

**Терех Олександр Михайлович**, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, кафедра атомних електричних станцій і інженерної теплофізики, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна 03056

E-mail: terem57@meta.ua

**Рогачов Валерій Андрійович**, кандидат технічних наук, доцент, кафедра атомних електричних станцій і інженерної теплофізики, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна 03056

E-mail: valeriy\_rogachov@ukr.net

**Руденко Олександр Ігоревич**, кандидат технічних наук, доцент, кафедра економіки і підприємництва, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна 03056

E-mail: a\_rudenko55@mail.ru

УДК 004.418:528

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.44347

## ТЕХНОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ МІСЬКИХ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ З ВІДКРИТИМ КОДОМ

© В. П. Ткаченко, М. І. Губа, В. Д. Овраменко, О. П. Зелений

*Розглядаються концептуальні засади створення інструментальних засобів міської геоінформаційної системи (МГІС) на базі програмних продуктів з відкритим кодом. Наводиться організаційно-технічна структура МГІС, основні положення її концептуальної архітектури, функції інструментальних засобів та засоби їх реалізації. Запропонована раціональна організація інформаційних ресурсів міського господарства для створення функціональних підсистем МГІС, наведено приклади її впровадження*

**Ключові слова:** міська геоінформаційна система, інструментальні засоби, базові інформаційні ресурси, програмне забезпечення

*Conceptual principles of the creation of Urban Geographic Information System (UGIS) tools based on software products with open source are considered. Organizational and technical structure of UGIS, the basic provisions of its conceptual architecture, tool software modules functions and their means of implementation are provided. Rational organization of municipal information resources for functional UGIS subsystem creations is proposed, and the examples of its implementation are provided*

**Keywords:** urban geographic information system, tools, basic tools, software

### 1. Вступ

Сучасне місто являє собою складну, територіально-розподілену, соціально-економічну й господарську систему. Управління такою системою вимагає створення й впровадження ефективних механізмів, що базуються на сучасних інформаційних технологіях. Важливу роль у реалізації ефективних механізмів управління територіально-розподіленими об'єктами відіграють сьогодні геоінформаційні системи й технології, що надають унікальні можливості просторового моніторингу міської інфраструктури з метою прийняття ефективних управлінських рішень [1].

### 2. Аналіз стану проблеми розробки МГІС

Аналіз сучасного стану впровадження інформаційних технологій в процесі управління міським господарством свідчить про те, що в Україні, у Росії як і у світі в цілому уже є певний досвід розробки й експлуатації геоінформаційних систем [2]. Міські інформаційні системи і їх підсистеми створюються й впроваджуються в містах: Києві, Харкові [3], Дніпропетровську, Вінниці, Москві, Уфі, Пермі, Новосибірську й ін. Практика впровадження цих систем дає підставу зробити наступні висновки:

– інтегруючою основою, яка дозволяє комплексно вирішувати економічні, політичні, соціальні й

природоохоронні завдання на території міста, є географічна інформація, тому що всі завдання управління містом так чи інакше пов'язані з місцем розташування об'єктів, суб'єктів або подій на даній території [4];

– ефективне застосування сучасних інформаційних технологій для планування розвитку, оперативного управління міським господарством потребує створення єдиної загальноміської системи збору, збереження й розподіленої обробки просторової інформації загального користування.

Одним із найважливіших завдань, яке необхідно розв'язати в процесі проектування й впровадження МГІС, є проблема вибору інструментального програмного забезпечення, здатного реалізувати багаторівневу систему із централізованим зберіганням даних і розподіленою їх обробкою за технологією «клієнт-сервер». Існуючі комерційні програмні засоби різних закордонних фірм здатні реалізувати найскладніші прикладні геоінформаційні системи із колективним доступом і розподіленою обробкою інформації. Особливе місце в переліку інструментальних геоінформаційних систем займають програмні засоби фірми ESRI (США), які дозволяють будувати масштабовані ГІС – від локальних (настільних), до корпоративних. Однак істотним недоліком подібних інструментальних програмних засобів є їх висока вар-

тість яка, на жаль, неадекватна фінансовим можливостям органів місцевого самоврядування більшості міст України й країн СНД. Це, у більшості випадків, стає основним фактором, що стримує процеси розробки й впровадження муніципальних ГІС. Альтернативним розв'язком цієї проблеми є вибір у якості базових інструментальних програмних засобів програмних продуктів, які розробляються у рамках міжнародних програм Open GIS Consortium (OGC).

