

УДК 624.075.23:531.768

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.261218.45.446

ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИВІРЕННЯ КОЛОН НА ВЕРТИКАЛЬНІСТЬ

КОВШОВ Г. М.¹ *д-р техн. наук, проф.*,

ПОНОМАРЬОВА О. А.² *канд. техн. наук, доц.*,

СЛУПСЬКА Ю. С.³ *аспір.*

¹Кафедра інформаційно-вимірювальних технологій та систем, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38(0562) 47-16-29, e-mail: kovshov@mail.pgasa.dp.ua

²Кафедра інформаційно-вимірювальних технологій та систем, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38(0562) 47-08-98, e-mail: pricmech@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-1254-4403

³Кафедра інформаційно-вимірювальних технологій та систем, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38(0562) 47-08-98, e-mail: yuliya04081993@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-7983-1602

Анотація. *Постановка проблеми.* Впровадження науково-технічного прогресу в сучасному будівництві - основний важіль підвищення ефективності будівельного виробництва. Його розвиток базується на принципах індустріалізації, заснованих на механізації та автоматизації основних та допоміжних процесів, а також упровадженні гнучких роботизованих систем і використанні сучасних засобів обчислювальної техніки. Одна з головних монтажних операцій будівництва – це вивірення вивірка на фундаментах і опорах різних видів технологічного обладнання та конструкцій. Особливу увагу їй приділено у разі індустріального методу монтажу, сутність якого полягає в механізованому монтажі будівель та споруд зі збірних конструкцій заводського виготовлення. Вивірювання може бути візуальним або інструментальним, що виконується з використанням лінійки, теодолітів, нівелірів тощо. Від способу вивірення залежить якість складання і трудомісткість монтажних робіт. Широке застосування отримали лазерні теодоліти, з яких більш поширені теодоліти з візуальною системою, що служать для вивірення будівельних конструкцій. Забезпечення точності установлення в проектне положення в межах допустимих відхилень по висоті, горизонтальній або вертикальній площині залежить не тільки від точності виготовлення устаткування, а й від якості виконання робіт із визначення їх просторової орієнтації. Довговічність обладнання залежить від багатьох факторів, наприклад, від точності вивірення конструкцій, темпу зносу окремих вузлів і деталей, рівня коливань у з'єднаннях і кріпильних деталях. **Висновок.** Пропонується для вивірення колон на вертикальність використовувати пристрій на основі двох одновісних акселерометричних перетворювачів. Це універсальний засіб, який скорочує час вивірення будівельних конструкцій, а також дозволяє отримати вимірювальну інформацію про просторове положення конструкцій у процесі монтажних робіт і експлуатації будівельних об'єктів.

Ключові слова: *вивірення будівельних конструкцій; просторове положення об'єкта; перетворювач нахилу; акселерометр; будівельно-монтажні роботи; технічні характеристики перетворювача*

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫВЕРКИ КОЛОНН НА ВЕРТИКАЛЬНОСТЬ

КОВШОВ Г. Н.¹ *д-р техн. наук, проф.*,

ПОНОМАРЕВА Е. А.² *канд. техн. наук, доц.*,

СЛУПСКАЯ Ю. С.³ *аспір.*

¹Кафедра информационно-измерительных технологий и систем, Государственное высшее учебное заведение «Приднiпровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днипро, Украина, тел. +38(0562) 47-16-29, e-mail: kovshov@mail.pgasa.dp.ua

²Кафедра информационно-измерительных технологий и систем, Государственное высшее учебное заведение «Приднiпровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днипро, Украина, тел. +38(0562) 47-08-98, e-mail: pricmech@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-1254-4403

³Кафедра информационно-измерительных технологий и систем, Государственное высшее учебное заведение «Приднiпровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днипро, Украина, тел. +38(0562) 47-08-98, e-mail: yuliya04081993@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-7983-1602

Аннотация. *Постановка проблемы.* Внедрение научно-технического прогресса в современном строительстве является основным рычагом повышения эффективности строительного производства. Его развитие базируется на принципах индустриализации, основанных на механизации и автоматизации основных и вспомогательных процессов, а также внедрении гибких роботизированных систем и использовании современных средств вычислительной техники. Одной из главных монтажных операций строительства является выверка на фундаментах и опорах различных видов технологического оборудования и конструкций. Особое внимание ей уделено при индустриальном методе монтажа, сущность которого заключается в механизированном монтаже зданий и сооружений из сборных конструкций заводского изготовления. Выверка может быть визуальной или инструментальной, которая выполняется с использованием линейки, нивелиров и

