

ГЕОЛОГІЯ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН

УДК 553:332.122.5(477)

DOI: <http://doi.org/10.17721/1728-2713.87.06>

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;

Є. Хлобистов, д-р екон. наук, проф.

E-mail: ievgen.khlobystov@ukr.net

Національний університет "Києво-Могилянська академія",

вул. Григорія Сковороди, 2, м. Київ, 04655, Україна

УПРАВЛІННЯ РАЦІОНАЛЬНИМ ВИДОБУВАННЯМ ВУГІЛЬНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ

(Представлено членом редакційної колегії д-ром геол.-мінералог. наук, проф. В.М. Загнітком)

Проаналізовано динаміку видобутку вугільних ресурсів України. Доведено, що впродовж 10 років відбувалися коливання показників як за обсягами видобутку, так і за темпами їх зростання. Здійснено апроксимацію показників темпів зростання обсягів видобутку вугільних ресурсів поліноміальною функцією з використанням лінії тренду. Встановлено, що коливання досліджених показників мають циклічний характер, вони корелюються між собою та залежать від загальноекономічного та політичного стану країни.

Запропоновано прогнозування обсягів видобутку здійснювати з урахуванням циклічності економічного розвитку країни. Доведено, що вирішити проблему раціонального використання корисних копалин можливо більш збалансованим їх видобутком.

Запропоновано використати захищену патентом авторську методику прогнозування розвитку складних систем для управління раціональним видобутком вугільних ресурсів України. Розроблена модель дозволить управляти обсягами видобутку технологічно споріднених корисних копалин у взаємозалежності від обсягів використання.

Ключові слова: мінерально-сировинна база, паливно-енергетичні ресурси, вугілля кам'яне, вугілля коксівне, антрацит, прогнозування, моделювання, управління.

Постановка проблеми. Паливно-енергетичні ресурси є важливими факторами розвитку економіки держави оскільки вони забезпечують функціонування підприємств провідних галузей національного господарства та енергетичну безпеку країни. Саме тому у Загальнодержавній програмі розвитку мінерально-сировинної бази (МСБ) України на період до 2030 р. разом з відтворенням запасів корисних копалин, передбачено проведення геологічних досліджень спрямованих на їх приріст (Закон України, 2011). Одним із вагомих чинників подолання кризового становища в економіці України є належне забезпечення потреб економіки в мінерально-сировинних ресурсах та ефективне їх використання. Вугілля в Україні – єдина енергетична сировина, запасів якої потенційно достатньо для забезпечення енергетичної безпеки держави, але його видобуток останніми роками у країні суттєво знижується з політичних та економічних причин. Саме тому існує необхідність формування системи управління забезпечення країни вугіллям за умови ощадливого ставлення до його видобування та використання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам геологічного вивчення надр, надрокористування, зокрема економічним аспектам, присвячені роботи І. Андрієвського, А. Бодюка, С. Довгого, М. Коржнева, М. Костенко, М. Красножона, Є. Куліша, М. Курила, О. Лисенка, В. Матюха, В. Михайлова, В. Міщенко та ін. (Андрієвський та ін., 2013; Бодюк, 2013; Довгий та ін., 2007; Коржнев та ін., 2006; Красножон, 2014, 2015; Лисенко та ін., 2017; Михайлов та ін., 2006). Дискусійним залишається питання щодо критеріїв визначення та ознак класифікації та ресурсів у вітчизняній та міжнародній практиці (Рудько та ін., 2016). У публікаціях, присвячених геолого-економічній оцінці вугільних родовищ, розглядаються умови утворення та будови вугільних пластів і вугленосних формацій, природні типи, якість та властивості вугілля, наводяться відомості про геологічну будову, вугленосність, якість вугілля, гірничо-геологічні умови розробки і ресурси вугільних басейнів та родовищ України (Нагорний, 2005); оцінюються ризики освоєння родовищ вугілля на прикладі вітчизняних об'єктів з незначними запасами (Рудько та Бала, 2017; Рудько та

ін., 2011), розглядаються проблеми обґрунтування ціни товарної продукції при геолого-економічній оцінці вугільних родовищ (Рудько та ін., 2018).

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. З урахуванням важливості вугільних ресурсів для безпеки країни, в межах економічної геології, доцільно більш глибоко та системно досліджувати проблеми управління ефективним використанням та відтворенням мінерально-сировинної бази країни. Саме тому, на нашу думку, доцільно здійснювати планування та прогнозування не тільки процесу відтворення ресурсів на основі геолого-економічної оцінки родовищ, але й видобутку з урахуванням наявності технологічної спорідненості між ресурсами, що використовуються у різних технологічних процесах.

Формулювання цілей статті. Метою статті є розробка моделі планування та прогнозування видобутку вугільних ресурсів України як складової системи управління мінерально-сировинною базою країни.

Виклад основного матеріалу дослідження. Горючі корисні копалини зустрічаються у природі в газоподібному, рідкому та твердому станах. До газоподібних належить газ природний, гелій, етан, пропан, бутани та газ (метан) вугільних родовищ; до рідких – нафта, конденсат газовий та бітум нафтовий; до твердих – вугілля буре, бітум (у бурому бітумовмісному вугіллі), вугілля кам'яне, торф.

Вугілля – тверда горюча осадова порода рослинного походження. Україна володіє значними запасами вугілля всіх генетичних стадій вуглефікації – від бурих до антрацитів.

Загальні ресурси вугілля України становлять: 112,3 млрд т, розвідані запаси – 51,9 млрд т; з них коксівного вугілля – 17,1 млрд т (30,5%), антрацитів – 7,6 млрд т (13,5%). Запаси вугілля коксівного та антрацитів складають, відповідно, 31,5% та 14,3% від запасів кам'яного вугілля України (Примушко, 2018).

Балансові запаси кам'яного вугілля підраховані в основному до глибин 1200–1400 м, іноді 1600–1700 м. Прогнозні та перспективні ресурси кам'яного вугілля підраховані до глибин 1800–2000 м.

Кам'яне вугілля зосереджене у двох басейнах: Донецькому та Львівсько-Волинському. Вугленосність басейнів приурочена до відкладів карбонівського віку.

Донецький басейн займає територію Дніпропетровської, Донецької, Луганської і Харківської областей України, а також Ростовської області Росії. Загальна кількість робочих пластів басейну досягає 120, з них експлуатуються 65. Глибина залягання вугільних пластів збільшується в північно-східному напрямку від 60–70 до 1500–1700 м. Вугільні пласти басейну віднесені до тонких, потужність яких майже не перевищує 1,2 м.