**3. Мета дослідження**

Головною метою розроблення інструментальних засобів міської геоінформаційної системи на базі програмних продуктів з відкритим кодом є підвищення ефективності і зниження вартості створення, впровадження, супроводу та розвитку МГІС.

*Завданнями дослідження* є розробка принципів створення єдиного інформаційного простору міста і організації інформаційних ресурсів МГІС, розробка концептуальної архітектури МГІС, принципів організації геопросторових даних МГІС, програмного, організаційно – технічного забезпечення створення та експлуатації міської геоінформаційної системи.

**4. Архітектура МГІС**

Міська геоінформаційна система є інструментальним засобом інтеграції і аналізу різнопланової інформації відносно просторових об'єктів інфраструктури міста і призначена для комплексного інформаційно – аналітичного забезпечення діяльності керівництва та посадових осіб органів місцевого самоврядування, організацій, підприємств та населення міста, а також для централізованого аналізу і прогнозу показників соціально – економічного розвитку міста.

МГІС створюється як комплекс уніфікованих інформаційних підсистем які використовують єдину цифрову картографічну основу (ЄЦКО) й просторову інформаційну модель міста [2].

ЄЦКО і просторова інформаційна модель міста відносяться до базових інформаційних ресурсів міста, які повинні містити повну, несуперечливу

інформацію про об'єкти інфраструктури міського господарства й інші об'єкти, які знаходяться на території міста, включаючи їх географічне положення на цифрових картах.

Підсистеми МГІС призначені для оперативної інформаційної підтримки користувачів відповідно до вирішуваних ними задач і їх повноважень. Кожна з підсистем для реалізації своєї функціональності використовує власну інформаційну модель території, побудовану на основі ЄЦКО і окремих інформаційних шарів просторової моделі міста.

До складу базових підсистем МГІС входять:

- Адресна система (АС) міста;
- Автоматизована система земельного кадастру (АСЗК) міста;
- Автоматизована система майнового кадастру (АСМК) міста;
- Автоматизована система ведення чергового цифрового плану (АСВЧЦП) міста;
- Підсистема авторизації та розподілу повноважень.

Програмні засоби МГІС побудовані з використанням сучасних WEB – технологій (технологія SaaS – програмне забезпечення як послуга ), які забезпечують розподілену обробку даних і не потребують додаткового програмного забезпечення на клієнтських робочих місцях. Архітектура програмних засобів МГІС на базі програмних продуктів з відкритим кодом наведена на рис. 1.

Функціонування МГІС у містах повинно підтримуватись відповідною організаційно-технічною структурою, нормативно-правовим, інформаційним, програмним, методичним, технологічним і фінансовим забезпеченням.

МГІС створюється як єдина інформаційна система з універсальним сховищем міських інформаційних ресурсів загального користування – базових інформаційних ресурсів міста (рис. 2), на основі якого будуються “віртуальні” галузеві (відомчі) і інші інформаційні підсистеми, що використовують для рішення своїх функціональних задач крім базових і свої – тематичні інформаційні ресурси [3].