т. п. От способа выверки зависит качество сборки и трудоемкость монтажных работ. Широкое применение получили лазерные теодолиты, из них более распространены теодолиты с визуальной системой, которые служат для применения при выверке строительных конструкций. Обеспечение точности установки в проектное положение в пределах допустимых отклонений по высоте, горизонтальной или вертикальной плоскости зависит не только от точности изготовления оборудования, но также от качества выполнения работ по определению их пространственной ориентации. Долговечность оборудования зависит от многих факторов, например, от точности выверки конструкций, темпа износа отдельных узлов и деталей, уровня колебаний в соединениях и крепежных деталях. **Вывод.** Предлагается для выверки колонн на вертикальность использовать устройство на основе двух одноосных акселерометрических преобразователей. Предлагаемое устройство является универсальным средством, которое способствует сокращению времени выверки строительных конструкций, а также позволяет получить измерительную информацию о пространственном положении конструкций в процессе монтажных работ и при эксплуатации строительных объектов.

Ключевые слова: выверка строительных конструкций; пространственное положение объекта; преобразователь наклона; акселерометр; строительно-монтажные работы; технические характеристики преобразователя

DEVICE OF INSTALATION OF COLUMNS ON VERTICAL

KOVSHOV G. M.¹ *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*

PONOMARYOVA E. A.² *Cand.Sc. (Tech.), Ass. Prof.*

SLUPSKA Yu. S.³ *Post graduate student*

¹Department of Informatively-measuring technologies and systems, State Higher Education Establishment «Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro 49600, Ukraine, phone. +38(0562) 47-16-29, e-mail: kovshov@mail.pgasa.dp.ua

²Department of Informatively-measuring technologies and systems, State Higher Education Establishment «Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo st., Dnipro 49600, Ukraine, phone. +38(0562) 47-08-98, e-mail: pricmech@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-1254-4403

³Department of Informatively-measuring technologies and systems, State Higher Education Establishment «Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro 49600, Ukraine, phone +38(0562) 47-08-98, e-mail: yuliya04081993@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-7983-1602

Abstract. Problem statement. The introduction of scientific and technological progress in modern construction is a major lever for increasing the efficiency of construction production. Its development is based on the principles of industrialization, which is based on the mechanization and automation of the main and auxiliary processes, as well as the introduction of flexible robotic systems and the use of modern computer systems. One of the main installations of the working equipment is the exhibition of verticality on the foundations and supports of various types of technological equipment and constructions. Particular attention is devoted to it with the industrial method of installation, the essence of which is the mechanized installation of buildings and structures from prefabricated structures of factory production. The exhibition can be visual or instrumental, which is executed using the ruler, theodolites, levelers, etc. The quality of the assembly and the laboriousness of the installation work depend on the method of exhibition. Laser theodolites have been widely used, of which theodolites with the visual system are more common, which are used for application in exhibition of building structures. Ensuring the accuracy of the installation in the project position within the limits of permissible deviations in height, horizontal or vertical plane depends not only on the accuracy of the equipment, but also on the quality of work to determine their spatial orientation. The durability of equipment depends on many factors, for example, on the accuracy of exhibition of the structures, the rate of wear of individual units and parts, the level of oscillations in the joints and fasteners. **Purpose.** To solve the technical problem of improving the accuracy of exhibition of building structures in a vertical position, a device based on accelerometers is proposed. **Conclusion.** It is proposed to use the device on the basis of two uniaxial accelerometers for installing the column in a vertical position. The offered device is a universal means that helps to shorten the time of exhibition of building constructions, and also allows to receive measurement information about the spatial position of constructions during the process of installation works and the operation of construction objects.

Keywords: exhibition of building constructions; spatial position of the object; tilt sensor; accelerometer; construction and installation work; technical characteristics of the tilt sensor.

