

УДК 553:332.122.5(477)
DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2713.100.12>

Л. Горошкова, д-р. екон. наук, проф.,
E-mail: goroshkova69@gmail.com,
Національний університет "Києво-Могилянська академія",
вул. Г. Сковороди, 2, м. Київ, 04655, Україна;
О. Меньшов, д-р геол. наук, ст. дослідник,
E-mail: menshov.o@ukr.net,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
ННІ "Інститут геології", вул. Васильківська, 90, м. Київ, 03022, Україна

ПРОГНОЗУВАННЯ ВИДОБУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ НЕРУДНИХ КОРИСНИХ КОПАЛИН ДЛЯ БУДІВНИЦТВА В УМОВАХ ПОВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ

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

Проведено моделювання з метою формування системи управління раціональним видобуванням та використанням мінерально-сировинних ресурсів України на прикладі нерудних корисних копалин для будівництва і забезпечення умов повоєнного відновлення країни. Запропоновано прогностичні обсяги щодо видобутку та раціонального використання формувати з урахуванням потреб технологічно споріднених галузей. Проведено аналіз офіційних статистичних даних щодо обсягів видобутку каміння будівельного, піску будівельного та сировини керамзитової впродовж дослідженого періоду (15 р.) і встановлено, що коливання показників як за обсягами видобутку, так і за темпами їх зростання 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 використано авторську 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.

Доведено, що в умовах війни внаслідок руйнування інфраструктури країни існує необхідність внесення коректив у модель для збалансованого видобутку та використання нерудних корисних копалин для будівництва з урахуванням утворених будівельних відходів та потреб повоєнного відновлення країни та її інфраструктури. Проведено моделювання з урахуванням нових умов розвитку галузі в країні, сформовано прогноз на п'ятирічний період щодо видобутку та використання піску будівельного, каміння будівельного та сировини керамзитової.

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

Постановка проблеми. Наслідками бойових дій на території України є руйнування інфраструктури. Станом на середину 2022 р. збитки вражаючі: втрачено понад 6,3 тис. км колій залізниці, пошкоджено 23,5 тис. км автодоріг, 289 автомобільних та 41 залізничних мостів; зруйновано чи пошкоджено 35,2 млн квадратних метрів житла, майже 1 тис. закладів, пошкоджено та знищено понад 30 нафтобаз, завдані руйнування великим підприємствам Донецької, Запорізької, Дніпропетровської області; пошкоджена енергетична інфраструктура країни. Отже, повоєнне відновлення країни, відбудова зруйнованих населених пунктів та інфраструктури призведе до підвищення попиту будівельної індустрії на матеріали, сировину та корисні копалини для будівництва. Водночас слід враховувати деградацію земель (Dindaroglu, 2021; Меньшов, 2016). Саме тому розвиток надрокористування є надважливим для обороноздатності країни та відновлення її економіки у повоєнний час. Україна має потужний потенціал для того, щоб забезпечити зростаючі потреби у корисних копалинах для будівництва. Країна займає одне з 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). За таких умов важливим є формування системи раціонального видобутку та використання корисних копалин з урахуванням потреб у країні та принципів раціонального надрокористування. Увага саме до корисних копалин для будівництва, а саме, каменю будівельного, піску будівельного та сировини керамзитової, зумовлена важливістю їх для будівельної галузі, особливо для відновлення зруйнованої та пошкодженої інфраструктури в Україні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема 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., 2006).

У Державному балансі запасів корисних копалин України станом на 01.01.2020 р. обліковано 944 родовища, у тому числі 176 об'єктів обліку будівельного каменю. Розробляються 464 родовища, у тому числі 120 об'єктів обліку. За останні роки збільшилась кількість дрібних родовищ із запасами до 10000 тис. м³, які головним чином розробляються комерційними структурами. Родовища розташовані у більшості областей України, найбільша кількість – у Житомирській, Вінницькій, Кіровоградській, Тернопільській, Рівненській, Закарпатській, Черкаській, Запорізькій, Миколаївській областях (Примушко та ін., 2020).

На сьогодні відомо понад 900 родовищ та проявів піску будівельного. Станом на 01.01.2020 року у Державному балансі запасів корисних копалин України враховано 652 родовища піску будівельного, у т. ч. 37 об'єктів обліку. У промисловій розробці перебувають 240 родовищ, у т. ч. 19 об'єктів обліку. Родовища розташовані у більшості областей України, найбільша кількість – у Київській, Львівській, Тернопільській, Житомирській, Вінницькій, Кіровоградській, Рівненській, Черкаській, Миколаївській областях (Примушко та ін., 2020).

Родовища керамзитової сировини розташовані майже в усіх регіонах України, у Державному балансі запасів корисних копалин України станом на 01.01.2020 р. обліковано 53 родовища керамзитової сировини, із них 19 комплексних родовищ, з яких 6 – об'єкти обліку. На сьогодні різними підприємствами розробляються 6 родовищ, із них 3 комплексних родовища – об'єкти обліку (Примушко та ін., 2020).

Виділення нерозв'язаних раніше частин загальної проблеми. У довоєнний час основним завданням було формування збалансованої системи видобутку корисних копалин, у т. ч. нерудних корисних копалин для будівництва. Внаслідок початку війни зруйнована велика кількість інфраструктурних об'єктів у країні, отже вже сьогодні існує необхідність пошуку шляхів відновлення зруйнованого та пошкодженого. Саме тому доцільно сконцентруватись у дослідженнях, які дозволять спрогнозувати потреби у корисних копалинах для будівництва в повоєнний час для відбудови зруйнованого у країні. Водночас актуальним завданням залишається збереження умови збалансованого надкористування і раціонального використання корисних копалин. Отже, нові умови, які виникли внаслідок війни, потребують формування оновленої моделі ресурсокористування.

Формулювання цілей статті. Метою статті є розробка методики врахування потреб у корисних копалинах для будівництва в умовах повоєнного відновлення України з урахуванням принципів ефективного управління використанням та відтворенням мінерально-сировинної бази України.

Виклад основного матеріалу дослідження. Україна є державою з унікальною мінерально-сировинною базою. Станом на початок 2020 р. за офіційними даними, у надрах України виявлено понад 20 тис. родовищ і проявів з 117 видів мінеральної сировини, з яких 10390 родовищ мають промислове значення і враховуються у Державному балансі запасів корисних копалин. Промисловістю освоєно понад 3778 родовищ з 100 видів корисних копалин, що містять від 40 до 75 % розвіданих запасів різноманітних корисних копалин. На базі цих родовищ діє понад 2 тис. гірничодобувних, збагачувальних і переробних підприємств (*Примушко та ін., 2020*).