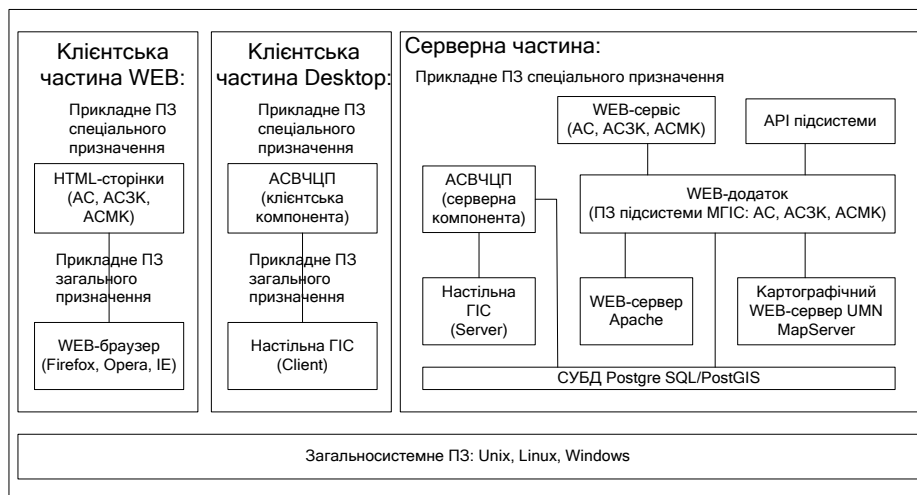


Рис. 1. Архітектура програмних засобів МГІС на базі програмних продуктів з відкритим кодом

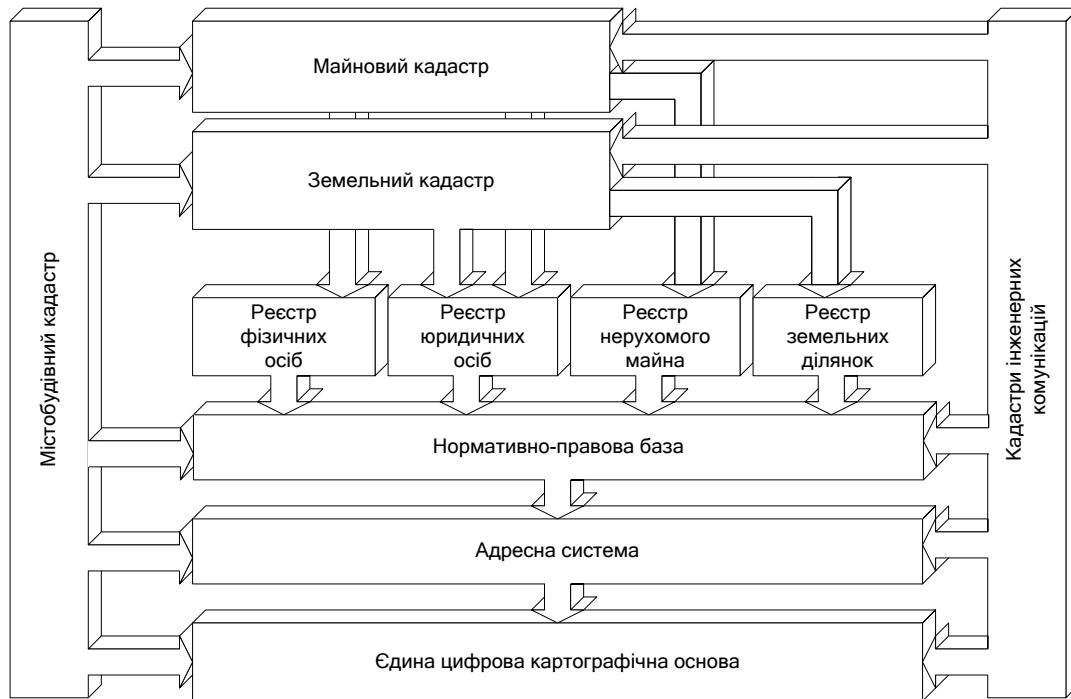


Рис. 2. Структура базових інформаційних ресурсів МГІС

### 5. Концепція інструментальних засобів МГІС

Інструментальні засоби (ІЗ) МГІС складають набір системно-узгоджених програмних компонентів і додатків, які використовуються у складі ПЗ МГІС.