Вугілля різноманітне за якістю: від довгополум'яного до антрациту згідно з ДСТУ 3472-96. Глибина розробки вугільних пластів у басейні коливається від 200 до 1350 м і сягає в середньому 730 м.

Львівсько-Волинський басейн територіально розташований у Львівській і Волинській областях і є південно-східним продовженням Люблінського басейну Польщі. Потужність кам'яновугільних відкладів закономірно збільшується від 600 м на північному сході, до 1200 м на південному заході. Найбільш значна промислова вугленосність приурочена до відкладів серпухівського ярусу, що вміщує 50 вугільних пластів і прошарків. Робочу потужність мають від трьох (на сході) до дев'яти (на заході) вугільних пластів. Пласти характеризуються як тонкі, мають потужність 0,7–1,2 м, дуже рідко досягають середньої потужності 1,2–1,5 м. У відкладах башкірського ярусу виявлено понад десять вугільних пластів; з них чотири мають промислове значення. За маркуванням вугілля довгополум'яне газове, жирне, коксівне (*Примушко, 2017*).

Щодо кількості шахт, що здійснюють видобуток вугілля кам'яного, існують певні розбіжності між даними, наведеними ДНВП "Державний інформаційний геологічний фонд України" (*Примушко, 2017, 2018*) та у Матеріалах слухань Спеціальної контрольної комісії ВРУ України з питань приватизації від 17 травня 2018 р. Так, згідно з даними ДНВП "Державний інформаційний геологічний фонд України", у 2013 р. експлуатували 505 шахт з видобутку кам'яного вугілля, з них 97 шахт були державними підприємствами, а 408 шахт мали різні форми недержавної власності (коксівне вугілля добували у 100 шахтах, антрацит – у 295). У 2016 р. кількість шахт скоротилась: експлуатували 482 шахт з видобутку кам'яного вугілля, з них 95 шахт це державні підприємства, а 387 шахт мали різні форми недержавної власності. У 2017 р. загальна кількість шахт скоротилась до 481 за рахунок зменшення на 1 шахту державної форми власності. Відповідно до матеріалів слухань Спеціальної контрольної комісії ВРУ України з питань приватизації станом на 1.07.2015 експлуатуються 150 шахт, з яких 69 не працюють через бойові дії, 7 зруйновані. Станом на 01.01.2018 кількість шахт скоротилась до 148.

З 90 шахт, підпорядкованих Міністерству енергетики та вугільної промисловості України, лише 35 розташовані на контрольованій Україною території, тоді як інші 55 (у т.ч. шахти, що видобувають вугілля антрацитової

групи) перебувають на непідконтрольній території Донецької та Луганської областей. Із 35 контрольованих Україною шахт (які розташовані поза зоною ведення бойових дій) працюють 24 шахти (видобувають близько 21 тис. т на добу), 2 шахти працюють у режимі підтримання життєдіяльності (у режимі водовідливу). Загалом, за даними Міненерговугілля, на непідконтрольній території Донецької та Луганської областей налічується 85 шахт всіх форм власності, що становить 57 % від їх загальної кількості по Україні. З них на 60 шахтах видобувалося енергетичне вугілля, у т.ч. майже 100 % антрациту (*Бобро, 2018*).

Усі недержавні підприємства галузі є рентабельними (не отримують державних дотацій), рівень використання виробничих потужностей на них у середньому перевищує 90 %, продуктивність праці при видобутку вугілля є в 2–3 рази більшою, а заробітна плата на 20–25 % вищою, ніж на державних шахтах.

Більшість вугледобувних підприємств приватного сектору входять до складу вертикально інтегрованих структур металургії або електроенергетики (ТОВ "Метінвест холдинг" – 7 шахт; Донбаська паливно-енергетична компанія (ДТЕК) – 28 шахт; ПрАТ "Донецький металургійний завод" – 1 шахта) та однієї горизонтально інтегрованої структури – НВО "Механік" (6 шахт) (*Бобро, 2018*).

Крім цього, у приватному секторі функціонують понад 10 незалежних вугледобувних підприємств різних організаційно-правових форм, серед яких ПрАТ "Шахта ім. О.Ф. Засядька"; ПрАТ "Шахта "Жданівська"; ТОВ "Краснолиманське"; "Шахтоуправління ім. В.І. Чапаєва"; ПрАТ "Укрвуглебуд" та ін.

Більшість державних вугледобувних підприємств, значну частку яких становлять малопотужні шахти зі складними гірничо-геологічними умовами, працюють не ефективно та перебувають на державній дотації. При цьому при зменшенні видобутку у 2005–2013 рр. майже вдвічі (з 46,1 млн тонн до 24,1 млн тонн) обсяг державних дотацій державним підприємствам вугільної галузі за цей період зріс більш, ніж у 4 рази й у 2013 р. досяг рівня 13,3 млрд грн., що склало 4,4 % сукупних державних видатків України.

З метою аналізу динаміки видобутку вугілля в Україні нами були проаналізовані офіційні дані, наведені ДНВП "Державний інформаційний геологічний фонд України" (*Примушко, 2018*), Міністерством енергетики та вугільної промисловості України (*Інформаційна довідка ..., 2010; 2011; 2012; 2013; 2014; 2015; 2016; 2017; 2018*) та Державною службою статистики України (*Статистичний щорічник України, 2014; 2018*). У результаті їх зіставлення виявлені розбіжності, що ускладнюють процес аналізу та знижують точність розрахунків (табл. 1). Отже, для подальшого аналізу нами використані дані ДНВП "Державний інформаційний геологічний фонд України".