Постановка проблеми. Впровадження науково-технічного прогресу в сучасному будівництві - основний важіль підвищення ефективності будівельного виробництва. Його розвиток базується на принципах індустріалізації будівництва, які засновані на механізації й автоматизації основних та

допоміжних процесів, а також упровадженні гнучких роботизованих систем і використанні сучасних засобів обчислювальної техніки.

Наразі індустріальні методи будівництва відіграють велику роль у підвищенні його ефективності. Сутність цих методів полягає

в механізованому монтажі будівель та споруд зі збірних конструкцій заводського виготовлення. Впровадження нових методів монтажу, застосування ефективних матеріалів і конструкцій потребує вдосконалення та розвитку монтажних процесів, серед яких важливе місце має процес вивірення будівельних елементів.

Вивірення конструкцій, що монтуються, в основному здійснюється методами геодезичної зйомки, але достатньої продуктивності та точності такий метод не забезпечує.

Нині трудомісткість вивірювання і тимчасового закріплення будівельних конструкцій від загальної трудомісткості монтажу становить від 30 до 50 %. Спроби підвищення продуктивності праці під час вивірювання, які здійснюються різними засобами за рахунок порушення точності, супроводжуються зниженням якості монтажу. Це викликає додаткові зусилля в конструкції, які негативно впливають на міцність і стійкість споруди у цілому.

Одна з головних монтажних операцій будівництва – це вивірення вивірка на фундаментах і опорах різних видів технологічного обладнання та конструкцій. Особливу увагу їй приділено у разі індустріального методу монтажу, коли обладнання, апарати і конструкції надходять на монтаж у повністю складеному вигляді або укрупненими вузлами. Забезпечення точності установки в проектне положення в межах допустимих відхилень по висоті, горизонтальній або вертикальній площині залежить не тільки від точності виготовлення устаткування, а й від якості виконання робіт із визначення їх просторової орієнтації. Для ретельного проведення вимірювань просторової орієнтації конструкцій потрібно отримати задану геометричну точність їх установлення, яка відповідає технічним вимогам, а також проектним лінійним і кутовим розмірам. Довговічність обладнання залежить від багатьох факторів, наприклад, від точності вивірення конструкцій, темпу зносу окремих вузлів і

деталей, рівня коливань у з'єднаннях і кріпильних деталях.

Зважаючи на вищенаведене, особливу роль відіграють вимірювальні пристрої, що дозволяють із високою точністю і з мінімальними економічними витратами здійснювати вивірювання вертикальності будівельних конструкцій.

Аналіз публікацій. Один із найважливіших процесів монтажу будівельних конструкцій - це їх вивірювання, а також тимчасове закріплення в проектному положенні. Від способу вивірення залежить якість складання і трудомісткість монтажних робіт. Вивірення може бути візуальним або інструментальним. За достатньої точності опорних поверхонь або стиків конструкцій і торцевих підстав роблять візуальне вивірення, при цьому використовують різні вимірювальні пристрої, такі як лінійки, сталеві рулетки тощо. На разі інструментальне вивірення - найбільш універсальний вид перевірки положення змонтованих конструкцій і виконується з використанням теодолітів, нівелірів тощо. [4].

Відомі деякі способи для установлення конструкцій у вертикальне положення [3]:

1. Спосіб схилів - використовуються в основному важкі схили, які для зменшення коливань занурюють у рідину (воду або мастило). Цей спосіб застосовується для попереднього установлення, а також під час робіт із невисокою точністю.

2. Спосіб проектування похилим променем: виконується за допомогою теодоліта, який потрібно встановити у напрямку, перпендикулярному одній з площин колони, при цьому поєднати вертикальний штрих сітки теодоліта з ризкою, розташованою в нижньому перетині колони. Трубу теодоліта потрібно підняти до рівня верхньої мітки і, повільно нахиливши колону, поєднати верхню ризку з вертикальним штрихом сітки.

3. Спосіб оптичної вертикалі: застосовуються різні оптичні проектувальні прилади з рівнем або компенсатором.

4. Спосіб бічного нівелювання отримав широке застосування для виносення осі для детального розбивання, а також для установа будівельних конструкцій у проектно положення [3].

Широке застосування отримали лазерні теодоліти, з яких більше поширені теодоліти з візуальною системою, що служать для вивірення будівельних конструкцій.