Інструментальні засоби використовуються при створенні програмного забезпечення будь-якої підсистеми МГІС з метою уніфікації рішень щодо програмної структури підсистеми, забезпечують технологічні можливості щодо налаштування, адміністрування, і первинного внесення даних [4].

Інструментальні засоби поділяються на наступні категорії:

- системні інструментальні засоби (програмні платформи для розробки, або функціонування прикладного ПЗ, СУБД);

- функціональні компоненти (блоки програмного коду, які реалізують певні уніфіковані функції, інтегруються у прикладне ПЗ);

- інтерфейсні інструментальні засоби (реалізують уніфіковані програмні інтерфейси, інтегруються у прикладне ПЗ);

- інструментальні засоби формування і редагування просторової інформації цифрової моделі території;

- інструментальні засоби візуалізації просторової та атрибутивної інформації цифрових моделей території;

- інструментальні засоби документування просторової та атрибутивної інформації, (реалізують уніфіковані функції формування документів за заданими шаблонами), інтегруються у прикладне ПЗ;

- інструментальні засоби роботи з документами (облік, збереження і контроль проходження документів).

- інструментальні засоби є невід’ємною складовою технології створення МГІС. Технологія

створення МГІС визначає перелік існуючих інструментальних засобів, напрямки їх подальшої розробки або вдосконалення, порядок їх застосування.

### 6. Системна платформа для побудови МГІС

Інструментальні засоби й технології створення геоінформаційних систем розроблені в багатьох країнах світу. Найбільш популярними в Україні є:

- сімейство програмних засобів ArcGIS фірми ESRI, США;

- пакет програм MapInfo фірми Mapping Information Systems Corporation США;

- пакет програм Microstation фірми Bentley США;

- набір програмних засобів Панорама, Росія та ін.

Істотним чинником, що стримує процеси розробки й впровадження МГІС на основі цих інструментальних програмних засобів, як зазначалося вище, є їхня *висока вартість*, яка не відповідає реальним фінансовим можливостям органів місцевого самоврядування більшості міст України.

В рамках цієї роботи на базі програмних продуктів з відкритим кодом, запропонована системна архітектура (рис. 3) та базові інструментальні програмні засоби для створення МГІС, які пройшли практичну апробацію при виконанні проектів з побудови елементів МГІС.

Для зберігання даних використовується реляційна СУБД PostgreSQL з вбудованим програмним інтерфейсом доступу до просторових даних PostGIS. PostGIS заснований на специфікації Simple Feature, розробленої в рамках Open GIS Consortium (OGC) [5]. Важливою ознакою PostGIS є можливість спільного доступу (читання, запис, оновлення, видалення) до даних.