Таблиця 1

Обсяги видобутку вугілля в Україні впродовж 2007–2018 років

Рік	ДНВП "Державний інформаційний геологічний фонд України"			Міністерство енергетики та вугільної промисловості України			Державна служба статистики України
	Кам'яне вугілля, млн т	Коксівне вугілля, млн т	Антрацит та інше кам'яне вугілля, млн т	Кам'яне вугілля, млн т	Коксівне вугілля, млн т	Енергетичне вугілля, млн т	Кам'яне вугілля, млн т
2007	73,309	23,118	50,191	н/д	н/д	н/д	55,00
2008	72,912	21,952	50,960	н/д	н/д	н/д	62,70
2009	69,982	21,949	48,033	н/д	н/д	н/д	65,50
2010	71,365	22,075	49,290	75,231	24,1821	51,0489	64,40
2011	77,390	23,010	54,380	81,9914	25,0221	56,9693	45,90
2012	79,537	23,984	55,553	85,946	24,8235	61,1225	30,20
2013	77,659	23,791	53,868	83,6975	23,7245	59,973	31,60
2014	57,467	18,332	39,135	64,9953	16,1393	48,856	24,20
2015	37,000	12,251	24,749	39,7447	8,3251	31,4196	55,00
2016	39,929	13,091	26,838	40,90	8,40	32,80	62,70
2017	30,954	11,819	19,135	34,961	6,8073	28,108	65,50
2018	н/д	н/д	н/д	33,29	5,81	27,48	64,40

Результати аналізу офіційних статистичних даних (Гримушко, 2018) щодо обсягів видобутку вугілля кам'яного, коксівного вугілля та антрациту наведено на рис. 1, а на рис. 2 – темпи зростання обсягів видобутку корисних копалин впродовж 2007–2017 рр. На рисунках наведено також результати апроксимації та згладжування кривих показників темпів зростання обсягів видобутку досліджуваних корисних копалин поліноміальною функцією (з використанням

лінії тренду). Крім того, на рис. 2 отримані результати зіставлені з офіційними статистичними даними щодо індексу промислового виробництва з видобутку кам'яного та бурого вугілля (Статистичний щорічник України, 2014; 2018). Як бачимо, отримано збіг тенденцій щодо темпів зростання обсягів видобутку. На рисунках видно, що впродовж дослідженого періоду відбувалися коливання показників як обсягів видобутку, так і темпів їх зростання.

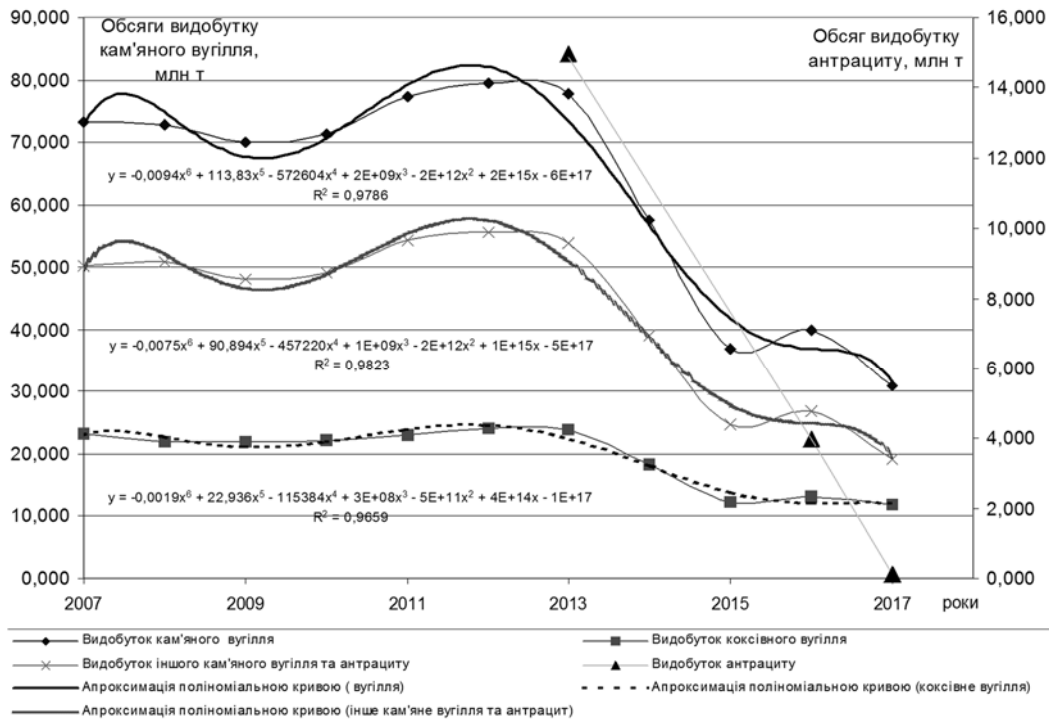


Рис. 1. Динаміка обсягів видобутку вугілля кам'яного, коксівного вугілля і антрациту в 2007–2017 рр. та відповідні апроксимуючі криві

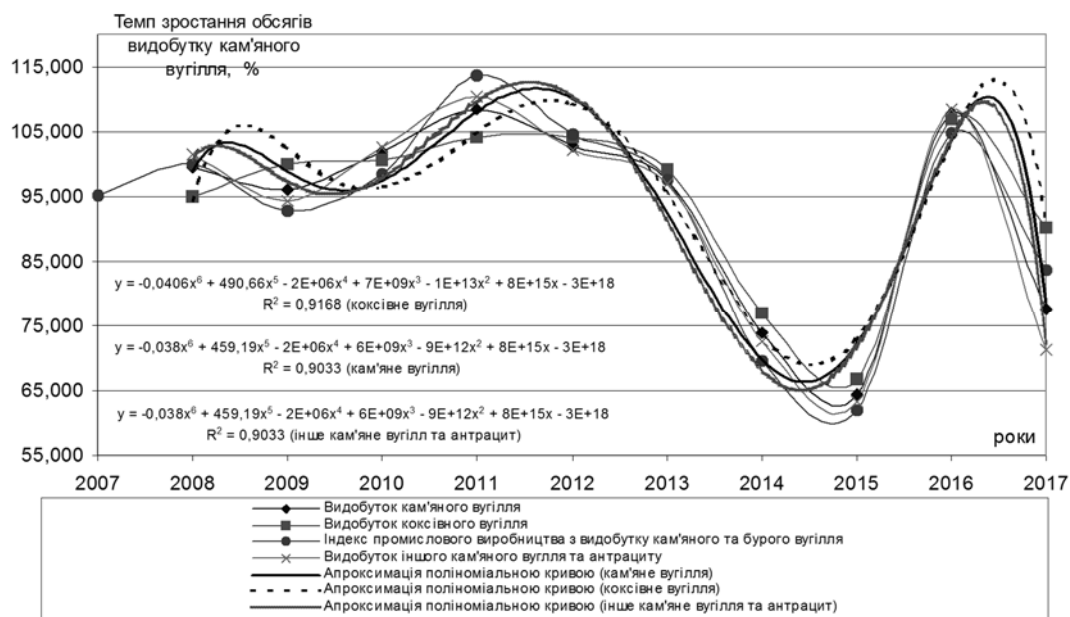


Рис. 2. Темпи зміни обсягів видобутку вугілля кам'яного, коксівного вугілля і антрациту в 2007–2017 рр. та відповідні апроксимуючі криві