ДНВП "Геоінформ України" у своїх щорічниках наводить дані щодо запасів мінеральних ресурсів та їх погіршення. У них міститься інформація про нерудні корисні копалини для будівництва, у т. ч. щодо каменю будівельного, піску будівельного та сировини керамзитової. У той же час Державна служба статистики України (Статистичний щорічник України) наводить дані щодо виробництва такої промислової продукції, як піски природні; галька, гравій, щебінь та камінь дроблений; дані щодо виробництва керамзиту – відсутні. Як бачимо, класифікації ресурсів у зазначених офіційних виданнях не збігаються, крім того, у першому виданні надається інформація щодо видобутку сировини, у другому – виробництва товарної продукції. Отже, для побудови моделі раціонального використання корисних копалин для будівництва була врахована як ресурсна складова – видобуток корисних копалин, так і даних щодо виробництва товарної продукції з неї.

З урахуванням того, що усі корисні копалини є вичерпним ресурсом, ми довели необхідність прогнозувати та планувати обсяги видобутку нерудних корисних копалин для будівництва залежно від обсягів їх використання у будівництві. Задля вирішення цього завдання було запропоновано модель прогнозування розвитку складних систем (*Волков та Горошкова, 2013а,б*), яку було апробовано для зазначених корисних копалин за даними впродовж 2004–2016 рр. (*Волков та Горошкова, 2018; Horoshkova et al., 2019*).

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

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

де i – кількість підсистем у складній системі; N – обсяги видобутку корисних копалин; ε – 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); γ – коефіцієнт приросту потреби у корисній копалині.

Кількість рівнянь у системі визначається кількістю об'єктів для аналізу корисних копалин. При подальшому аналізі та прогнозуванні будуть використані такі показники, як базисний темп зростання (n) та середнє значення обсягів видобутку (K). Взаємозв'язок між ними є таким:

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

Станом на сьогодні є можливість проаналізувати більш тривалий ряд даних (до 2019 р.). Результати аналізу офіційних даних ДНВП "Геоінформ України" (*Примушко та ін., 2020*) щодо темпів зростання обсягів видобутку каменю будівельного, піску будівельного та сировини керамзитової впродовж 2004–2019 рр. у графічній формі наведено на рис. 1. Впродовж дослідженого періоду відбувалися коливання показників темпів зростання видобутку (максимуми і мінімуми), які відповідають малим циклам економічного розвитку тривалістю 4–5 років. (*Горошкова, 2011; Волков та Горошкова, 2013а, б*). Впродовж 2006–2007 рр. та 2014–2015 рр. в економіці країни спостерігалось стійке зростання, отже активізувалась потреба будівельної галузі у видобутку зазначених корисних копалин. У 2009–2010 рр. та 2016 р. – навпаки, була економічна криза, спостерігалось уповільнення будівництва та, відповідно, обсяги видобутку нерудних корисних копалин для будівництва знизились. Спостерігається також певна кореляція між видобутком досліджених корисних копалин.

На рис. 2 наведено отримані базисні темпи зростання видобутку піску будівельного, сировини керамзитової і каменю будівельного. Тенденції збігаються з отриманими раніше для ланцюгових темпів зростання (рис. 1).

На рис. 3 наведено отримані залежності коефіцієнтів приросту видобутку піску будівельного $\varepsilon_1(t)$, сировини керамзитової $\varepsilon'_1(t)$ і каменю будівельного $\varepsilon_2(t)$ без урахування взаємозв'язку між обсягами видобутку (для кожної окремо).

На рис. 4 наведено результати розрахунків коефіцієнтів приросту потреби у зазначених копалинах:

$$\gamma_1 = \frac{n_1 \varepsilon_2}{N_1}, \quad \gamma'_1 = \frac{n'_1 \varepsilon'_2}{N'_1}, \quad \gamma_2 = \frac{n_2 \varepsilon_1}{N_2} \quad \text{і} \quad \gamma'_2 = \frac{n'_2 \varepsilon'_1}{N'_2}$$

та їх залежність від часу t . При побудові моделі ми вважали, що коефіцієнти γ_1 , γ'_1 , γ_2 та γ'_2 відображають потреби будівництва у видобутку піску, потреби виробництва керамзиту у видобутку керамзитової сировини, потреби у видобутку камення залежно від потреб у видобутку піску та керамзитової сировини відповідно.



Рис. 1. Динаміка темпів зростання обсягів видобутку каменю будівельного, піску будівельного та сировини керамзитової в 2004–2019 рр.

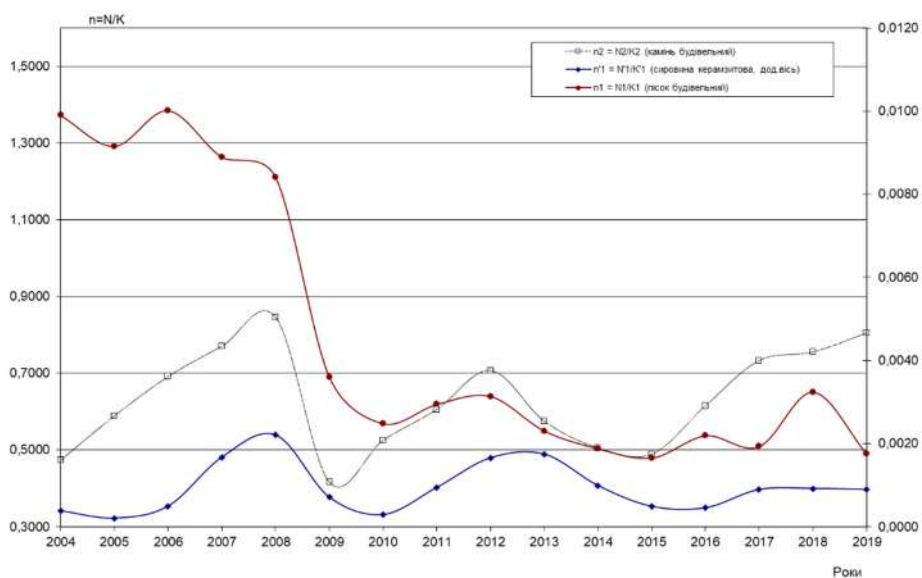


Рис. 2. Динаміка базисних темпів зростання обсягів видобутку піску будівельного, сировини керамзитової і каменю будівельного в 2004–2019 рр.

