

УДК 553:332.122.5(477)

В. Волков, д-р техн. наук, проф.,  
E-mail: volkovvp49@gmail.com,  
Л. Горошкова, д-р екон. наук, проф.,  
E-mail: goroshkova69@gmail.com  
Запорізький національний університет  
вул. Жуковського, 66, м. Запоріжжя, 69600, Україна

## УПРАВЛІННЯ РАЦІОНАЛЬНИМ ВИДОБУВАННЯМ ТА ВИКОРИСТАННЯМ МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. В.А. Михайловим)

Розглядається захищена патентами авторська методика управління раціональним видобуванням та використанням мінерально-сировинних ресурсів України на прикладі нерудних корисних копалин для будівництва. Запропоновано варіант вирішення проблеми на основі технологічної спорідненості процесів видобутку та раціонального використання продуктів видобування з прогнозуванням розвитку видобувної галузі. Показано, що Україна має значні запаси гірських порід, придатних для видобутку будівельного каменю, будівельних пісків та сировини керамзитової. Аналіз офіційних статистичних даних щодо обсягів видобутку цієї сировини показав, що впродовж дослідженого періоду (12 років) відбувалися коливання показників як за обсягами видобутку, так і за темпами їхнього зростання.

Здійснено апроксимацію та згладжування показників темпів зростання обсягів видобутку досліджених нерудних корисних копалин для будівництва поліноміальною функцією з використанням лінії тренду. Встановлено, що коливання досліджених показників мають періодичний циклічний характер, вони корелюються між собою та пов'язані із загальноекономічним станом будівельної галузі та країни. Доведено, що вирішити проблему раціонального використання корисних копалин можливо шляхом більш збалансованого їх видобутку, а саме встановлення кореляції між видобутком та обсягами використання.

Для прогнозування розвитку галузі запропоновано використати авторську багатofакторну економіко-математичну модель прогнозування розвитку складних систем. Доведено, що така модель дозволить управляти обсягами видобутку технологічно споріднених корисних копалин у взаємозалежності від обсягів їх використання.

**Ключові слова:** мінерально-сировинна база, нерудні корисні копалини для будівництва, будівельний камінь, пісок, керамзитова сировина, прогнозування, моделювання, управління.

**Постановка проблеми.** Україна посідає одне із провідних місць у світі за запасами корисних копалин як на одного мешканця, так і за обсягами їх видобутку: щороку тут видобувається до 4% світових обсягів мінеральної сировини (Лисенко, 2017). Саме тому, у Загальнодержавній програмі розвитку мінерально-сировинної бази (МСБ) України на період до 2030 р. разом із відтворенням запасів корисних копалин, передбачено проведення геологічних досліджень, спрямованих на їхній приріст (Закон України, 2011). Але станом на 2017 р. унаслідок складного економічного становища країни та суттєвого зменшення бюджетного фінансування геологорозвідувальних робіт очікуваних темпів відтворення МСБ не досягнуто. За таких умов важливим є формування системи раціонального видобутку та використання корисних копалин з урахуванням реального стану фінансів у країні. Це в повному обсязі стосується як рудних, так і нерудних корисних копалин, розробка яких суттєво впливає на економіку країни (металургія, агропромисловий комплекс, будівництво тощо).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблемам геологічного вивчення надр, надрокористування, зокрема економічних аспектів, присвячені роботи А.В. Бодюка, С.О. Довгого, М.М. Коржнева, М.М. Костенко, Є.О. Куліша, М.В. Курило, О.А. Лисенка, В.А. Михайлова, В.С. Міщенко та ін. (Бордюк, 2013; Довгий та ін., 2007; Коржнев та ін., 2006; Лисенко та ін., 2017; Михайлов та ін., 2007). Дискусійним залишається питання щодо класифікації нерудних корисних копалин, що теж негативно впливає на економічні проблеми галузі. Нами використовується класифікація Державної служби геологій та надр (Примушенко та ін., 2017). У публікаціях, присвячених геолого-економічній оцінці родовищ корисних копалин, зазвичай наводиться інформація щодо запасів, терміну експлуатації, глибини залягання, якості покладів, тобто природних параметрів родовищ або фінансово-економічних показників (собівартості видобутку, прибутковості, рентабельності та ін.). Є також роботи, пов'язані зі спробами вирішення проблеми оцінки запасів корисних копалин з використанням математичного моделювання (Лустюк, 2013).

Держава суттєве значення приділяє державній експертизі та оцінці запасів корисних копалин. Відповідно до

Положення про порядок проведення державної експертизи та оцінки запасів корисних копалин (Постанова КМУ, 2002), геолого-економічна оцінка має періодичний характер – з інтервалом 5 років. Гірничі роботи з видобутку корисних копалин є процесом, що планується і погоджується, згідно ст. 19 Гірничого закону України, з органами гірничого нагляду.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Останніми роками в економіці країни зберігається нестабільна ситуація, внаслідок скорочення обсягів державного фінансування геологорозвідувальних робіт під загрозою знаходиться виконання Загальнодержавної програми розвитку МСБ України на період до 2030 р., прийнятої у 2012 р. На нашу думку, в межах економічної геології доцільно більш глибоко та системно підходити до проблеми управління ефективним використанням та відтворенням МСБ країни, тобто не обмежуватись тільки традиційними геолого-економічними оцінками родовищ. Крім того, при плануванні робіт з видобутку корисних копалин використовується переважно геологічна інформація, тобто економічно недостатньо обґрунтованим залишається процес планування обсягів видобутку копалин.

