

## **Розробка концепції системного підходу та обґрунтування ресурсозберігаючих способів освоєння підземного простору мегаполісів**

**Разработка концепции системного подхода и обоснование ресурсозберегающих способов освоения подземного пространства мегаполисов**

**The Development of the Concept of the Systematic Approach and Justification of the Resource Saving Ways to Use Underground Megapolice Space**

**Номер державної реєстрації теми - 0115U000372**

- 1. Науковий керівник -** д.т.н., проф. Гайко Г.І., Гайко Г.И., Naiko Hennadii I.
- 2. Суть розробки, основні результати.**

**(укр.)**

Суть роботи полягає в урахуванні системних зв'язків природничих і техногенних факторів з факторами структурно-функціонального характеру, що суттєво змінюються при збільшенні масштабу освоєння підземного простору від окремих підземних споруд і локалізованого гірського масиву до багатофункціонального комплексу підземного міста та його мінливого геологічного середовища. Основний підхід ґрунтується на розумінні проблеми освоєння підземного простору міста, не як разового будівництва окремих підземних споруд, а як реалізації системної концепції й стратегічного плану розвитку підземної урбаністики мегаполіса, які відповідають тенденціям розвитку міста в майбутньому.

Проведений аналіз планування підземної урбаністики мегаполісів і обґрунтовані засади сталого розвитку на основі системного підходу. Запропонована природничо-технічна модель «геоурбаністика – геологічне середовище» як регуляційний інструмент системного планування й будівництва «підземного міста». Створена концепція системного підходу до освоєння підземного простору мегаполісу. Розроблена методика типізації та районування геологічного середовища мегаполісу, яка вперше оцінює територію за сприятливістю підземному будівництву. Виділені природничі й техногенні фактори впливу, пов'язані з просторовим положенням об'єктів в межах географічної інформаційної системи.

На основі розробленої методики проведено районування території для підземних об'єктів мілкового закладання в Шевченківському районі м. Києва (розмір ділянки 2x2 км). Створена методика морфологічного аналізу для оцінки ризиків підземного будівництва, розроблені морфологічні таблиці та схеми їх взаємозв'язків. Обґрунтована доцільність будівництва нових підземних комплексів і транспортних тунелів м. Києва. Розроблені ресурсозберігаючі способи: вентиляції автомобільних тунелів, кріплення виробок з резервуванням надійності, електрохімічного тампонажу гірських порід, формування вертикальних геотехнічних споруд вибухом у ґрунтовому масиві, анкер-бетонне безопалубне кріплення тунелів.

**(рос.)**

Разработаны концептуальные положения развития подземной урбанистики мегаполиса на средне- и долгосрочную перспективу с учётом геологических и ландшафтных особенностей, степени застройки и прогнозируемых урбанистических изменений. Обоснованы методики системного проектирования подземных объектов и ресурсозберегающих способов их сооружения на основе выделенной природно-технической системы «геоурбанистика-геологическая среда».

**(англ.)**

Conceptual issues of the underground urban metropolis mid- and long-term perspective were developed, taking into account the geological and landscape features of construction value and the perspective urban changes. Techniques of the system design of underground facilities and resource-saving methods for their construction were justified on the basis of dedicated natural-technical system "geourbanity-geological environment."

### **3. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.**

- Патент України на корисну модель № 101644 Спосіб електрохімічного тампонажу гірничих порід/ Кравець В.Г., Зайченко В.Г., Вовк О.О., Йожиков А.В. Патент на корисну модель. – Опубл. 25.09.2015.
- Патент України на корисну модель № 109765. Спосіб вентиляції автомобільного тунелю/ Г.І. Гайко, В.П. Булгаков, М.М. Сіверін. – Опубл. 12.09.2016.
- Заявка на винахід № а 201502460. Пристрій для зведення монолітного кріплення тунелів/ В.Г. Кравець, С.М. Стовпник, Г.І. Гайко, С.В. Зайченко. – Від. 19.03.2015.