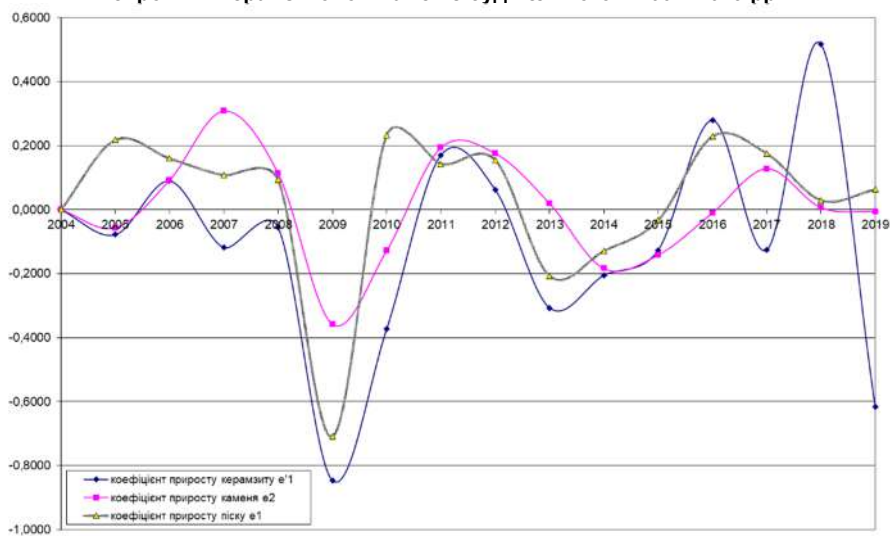


Рис. 3. Динаміка коефіцієнтів приросту видобутку піску будівельного, сировини керамзитової і каменю будівельного за умови відсутності взаємозв'язку

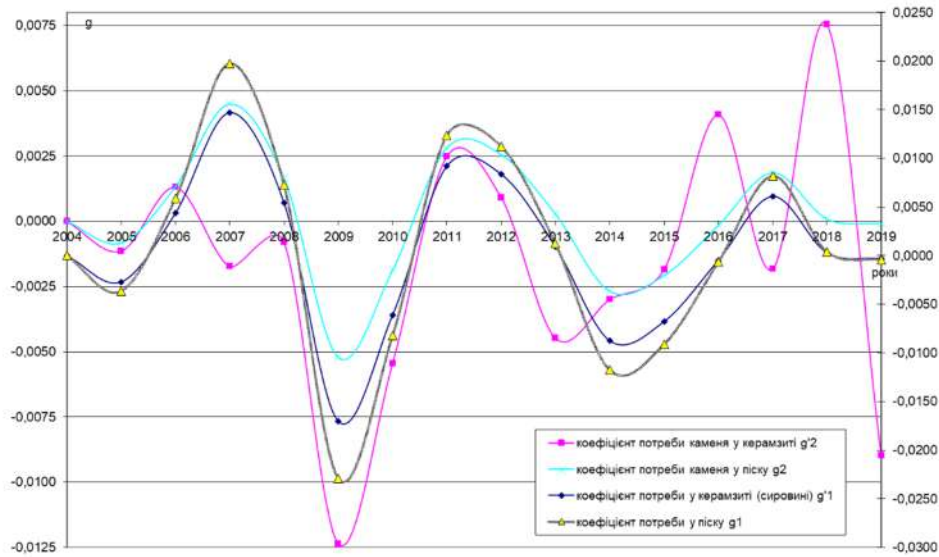


Рис. 4. Динаміка коефіцієнтів потреби у видобутку піску будівельного, сировини керамзитової і каменю будівельного

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 каменю 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 каменю будівельного від обсягів видобутку піску будівельного $\lambda_2(t) = \varepsilon_2(t) + \gamma_2(t)N_1(t)$ за умови наявності взаємозв'язку (рис. 5).

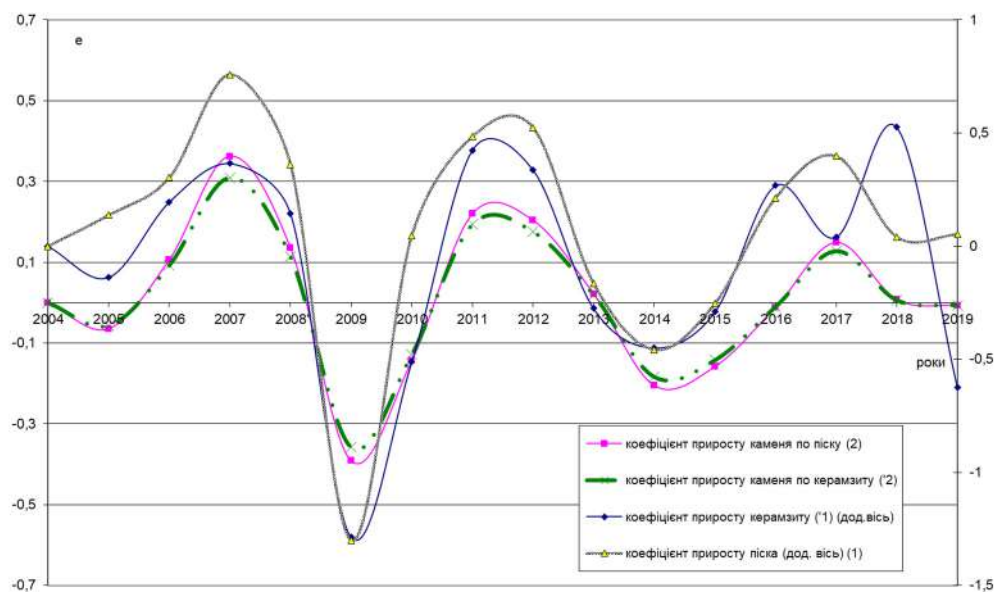


Рис. 5. Динаміка коефіцієнтів приросту видобутку піску будівельного, сировини керамзитової і каменю будівельного за наявності взаємозв'язку

Такий підхід був раціональним в умовах довоєнного часу. В умовах повоєнного відновлення України цей підхід на певний час доцільно змінити з таких причин. З початком війни внаслідок руйнування інфраструктурних об'єктів вже утворилась досить велика кількість будівельного сміття, але це сміття не є традиційним. За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, лише на деокупованих територіях Київської, Чернігівської та Сумської областей від руйнувань будівель та споруд через дії РФ утворилося близько 15,2 млрд тонн відходів. Отже, вже сьогодні є нагальна проблема – створення додаткових сміттєзвалищ, оскільки площі наявних полігонів буде недостатньо. Задля зменшення негативних наслідків (додаткового

відведення земель та екологічних наслідків) доцільно знайти можливості, щоб ці полігони мали тимчасовий характер: звозити на них створене під час війни будівельне сміття, сортувати на те, що придатне і непридатне для повторного використання у будівництві. Наприклад, не може бути використане повторно термодетформоване сміття та азбест – їх необхідно утилізувати. У той же час серед сміття є традиційні будівельні відходи: металева сітка, металопластик, скло, стінові матеріали і т. ін. – те, що можливо повторно використати. Задля подальшої переробки і використання у будівництві потрібне сортування і ретельне дослідження цих матеріалів на придатність для використання. Будівельні залишки можуть бути використані для виробництва будівельної продукції –

підсіпки під дороги (замість щебеню і гальки), для виготовлення бетону низьких марок, виробничі потужності для такого виробництва в Україні наявні. Відповідний досвід у світі існує – це передусім відновлені після Другої світової війни міста Європи. Крім того, на сьогодні в багатьох країнах використання будівельного сміття в новому будівництві взагалі є обов'язковим, це стосується Данії, Нідерландів, Німеччини та ін. Отже потрібно здійснити прогнозування обсягів видобутку піску будівельного, каменю будівельного і сировини керамзитової з урахуванням наслідків війни. Після їх подолання доцільно буде повернутись до запропонованої збалансованої моделі.