Перевірка вертикальності колон здійснюється двома теодолітами по взаємно-перпендикулярних площинах [3], які у процесі роботи розташовують під прямим кутом до цифрової і буквеної вісей будівель. Також для вивірення конструкцій у вертикальній площині використовується теодоліт із двома візирами.

У праці [2] розглянуто більш перспективний спосіб вивірення колон і панелей на вертикальність, заснований на використанні пристрою із сигнальними лампочками. Сутність його полягає в кріпленні пристрою до колони, що вивіряється. При цьому штангу розташовують паралельно осі колони і прикріплюють до неї п'ять сигнальних лампочок, з яких зелена лампочка кріпиться знизу, а чотири червоні - по бічних гранях пристрою. Якщо колона в похилому положенні, то за допомогою металевої кульки замикаються контакти і включаються дві бічні червоні лампочки. У вертикальному положенні загоряється нижня зелена лампочка. Цей спосіб вивірення колон і панелей не вимагає попередньої розмітки колони і значно скорочує витрати праці, але він надто трудомісткий і вимагає великої кількості інструментів та обладнання [2].

Мета статті. Для підвищення точності вивірювання будівельних конструкцій у вертикальне положення пропонується пристрій на основі акселерометрів.

Основний матеріал. В основі розробленого пристрою використовується двокомпонентний перетворювач кута нахилу, який складається з двох одновісних акселерометрів типу ДЛУММ-3.

Нині акселерометри знайшли застосування в будівництві, літальних

апаратах, сейсмометрії, мобільних телефонах, відеореєстраторах тощо.

Існують різноманітні види акселерометрів, які відрізняються чутливими елементами та за принципом дії. У нашій статті запропоновано мікромініатюрний датчик лінійних прискорень типу ДЛУММ-3. Він призначений для перетворення лінійних прискорень, які діють по вимірювальній осі датчика, і видачі електричного сигналу у вигляді напруги постійного струму, величина якого пропорційна лінійному прискоренню, а знак відповідає напрямку дії цього прискорення. Конструкція датчика передбачає використання властивості фізичного маятника встановлюватися у напрямку результуючих сил, які діють на нього у напрямку вимірювальної осі [1].

Датчик лінійних прискорень ДЛУММ-3 має такі технічні характеристики:

- діапазон вимірювання – $\pm 3g$;
- електроживлення ($\pm 12,6 \pm 1,26$)В, споживаний струм до 65 мА – на підсилювач; ($\pm 27 \pm 2,7$)В, на задатчик, струм не більше 80 мА;
- вихідний сигнал при максимальному прискоренні – $5 \pm 0,28$ В;
- поріг чутливості від діапазону вимірювання – 0,1%;
- час готовності - не більше 1 с;
- призначений ресурс, років – 20;
- маса - не більше 55 г;
- інтервал робочих температур – від -60 °С до $+80$ °С, гранична температура $+100$ °С;
- стійкість до впливу лінійних (відцентрових) навантажень – до 50g;
- ударна міцність: 10 000 ударів із прискоренням 12g тривалістю імпульсу 25-50 мс (датчики тривалої дії), 5 000 ударів з прискоренням 25g та 16 ударів з прискоренням 30g тривалістю імпульсу 6-25 мс (датчики короткочасної дії);
- гарантія безвідмовної роботи датчика короткочасної дії протягом 300 годин, тривалість дії - протягом 3 000 годин на протязі 11,5 років, до числа яких входить 8,5 року безпосередньої експлуатації, а решта

часу - транспортування і зберігання на складах [1; 5].

У складі пристрою для вивірення колон на вертикальність використовуються: двокомпонентний перетворювач кута нахилу зі з'єднувальним кабелем (рис. 1) і блок вимірювання та індикації (рис. 2).

Двокомпонентний перетворювач кута нахилу складається із двох рамок 1 і 2, з'єднаних між собою підшипниками ковзання 3 і 4, які за допомогою регулювальних гвинтів 6 і 7 переміщуються у двох взаємоортогональних площинах відносно основи 5, яка з'єднується з колоною, що вивіряється, допоміжним обладнанням. У рамці 2 встановлені ортогонально-маятникові перетворювачі кута нахилу (датчики лінійних прискорень ДЛУММ-3) 10 і 11, які видають інформацію про нахил досліджуваного об'єкта. За допомогою оптичної трубки 8 і маятника вісь колони поєднується з віссю перетворювача, що встановлюється на початку колони. Живлення первинного перетворювача та передача вимірювальної інформації здійснюється через рознімання 9.