### **4. Порівняння зі світовими аналогами.**

Результати відповідають світовому рівню, а системний підхід до планування підземного простору мегаполісів, що враховує районування міської території за сприятливістю підземному будівництву, та розроблені ресурсозберігаючі способи будівництва підземних споруд перевершують відомі аналоги інженерної практики.

### **5. Економічна привабливість для просування на ринок**

Системний підхід до проектування і будівництва «підземного міста» як єдиного цілого дозволяє раціоналізувати мережу підземних виробок і споруд, одночасно на 20-30% підвищити ступінь використання підземних об'єктів, збільшити обсяги підземної забудови до 15-20% і, завдяки розробленим ресурсозберігаючим способам, знизити витрати будівельних матеріалів, енергії та трудових ресурсів на будівництво підземних об'єктів на 40-60%.

### **6. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).**

Розроблена концепція, методики та ресурсозберігаючі способи можуть застосовуватись при вдосконаленні генеральних планів розвитку великих міст (зокрема, в Інституті Генерального плану міста Києва), в проектних організаціях, зорієнтованих на міське підземне будівництво (Київметропроект, Спецтунельпроект), та виробничих і будівельних організаціях підземного будівництва (Київпідземшляхбуд, Інтербуд та ін.). Потенційними користувачами також можуть бути Київська міська державна адміністрація та міські адміністрації інших великих міст країни (Харків, Дніпро, Одеса, Львів).

### **7. Стан готовності розробки.**

Розроблена концепція системного підходу до освоєння підземного простору мегаполісів включає основні положення та методики, які можуть впроваджуватись в проектну практику вже сьогодні. Запропоновані ресурсозберігаючі способи спорудження підземних об'єктів мають конструкторські рішення, теоретичні опрацювання та випробування на фізичних і комп'ютерних моделях. Можлива розробка дослідно-промислових зразків нового устаткування.

### **8. Існуючі результати впровадження.**

Запропонований в роботі проект підземного дюкеру під Дніпром до Бортницької станції аерації рекомендований КМДА до впровадження в Генеральний план розвитку Києва. Проект тунельного переходу Дніпра київською кільцевою трасою в районі міста Українка розглянутий місцевою адміністрацією як альтернатива мостовому переходу.

### **9. Форма участі інвестора**

Частка в стартап-проекті «Підземний Київ».

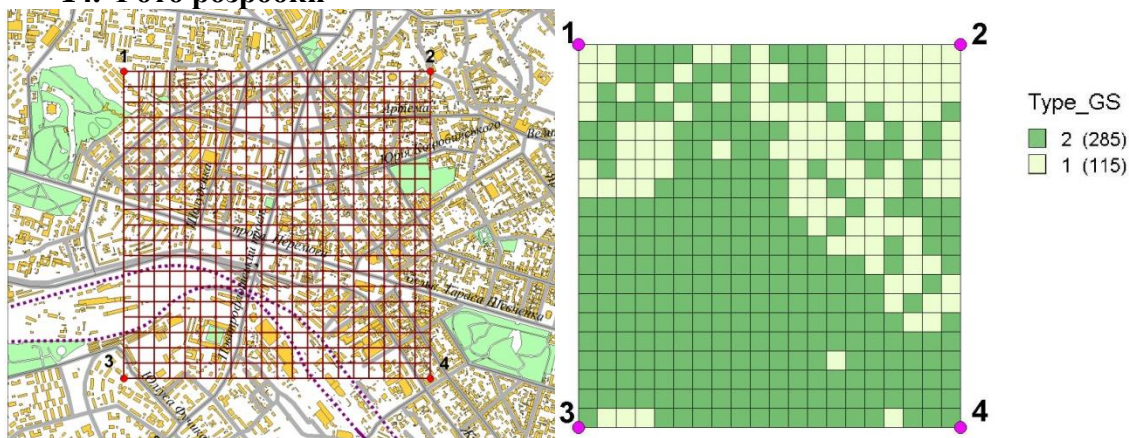
### **10. Обсяг інвестицій: \$120 – 150 тисяч.**