З урахуванням вищевикладеного доцільно буде зменшити обсяги видобутку каменю будівельного та керамзитової сировини. У той же час видобуток піску доцільно збільшити, оскільки, по-перше, його не замінить будівельне сміття, по-друге – внаслідок руйнування інфраструктури активізується будівництво з метою її відновлення. Зважаючи на наведені вище міркування, ми здійснили прогнозування на п'ятирічний період обсягів видобутку перелічених корисних копалин з урахуванням динаміки зміни обсягів видобутку впродовж 2004–2019 рр. (рис. 6).

З використанням даних Державної служби статистики України (Статистичний щорічник України) було проведено аналіз, моделювання і прогнозування виробництва такої промислової продукції: піски природні; галька, гравій, щебінь та камінь дроблений; утворення будівельних відходів.

Алгоритм дослідження був аналогічний до попереднього. Були оцінені темпи зростання виробництва пісків природних; гальки, гравію, щебеню та каменю дробленого; утворення будівельних відходів. Графічно

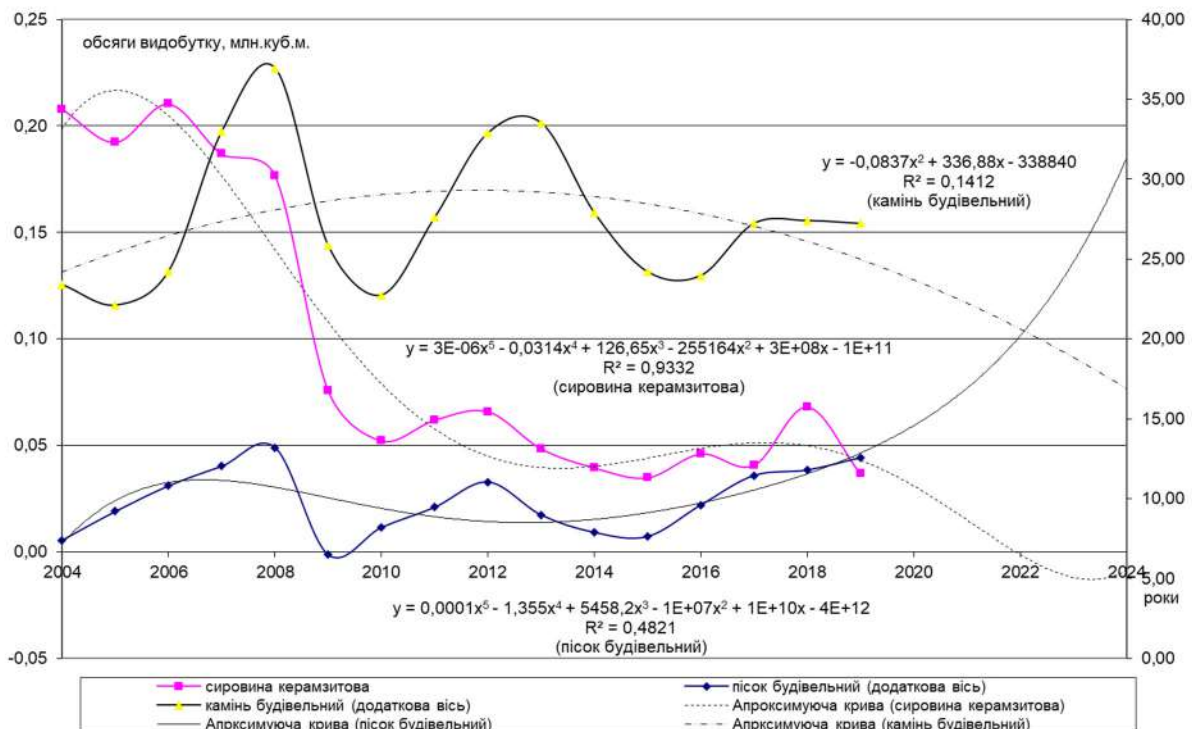
результати представлено на рис. 7. Впродовж дослідженого періоду відбувалися коливання показників темпів зростання виробництва (максимуми і мінімуми), які відповідають малим циклам економічного розвитку тривалістю 4–5 років. На рис. 8 наведено отримані базисні темпи зростання пісків природних; гальки, гравію, щебеню та каменю дробленого; утворення будівельних відходів. Тенденції збігаються з отриманими раніше для ланцюгових темпів зростання (рис. 7).

На рис. 9 наведено отримані залежності коефіцієнтів приросту виробництва пісків природних; гальки, гравію, щебеню та каменю дробленого; утворення будівельних відходів без урахування взаємозв'язку між обсягами виробництва (для кожного окремо).

На рис. 10 наведено результати розрахунків коефіцієнтів приросту потреби у виробництві пісків природних; гальки, гравію, щебеню та каменю дробленого; утворення будівельних відходів

З використанням системи рівнянь (1) знайдено залежності коефіцієнта приросту виробництва пісків природних; гальки, гравію, щебеню та каменю дробленого; утворення будівельних відходів за умови наявності взаємозв'язку (рис. 11).

Окремо було проаналізовано ситуацію щодо утворення і поводження з будівельними відходами в Україні (рис. 12). Аналіз показав, що останніми роками збільшувались обсяги утворення будівельних відходів з одночасним зменшенням обсягів утилізації і вивезення у спеціально відведені місця. Отже, це свідчить про позитивні тенденції щодо можливості повторного використання певних видів будівельного сміття (відходів) в Україні впродовж 2018–2020 рр.