**Формулювання цілей статті.** Метою статті є розробка методики врахування економічних показників в процесі управління ефективністю використання та відтворення МСБ України на прикладі нерудних корисних копалин для будівництва.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У надрах України виявлено понад 20 тис. родовищ і проявів 117 видів мінеральної сировини, з яких 9168 родовищ (у т.ч. 1687 ділянок вод підземних питних та технічних, мінеральних) мають промислове значення і враховуються Державним балансом запасів корисних копалин (Примушенко, 2017). Промисловістю освоєно понад 3371 родовищ (у т.ч. 844 ділянок вод підземних питних та технічних, мінеральних) 100 видів корисних копалин, що містять від 40 до 75% розвіданих запасів різноманітних корисних копалин. На базі цих родовищ діє понад дві тисячі гірничодобувних, збагачувальних і переробних підприємств.

Стаття присвячена нерудним корисним копалинам для будівництва, а саме: каменю будівельного, піску будівельного та сировині керамзитовій. Ці корисні

копалини широко використовуються у будівництві у певному процентному співвідношенні.

Україна має значні запаси гірських порід, придатних для видобутку будівельного каменю, який використовується для кладки фундаменту, зовнішніх та внутрішніх стін, інших частин будівлі і споруд, будівництва автомобільних шляхів та залізниць, гідротехнічних споруд, а також як заповнювач важких та легких бетонів. Державним балансом запасів корисних копалин України станом на 01.01.2017 р. обліковано 918 родовищ в тому числі 167 об'єктів обліку будівельного каменю. Розробляються 466 родовищ, в тому числі 111 об'єктів обліку. Експлуатацію родовищ здійснюють комерційні структури та підприємства державних корпорацій. За останні роки збільшилась кількість дрібних родовищ із запасами до 10 000 тис. м<sup>3</sup>, які головним чином розробляються комерційними структурами (Примушенко, 2017).

У межах України будівельні піски широко розповсюджені і зустрічаються в усіх геоструктурних регіонах. Пісок застосовується у виробництві легких і важких бетонів в якості інертного матеріалу, будівельних розчинів, штукатурних і асфальтових мас, силікатної цегли, великих і дрібних силікатних блоків, вапняково-піщаних стінових блоків, як дорожньо-будівельний матеріал тощо. Сьогодні відомо понад 900 родовищ та проявів піску будівельного. Станом на 01.01.2017 р. Державним балансом запасів враховується 623 родовища, у тому числі 32 об'єкти обліку (591+32). Розробляється 257 родовищ, у тому числі 16 об'єктів обліку (241+16) (Примушенко, 2017).

Родовища керамзитової сировини розташовані майже в усіх регіонах України і представлені глинами, суглинками, аргілітами та сланцями. Керамзит за своїми тепло- та звукоізоляційними властивостями використовується в будівельній промисловості як легкий заповнювач. Державним балансом запасів корисних копалин України станом на 01.01.2017 р. обліковується 53 родовищ керамзитової сировини, із них 5 комплексних родовищ – об'єктів обліку. Балансові запаси всіх родовищ становлять: за категоріями А+В+С<sub>1</sub> – 243 153,36 тис. м<sup>3</sup>, за категорією С<sub>2</sub> – 19 454 тис. м<sup>3</sup>, позабалансові запаси – 255 тис. м<sup>3</sup>. На даний час різними підприємствами розробляються 9 родовищ, із них 2 комплексних родовища – об'єкти обліку.

Аналіз офіційних статистичних даних (Примушенко, 2017) щодо обсягів видобутку каменю будівельного, піску будівельного та сировини керамзитової свідчить, що ці корисні копалини є, в першу чергу, сировиною для будівництва. Графічна інтерпретація цих досліджень наведена на рис. 1, а на рис. 2 – темпи зростання обсягів видобутку корисних копалин упродовж 2004–2016 рр. На рисунках видно, що впродовж дослідженого періоду відбувалися коливання показників як обсягів видобутку, так і темпів їхнього зростання. Здійснимо апроксимацію та згладжування кривих показників темпів зростання обсягів видобутку досліджуваних нерудних корисних копалин поліноміальною функцією (з використанням лінії тренду) та отримаємо відповідні криві (рис. 3).

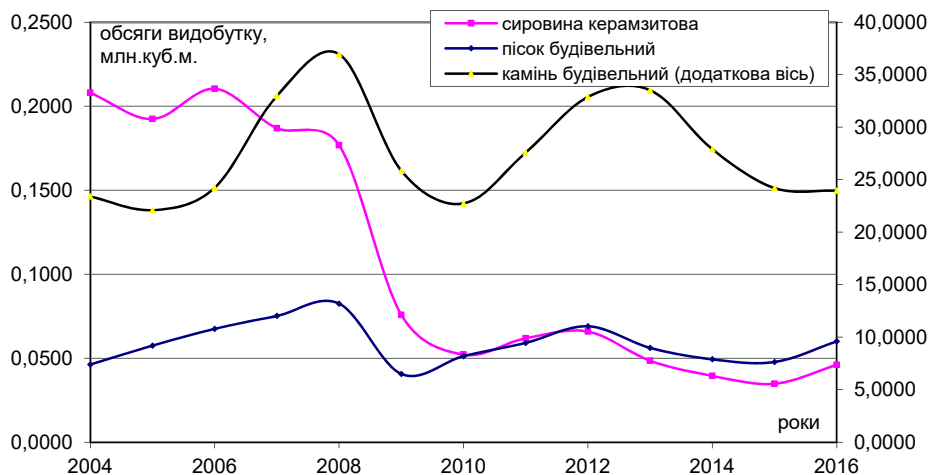


Рис. 1. Динаміка обсягів видобутку каменю будівельного, піску будівельного та сировини керамзитової у 2004–2016 рр.