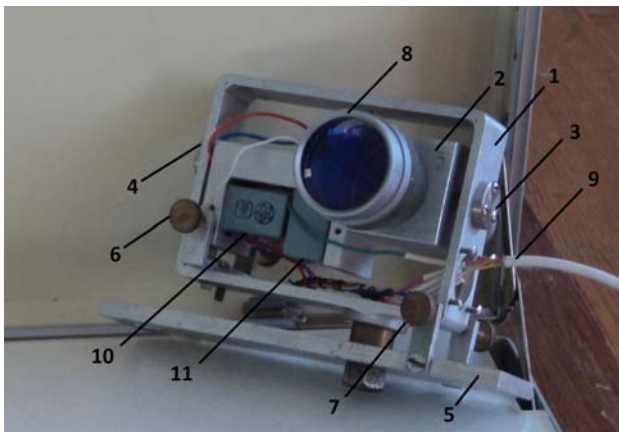


Рис. 1. Двокомпонентний перетворювач кута нахилу:

1,2 – рамка корпусу; 3,4 – підшипники ковзання; 5 – основа; 6,7 – регулювальні гвинти; 8 – оптична трубка; 9 – рознімання; 10,11 – маятникові перетворювачі кута нахилу

Блок вимірювання та індикації (рис.2) складається з корпусу 1, що являє собою переносну конструкцію, всередині якої розташований блок вимірювання та індикації. На передній панелі 2 розташовані два аналогові індикатори: стрілковий індикатор 3, світловий індикатор 4, цифрове

табло 8 і перемикач вибору датчика 9, за допомогою яких відстежується інформація про напрям відхилення досліджуваного об'єкта. Також на передній панелі 2 встановлено комутатор первинних перетворювачів кута нахилу 5 і тумблер включення живлення 6. Отримання та передача інформації сигналу з первинного перетворювача здійснюється через рознімання 7.

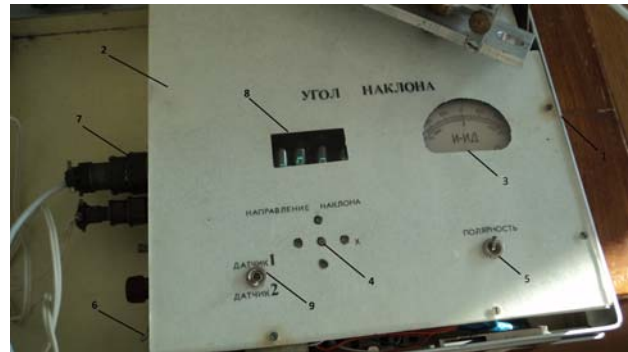


Рис. 2. Блок вимірювання та індикації:
1 – корпус; 2 – передня панель; 3 – стрілковий індикатор; 4 – світловий індикатор напрямку; 5 – комутатор перетворювачів кута нахилу; 6 – тумблер включення живлення; 7 – рознімання; 8 – цифрове табло; 9 – перемикач вибору датчика.

Принцип роботи пристрою для вивірення колон на вертикальність полягає в такому:

1. Закріплюють за допомогою кріпильних засобів пристрій для вивірення колон на опорну площадку на відстані 1,5 м від основи підшви колони.

2. На початок колони встановлюють «маяк». За допомогою оптичної труби, «маяка» та регулювальних гвинтів (рис. 1, позиція 6 і 7) поєднують репер пристрою для вивірення колон із репером колони. Прилад готовий до використання.

3. Після установки колони на фундамент, а також після приведення її у вертикальне положення кабелем з'єднують рознімання перетворювача (рис. 1 позиція 9) з розніманням (рис. 2, позиція 7) блоку вимірювання та індикації, який підключають до мережі змінного струму напругою 220 В.

4. Вивірювання колони здійснюється за допомогою стрілкового індикатора (рис. 2, позиція 3), світлового напрямку відхилення (рис. 2, позиція 4) та комутатора

перетворювачів кута нахилу (рис. 2, позиція 5).

