговими інтерфейсами, що використовують інтенсивнісні інформаційні сигнали, очевидною перевагою є більш висока точність, обумовлена відсутністю впливу дестабілізуювальних факторів на метрологічні характеристики вимірювального каналу. Порівняно зі системами, що використовують кодоімпульсну модуляцію, перевага полягає в забезпеченні більш широкої смуги корисного сигналу (на 1–2 порядки) за інших рівних умов.

Схема складається з генераторного датчика (датчик), що формує вхідний сигнал аналогового інтерфейсу  $U_{\text{вх}}(t)$ , ШІМ-модулятора (ШІМ), лінії зв'язку (ЛЗ), широкосмугового вимірювального підсилювача (ШВП), ШІМ-демодулятора, згладжувального фільтра нижніх частот (ФНЧ), з виходу якого знімається відновлений сигнал  $U_{\text{вх}}^*(t)$ . ШІМ-модулятор перетворить вхідний сигнал  $U_{\text{вх}}(t)$  на послідовність прямокутних імпульсів з індексом широтно-імпульсної модуляції  $\delta$ :

$$\delta = (U_x / U_0) \cdot (R_2 / R_1), \quad (2)$$

де  $U_x$  — середнє значення вхідного сигналу  $U_{\text{вх}}(t)$

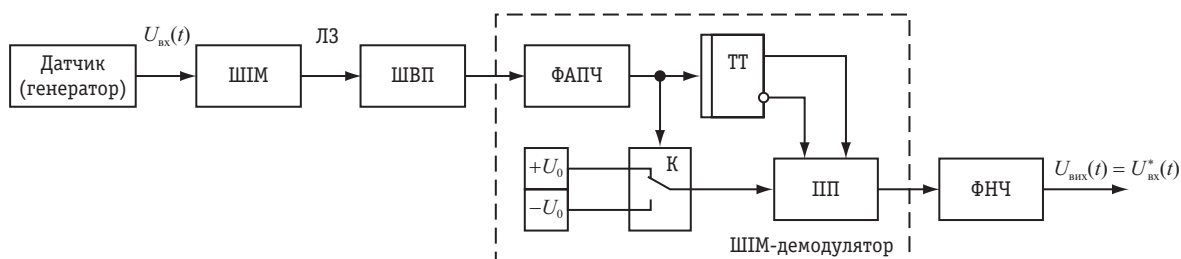


Рис. 1. Структурна схема аналогового інтерфейсу для генераторних датчиків

Fig. 1. Block scheme of analog interface for generator sensors

на інтервалі, рівному періоду несучої частоти ШІМ-модулятора ( $T_1 + T_2 \approx \text{const}$ ).  $R_1, R_2, U_0$  — параметри схемних елементів ШІМ-модулятора.

Із (1), (2) випливає, що ШІМ-модулятор з імпульсним зворотним зв'язком може бути виконаний у цьому випадку прецизійним, оскільки результат перетворення не залежить від нелінійності пилкоподібної напруги несучого коливання, затримок увімкнення-вимикання ключових елементів, гістерезису компаратора, зсуву нуля інтегратора.

Вихідний сигнал ШІМ-модулятора надходить до трипровідної симетричної узгодженої лінії зв'язку (ЛЗ) типу кручена пара в екрані [13], підімкнено до входів ШВП з диференційно-струмовими входами, запропонованого у [14] синфазного сигналу, що забезпечує подавлення, у смузі до декількох сотень кілогерц, не менше 80 дБ. Це досягається завдяки роботі каскадів підсилювача в інвертувальному увімкненні й рівності петлевих посиленнь каналних підсилювачів, що дозволяє використовувати несучу частоту ШІМ-модулятора порядку декількох десятків кілогерц, що, у свою чергу, дає можливість розширити смугу корисного сигналу до декількох кілогерц.

Подавлення шумів нормального виду здійснюється за допомогою широкосмугової системи фазового автопідстроювання частоти (ФАПЧ), запропонованої у [15] і одмінної високою швидкістю (1–2 періоди вхідного сигналу), широкою смугою захвату (практично рівною діапазону перебудови керованого генератора), високою заводо захищеністю. Це досягається тим, що, на відміну від класичних (радіотехнічних) ФАПЧ, у структурі широкосмугової ФАПЧ замість генератора, керованого миттєвими значеннями напруги, використовується вимірювальний перетворювач «напруга-частота» з імпульсним зворотним зв'язком інтегровального типу, що виконує також роль ФНЧ. При цьому вихідний сигнал ФАПЧ, що знімається з виходу дільника частоти в ланцюзі зворотного зв'язку, є послідовністю прямокутних імпульсів,  $\delta$ -індекс ШІМ яких прямо пропорційний  $\delta$ -індексу ШІМ вихідного сигналу модулятора.