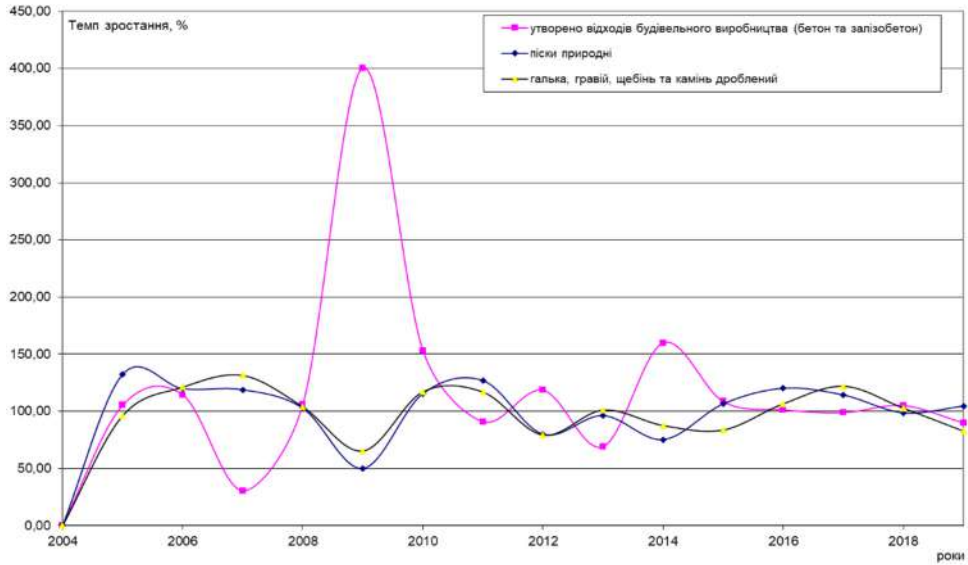


Рис. 7. Динаміка темпів зростання обсягів виробництва гальки, гравію, каменю дробленого, пісків природних та обсягів утворення відходів будівельного виробництва в 2004–2019 рр.

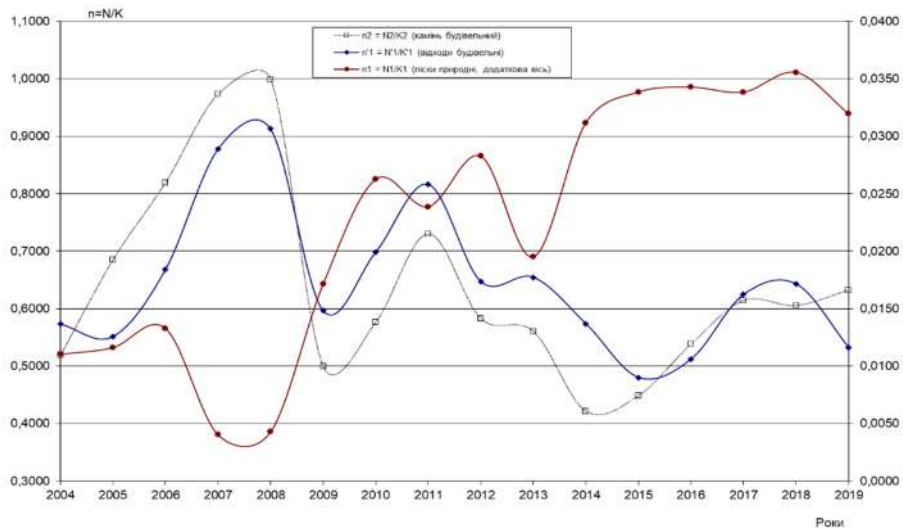


Рис. 8. Динаміка базисних темпів зростання обсягів виробництва гальки, гравію, каменю дробленого, пісків природних та обсягів утворення відходів будівельного виробництва в 2004–2019 рр.

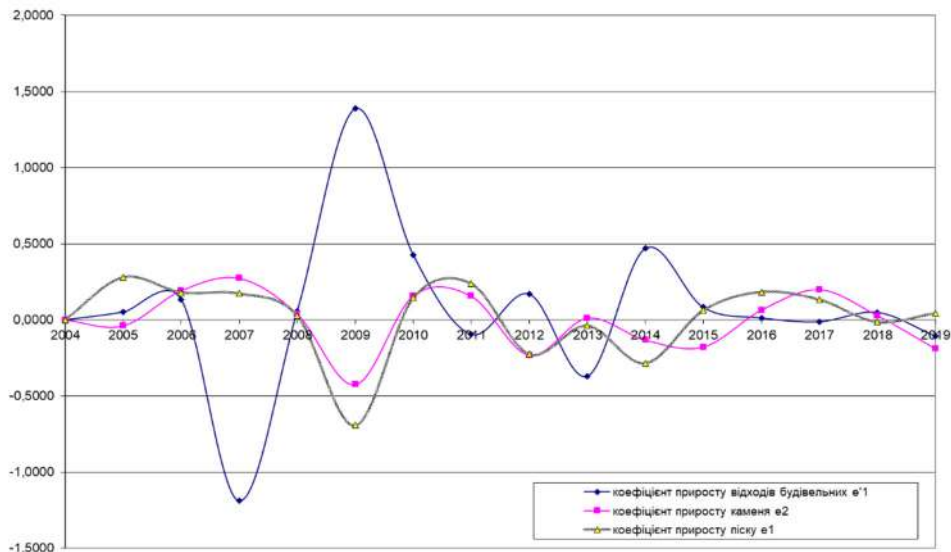


Рис. 9. Динаміка коефіцієнтів приросту виробництва гальки, гравію, каменю дробленого, пісків природних та обсягів утворення відходів будівельного виробництва в 2004–2019 рр.

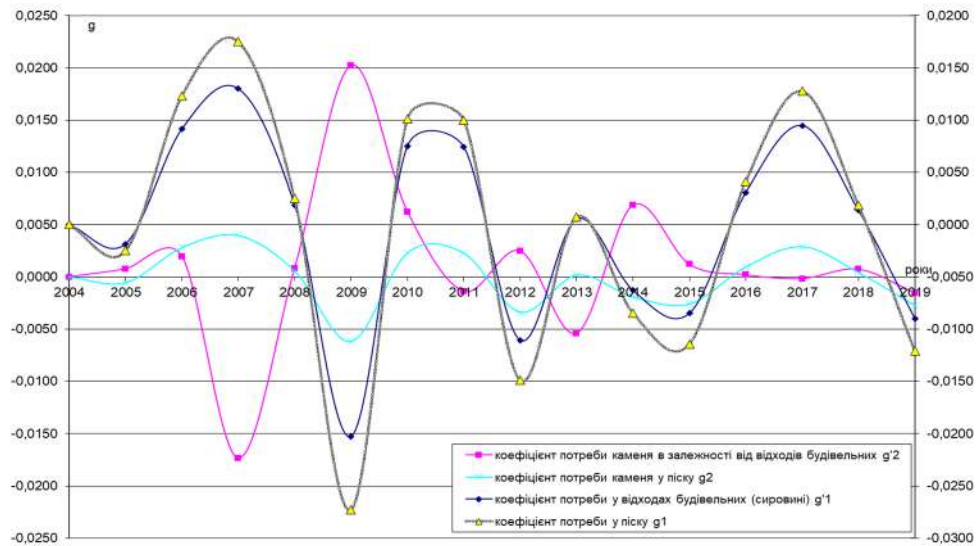


Рис. 10. Динаміка коефіцієнтів потреби у виробництві гальки, гравію, каменю дробленого, пісків природних та обсягів утворення відходів будівельного виробництва в 2004–2019 рр. за відсутності взаємозв'язку