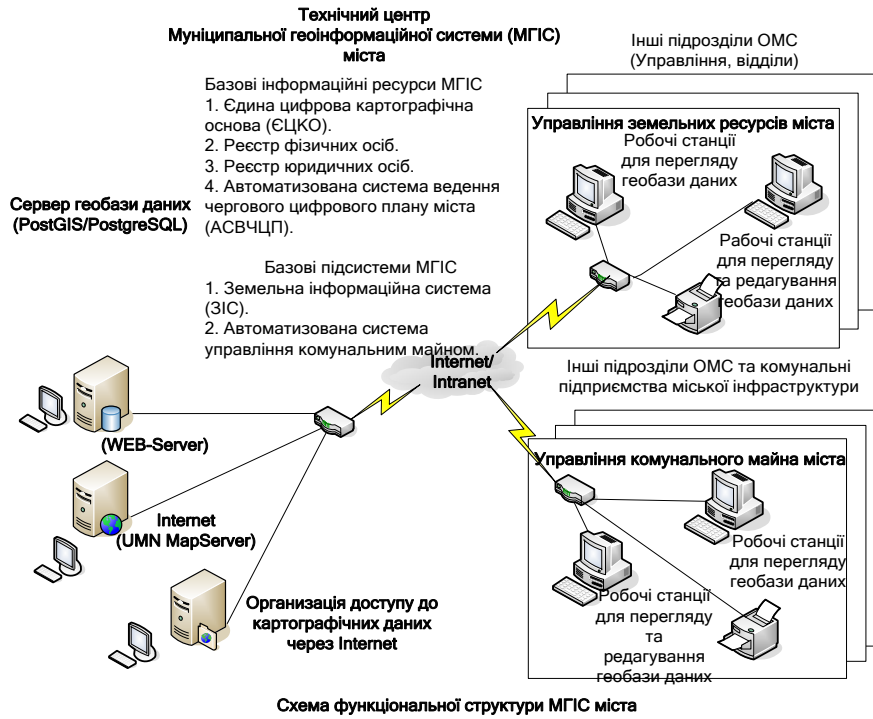


Рис. 3. Системна архітектура МГІС на базі програмних продуктів з відкритим кодом

PostgreSQL є найрозвиненішою СУБД з відкритим кодом, що є надійною й стійкою при великих навантаженнях, може працювати в середовищі різних операційних систем (FreeBSD, Linux, Solaris, Windows), відповідає міжнародним стандартам ISO/ANSI SQL 92, 99, 2003, має інтерфейси для мов Tcl, Perl, C, C++, PHP, ODBC, JDBC і є реальною альтернативою комерційним СУБД.

Для забезпечення віддаленого доступу до геоданих МГІС використовується UMN Mapserver. Він генерує у відповідь на запит растрове зображення карти або плану, яке надсилає клієнтові. Клієнту потрібен тільки звичайний Інтернет – браузер (Mozilla, Opera, Internet Explorer...), що виключає необхідність придбання та інсталяції клієнтської частини і її конфігурування. Витрати на обслуговування й модернізацію системи при цьому зводяться до мінімуму. UMN Mapserver може працювати як Web-Server з підтримкою протоколу WMS (Web Map Server) – це встановлена OGC специфікація протоколу для зв'язку клієнтів із серверами цифрових карт [6].

UMN Mapserver має відкриту програмну архітектуру, яка дозволяє нарощувати функціональність платформи із застосуванням мови PHP.

Практична апробація вищезазначених програмних засобів для створення підсистем МГІС дозволяє зробити висновки про можливість й економічну доцільність застосування програмних засобів з відкритим кодом у якості інструментальних для створення міських геоінформаційних систем різного масштабу.

### 7. Приклади реалізації програмних засобів для створення підсистем МГІС

Розроблені інструментальні програмні засоби були впроваджені для створення підсистем МГІС міста Енергодар Запорізької області рис. 4 та міста Чугуєва Харківської області рис. 5.