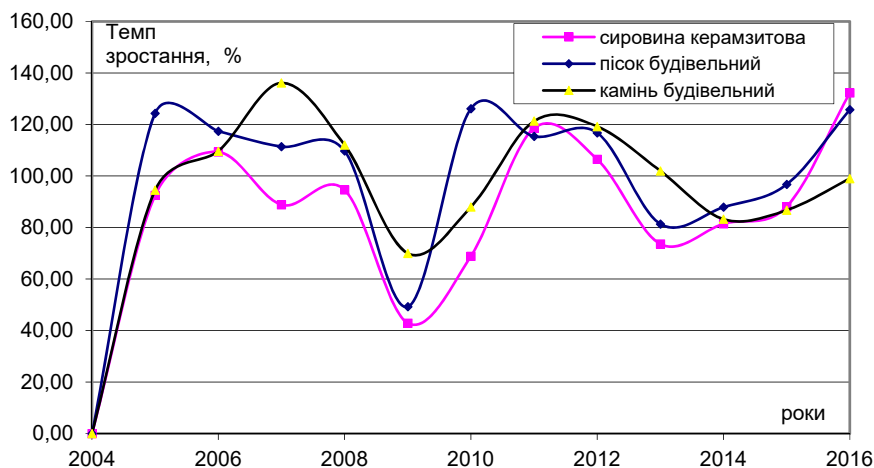


Рис. 2. Динаміка темпів зростання обсягів видобутку каменю будівельного, піску будівельного та сировини керамзитової у 2004–2016 рр.

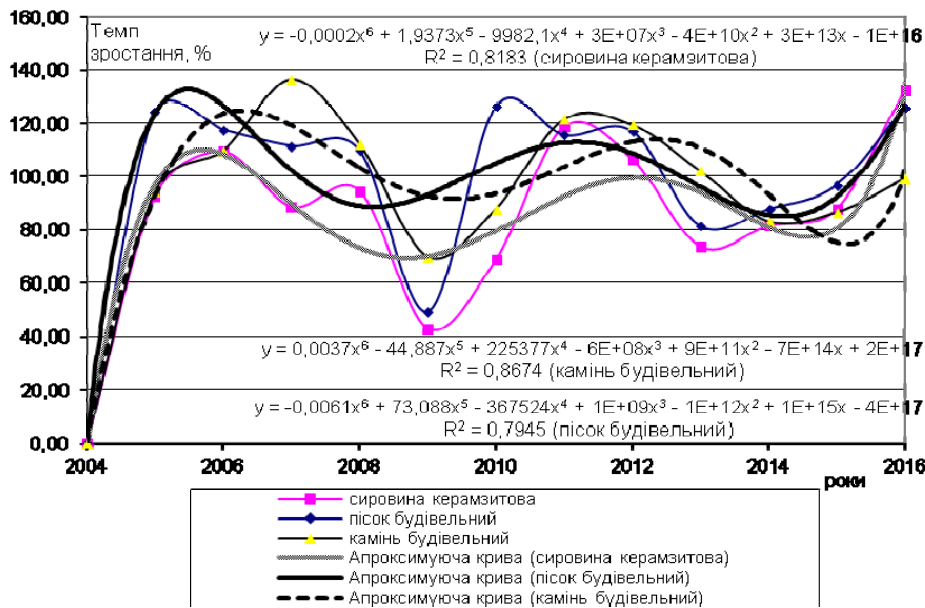


Рис. 3. Темпи зміни обсягів видобутку каменя будівельного, піску будівельного та сировини керамзитової у 2004–2016 рр. та відповідні апроксимуючі криві

Аналіз отриманих результатів показав, що наведені залежності мають максимуми у 2006-2007, 2011–2012 рр.; мінімуми – у 2009 та у 2014–2015 рр. Крім того, коливання досліджуваних показників видобутку нерудних корисних копалин для будівництва мають періодичний, циклічний характер. Такі коливання, на наш погляд, віддзеркалюють малі цикли економічного розвитку, тривалість яких складає 4-5 р. (Горошкова, 2011; Горошкова, 2011; Волков та Горошкова, 2013; Волков та Горошкова, 2013). Якщо зіставити отримані результати із загальною економічною ситуацією у країні, то максимуми обсягів видобутку та їхніх темпів зростання збігаються з роками, коли економіка України зростала. Так, протягом 2006–2007 рр. в економіці країни спостерігалось стійке зростання. Саме тому, на наш погляд, активувалася діяльність будівельної галузі країни і, відповідно, збільшилися обсяги видобутку нерудних корисних копалин для будівництва. Подібна ситуація була характерною і для 2014–2015 рр. У 2009–2010 рр., навпаки, була економічна криза, спостерігалось уповільнення будівництва та, відповідно, показники видобутку нерудних корисних копалин для будівництва також були на мінімальному рівні. Аналогічна ситуація була й у 2015 р.