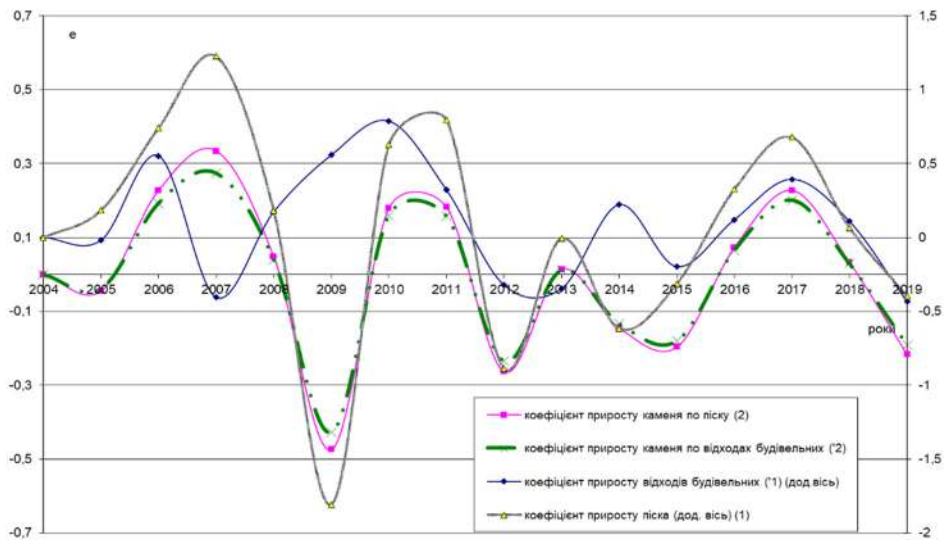


Рис. 11. Динаміка коефіцієнтів приросту виробництва гальки, гравію, каменю дробленого, пісків природних та обсягів утворення відходів будівельного виробництва в 2004–2019 рр. за наявності взаємозв'язку

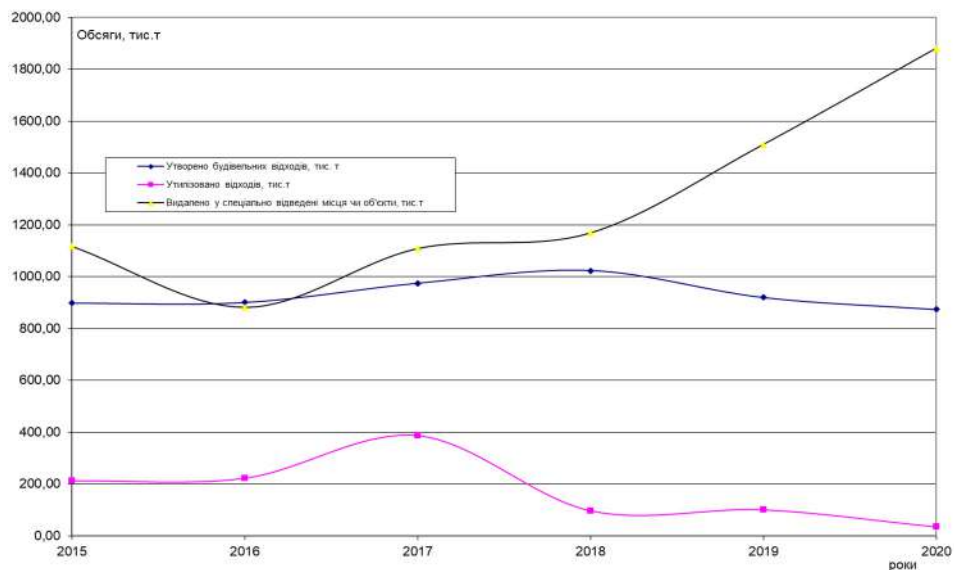


Рис. 12. Динаміка обсягів утворення будівельних відходів, їх утилізації та видалення у спеціально відведені місця в 2004–2020 рр.

З урахуванням наведених вище міркувань щодо ситуації з утворенням будівельних відходів під час війни ми здійснили прогнозування на п'ятирічний період обсягів виробництва гальки, гравію, каменю дробленого; пісків природних та обсягів утворення відходів будівельного виробництва з урахуванням динаміки зміни обсягів впродовж 2004–2019 рр. (рис. 13). П'ятирічний період визначений для

прогнозування саме тому, що будівельні відходи, утворені під час війни, необхідно буде використати в найкоротші терміни – принаймні до 2024 р., оскільки у разі їх невикористання за цей період виникне необхідність створення додаткових полігонів для їх зберігання і пошуків інших шляхів для утилізації.

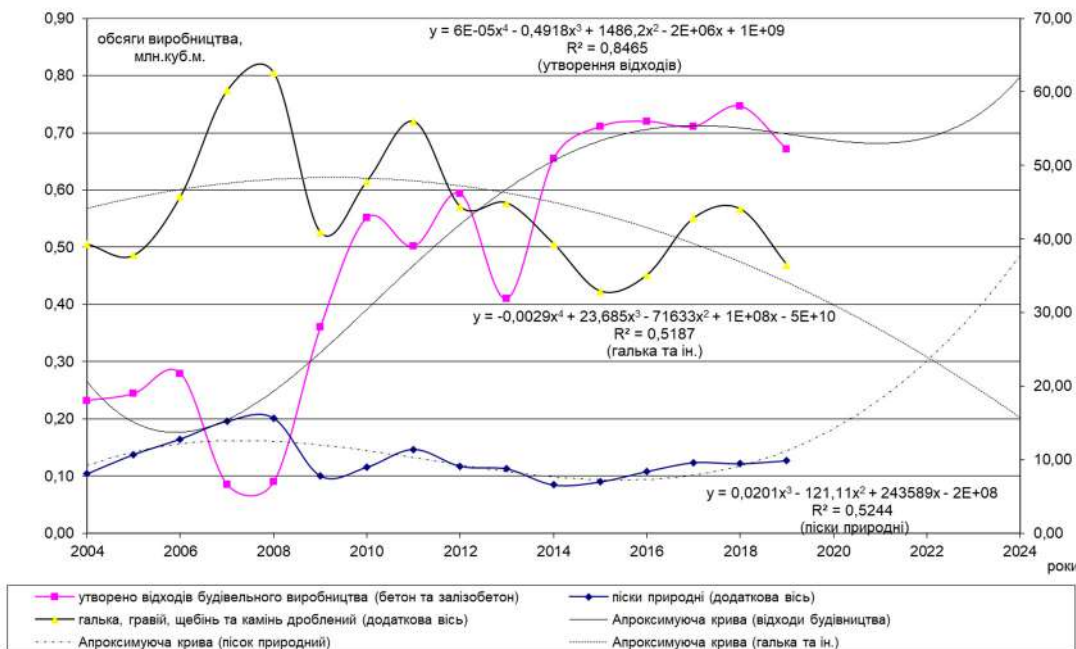


Рис. 13. Прогнозування обсягів виробництва гальки, гравію, каменю дробленого, пісків природних та обсягів утворення відходів будівельного виробництва на період до 2024 р.