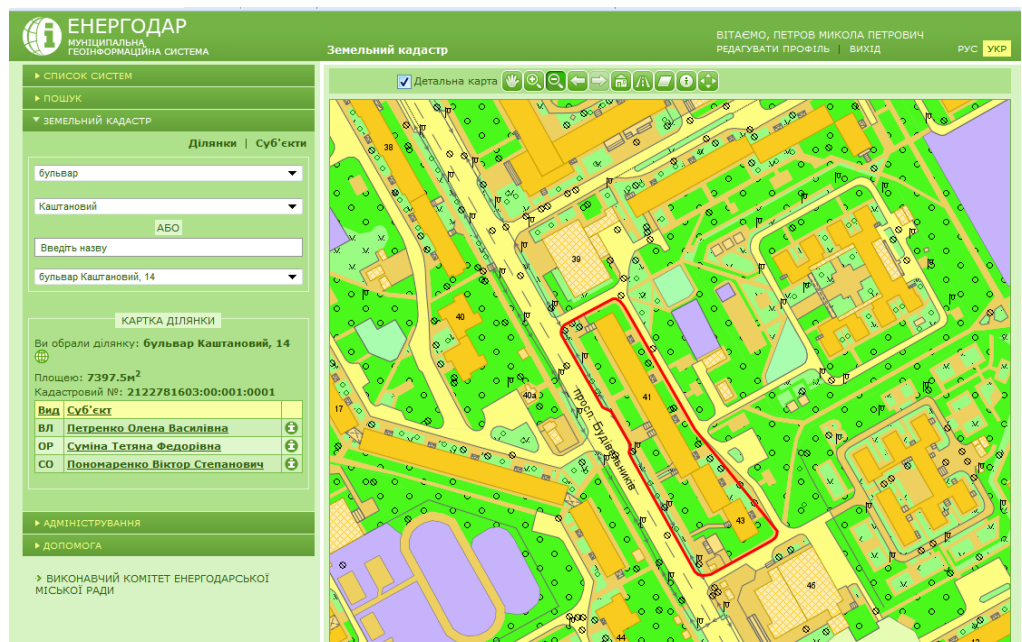


Рис. 4. Автоматизована система земельного кадастру міста Енергодар

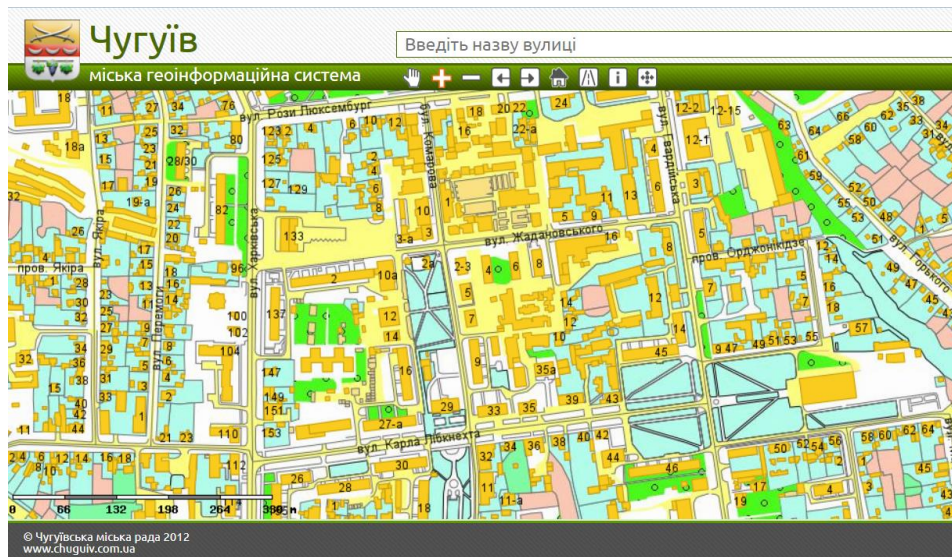


Рис. 5. Автоматизована система майнового кадастру міста Чугуїв

## 8. Висновки

Розроблено підхід до побудови МГІС міста на базі структурованого єдиного загальноміського сховища базових інформаційних ресурсів, запропонована концептуальна архітектура системи, функції та засоби їх реалізації на базі програмних засобів з відкритим кодом.

Реалізація технології на базі запропонованих інструментальних засобів створення МГІС, забезпечує:

- створення умов для впровадження МГІС у містах України за єдиною технологією;
- суттєве зменшення капітальних витрат на систему, за рахунок розроблених інструментальних засобів МГІС, на базі ПЗ з відкритим кодом;
- зменшення витрат на впровадження системи за рахунок єдиної технології створення МГІС;
- зменшення витрат на експлуатацію системи за рахунок високого рівня уніфікованості запропонованих рішень і можливості організації централізованого дистанційного супроводження МГІС;
- створення в містах країни гармонізованих, структурованих за єдиними правилами інформаційних ресурсів міського господарства.