Подальший аналіз показав, що крім періодичності, спостерігається кореляція між дослідженими показниками для трьох видів нерудних корисних копалин: каменя будівельного, піску будівельного та сировини керамзитової. Традиційними методами апроксимації та сгладжування можливо моделювати ситуацію щодо кожної із корисних копалин окремо, без урахування їхнього взаємозв'язку.

З урахуванням того, що внаслідок недофінансування під загрозою опинилось виконання таких важливих завдань Загальнодержавної програми розвитку МСБ України, як відтворення та приріст запасів корисних копалин, можливо запропонувати шляхи вирішення зазначених завдань. На нашу думку, сприяти відтворенню корисних копалин можливо шляхом більш збалансованого видобутку, а саме необхідно, щоб обсяги видобутку корелювали з обсягами використання. Такий підхід забезпечить, з одного боку, більш раціональне ставлення до запасів корисних копалин, з іншого – підвищить економічну ефективність видобутку, оскільки в разі, коли обсяги й

темпи росту видобутку і використання будуть корелювати один з одним, зменшаться непродуктивні витрати на зберігання та транспортування запасів копалин.

Отже, доцільним є використання не виштовхувальних логістичних технологій, а витяжних, які передбачають жорстку залежність темпів видобутку з темпами реалізації сировини (Чейз у др., 2004). Зеконмлені завдяки використанню запропонованих сучасних логістичних технологій кошти можуть бути використані й на фінансування геологорозвідувальних робіт.

У роботі (Волков та Горошкова, 2013) нами запропонована багатофакторна економіко-математична модель прогнозування розвитку складних систем. До них можливо віднести нерудні корисні копалини для будівництва і здійснити прогнозування обсягів видобутку й використання каменя будівельного, піску будівельного та сировини керамзитової в їхньому взаємозв'язку.

Для опису взаємозалежних процесів циклічного розвитку видобутку корисних копалин з урахуванням наявності взаємозв'язку між ними, можливо запропонувати систему диференціальних рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{dN_1}{dt} = N_1(\varepsilon_1 + \gamma_1 N_2), \\ \frac{dN_2}{dt} = N_2(\varepsilon_2 + \gamma_2 N_1), \\ \frac{dN_i}{dt} = N_i(\varepsilon_i + \gamma_i N_{i-1}) \end{cases} \quad (1)$$

де  $i$  – кількість підсистем у складній системі;  $N$  – обсяги видобутку корисних копалин;  $\varepsilon$  – коефіцієнт приросту обсягів видобутку корисної копалини за умов, що не існує взаємозв'язку з іншими обсягами (це коефіцієнт пропорційності, що виражає відношення швидкості приросту обсягів видобутку  $\frac{dN}{dt}$  до  $N$ ),  $\gamma$  – коефіцієнт приросту потреби у корисній копалині.

З урахуванням того, що для аналізу обрано три корисні копалини: камінь будівельний, пісок будівельний та сировина керамзитова, система (1) містить три рівняння (за кількістю копалин). У подальшому аналізі та прогнозування будуть використані такі показники, як базисний темп зростання ( $n$ ) та середнє значення обсягів видобутку ( $K$ ). Взаємозв'язок між ними є таким:

$$n = N/K, K = \varepsilon / \gamma; \quad \varepsilon = \frac{\ln \frac{N}{N_0}}{t - t_0}$$

На рис. 4 наведено отримані базисні темпи зростання видобутку піску будівельного, сировини керамзитової та каменя будівельного.

Таким чином, тенденції співпадають з отриманими раніше для випадків абсолютних значень обсягів видобутку та ланцюгових темпів зростання (рис. 1–3).

На рис. 5 наведено отримані залежності коефіцієнтів приросту видобутку піску будівельного  $\varepsilon_1(t)$ , сировини керамзитової  $\varepsilon'_1(t)$  і каменя будівельного  $\varepsilon_2(t)$ . Залежності

коефіцієнтів приросту  $\varepsilon_1(t)$ ,  $\varepsilon'_1(t)$  і  $\varepsilon_2(t)$  характеризують динаміку видобутку кожної корисної копалини окремо, самостійно.

Тепер побудуємо криві знайдених значень коефіцієнтів приросту потреби в зазначених копалинах:  $\gamma_1 = \frac{n_1 \varepsilon_2}{N_1}$ ,

$\gamma'_1 = \frac{n'_1 \varepsilon'_2}{N'_1}$ ,  $\gamma_2 = \frac{n_2 \varepsilon_1}{N_2}$  і  $\gamma'_2 = \frac{n'_2 \varepsilon'_1}{N'_2}$  і залежність їх від часу  $t$  (рис. 6).