При прогнозуванні враховано доцільність збільшення обсягів виробництва піску природного, зменшення потреб у виробництві гальки, гравію, каменю дробленого з одночасним зростанням обсягів утворення будівельних відходів унаслідок руйнування інфраструктури в Україні. Після 2024 р. потрібно буде корегувати модель, оскільки, як сподіваємось, нового будівельного сміття внаслідок руйнувань не утвориться, і можливо буде повернутись до збалансованої моделі взаємопов'язаного між собою видобутку корисних копалин для будівництва (умови довоєнного періоду).

В обох випадках прогнозовано зростання обсягів видобутку пісків будівельних (пісків природних). На нашу думку, забезпечити зростаючі потреби у піску можливо шляхом одночасного розв'язання ще однієї інфраструктурної проблеми для України – активізації використання річкового транспорту. З початком війни внаслідок блокування РФ Чорного моря, для транспортування вантажів використовувались Румунські порти (Констанца) та перевезення річкою Дунай (гірло Суліна). На жаль, Дунайські порти України (Рені, Ізмаїл, Усть-Дунайськ) внаслідок зменшення глибин не використовуються на повну потужність (передусім гірло Бистре). Отже, існує можливість одночасного вирішення низки важливих проблем – поглиблення судноплавних шляхів з одночасним використанням добутого річкового піску для потреб будівництва та розв'язання екологічної проблеми – використання видобутого піску. Розробка системного підходу в масштабах України щодо відновлення річкового судноплавства до проєктних потужностей портів вирішить проблеми транспортної логістики з одночасним уникненням екологічних

проблем від піску, видобутого в результаті днопоглиблювальних робіт. Такий підхід до формування мережі логістичної інфраструктури обґрунтований у роботах (Сумець, Горошкова, 2022а, б).

Висновки і рекомендації. Проведено моделювання та запропоновано модель збалансованого видобутку та використання нерудних корисних копалин для будівництва. Запропоновано прогнозні обсяги щодо видобутку та раціонального використання формувати з урахуванням потреб технологічно споріднених галузей.

Проведено аналіз офіційних статистичних даних щодо обсягів видобутку каменю будівельного, піску будівельного та сировини керамзитової впродовж дослідженого періоду (15 р.) і встановлено, що коливання показників як за обсягами видобутку, так і за темпами їх зростання 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 використано авторську 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.

Доведено, що в умовах війни внаслідок руйнування інфраструктури країни існує необхідність внесення коректив у модель для збалансованого видобутку та використання нерудних корисних копалин для будівництва

з урахуванням утворених будівельних відходів та потреб повоєнного відновлення країни та її інфраструктури. Проведене моделювання з урахуванням нових умов розвитку галузі у країні, сформований прогноз на п'ятирічний період щодо видобутку та використання піску будівельного, каменю будівельного та сировини керамзитової. Обґрунтовано доцільність зменшення видобутку сировини керамзитової та каменю будівельного з одночасним збільшенням обсягів видобутку піску будівельного та визначенні додаткові джерела забезпечення зростаючих потреб у піску з урахуванням ресурсозбереження та мінімізації екологічних наслідків видобування. Доведено, що після використання у будівництві будівельного сміття доцільно буде повернутись до моделі збалансованого видобутку корисних копалин для будівництва.

Подальших досліджень потребує проблема прогнозування обсягів можливого видобутку піску від днопоглиблювальних робіт у взаємозв'язку з потребами будівельної галузі.

Список використаних джерел

- Бодюк, А.В. (2013). Економіко-ресурсний аспект досліджень корисних копалин. *Формування ринкових відносин в Україні*, 12(151), 176–179.
- Волков, В.П., Горошкова, Л.А. (2013а). Спосіб прогнозування розвитку складних систем. *Патент 82983, МПК (2013.01) G06Q90/00; G06Q10/06 (2012.01)* (Україна). у 201301645; заявл. 11.02.2013 р.; опубл. 27.08.2013 р. *Бюлетень*, 16.
- Волков, В.П., Горошкова, Л.А. (2013б). Прогнозування розвитку складних техніко-економічних систем мезорівня. *Економічний вісник університету*, 20/2, 257–263.
- Волков, В.П., Горошкова, Л.А. (2014). Малі економічні цикли: теорія та вітчизняна практика. *Науковий вісник Ужгородського університету. Економіка*, 1 (42), 270–276.
- Волков В.П., Горошкова Л.А. (2018). Управління раціональним видобуванням та використанням мінерально-сировинних ресурсів України. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*, 3(82), 25–35.
- Горошкова, Л.А. (2011). Економічна циклічність розвитку металургійної та забезпечуючих галузей. *Економічний вісник університету*, 17/2, 47–54.
- Довгий, С.О., Шестопапов, В.М., Коржнев, М.М. та ін. (2007). Реструктуризація мінерально-сировинної бази України та її інформаційне забезпечення. К.:Наукова думка.
- Закон України "Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року" (2011). № 4731-VI від 17.05.2012 р. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*, 44, 457.
- Коржнев, М.М., Михайлов, В.А., Міщенко, В.С. та ін. (2006) Основи економічної геології. Навч. посібник. К.: Логос.
- 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.
- Лисенко, О.А. (2017). Геолого-економічна оцінка корисних копалин (актуальні питання й методичні аспекти). *Мінеральні ресурси України*, 3, 22–26.
- 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.
- Лустюк, М.Г., Дякон, В.М., Петрина, М.Л. (2013). Математична модель оцінки запасів корисних копалин. *Науковий вісник НГУ*, 5, 5–10.
- Меньшов, О.І. (2016). Застосування магнітних методів для контролю змін продуктивних земель. *Геофізичний журнал*, 38(4), 130–137.
- Михайлов, В.А., Віноградов, Г.Ф., Курило, М.В. та ін. (2007). Неметалічні корисні копалини України. Підручник. К.: ВПЦ "Київський університет".
- Положення про порядок проведення державної експертизи та оцінки запасів корисних копалин. (2002). 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>
- Приймушко, С.І., Білошальська, Т.Д., Величко, В.Ф. (Ред.). (2020). Мінеральні ресурси України. К.: ДНВП "Державний інформаційний геологічний фонд України".
- Сумець, О.М., Горошкова, Л.А. (2022а). Евентуальна модель для визначення локації логістичних об'єктів соціально-економічного розвитку територій регіонального рівня. *Економічний вісник Університету Григорія Сковороди в Переяславі*, 53, 139–152.