5. Колона вважається встановленою у проектне положення в тому випадку, коли обидва перетворювачі кута нахилу на стрілковому індикаторі видають сигнал, рівний або близький до нуля, але в межах ДБН, а на індикаторі напрямку відхилення світиться його центральна частина. В цьому випадку процес вивірення закінчено.

Висновок. Пропонується для вивірювання колон на вертикальність використовувати пристрій на основі двох одновісних акселерометричних перетворювачів. Запропонований пристрій - це універсальний засіб, який скорочує час вивірювання будівельних конструкцій, а також дозволяє отримати вимірювальну інформацію про просторове положення конструкцій у процесі монтажних робіт і експлуатації будівельних об'єктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бобин А. А. Физические основы получения информации. Сенсоры в аэрокосмической технике. Информативно-методический материал / А. А. Бобин, В. Д. Горбоконеко. – Ульяновск, 2012. – 52 с. – Режим доступа: <https://docplayer.ru/88252883-Ulyanovskiy-gosudarstvennyu-tehnicheskii-universitet-kafedra-izmeritelno-vychislitelnye-pribory.html>. – Проверено 22.04.2019.
2. Гольцев А. Г. Способ выверки строительных конструкций лазерным прибором в вертикальной плоскости при монтаже / А. Г. Гольцев, Т. Т. Ипалаков, Д. В. Большаков // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. – 2014. – Т. 1. – № 1. – С. 98-104. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21456753>. – Проверено 22.04.2019.
3. Инженерная геодезия : учеб. для вузов / [Е. Б. Ключин, М. И. Киселев, Д. Ш. Михелев, В. Д. Фельдман] ; под ред. Д. Ш. Михелева. – 4-е изд., испр. – Москва : Академия, 2004. – 481 с. – (Высшее специальное образование). – Режим доступа: <http://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-mihelev-dsh-inzhenernaya-geodeziya-m-ic-akademiya-2004.pdf>. – Проверено 22.04.2019.
4. Технология строительного производства : учебник для инж.- строит. вузов и строит. спец. / под ред. О. О. Литвинова, Ю. И. Белякова. – Киев : Вища школа, 1985. – 479 с.
5. ДЛУММ АПЗ [Датчик линейных ускорений микроминиатюрный] // Новости ВПК. – Режим доступа : <https://vpk.name/library/f/dlumm-apz.html>. – Заглавие с экрана. – Проверено : 19.04.2019.

REFERENCES

1. Bobin A.A., Gorbokonenko V. D. *Fizicheskie osnovy polucheniya informatsii. Sensory v aerokosmicheskoy tehnike. Informatsionno-metodicheskii material* [The physical basis of obtaining information. Sensors in aerospace engineering. Information and methodical material]. – Ulyanovsk, 2012. 52 p. (in Russian).
2. Goltsev A., Ipalakov T., Bolshakov D. *Sposob vyiverki stroitelnykh konstruktsiy lazernym priborom v vertikalnoy ploskosti pri montazhe* (The method of exhibition of building structures with a laser instrument in a vertical plane during installation). *X Mezhdunar. nauch. kongr. 'Geodeziya, geoinformatika, kartografiya, marksheyderiya': sb. materialov v 2 t.* International scientific congr. "Geodesy, geoinformatics, cartography, surveying" Novosibirsk: SSGA, 2014. T.1. P.98-103. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/v/sposob-vyiverki-stroitelnykh-konstruktsiy-lazernym-priborom-v-vertikalnoy-ploskosti-pri-montazhe/> (Accessed 17 November 2019). (in Russian).
3. Klyushin E.B., Kiselev M.I., Mihelev D.Sh., Feldman V.D. *Inzhenernaya geodeziya* [The engineering geodesy]. – М.: Izdatelskiy tsentr 'Akademiya' - Moscow: Publishing Center "Academy", 2004. 480 p.(in Russian).
4. Litvinova O.O., Belyakova Yu. I. *Tehnologiya stroitel'nogo proizvodstva: Montazh stroitelnykh konstruktsiy* [Building production technology: Installation of building structures]. – Kiev: 'Vysshaya shkola', Golovnoe izd-vo, 1985. 479 p.(in Russian).
5. DLUMM APZ. Available at: <https://vpk.name/library/f/dlumm-apz.html> (in Russian).

Рецензент: Данишевський В. В., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 18.11.2018 р.