Аналіз отриманих результатів показав, що наведені залежності мають максимуми у 2006–2007, 2011–2012 рр.; мінімуми – у 2009 та у 2014 рр. Крім того, коливання досліджуваних показників видобутку вугілля кам'яного мають періодичний, циклічний характер. Такі

коливання, на наш погляд, віддзеркалюють малі цикли економічного розвитку, тривалість яких сягає 4–5 років. (Горошкова, 2011a; 2011b; Волков та Горошкова, 2013a; 2013b; 2018). Якщо зіставити отримані результати із загальною економічною ситуацією у країні, то

максимуми обсягів видобутку та їх темпів зростання збігаються з періодами зростання економіки України. Так впродовж 2006–2007 рр. в економіці країни спостерігалось стійке зростання, активізувалась діяльність галузей національного господарства, що є основними споживачами вугілля. Внаслідок цього збільшились обсяги видобутку як коксівного вугілля, так і енергетичного. Подібна ситуація була характерною для 2011–2012 рр. У 2009–2010 рр., навпаки, була економічна криза, відповідно, показники обсягів видобутку вугілля кам'яного та темпів його зростання уповільнились. Наступний спад у видобутку кам'яного вугілля спостерігався у 2014 р. Він був наслідком початку бойових дій на території Донецької та Луганської областей. З початку бойових дій 69 з 148 українських шахт вимушені були припинити видобуток вугілля, 7 шахт було зруйновано в ході бойових дій, інші ж функціонують у режимі підтримки життєдіяльності. На шахти, які зараз не функціонують, у 2013 р. припадало 40 % видобутку вугілля в цілому по Україні (Бобро, 2018). Наступне збільшення видобутку вугілля кам'яного спостерігалось у 2016 р.

Зменшення виробництва вугілля на Донбасі, пошкодження та знищення шахтного фонду, захоплення терористами шахт, цілеспрямована руйнація ними залізничної інфраструктури призвели до розриву виробничих ланцюгів "вугілля-електроенергія" (Шевченко, 2018). Останніми роками запаси вугілля на підприємствах теплової електрогенерації недостатні, що загрожує стабільності функціонування всієї об'єднаної енергетичної системи України. Майже половина теплових електростанцій в Україні відчувають гострий дефіцит вугілля, у той час як на складах шахт, які зосереджені на окупованій території, лежить до 3–4 млн тонн вугілля, вивіз якого проблематичний (Гончар та ін., 2018).

З урахуванням стратегічного значення енергетичної безпеки країни та розвитку однієї з провідних галузей її національного господарства – металургійної, на нашу думку, необхідно досягти збалансованості обсягів видобутку та використання корисних копалин. Такий підхід забезпечить, з одного боку, більш раціональне, ощадливе ставлення до запасів корисних копалин, з іншого – підвищить економічну ефективність видобутку, оскільки в разі, корелювання обсягів та темпів зростання видобутку і використання, зменшаться непродуктивні витрати на зберігання та транспортування запасів копалин.

З урахуванням того, що окрім періодичності, спостерігається кореляція між дослідженими показниками щодо камінного вугілля, коксівного вугілля антрацити та іншого кам'яного вугілля доцільним буде здійснювати

прогнозування обсягів видобутку з урахуванням наявності взаємозв'язку. Традиційними методами апроксимації та згладжування можливо моделювати ситуацію щодо кожної із корисних копалин окремо, без урахування їх взаємозв'язку. Саме тому доцільним буде використати багатofакторну економіко-математичну модель прогнозування розвитку складних систем (Волков та Горошкова, 2013а).

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; 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.

З урахуванням того, що для аналізу обрані три корисні копалини: вугілля кам'яне (взагалі), вугілля коксівне й антрацит та інше кам'яне вугілля, система (1) містить три рівняння (по кількості 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:

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

Розрахунок здійснюємо таким чином:

$$n_1 = N_1/K_1 = 73,31 / 62,5004 = 1,1729;$$

$$n'_1 = N'_1/K'_1 = 23,12 / 19,5793 = 1,1807;$$

$$n_2 = N_2/K_2 = 50,19 / 42,9211 = 1,1694.$$

У табл. 2 наведено результати розрахунків базисних темпів зростання обсягів видобутку корисних копалин впродовж 2007–2017 рр. За базис вважається середнє значення обсягів видобутку за досліджений період.

У табл. 3 наведено результати розрахунків коефіцієнтів приросту видобутку корисних копалин та потреби у їх видобутку впродовж 2008–2017 рр.

Таблиця 2

Розрахунок базисних темпів зростання обсягів видобутку корисних копалин впродовж 2007–2017 років

Рік	Обсяги видобутку			Базисні темпи зростання		
	Кам'яне вугілля, млн т	Коксівне вугілля, млн т	Антрацит та інше кам'яне вугілля, млн т	$n_1 = N_1/K_1$	$n'_1 = N'_1/K'_1$	$n_2 = N_2/K_2$
2007	73,31	23,12	50,19	1,1729	1,1807	1,1694
2008	72,91	21,95	50,96	1,1666	1,1211	1,1873
2009	69,98	21,95	48,03	1,1197	1,1210	1,1191
2010	71,37	22,08	49,29	1,1418	1,1274	1,1484
2011	77,39	23,01	54,38	1,2382	1,1752	1,2670
2012	79,54	23,98	55,55	1,2726	1,2249	1,2943
2013	77,66	23,79	53,87	1,2425	1,2151	1,2551
2014	57,47	18,33	39,14	0,9195	0,9363	0,9118
2015	37,00	12,25	24,75	0,5920	0,6257	0,5766
2016	39,93	13,09	26,84	0,6389	0,6686	0,6253
2017	30,95	11,82	19,14	0,4953	0,6036	0,4458

Таблиця 3

Розрахунок коефіцієнтів приросту видобутку корисних копалин та потреби у їх видобутку впродовж 2008–2017 років