### **11. Мета інвестицій: Створення майстер-плану «Підземний Київ».**

### **12. Назва організації, телефон, E-mail**

НТУУ"КПІ", інститут енергозбереження та енергоменеджменту, кафедра геобудівництва та гірничих технологій,  
(044) 204-82-28, [gayko.kpi@meta.ua](mailto:gayko.kpi@meta.ua)

#### 14. Фото розробки



Районування Шевченківського району Києва за сприятливістю підземному будівництву (фрагмент)

#### 15. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

1. Гайко Г.І. Гірництво в історії цивілізації: Монографія/ Г.І. Гайко, В.С. Білецький. – Київ: Видавничий дім «Києво-Могилянська академія», 2015. – 364 с.
2. Кравець В.Г. Фізичні процеси прикладної геодинаміки вибуху: Монографія/ В.Г. Кравець, В.В. Коробійчук, В.В. Бойко. - ЖДТУ, 2015.-408 с.
3. Кравець В.Г. Виймально-навантажувальні роботи на підприємствах будівельних матеріалів: Навчальний посібник/ В.Г. Кравець, В.В. Коробійчук, Р.В. Соболевський, А.О. Криворучко, С.С. Іськов. – Житомир: ЖДТУ, 2016. – 372 с.
4. H. Naiko, V. Biletskyi. First mining discovery and development the sacral component phenomenon// Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining. – A Balkema Book. London. 2015. p. 227-231.
5. Панкратова Н.Д., Гайко Г.И., Кравец В.Г., Савченко И.А. Проблемы системного планирования подземного пространства мегаполисов// Международный научно-технический журнал «Проблемы управления и информатики». – 2016. – №2. – С. 101 – 107.
6. Natalya D. Pankratova, Gennadiy I. Gayko, Victor G. Kravets, Pya A. Savchenko. Problems of Megapolises Underground Space System Planning// Journal of Automation and Information Sciences. – Том 48. – 2016. – № 4. – P. 32-38.
7. Гайко Г.І. Транспортноорієнтована природничо-технічна геосистема «геоурбаністика – інженерно-геологічне середовище»/ Гайко Г.І., Кравець В.Г., Булгаков В.П., Гайко Ю.І. – Вісник НТУ «КПІ». Серія «Гірництво». – Київ: НТУУ «КПІ», 2015. – Випуск 29. – С. 18-24.
8. Кравець В.Г. Прогресивний спосіб анкер-бетонного кріплення капітальних виробок шахт і тунелів/ В.Г. Кравець, Г.І. Гайко, С.В. Зайченко, С.М. Стовпник //Розробка родовищ. Зб. наук. праць НГУ. – Дніпропетровськ: Літограф, 2015. – С. 307–312.
9. Стовпник С.М. Активування глинястих порід слабого ступеню метаморфізму вибухом у розчині в'язучого // С.М. Стовпник / Вісник НТУУ "КПІ". Серія "Гірництво": Зб. наук. праць. – К.: НТУУ "КПІ". – 2015. – Вип. 28. – С. 36–43.
10. Гайко Г. Перспективи будування тунельних переходів Дніпра/ Г. Гайко, П. Захарченко// Підводні технології. – 2016. - № 4. – С. 72 – 79.
11. Стовпник С.М. Дослідження процесу протягування поліетиленової оболонки при реконструкції колектору/ С.М. Стовпник, А.М. Городиська С.В. Зайченко О.О. Вовк// Вісник НТУУ "КПІ". Серія "Гірництво": Зб. наук. праць. – К.: НТУУ "КПІ". – 2016. – Вип. 30. – С. 75–80.
12. Гайко Г.І. Гірнична спадщина та ревалоризація давніх підземних споруд/ Г.І. Гайко, В.С. Білецький// Схід. – 2016. – №1. – С. 40 – 44.
13. Гайко Г.І. Система автомобільних тунелів як спосіб розв'язання транспортних і екологічних проблем мегаполісу/ Г.І. Гайко, В.П. Булгаков, М.О. Сіверин// Вісник НТУУ «Київський політехнічний інститут». Серія «Гірництво»: Збірник наукових праць. Вип. 30. – Київ: НТУУ «КПІ», 2016. – С. 196 – 206.