Далі ШІМ-сигнал, очищений у ШВП й ФАПЧ від впливу завод, надходить до швидкодіючого усереднювального пристрою, де відновлюється форма вхідного вхідного сигналу. Основним елементом відновлювального фільтра є ітераційний інтегровальний перетворювач із динамічними запам'ятовувальними пристроями, що забезпечує затримку формування поточного середнього значення вхідного сигналу всього на один період несучого коливання ШІМ-модулятора. А використання його для побудови від-

новлювальних фільтрів більш високих порядків [16] дає можливість скоротити кількість точок апроксимації практично на порядок і у такий спосіб розширити смугу корисного сигналу.

Здійснено моделювання аналогового інтерфейсу в програмному середовищі Electronics Workbench, яке підтвердило високі метрологічні характеристики аналогового інтерфейсу й їх нечутливість до змін параметрів компонентів. На рис. 2 наведено часові діаграми вхідного й вихідного сигналів аналогового інтерфейсу на частоті 20 Гц за несучої частоти ШІМ-модулятора, рівної 10 кГц, без вихідного згладжувального фільтра ФНЧ. При цьому використовувався відновлювальний фільтр нульового порядку.

Моделювання проводилося за співвідношення сигнал/шум приблизно 15 дБ, спектр шуму відповідав білому шуму в смузі до 20 кГц. При цьому затримка відновленого сигналу не перевищила 100 мкс, а час установлення перехідної функції з похибкою 0,1 % склав близько 500 мкс (за коефіцієнта підсилення ШІМ-модулятора  $R_2/R_1 = 1$ ). За використання підсилювальних властивостей модулятора ( $R_2/R_1 = 10$ ) отримані затримки збільшилися у 4 рази.

Для порівняння виконано моделювання фільтрації тієї ж суміші вхідного сигналу із шумом за допомогою аналогового фільтра. Для досягнення тієї ж якості очищення знадобилося застосувати ФНЧ 4-го порядку з апроксимацією АЧХ поліномами Баттерворта із частотою зрізу порядку 300 Гц. У цьому випадку затримка формування вихідного сигналу склала 1300 мкс, а час установлення з похибкою 1 % склав близько 10 мс. При цьому також спостерігаються незгасаючі коливання амплітудою 0,5 % у смузі прозорості фільтра. Отримані шляхом моделювання результати збіглися з теоретичним аналізом характеристик аналогового ФНЧ, що підтверджує адекватність розглянутих моделей.

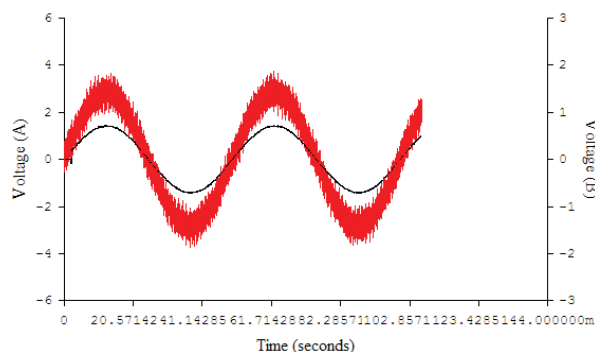


Рис. 2. Часова діаграма вхідного й вихідного сигналів аналогового інтерфейсу

Fig. 2. Timing sheet of analog interface IN/OUT signals



**ВИСНОВКИ**

У роботі запропоновано оригінальні технічні рішення щодо створення аналогового інтерфейсу з метрологічними характеристиками швидкодії й точності, які у десятки разів перевищують аналогічні характеристики наявних систем, за рахунок:

► застосування симетричної узгодженої трипроводної лінії зв'язку із широкосмуговим вимірювальним підсилювачем з диференціальними струмовими входами, що відрізняється застосуванням інвертувальних каскадів із рівністю петлевих посиленнь канальних підсилювачів;

► застосування широкосмугової ФАПЧ, що відрізняється використанням вимірювального перетворювача напруга-частота з імпульсним зворотним зв'язком як керованого генератора й одночасно фільтра синхронних завад;

► застосування ітераційного інтегровально-перетворювача з динамічними запам'ятовувальними пристроями як відновлювального фільтра, що дозволяє мінімізувати динамічні похибки, оскільки

за ШІМ-модуляції частота сигналу залишається практично постійною;

► компенсації зсуву нуля операційного підсилювача ШІМ-модулятора шляхом використання підсилювача з диференціальними струмовими входами. Основною перевагою такого виду корекції (адитивної) є відсутність часових витрат.