## Література

1. Попов, О. В. Концепція створення міської геоінформаційної системи [Текст] / О. В. Попов, М. І. Губа, О. О. Моїсеєнко, В. П. Ткаченко. – Харків: Вісник геодезії та картографії. – 2006. – № 5(44). – С. 30–35.
2. Положення про муніципальну геоінформаційну систему м. Харкова [Текст] / Харків: ХНУРЕ, 2004. – 44 с.
3. Губа, Н. И. Архитектура и инструментальные средства создания муниципальной геоинформационной системы [Текст] / Н. И. Губа, В. Ф. Ткаченко, П. Н. Маслов. – Харьков: VI Международная научно-практическая конференция «Наука и социальные проблемы общества: информатизация и информационные технологии, 2011.

4. Bermudez, L. OpenGIS Specifications [Electronic resource] / L. Bermudez, B. Sherman, S. Simmons. – USA, 1994–2015. – Available at: <http://www.opengeospatial.org/specs/?page=specs>

5. Bermudez, L. OpenGIS Web Map Service Implementation Specification [Electronic resource] / L. Bermudez, B. Sherman, S. Simmons. – USA, 1994–2015. – Available at: [http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact\\_id=5316](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=5316)

6. Губа, Н. МГІС г. Энергодара "І очередь" [Электронный ресурс] / Н. Губа, В. Ткаченко, В. Овраменко. – Харьков, 2012. – Режим доступа: <http://195.64.136.174:8081/index.php/ua>

7. Губа, Н. МГІС г. Чугуева [Электронный ресурс] / Н. Губа, В. Ткаченко, В. Овраменко. – Харьков, 2012. – Режим доступа: <http://195.64.136.174:8080/mgis/asys/public.php>

## References

1. Popov, A., Guba, N., Moiseenko, A., Tkachenko, V. (2006). Concept of urban geographic information system, Bulletin of Surveying and Mapping, 5 (44), 30–35.
2. Regulations on municipal geographic information system of Kharkiv. (2004). KNURE, 44.
3. Guba, N., Tkachenko, V., Maslov, P. (2011). Architecture and design of the municipal geographic information system: VI International scientific-practical conference "Science and social problems of society: information and information technology.
4. Bermudez, L., Sherman, B., Simmons, S. (1994–2015). OpenGIS Specifications. USA. Available at: <http://www.opengeospatial.org/specs/?page=specs>.
5. Bermudez, L., Sherman, B., Simmons, S. (1994–2015). OpenGIS Web Map Service Implementation Specification. USA. Available at: [http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact\\_id=5316](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=5316)
6. Guba, M., Tkachenko, V., Ovramenko, V. (2012). MGIS Energodar "I turn". Kharkiv. Available at: <http://195.64.136.174:8081/index.php/ua>
7. Guba, M., Tkachenko, V., Ovramenko, V. (2012). MGIS Chuguev. Kharkiv. Available at: <http://195.64.136.174:8080/mgis/asys/public.php>.

Рекомендовано до публікації д-р техн. наук Тєв'яшев А. Д.  
Дата надходження рукопису 22.05.2015

**Ткаченко Володимир Пилипович**, кандидат технічних наук, професор, кафедра медіасистем та технологій, Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Леніна, 14, м. Харків, Україна, 61166, E-mail: tvfil@mail.ru

**Губа Микола Іванович**, доцент, кафедра медіасистем та технологій, Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Леніна, 14, м. Харків, Україна, 61166

E-mail: gni52@mail.ru

**Овраменко Володимир Дмитрович**, директор, Науково-виробнича та комерційна фірма НВКФ «Сіґ-ма», вул. 23 Серпня, 56, м. Харків, Україна, 61072

E-mail: blacktopol@gmail.com

**Маслов Петро Миколайович**, кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник, кафедра медіасистем та технологій, Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Леніна 14, м. Харків, Україна, 61166