Рік	Коефіцієнт приросту видобутку вугілля кам'яного $\varepsilon_1(t)$	Коефіцієнт приросту видобутку вугілля коксівного $\varepsilon'_1(t)$	Коефіцієнт приросту видобутку антрациту та іншого кам'яного вугілля $\varepsilon_2(t)$	Коефіцієнт приросту потреби у видобутку вугілля кам'яного $\gamma_1(t)$	Коефіцієнт приросту потреби у видобутку вугілля $\gamma'_1(t)$	Коефіцієнт приросту потреби у видобутку антрациту та іншого кам'яного вугілля залежно від кам'яного вугілля $\gamma_2(t)$	Коефіцієнт приросту потреби у видобутку антрациту та іншого кам'яного вугілля залежно від коксівного вугілля $\gamma'_2(t)$
2008	-0,0054	-0,0518	0,0152	0,0002	0,0008	0,0004	-0,0012
2009	-0,0410	-0,0001	-0,0592	-0,0009	-0,0030	-0,0014	0,0000
2010	0,0196	0,0057	0,0258	0,0004	0,0013	0,0006	0,0001
2011	0,0811	0,0415	0,0983	0,0016	0,0050	0,0023	0,0010
2012	0,0274	0,0415	0,0213	0,0003	0,0011	0,0005	0,0010
2013	-0,0239	-0,0081	-0,0308	-0,0005	-0,0016	-0,0007	-0,0002
2014	-0,3011	-0,2607	-0,3195	-0,0051	-0,0163	-0,0074	-0,0061
2015	-0,4403	-0,4030	-0,4582	-0,0073	-0,0234	-0,0107	-0,0094
2016	0,0762	0,0663	0,0810	0,0013	0,0041	0,0019	0,0015
2017	-0,2546	-0,1022	-0,3383	-0,0054	-0,0173	-0,0079	-0,0024

Розрахунок здійснюємо таким чином: коефіцієнт приросту видобутку вугілля кам'яного $\varepsilon_1(t) = \ln(N_1/N_0) = 72,91 / 73,31 = -0,0054$; коефіцієнт приросту видобутку вугілля коксівного $\varepsilon'_1(t) = \ln(N'_1/N_0) = 21,95/23,12 = -0,0518$; коефіцієнт приросту видобутку антрациту та іншого кам'яного вугілля $\varepsilon_2(t) = \ln(N_2/N_0) = 50,96 / 50,19 = 0,0152$; коефіцієнт приросту потреби у видобутку вугілля кам'яного $\gamma_1(t) = (n_1 * \varepsilon_2) / N_1 = (1,1666 * 0,0152) / 21,95 = 0,0002$; коефіцієнт приросту потреби у видобутку коксівного вугілля $\gamma'_1(t) = (n'_1 * \varepsilon_2) / N_1 = (1,1212 * 0,0002) / 21,95 =$

$= 0,0008$; коефіцієнт приросту потреби у видобутку антрациту та іншого кам'яного вугілля залежно від кам'яного вугілля $\gamma_2(t) = (n_2 * \varepsilon_2) / N_2 = (1,1873 * 0,0152) / 50,96 = 0,0004$; коефіцієнт приросту потреби у видобутку антрациту та іншого кам'яного вугілля залежно від коксівного вугілля $\gamma'_2(t) = (n'_2 * \varepsilon'_1) / N_2 = (1,1873 * -0,0518) / 50,96 = -0,0012$.

У табл. 4 наведено результати розрахунку коефіцієнтів приросту видобутку вугілля кам'яного, коксівного вугілля і антрациту й іншого кам'яного вугілля в 2007–2017 рр. за наявності взаємозв'язку видобутку копалин.

Таблиця 4

Розрахунок коефіцієнтів приросту видобутку вугілля кам'яного, коксівного вугілля і антрациту й іншого кам'яного вугілля в 2007–2017 роках за наявності взаємозв'язку видобутку копалин

Рік	Коефіцієнт приросту видобутку вугілля кам'яного $\varepsilon_1(t)$	Коефіцієнт приросту видобутку вугілля коксівного $\varepsilon'_1(t)$	Коефіцієнт приросту видобутку антрациту та іншого кам'яного вугілля залежно від кам'яного вугілля $\varepsilon_2(t)$	Коефіцієнт приросту видобутку антрациту та іншого кам'яного вугілля залежно від коксівного вугілля $\varepsilon'_2(t)$
2008	0,006968	-0,012179	0,041036	0,022982
2009	-0,086476	-0,145248	-0,155603	-0,089403
2010	0,039942	0,070755	0,068787	0,03912
2011	0,166557	0,314425	0,275477	0,150962
2012	0,046334	0,102008	0,060889	0,033267
2013	-0,050442	-0,092818	-0,086532	-0,047874
2014	-0,501187	-0,89929	-0,747334	-0,455993
2015	-0,621746	-0,982243	-0,85326	-0,589029
2016	0,110981	0,177389	0,15642	0,10575
2017	-0,358174	-0,432828	-0,582282	-0,431458

Розрахунок здійснюємо таким чином: коефіцієнт приросту видобутку вугілля кам'яного $\varepsilon_1(t) = -0,0054 + 0,0008 * 50,96 = 0,006968$; коефіцієнт приросту видобутку вугілля коксівного $\varepsilon'_1(t) = -0,0518 + 0,0008 * 50,96 = -0,012179$; коефіцієнт приросту видобутку антрациту та іншого кам'яного вугілля залежно від кам'яного вугілля $\varepsilon_2(t) = 0,0152 + 0,0004 * 72,91 = 0,041036$; коефіцієнт приросту видобутку антрациту та іншого кам'яного вугілля залежно від коксівного вугілля $\varepsilon'_2(t) = 0,0152 + 0,0004 * 21,95$.

На рис. 3–6 графічно представлено результати проведених розрахунків.

На рис. 3 наведено отримані залежності коефіцієнтів приросту видобутку вугілля кам'яного $\varepsilon_1(t)$, вугілля коксівного $\varepsilon'_1(t)$ і антрациту та іншого кам'яного вугілля $\varepsilon_2(t)$. Залежності коефіцієнтів приросту $\varepsilon_1(t)$, $\varepsilon'_1(t)$ і $\varepsilon_2(t)$ характеризують динаміку видобутку кожної корисної копалини окремо, самостійно.