14. V. Kravets, S. Zaychenko, G. Gayko Increasing stability of underground mine workings by forming new geotechnical properties of adjoining layers via roller compaction//Mining of Mineral Deposits, 2016. – № 1. – P. 44 – 49.
15. Самедов А.М. Отжатие поровой воды, уплотнение, консолидация и ползучесть водонасыщенных грунтолов при сжатии/А.М. Самедов, В.Г. Кравец, Д.В. Ткач// Вісник НТУУ «КПІ» Сер. «Гірництво»: Зб. Наук. праць. - Київ: НТУУ «КПІ», 2016. - Вип. 30. - С. 11-22.
16. Кравець В.Г. Розв'язання задач про взаємодію циліндричних хвиль із жорсткою перепоною в двошаровому ґрунтовому середовищі/ В.Г. Кравець, В.Ф. Мейш, Л.В. Шайдецька// Вісник ЖДТУ. Сер.: Технічні науки, №4 (75). - 2016. - С. 361-363.
17. Захарченко П.В. Прогноз розвитку інфраструктури Києва в короткотерміновій перспективі/ Захарченко П.В., Гайко Г.І.// Перша міжнародна науково-практична конференція «Регіональна політика: законодавча політика і практична реалізація». – Київ: КНУБА, 2015. – С. 25 – 33.
18. Гайко Г.І. Типізація геологічного середовища урбанізованих територій при освоєнні підземного простору/ Г.І. Гайко, Т.В. Криль// XIV міжнародна науково-практична конференція «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях». – Київ, 2015. – С. 173 – 180.
19. Кравець В. Методи зниження динамічних впливів на гірничі виробки/ В. Кравець, П. Луговий, Г. Гайко// Школа підземної розробки. X міжнародна науково-практична конференція. Тези доповідей. - Дніпро: НГУ, 2016. – С. 47 – 48.
20. Гайко Г.І. Новий спосіб вентиляції автомобільних тунелів як складова вирішення екологічних проблем великих міст/ Г.І. Гайко, М.М. Сіверін //Матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції «Енергетика. Екологія. Людина». – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – С. 96 – 99.
21. Гайко Г.І. Дослідження змін геологічної ситуації та аналіз протизсувних інженерних рішень на Батієвій горі міста Києва / Г.І. Гайко, В.П. Булгаков // Перспективы развития строительных технологий : 9-я междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов (23-24. 04. 2015, г. Днепропетровск) : доклады / Национальный горный университет.- Д.,2015.- С. 241-249.
22. Стовпник С.М. Безтраншейне відновлення дюкеру через річку Дніпро поліетиленовими трубами при різнопрофільному закладанні/ С.М. Стовпник, А.М. Городиська// Матеріали X наук.-прак. конф. «Перспективи розвитку будівельних технологій». – Дніпро: НГУ. – С. 93-95.
23. Шайдецька Л.В. Формування вертикальних геотехнічних споруд вибухом у ґрунтовому масиві періодичної структури: дис...кандидата технічних наук: 05.15.09 / Шайдецька Любов Валентинівна. – К., 2015. – 126 с.

#### **16. Ключові слова:**

Геоурбаністика, мегаполіс, міське підземне будівництво, підземний простір, геологічне середовище, системний аналіз, ресурсозберігаючі способи будівництва, кріплення підземних споруд.