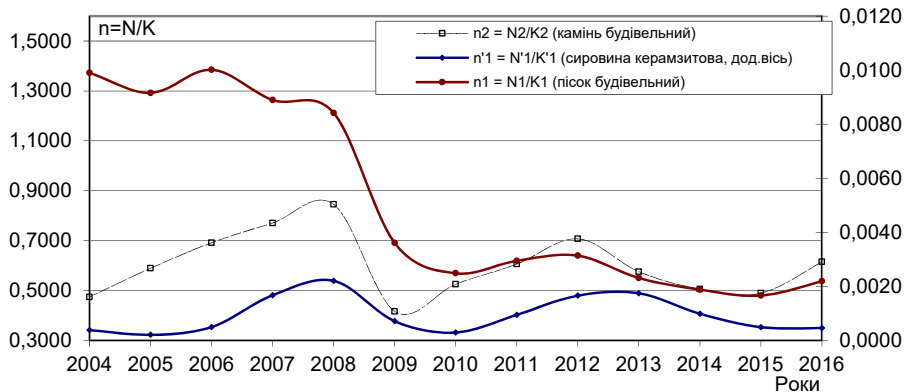


Рис. 4. Динаміка базисних темпів зростання обсягів видобутку піску будівельного, сировини керамзитової та каменя будівельного у 2004–2016 рр.

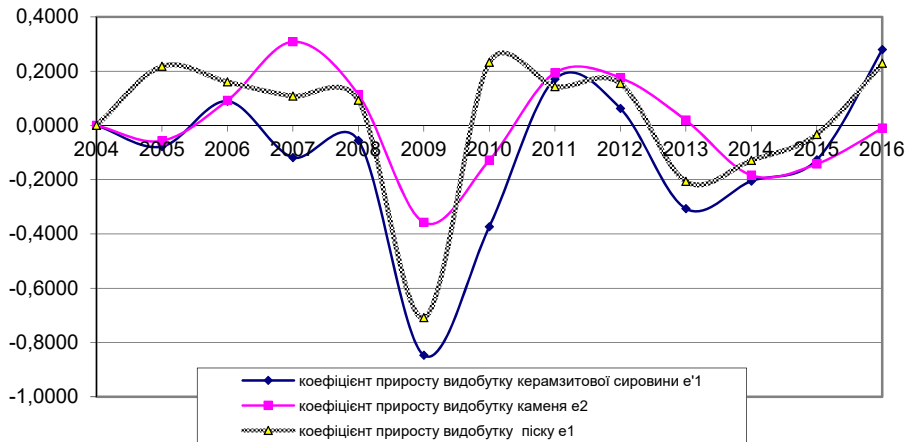


Рис. 5. Динаміка коефіцієнтів приросту видобутку піску будівельного, сировини керамзитової та каменя будівельного за умови відсутності взаємозв'язку

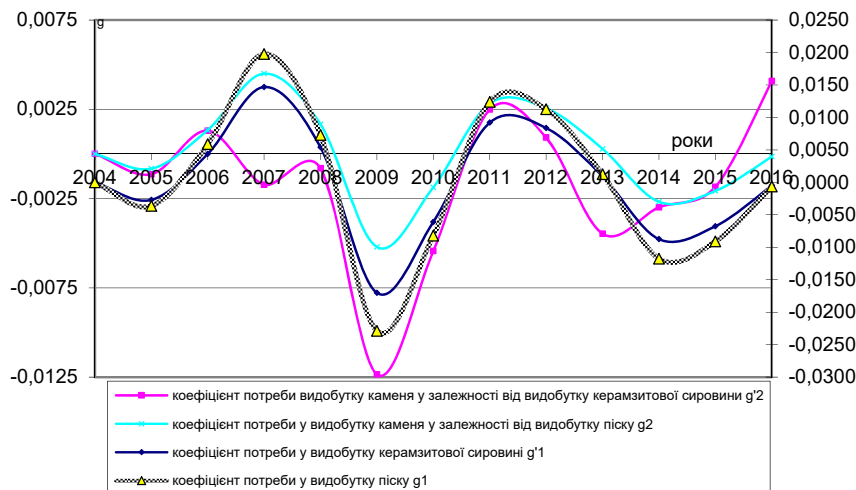


Рис. 6. Динаміка коефіцієнтів потреби у видобутку піску будівельного, сировини керамзитової і каменя будівельного

Представлена на рис. 6 динаміка залежностей для коефіцієнтів  $\gamma_1(t)$ ,  $\gamma'_1(t)$ ,  $\gamma_2(t)$  і  $\gamma'_2(t)$  свідчить, що вони корелюють між собою у часі, що є цілком закономірним, оскільки при побудові моделі ми вважали, що коефіцієнти  $\gamma_1$ ,  $\gamma'_1$ ,  $\gamma_2$  і  $\gamma'_2$  – це величини, які відображають потреби будівництва у видобутку піску, потреби виробництва керамзиту у видобутку керамзитової сировини, потреби у видобутку каменя залежно від потреб у видобутку піска та керамзитової сировини відповідно. Ці величини і повинні повністю корелювати, оскільки протягом досліджуваного періоду не відбувалося зміни технології виробництва.