На рис. 4 побудовано криві знайдених значень коефіцієнтів приросту потреби у зазначених копалинах:

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

і їх залежність від часу t .

Представлена на рис. 5 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 γ_1 , γ'_1 , γ_2 і γ'_2 – це величини, які відображають потреби галузей національного господарства у видобутку вугілля кам'яного, потреби виробництва товарного кам'яного вугілля та коксівного вугілля у видобутку сировини, потреби у видобутку антрациту та іншого вугілля в залежності від потреб у видобутку кам'яного вугілля та коксівного відповідно. Ці величини і повинні повністю корелювати, оскільки впродовж досліджуваного періоду не відбувалося зміни технології виробництва.

Вирішенням системи рівнянь (1) знайдено залежності коефіцієнта приросту видобутку коксівного кам'яного вугілля $\lambda'_1(t) = \varepsilon'_1(t) + \gamma'_1(t) N_2(t)$, коефіцієнта приросту видобутку антрациту та іншого кам'яного вугілля в залежності від обсягів видобутку коксівного кам'яного вугілля $\lambda_2(t) = \varepsilon_2(t) + \gamma_2(t) N_1(t)$, коефіцієнта приросту видобутку вугілля кам'яного $\lambda_1(t) = \varepsilon_1(t) + \gamma_1(t) N_2(t)$, коефіцієнта приросту видобутку антрациту й іншого кам'яного вугілля від обсягів видобутку вугілля кам'яного $\lambda_2(t) = \varepsilon_2(t) + \gamma_2(t) N_1(t)$ за умови наявності взаємозв'язку показників видобутку копалин (рис. 6).

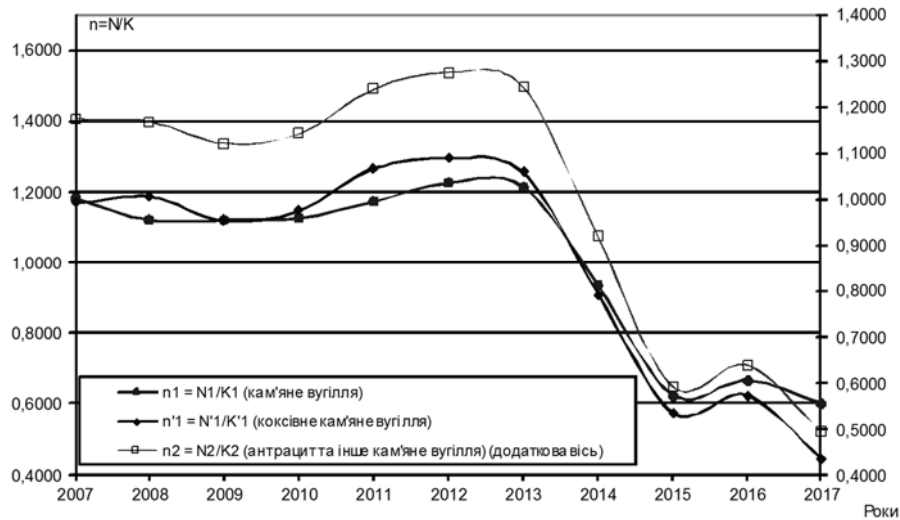


Рис. 3. Динаміка базисних темпів зростання обсягів видобутку вугілля кам'яного, коксівного вугілля і антрациту й іншого кам'яного вугілля в 2007–2017 рр.

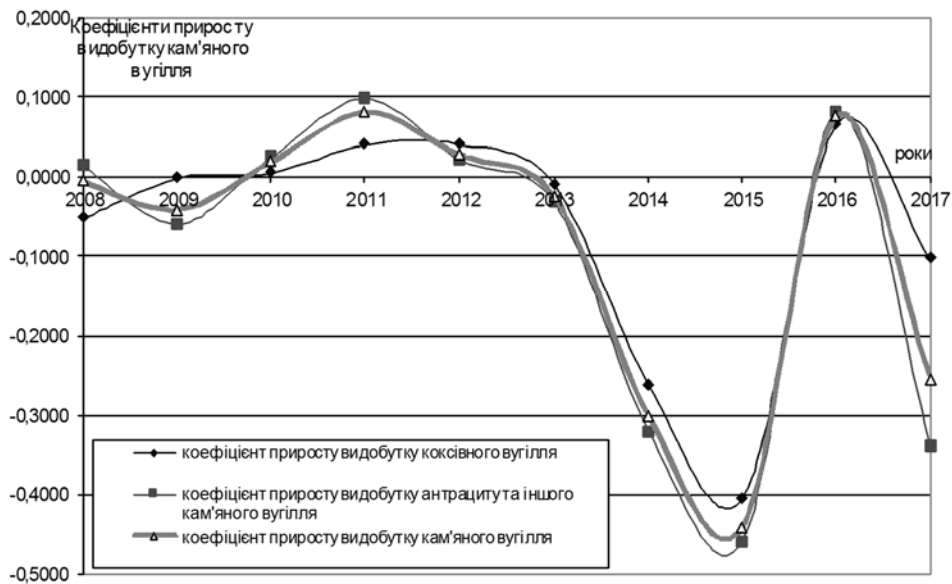


Рис. 4. Динаміка коефіцієнтів приросту видобутку вугілля кам'яного, коксівного вугілля та антрациту й іншого кам'яного вугілля в 2007–2017 рр. за умови відсутності взаємозв'язку