Сумець, О.М., Горошкова, Л.А. (2022б). Практика застосування евентуальної моделі для визначення місця положення об'єктів логістичної інфраструктури України та її регіонів. *Економічний вісник Університету Григорія Сковороди в Переяславі*, 53, 152–170.

Dindaroglu, T., Tunguz, V., Babur, E., Menshov, O., Battaglia, M.L. (2021). Determination of the relationship among compound Topographic Index (CTI), soil properties and land-use in karst ecosystems. *Physical Geography*, 1–23.

Horoshkova, L., Khlobystov, Ie., Volkov, V. (2019). Prognostic model of mineral resources development in Ukraine. European Association of Geoscientists & Engineers. Source. *Conference Proceedings "Monitoring 2019"*, Nov 2019, Vol. 2019, 1–5.

References

- Dindaroglu, T., Tunguz, V., Babur, E., Menshov, O., Battaglia, M. L. (2021). Determination of the relationship among compound Topographic Index (CTI), soil properties and land-use in karst ecosystems. *Physical Geography*, 1–23.
- Lysenko, O.A. (2017). Geology-economical estimation of minerals (pressing questions and methodical aspects). *Mineral resources of Ukraine*, 3, 22–26. [in Ukrainian].
- Law of Ukraine "On claim of the National program of development of raw mineral-material base of Ukraine on a period to 2030". (2011). № 4731-VI from 17.05.2012. *List of Supreme Soviet of Ukraine*, 44, 457. [in Ukrainian]
- 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]
- Korzhev, M.M., Mykhailov, V.A., Mischenko, B.S. et al. (2006). Bases of economic geology. K.: Logos. [in Ukrainian]
- Menshov, O.I. (2016). Magnetic method applying for the control of productive land degradation. *Geofizicheskiy Zhurnal*, 38(4), 130–137.
- Mykhailov, V.A., Vinogradov, H.F., Kurilo, M.V. et al. (2007). Industrial minerals and rocks of Ukraine. K.: VS of the Kyiv University. [in Ukrainian]
- 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]
- 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]
- Bodiuk, A.B. (2013). Economical-recourse aspect of researches of minerals. *Forming of market relations in Ukraine*, 12 (151), 176–179. [in Ukrainian]
- Horoshkova, L.A. (2011). An economic recurrence of development of metallurgical and provide industries. *Collection of Scientific Articles "University Economic Bulletin"*, 17/2, 47–54. [in Ukrainian]
- Horoshkova, L., Khlobystov, Ie., Volkov, V. (2019). Prognostic model of mineral resources development in Ukraine. European Association of Geoscientists & Engineers. *Conference Proceedings "Monitoring 2019"*, Nov 2019, Vol. 2019, 1–5.
- 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]
- 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]
- Regulations on State examination and evaluation of mineral recourse. (2002). *Postanova KMU Ukraine from 22.12.1994, № 865 (with changes and additions brought in by resolution of KMU 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]
- Sumets, O.M., Horoshkova, L.A. (2022a). A possible model for determining the location of logistical objects of socio-economic development of regional-level territories. *Economic Bulletin of the University of Grigory Skovoroda in Pereiaslav*, 53, 139–152. [in Ukrainian]
- Sumets, O.M., Horoshkova, L.A. (2022b). The practice of applying the eventual model to determine the location of the objects of the logistics infrastructure of Ukraine and its regions. *Economic Bulletin of the University of Grigory Skovoroda in Pereiaslav*, 53, 152–170. [in Ukrainian]
- Volkov, V.P., Horoshkova, L.A. (2018) Management of rational extraction and use of mineral resources of Ukraine. *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*, 3(82), 25–35. [in Ukrainian]
- Volkov, V.P., Horoshkova, L.A. (2013b). Prognostication of development of the difficult technical-economic systems of mezelevel. *University Economic Bulletin*, 20/2, 257–263. [in Ukrainian]
- Volkov, V.P. Horoshkova, L.A. (2014). Small economic cycles: theory and home practice. *Scientific announcer of the Uzhhorod University. Economy*, 1 (42), 270–276. [in Ukrainian]
- Volkov, V.P., Horoshkova, L.A. (2013a). Method of prognostication of development of the difficult systems. *The patent 82983, MПК (2013.01) G06Q90/00; G06Q10/06 (2012.01)* (Ukraine). у 201301645; declared 11.02.2013; published 27.08.2013. *Bulletin*, 16. [in Ukrainian]

Надійшла до редколегії 05.01.23

L. Horoshkova, Dr. Sci. (Econ.), Prof.,
E-mail: goroshkova69@gmail.com,
National university of "Kyiv-Mohyla academy", 2 Skovorody Str., Kyiv, 04070, Ukraine;
O. Menshov, Dr. Sci. (Geol.), Senior Researcher,
E-mail: menshov.o@ukr.net,
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Institute of Geology,
90 Vasykivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine

EXTRACTION AND UTILIZATION FORECASTS FOR THE CONSTRUCTION NON-METALLIC MINERALS IN POST-WAR RECOVERY OF UKRAINE

The article provides modelling aimed at the management system design for the rational extraction and use of mineral resources of Ukraine applying the case of construction non-metallic minerals to ensure the country's post-war recovery. The projection volumes for production and rational use formed taking into account the needs of technologically related industries have been suggested. The official statistical data analysis on the production volumes of construction stone, construction sand and expanded clay raw materials during the studied period (15 years) have been carried out. It has been found out that indicators' fluctuations both in production volumes and their growth rates have a periodic, cyclical nature. They are correlated and related to the general economic condition of the construction industry and the country. It has been proven that solving the problem of minerals rational use is possible through their balanced extraction, namely putting correlation between extraction and utilization volumes. The authors' economic-mathematical model of forecasting the development of complex systems has been used to forecast industry's development. It has been proven that the model will allow managing the production of technologically related minerals depending on their utilization volumes.

It has been proven that amid war conditions due to the destruction of the country's infrastructure, there is a need to make model adjustments for balanced extraction and use of construction non-metallic minerals, taking into account generated construction waste and the needs of the post-war country's and its infrastructure's recovery. Modelling was carried out taking into account the new conditions of the industry's and the country's development. A five-year forecast has been made for the production and utilization of construction sand, construction stone and expanded clay.

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