З використанням системи рівнянь (1) знайдено залежності коефіцієнта приросту видобутку сировини керамзитової  $\lambda_1'(t) = \varepsilon_1'(t) + \gamma'_1(t) N_2(t)$ , коефіцієнта приросту

видобутку каменя будівельного залежно від обсягів видобутку сировини керамзитової  $\lambda_2'(t) = \varepsilon_2'(t) + \gamma'_2(t) N_1(t)$ , коефіцієнта приросту видобутку піску будівельного  $\lambda_1(t) = \varepsilon_1(t) + \gamma_1(t) N_2(t)$ , коефіцієнта приросту видобутку каменя будівельного від обсягів видобутку піску будівельного  $\lambda_2(t) = \varepsilon_2(t) + \gamma_2(t) N_1(t)$  за умови наявності взаємозв'язку (рис. 7). Наведені залежності (рис. 7) корелюють одна з одною в часі більшому ступені, ніж відповідні залежності коефіцієнтів  $\varepsilon_1(t)$ ,  $\varepsilon'_1(t)$ ,  $\varepsilon_2(t)$  і  $\varepsilon'_2(t)$  (рис. 4). Це зумовлено тим, що наведені на рис. 7 зміни коефіцієнтів приросту у часі побудовані за умови взаємозв'язку у видобутку усіх трьох корисних копалин.

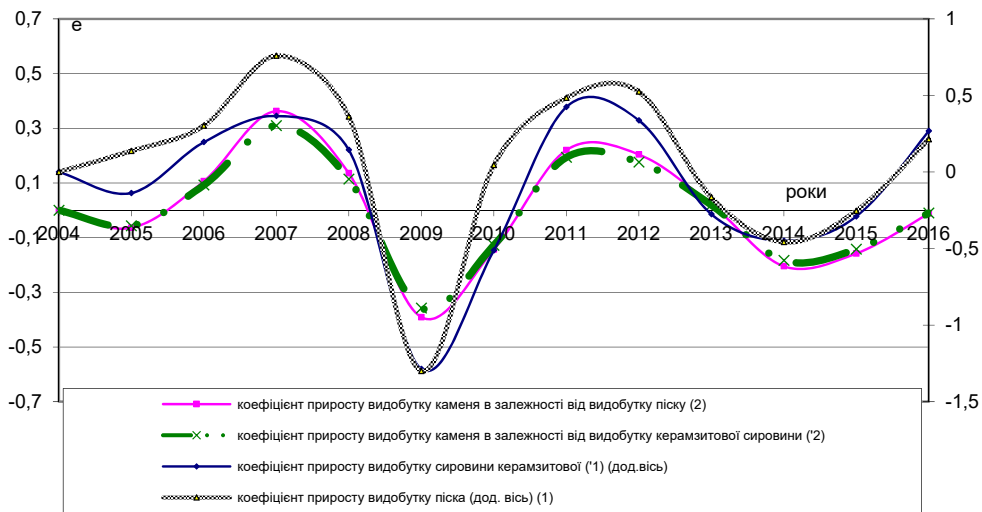


Рис. 7. Динаміка коефіцієнтів приросту видобутку піску будівельного, сировини керамзитової і каменя будівельного за наявності взаємозв'язку

**Висновки і рекомендації.** У результаті проведених досліджень розроблена методика розрахунку і використання економічних показників у процесі управління ефективністю використання та відтворення МСБ України на прикладі нерудних корисних копалин для будівництва.

Проведений аналіз офіційних статистичних даних щодо обсягів видобутку каменя будівельного, піску будівельного та сировини керамзитової показав, що протягом дослідженого періоду відбувалися коливання показників як за обсягами видобутку, так і за темпами їхнього зростання.

Аналіз отриманих результатів показав, що коливання досліджуваних показників видобутку нерудних корисних копалин для будівництва мають періодичний, циклічний характері, корелюють один з одним і пов'язані із загальноекономічною ситуацією у країні та будівельній галузі зокрема.

З метою розв'язання проблеми відтворення та приросту запасів корисних копалин, запропоновано збалансувати обсяги видобутку з обсягами використання. Для довгострокового прогнозування з урахуванням циклічності розвитку процесів запропоновано використати багатфакторну економіко-математичну модель прогнозування розвитку складних систем. Доведено, що така модель дозволяє прогнозувати обсяги видобутку корисних копалин залежно один від одного та у взаємозв'язку з обсягами використання їх.

Подальших досліджень потребує проблема прогнозування видобутку та використання корисних копалин з урахуванням експортних можливостей країни.

**Список використаних джерел**

1. Бодюк, А.В. (2013). Економіко-ресурсний аспект досліджень корисних копалин. Формування ринкових відносин в Україні, 12(151), 176-179.