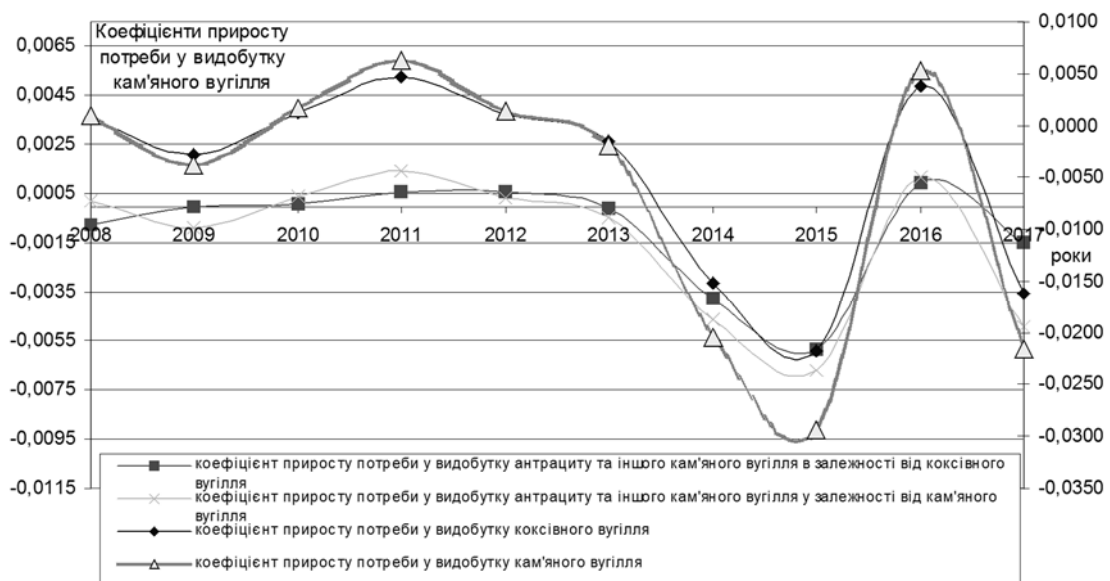


Рис. 5. Динаміка коефіцієнтів потреби у видобутку вугілля кам'яного, коксівного вугілля та антрациту та іншого кам'яного вугілля в 2007–2017 рр.

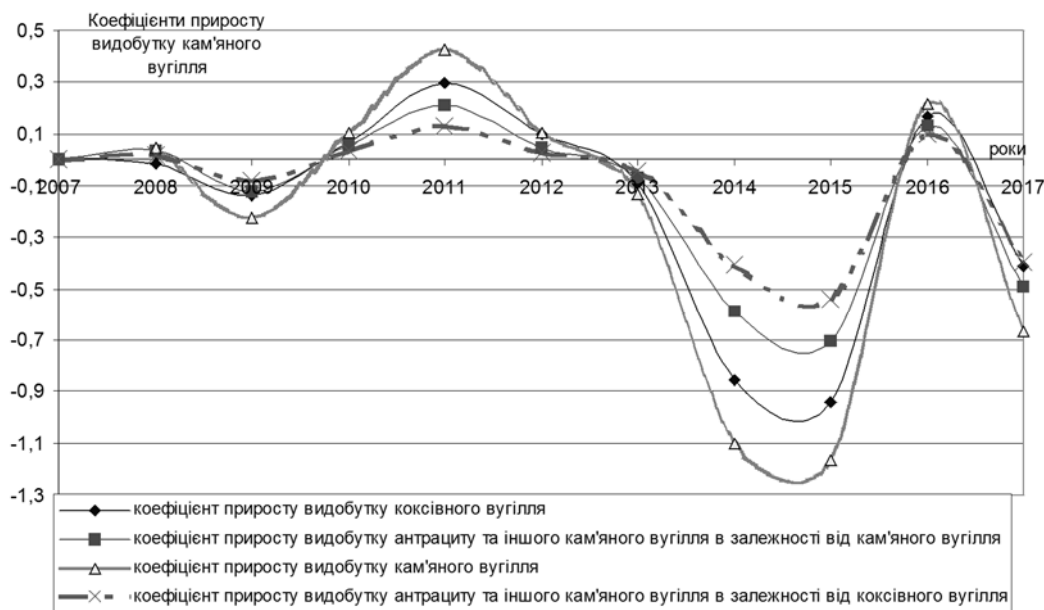


Рис. 6. Динаміка коефіцієнтів приросту видобутку вугілля кам'яного, коксівного вугілля і антрациту та іншого кам'яного вугілля в 2007–2017 рр. за наявності взаємозв'язку видобутку копалин

Залежності $\lambda_1'(t) = \varepsilon_1'(t) + \gamma_1'(t) N_2(t)$, $\lambda_2'(t) = \varepsilon_2'(t) + \gamma_2'(t) N_1(t)$, $\lambda_1(t) = \varepsilon_1(t) + \gamma_1(t) N_2(t)$, $\lambda_2(t) = \varepsilon_2(t) + \gamma_2(t) N_1(t)$ (рис. 6) корелюють одна з одною у часі в більшому ступені, чим відповідні залежності коефіцієнтів $\varepsilon_1(t)$, $\varepsilon_1'(t)$, $\varepsilon_2(t)$ і $\varepsilon_2'(t)$ (рис. 3). Це зумовлено тим, що наведені на рис. 6 зміни коефіцієнтів приросту у часі побудовані за умови взаємозв'язку у видобутку усіх трьох корисних копалин.

Висновки і рекомендації. У результаті проведених досліджень розроблено модель планування та прогнозування використання та видобутку вугільних ресурсів України як складової системи управління мінерально-сировинною базою країни.

Аналіз офіційних статистичних даних щодо обсягів видобутку вугілля кам'яного, коксівного вугілля та антрациту й іншого кам'яного вугілля показав, що впродовж дослідженого періоду відбувалися коливання показників як за обсягами видобутку, так і за темпами їх зростання.

Аналіз отриманих результатів показав, що коливання досліджуваних показників видобутку вугілля кам'яного, коксівного вугілля та антрациту й іншого кам'яного вугілля мають циклічний характер, корелюють між собою і залежать від загальноекономічної та політичної ситуації у країні.

З метою вирішення проблеми системного управління видобутком вугільних ресурсів країни запропоновано збалансувати обсяги видобутку взаємопов'язаних корисних копалин. Доведено доцільність планування та прогнозування обсягів видобутку з урахуванням циклічності розвитку економічних процесів. Як інструментарій запропоновано використати багатofакторну економіко-математичну модель прогнозування розвитку складних систем.

За такого підходу проблема прогнозування видобутку та використання корисних копалин з урахуванням експортно-імпортних потоків та у взаємозв'язку з обсягами споживання ресурсів провідними галузями національного господарства потребує подальших досліджень.

Список використаних джерел

- Андріївський, І.Д., Матюха, В.В., Мовчан, В.В. (2011). Сучасний стан і перспективи розвитку добувної промисловості України. *Мінеральні ресурси України*, 3, 8-14.
- Бобро Д.Г. (2018). Вугільна промисловість України в умовах гібридної війни. Аналітична записка: Національний інститут стратегічних досліджень. Отримано з <http://www.niss.gov.ua/articles/1890/>
- 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). Опубл. 27.08.2013 р., Бюлетень, 16.