УДК 621.822.172

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.43987

## ЗМЕНШЕННЯ ВТРАТ ЕНЕРГІЇ У ВИСОКОШВИДКІСНИХ ГІДРОСТАТОДИНАМІЧНИХ ОПОРАХ ШПИНДЕЛЯ

© Д. Ю. Федориненко, А. А. Урліна, Є. В. Аванесов

*Запропонована нова конструкція гідравлічного підшипника, яка містить несучі кармани сферичної форми, до яких підвід стисненої рідини здійснюється через регульовані клапани витрат рідини, що дозволило зменшити втрати потужності на в'язке тертя при збільшенні швидкостей обертання ротора. Проаналізовано ефективність нової конструкції на високих робочих швидкостях шпинделя і представлені способи зменшення енергетичних втрат*

**Ключові слова:** гідравлічний підшипник, карман, енергоефективність, втрата потужності, швидкохідність, в'язкість, режим мащення

*It is proposed a new design of hydraulic bearing contains spherical bearing pockets, where pressurization of compressed fluid is carried through the adjustable fluid flow valve, thus reduces power losses to viscous friction while increasing the rotor speed. The new design efficiency at high operating speeds is analyzed and ways of energy losses reduction are proposed*

**Keywords:** hydraulic bearing, pocket, energy efficiency, power losses, speed-factor, viscosity, lubrication mode

### 1. Вступ

Зниження енергоспоживання і втрат енергії є одними із пріоритетів енергетичної політики Європейського Союзу [1] та України [2]. Сьогодні лише незначна частина споживаної енергії використовується для фактичної доданої вартості процесу, наприклад сучасне виробництво в Європі характеризується великою часткою «надмірного» енергоспоживання у промисловому секторі (20–50 %) [3]. Українська економіка використовує значно більше енергоносіїв, ніж країни Європи. Так обсяг енергії, що використовується для виробництва одиниці товарів і послуг, у 3,8 рази перевищує середнє значення для Європейського Союзу [4].

### 2. Постановка проблеми

В умовах постійного зростання цін на енергоносії і жорсткої конкуренції на ринку підвищення енергоефективності, продуктивності машинобудівного виробництва, зниження собівартості продукції є актуальними проблемами. Проблема використання енергетичних ресурсів, збільшення продуктивності виробництва безпосередньо пов'язана з процесами обробки на верстатах і визначальним чином впливає на вартість машинобудівної продукції.

Сучасний розвиток машинобудування вимагає при створенні нових машин, модернізації існуючих значну увагу приділяти саме їх енергоефективності. Так, при проектуванні верстатів вимога забезпечення

високої енергоефективності повинна займати центральне місце поряд із забезпеченням їх точності, продуктивності та надійності.

### 3. Аналіз досліджень і публікацій

Питання підвищення енергоефективності металообробного обладнання зараз стоїть дуже гостро. Як вказано в працях [5, 3] частка спожитої шпиндельним вузлом, гідравлічною та охолоджуючою системами енергії знаходиться в межах 50–70 %, залежно від методу обробки.

Посилаючись на роботу [6] бачимо, що енерговитрати високошвидкісних шпиндельних вузлів ( $100000 \text{ хв}^{-1}$  і більше) з гідравлічними опорами більше в 3–4 рази порівняно з менш швидкохідними (до  $4000 \text{ хв}^{-1}$ ). При цьому втрати можуть складати до 30 % від спожитої шпиндельним вузлом енергії.

Як зазначено в роботі [7] в шпиндельному вузлі з діаметром передньої шийки шпинделя 100 мм при частоті обертання  $4000 \text{ хв}^{-1}$  за даними фірми FAG потужність тертя холостого ходу в вузлах з опорами кочення складає 0,7 кВт, гідростатичними – 3,5 кВт. При частоті обертання  $30000 \text{ хв}^{-1}$  втрати в гідростатичних опорах в 3–4 рази вищі ніж в опорах кочення.

Таким чином проблема підвищення ефективності енергоспоживання високошвидкісних шпиндельних вузлів не вирішена та потребує подальших досліджень.