2. Волков, В.П., Горошкова, Л.А. (2013). Спосіб прогнозування розвитку складних систем. Патент 82983, МПК (2013.01) G06Q90/00; G06Q10/06 (2012.01).  
 3. Волков, В.П., Горошкова, Л.А. (2013). Прогнозування розвитку складних техніко-економічних систем мезорівня. Економічний вісник університету: Збірник наукових праць учених та аспірантів. Переяслав-Хмельницький: Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет ім. Г. Сковороди, 20/2, 257-263.  
 4. Волков, В.П., Горошкова, Л.А. (2014). Малі економічні цикли: теорія та вітчизняна практика. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія "Економіка": Збірник наукових праць, 1 (42), 270-276.  
 5. Горошкова, Л.А. (2011). Економічна циклічність розвитку металургійної та забезпечуючих галузей. Економічний вісник університету: Збірник наукових праць учених та аспірантів. Переяслав-Хмельницький: Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет ім. Г. Сковороди, 17/2, 47-54.  
 6. Горошкова, Л.А. (2011). Моделирование цикличности развития черной металлургии и обеспечивающих отраслей в условиях трансформации экономики. Экономический бюллетень научно-исследовательского экономического института Министерства экономики Республики Беларусь, 10, 37-42.  
 7. Довгий, С.О., Шестопапов, В.М., Коржнев, М.М. та ін. (2007). Реструктуризація мінерально-сировинної бази України та її інформаційне забезпечення. К.: Наукова думка.  
 8. Закон України "Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року". №4731-VI від 17.05.2012 р. (2011). Відомості Верховної Ради України (ВВР), 44, 457.  
 9. Коржнев, М.М., Михайлов, В.А., Міщенко, В.С. та ін. (2006). Основи економічної геології. Навчальний посібник. К.: Логос.  
 10. Костенко, М.М. (2014). Мінерально-сировинна база України. Стаття 3. Стан мінерально-сировинної бази неметалічних корисних копалин України та основні напрями геологорозвідувальних робіт. Мінеральні ресурси України, 4, 6-13.  
 11. Лисенко, О.А. (2017). Геолого-економічна оцінка корисних копалин (актуальні питання й методичні аспекти). Мінеральні ресурси України, 3, 22-26.  
 12. Лисенко, О.А., Василенко, А.П., Костенко, М.М. (2017). Геологія рудних і нерудних корисних копалин – важливий напрям наукових досліджень Українського державного геологорозвідувального інституту. Збірник наукових праць УкрДГРІ, 2, 20-32.  
 13. Лустюк, М.Г., Дякон, В.М., Петрина, М.Л. (2013). Математична модель оцінки запасів корисних копалин. Науковий вісник НГУ, 5, 5-10.



14. Михайлов, В.А., Віноградов, Г.Ф., Курило, М.В. та ін. (2007) Неметалічні корисні копалини України. Підручник. К.: ВПЦ "Київський університет".

15. Положення про порядок проведення державної експертизи та оцінки запасів корисних копалин // Постанова КМ України від 22.12.1994 р., № 865 (зі змінами і доповненнями, внесеними постановою КМУ від 27.08.1997 р. № 927, від 04.10.2000 № 1512, від 25.10.2002 № 1595). <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/865-94-%D0%BF>

16. Примушко, С.І., Білошапська, Т.Д., Величко, В.Ф. (Ред.). (2017). Мінеральні ресурси України. К.: ДНВП "Державний інформаційний геологічний фонд України".

17. Чейз, Р.Б., Эквилан, Н.Дж., Якобс, Р.Ф. (2004). Производственный и операционный менеджмент. М.: Вильямс.

#### References

1. Bodiuk A.B. (2013). Economical-recourse aspect of researches of minerals. Forming of market relations in Ukraine, 12 (151), 176-179. [In Ukrainian]

2. Cheiz, R.B., Ekvyllain, N.D., Yakobs, R.F. (2004). Productive and operating management. M.: Vilyams. [in Russian]

3. Dovhyi, O.V., Shestopalov, V.M., Korzhnev M.M. et al. (2007). Restructuring of raw mineral-material base of Ukraine and her dataware. K.: Naukova dumka. [In Ukrainian]

4. Horoshkova, L.A. (2011). An economic recurrence of development of metallurgical and provide industries. Economic announcer of university: Collection of scientific works of scientists and graduate students of Pereyaslav-Khmelnytsky State pedagogical University, 17/2, 47-54. [In Ukrainian]

5. Horoshkova, L.A. (2011). Modeling of recurrence of development of ferrous metallurgy and providing industries in the conditions of transformation of economy. Economic bulletin of research economic institute of Ministry of economy of Republic of Belarus. Minsk: NIEI, 10, 37-42. [in Russian]

6. Korzhnev, M.M., Mykhailov, V.A., Mischenko, B.S. et al. (2006). Bases of economic geology. The manual for the students of geological specialties of higher educational institutions. K.: Logos. [In Ukrainian]

7. Kostenko, M.M. (2014). A raw Mineral-material base of Ukraine. Article 3. State of raw mineral-material base of non-metal minerals of Ukraine and basic directions of geological survey works. Mineral resources of Ukraine, 4, 6-13. [In Ukrainian]

8. Law of Ukraine "On claim of the National program of development of raw mineral-material base of Ukraine on a period to 2030". № 4731-VI from 17.05.2012 (2011). List of Supreme Soviet of Ukraine, 44, 457. [In Ukrainian]

9. Lustiuk, M.H., Diakon, V.M., Petryna, M.L., Lustiuk M.H. (2013). Mathematical model of estimation of supplies of minerals. Scientific announcer NGU, 5, 5-10. [In Ukrainian]

10. Lysenko, O.A. (2017). Geology-economical estimation of minerals (pressing questions and methodical aspects). Mineral resources of Ukraine, 3, 22-26. [In Ukrainian]

11. Lysenko, O.A., Vasylenko, A.P., Kostenko, M.M. (2017). Geology of ore and non-metallic minerals is important direction of scientific researches of the Ukrainian state geological survey institute. Collection of scientific works of UkrSGRI, 1-2, 20-32. [In Ukrainian]

12. Mykhailov, V.A., Vinogradov, H.F., Kurilo, M.V. et al. (2007). Industrial minerals and rocks of Ukraine. The manual for the students of geological specialties of higher educational institutions. K.: VS of the Kyiv University. [In Ukrainian]