Отже, запропонований інтерфейс дозволив вирішити проблему проведення дистанційних вимірювань інформативних параметрів сигналів генераторних датчиків у системах централізованого типу на відстанях до декількох сотень метрів з високою точністю (похибка порядку 0,1 %) у частотному діапазоні до декількох кілогерц за швидкодії, що в десятки разів перевищує швидкодію наявних систем (за інших рівних умов) за впливу значних промислових завад (зі співвідношенням сигнал/шум до 10—15 дБ). Високі метрологічні характеристики вимірювальних перетворювачів на основі запропонованих технічних рішень підтверджено результатами фізичного й математичного моделювання.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES**

- Field Wiring and Noise Considerations for Analog Signals [Electronic resource] / Publish Date: Mar 11, 2014. — Available at: <http://www.ni.com/white-paper/3344/en/>
- Тиль Р. Электрические измерения неэлектрических величин: Пер. з нім. — М.: Энергоатомиздат (Til R. Electrical measurements non-electrical values: Translation from german. — M. Energoatomizdat), 1987. — 192 с/р.
- Signal Conditioning Fundamentals for Pc-based Data Acquisition Systems / National Instruments // Application Note 048, November, 1997.
- R. Mark Stitt, David Kunst. IC Building Blocks Form Complete Isolated 4-20ma Current-loop Systems / Conversion Burr-Brown Corporation // Application Bulletin AB-032A, Printed in U.S.A. June, 1992.
- R. Mark Stitt, Rod Burt. Frequency-to-Voltage / Conversion Burr-Brown Corporation // Application Bulletin. AB-040A, Printed in U.S.A. June, 1993.
- Квасніков В.П., Орнатський Д.П., Осмоловський О.І. Частотний демодулятор з покращеними динамічними властивостями та завадозахищеністю на основі широкосмугової ФАПЧ. Вісник інженерної академії України (Kvasnikov V.P., Ornatskyi D.P., Osmolovskyi O.I. Frequency demodoulyator with the improved dynamic properties and zsvsdozahishenistyо on the basic of shirocsmougovoi FAPCh. Bulletin of engineering academy of Ukraine). — 2012. — № 2. — С/Р. 69–72.
- Орнатський Д.П., Тучин Р.Д. Цифровий вимірник параметрів комплексних опорів. А.С. 1615637 (СРСР) Опубл. у Б.І. (Ornatskyi D.P., Tuchin R.D. Digital measuring device of parameters of complex resistances. A.S. 1615637 (USSR) Publ. in B.I.) 1990, № 47.
- Куликовський К.Л., Купер В.Я. Методи и способы измерений: Учеб. пособие для вузов. — М.: Энергоатомиздат. (Kulikovskiy K.L., Kuper V. Ya. Methods and means of measurements. — M.: Energoatomizdat) — 1986. — 448 с/р.
- Feedback pulse width modulation counting method. U.S. Patent 3,500,109. Integrating analog-to-digital converter usable in digital voltmeters.
- Мартьяшин А.И., Шахов Е.К., Шляндин В.М. Преобразователи электрических параметров для систем контроля и измерения. — М.: Энергия (Martyashin A.I., Shahov Ye.K., Shlyandin V.M. Transformers of electric parameters for the checking systems and measuring. — M.: Energy), 1976. — 392 с/р.
- Патент № 74738, Україна. Трипроводний аналоговий інтерфейс / В.П. Бабак, Д.П. Орнатський. — Опубл (Patent №74738, Ukraine. Three-wire analog interface / V.P. Babak, D.P. Ornatskyi. — Published). 16.01.2006, Бюл. №1.
- Bruce W. G. Newby. Electronic Signal Conditioning / Butterworth-Heinemann Ltd. First published 1994. — 304 p.
- Электронное конструирование: Методы борьбы с помехами: Пер. с англ. / [Барнс Дж.] — М.: Мир (Electronic designing: Methods of struggle with hindrances:

- Translation from English. / [Barns G.] — M.: World, 1990. — 238 с/р.
14. Девін Л.М., Орнатський Д.П., Німченко Т.В., Вологдіна О.С. Вимірювальні засоби акустичної емісії при дослідженні процесу чистого точіння алюмінієвих сплавів. Східно-європейський журнал передових технологій (Devin L.M., Ornatskiy D.P., Nimchenko T.V., Vologdina O.S. Measuring facilities of acoustic emission at research of process of the clean sharpening of aluminium alloys. Vostochno-evropeyskiy magazine peredovuh tehnologiy). — 2005. — № 6/2(18). — С/Р. 127–131.
  15. Орнатський Д.П. Аналоговий інтерфейс для сполучення первинних перетворювачів з мікро-ЕОМ, вимірювальний перетворювач і двотактний підсилювач для використання в інтерфейсі. Патент № 68451 (UA) Опубл. (Ornatskiy D.P. Analog interface for connection of primary transformers with micro-EOM, measuring transformer and push-pull strengthener for the use in an interface. Patent № 68451 (UA) Published). 16.08.2004, бюл. № 8.
  16. Бороденко І.А., Куций Ю.В., Орнатський Д.П. Відновлювальний фільтр для аналогових інтерфейсів промислових інформаційно-вимірювальних систем. Вісник Національного авіаційного університету (Borodenko I.A., Kouts Yu.V., Ornatskiy D.P. Recovery filter for the analogue interfaces of the industrial informative-measuring systems. Announcer of the National aviation university). — 2005. — №3. — С/Р. 27–33. 📄

Отримано / received: 14.08.2014.

Стаття рекомендована до публікації д.т.н., проф. Є. Т. Володарським (Україна).  
Prof. Ye. T. Volodarskiy, D. Sc. (Techn.), Ukraine, recommended this article to be published.

**Ювілейна 20-та Міжнародна науково-технічна конференція «ГЕОФОРУМ 2015», присвячена 20-й річниці професійного свята працівників геології, геодезії і картографії України м. Львів та його околиці, 22–24 квітня 2015 року**

**Тематичні напрями роботи конференції:**

- освіта в геодезії, картографії та землеустрої, Болонський процес;
- вивчення фігури та зовнішнього гравітаційного поля Землі з використанням наземних та супутникових методів;
- упровадження в Україні нової системи координат УСК-2000 та питання створення висотної складової системи координат;
- розвиток і використання GNSS технологій;
- створення та впровадження мережі активних перманентних GNSS-станцій;
- проблеми створення сучасних геодезичних мереж великих мостів;
- сучасні тенденції розвитку картографії та картографічного виробництва;
- стан і перспективи розвитку цифрової фотограмметрії;
- проблеми впровадження національної інфраструктури геопросторових даних;
- геодезичне забезпечення АЕС, ТЕЦ, мостів, тунелів, автодоріг, залізниць, промбудівництва, геодезичний моніторинг у будівництві;
- напрями автоматизації інженерно-геодезичних і маркшейдерських робіт;
- тенденції розвитку сучасного геодезичного та фотограмметричного приладобудування;
- стан і проблеми геодезичної метрології;
- гідрологія та морська геодезія;
- сучасний землеустрій, кадастр та проблеми оцінки землі й майна в Україні та світі;
- військові навігаційні та ГІС-технології;
- діяльність громадських галузевих товариств і організацій.

**Загальна інформація:**

- на МНТК «Геофорум» будуть виголошені доповіді на замовлення провідних науковців, керівників та громадських діячів геодезичної галузі світу;
  - передбачається проведення виставки геодезичних приладів та технологій українських підприємств та провідних фірм світу;
  - мови конференції – українська, російська, англійська, польська, німецька;
  - планується видання чергового фахового збірника наукових праць Західного геодезичного товариства (2015, вип.1);
  - термін надсилання матеріалів для опублікування у Збірнику наукових праць — до 18. 01. 2015 р.
- Тексти статей до чергового Збірника (разом з анотаціями українською, російською та англійською мовами) подаються до оргкомітету в одному друкованому примірнику і комп'ютерному варіанті. Обов'язково надіслати також англійськомовний комп'ютерний варіант статті. Для авторів з України обов'язкова наявність акту експертизи про можливість публікації та однієї місцевої фахової рецензії. Автори мають повідомляти адресу, тел., факс, ел. адресу та оформляти тексти за вимогами редколегії Збірника.

**КОНТАКТНІ РЕКВІЗИТИ:** вул. Степана Бандери, 12, Львів-13, 79013, Україна, Національний університет «Львівська політехніка», Інститут геодезії, Оргкомітет конференції  
тел. +38032-2582719 або +38050-3706402 (І.С.Тревого).  
e-mail: itrevoho@gmail.com  
Web.: <http://www.lp.edu.ua/geoforum/>,  
<http://www.zgt.com.ua>