13. Prymushko, S.I., Biloshapskoi, T.D., Velychka, V.F. (Eds.). (2017). Mineral resources of Ukraine. K.: State scientific and production enterprise the "State informative geological fund of Ukraine". [In Ukrainian]

14. Regulations on State examination and evaluation of mineral recourse. Postanova KМУ Ukraine from 22.12.1994, №865 (with changes and additions brought in by resolution of KМУ from 27.08.1997 № 927, from 04.10.2000 № 1512, from 25.10.2002 № 1595). <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/865-94-%D0%BF> [In Ukrainian]

15. Volkov, V.P., Horoshkova, L.A. (2013). Prognostication of development of the difficult technical-economical systems of mezolevel. Economic announcer of university: Collection of scientific works of scientists and graduate students of Pereyaslav-Khmelnytsky State pedagogical University, 20/2, 257-263. [In Ukrainian]

16. Volkov, V.P., Horoshkova, L.A. (2014). Small economic cycles: theory and home practice. Scientific announcer of the Uzhhorod University. Series "Economy": Collection of scientific workss Uzhhorod University, 1 (42), 270-276. [In Ukrainian]

17. Volkov, V.P., Horoshkova, L.A. (2013). Method of prognostication of development of the difficult systems. The patent 82983, МРК (2013.01) G06Q90/00; G06Q10/06 (2012.01). [In Ukrainian]

Надійшла до редколегії 19.12.17

V. Volkov, Dr. Sci. (Techn.), Professor, E-mail: volkovvp49@gmail.com  
L. Horoshkova, Dr. Sci. (Econ.), Professor, E-mail: goroshkova69@gmail.com  
Zaporizhzhya National University  
66 Zhukovskogo Str., Zaporizhzhya, 69600, Ukraine

## MANAGEMENT OF LEAN MINING AND USE OF MINERAL RESOURCES OF UKRAINE

*The article proposes a patent protected proprietary technique for managing lean mining and use of mineral resources of Ukraine on the example of non-metallic minerals for construction. Proposed solution of the problem on the basis of the technological relationship between the production processes and the lean use of production products with forecasting the development of the extractive industry is new. Ukraine has significant reserves of rocks suitable for mining of building stone, construction sands and expanded clay. Analysis of official statistics on the volume of mining of construction stone, construction sand and expanded clay showed that over the analyzed period, which was 12 years, there were fluctuations in both the volume of production and the rate of their growth.*

*Approximation and smoothing of rates of growth of volumes of extraction of the investigated nonmetallic minerals for construction of a polynomial function with use of a trend line is carried out. The analysis of the obtained results showed that the fluctuations of the investigated indicators of extraction of nonmetallic minerals for construction have a periodic, cyclical nature, correlate with each other and are related to the general economic state of the construction industry and the country.*

*It is proved that it is possible to solve the problem of lean use of minerals by more balanced extraction of minerals, namely, establishing a correlation between extraction and use volumes. To predict the development of the industry, the author suggests using multifactorial economic and mathematical model for forecasting the development of complex systems. It is proved that such a model will allow controlling the volumes of mining of technologically related minerals in interdependence on the volumes of their use.*

**Keywords:** mineral and raw materials base, nonmetallic minerals for construction, building stone, sand, expanded clay, forecasting, modeling, management.

V. Волков, д-р техн. наук, проф., E-mail: volkovvp49@gmail.com,  
Л. Горошкова, д-р экон. наук, проф., E-mail: goroshkova69@gmail.com  
Запорожский национальный университет  
ул. Жуковского, 66, г. Запорожье, 69600, Украина

## УПРАВЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ДОБЫЧЕЙ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ УКРАИНЫ

*Рассматривается защищенная патентами авторская методика управления рациональной добычей и использованием минерально-сырьевых ресурсов Украины на примере нерудных полезных ископаемых для строительства. Предложен вариант решения проблемы на основе технологического родства процессов добычи и рационального использования продуктов добычи с прогнозированием развития добывающей отрасли. Показано, что Украина имеет значительные запасы горных пород пригодных для добычи: строительного камня, строительных песков и сырья керамзитового. Анализ официальных статистических данных относительно объемов добычи этого сырья показал, что на протяжении исследованного периода (12 лет) происходили колебания показателей как по объемам добычи, так и по темпам их роста.*

*Осуществлена аппроксимация и сглаживание показателей темпов роста объемов добычи исследованных нерудных полезных ископаемых для строительства полиномиальной функцией с использованием линии тренда. Установлено, что колебания исследуемых показателей имеют периодический, циклический характер, коррелируют между собой и связаны с общеэкономическим состоянием строительной отрасли и страны. Доказано, что решить проблему рационального использования полезных ископаемых возможно путем более сбалансированной их добычи, а именно установления корреляции между добычей и объемами использования.*

*Для прогнозирования развития отрасли предложено использовать авторскую многофакторную экономико-математическую модель прогнозирования развития сложных систем. Доказано, что такая модель позволит управлять объемами добычи технологически родственными полезными ископаемыми во взаимозависимости от объемов их использования.*

**Ключевые слова:** минерально-сырьевая база, нерудные полезные ископаемые для строительства, строительный камень, песок, керамзитовое сырье, прогнозирование, моделирование, управление.