Волков, В.П., Горошкова, Л.А. (2013b). Прогнозування розвитку складних техніко-економічних систем мезорівня. *Економічний вісник університету: Збірник наукових праць учених та аспірантів*, 20/2, 257-263.

Волков, В.П., Горошкова, Л.А. (2014). Малі економічні цикли: теорія та вітчизняна практика. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія "Економіка": Збірник наукових праць*, 20/2, 257-263.

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), 60-66.

Гончар, М., Чубук, А., Іщук, О. (2018). Гібридна війна в Східній Європі. Невозможний вимір. Енергетичний компонент. Центр глобалістики "Стратегія XXI". Отримано з <http://geostrategy.org.ua>

Горошкова, Л.А. (2011а). Економічна циклічність розвитку металургійної та забезпечуючих галузей. *Економічний вісник університету: Збірник наукових праць учених та аспірантів*, 17/2, 47-54.

Горошкова, Л.А. (2011b). Моделирование цикличности развития черной металлургии и обеспечивающих отраслей в условиях трансформации экономики. *Економічний вісник науково-дослідницького економічного інституту Міністерства економіки Республіки Беларусь*, 10, 37-42.

Гошовський, С.В., Красножон, М.Д., Люта, Н.Г., Василенко, А.П., Костенко, М.М. (2014). Мінерально-сировинна база України. Стаття 1. Щодо необхідності внесення змін до Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року. *Мінеральні ресурси України*, 4, 4-7.

Довгий, С.О., Шестопалов, 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.

Інформаційна довідка про основні показники розвитку галузей паливно-енергетичного комплексу України за 12 місяців 2010 року. (2010). Офіційний сайт Міністерства енергетики та вугільної промисловості України. Отримано з http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/archive?cat_id=35081&page=6

Інформаційна довідка про основні показники розвитку галузей паливно-енергетичного комплексу України за 12 місяців 2011 року. (2011). Офіційний сайт Міністерства енергетики та вугільної промисловості України. Отримано з http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/archive?cat_id=35081&page=6

Інформаційна довідка про основні показники розвитку галузей паливно-енергетичного комплексу України за 12 місяців 2012 року. (2012). Офіційний сайт Міністерства енергетики та вугільної промисловості України. Отримано з http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/archive?cat_id=35081&page=6

Інформаційна довідка про основні показники розвитку галузей паливно-енергетичного комплексу України за 12 місяців 2013 року. (2013). Офіційний сайт Міністерства енергетики та вугільної промисловості України. (н. д.). http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/archive?cat_id=35081&page=6

Інформаційна довідка про основні показники розвитку галузей паливно-енергетичного комплексу України за 12 місяців 2014 року. (2014). Офіційний сайт Міністерства енергетики та вугільної промисловості України. Отримано з http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/archive?cat_id=35081&page=6

Інформаційна довідка про основні показники розвитку галузей паливно-енергетичного комплексу України за 12 місяців 2015 року. (2015). Офіційний сайт Міністерства енергетики та вугільної промисловості України. Отримано з http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/archive?cat_id=35081&page=6

Інформаційна довідка про основні показники розвитку галузей паливно-енергетичного комплексу України за 12 місяців 2016 року. (2016). Офіційний сайт Міністерства енергетики та вугільної промисловості України. Отримано з http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/archive?cat_id=35081&page=6

Інформаційна довідка про основні показники розвитку галузей паливно-енергетичного комплексу України за 12 місяців 2017 року. (2017). Офіційний сайт Міністерства енергетики та вугільної промисловості України. Отримано з http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/archive?cat_id=35081&page=6

Інформаційна довідка про основні показники розвитку галузей паливно-енергетичного комплексу України за 12 місяців 2018 року. (2018). Офіційний сайт Міністерства енергетики та вугільної промисловості України. Отримано з http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/archive?cat_id=35081&page=6

Коржнев, М.М., Михайлов, В.А., Міщенко, В.С. та ін. (2006). Основи економічної геології. 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.

Красножон, М.Д. (2015). Мінерально-сировинна база України. Стаття 4. Паливно-енергетичні ресурси й перспективи їх нарощування. *Мінеральні ресурси України*, 4, 1-6.

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.

Матеріали слухань Спеціальної контрольної комісії ВРУ України з питань приватизації 17 травня 2018 року. (2018). Отримано з <http://scpp.rada.gov.ua/uploads/documents/29302.pdf>

Нагорний, Ю.М., Нагорний, В.М., Приходченко, В.Ф. (2005). Геологія вугільних родовищ, Дніпропетровськ: НГУ.

Примушко, С.І., Білошпаська, Т.Д., Величко, В.Ф. (Ред.) (2018). Мінеральні ресурси України. К.: ДНВП "Державний інформаційний геологічний фонд України". Отримано з <http://geoinf.kiev.ua/horyuchi-korysni-kopalyny/verdi-horyuchi-korysni-kopalyny/>

Рудько, Г.І., Курило, М.М., Бала, В.В., Маковський, Ю.С. (2018). Методи визначення (обґрунтування) ціни товарної продукції при геолого-економічній оцінці вугільних родовищ. *Мінеральні ресурси України*, 4, 45-48.

Рудько, Г.І., Бала, В.В., Курило, М.М. (2017). Оцінка ризиків освоєння родовищ вугілля на прикладі вітчизняних об'єктів з незначними запасами. *Мінеральні ресурси України*, 3, 19-21.

Рудько, Г.І., Курило, М.М., Бала, В.В. (2016). Співставлення критеріїв визначення та ознак класифікації запасів і ресурсів у вітчизняній та міжнародній практиці. геолого-економічної оцінки на прикладі родовищ вугілля. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*, 1(72), 76-81.

Рудько, Г.І., Курило, М.М., Радованов, С.В. (2011). Геолого-економічна оцінка родовищ корисних копалин. Київ: АДЕФ-Україна.

Статистичний щорічник України за 2013 рік: [довідкове видання] (2014). Державна служба статистики України; під ред. І.Є.Вернера. Київ.

Статистичний щорічник України за 2017 рік: [довідкове видання] (2018). Державна служба статистики України; під ред. І.Є.Вернера. Київ.

Шевченко, А.В., Воробйов, С.Л. (2018). Пріоритети та важелі модернізації вугільної галузі в Україні. Аналітична записка. Отримано з <http://www.niss.gov.ua/articles/1495/>

References

Andriivskiy, I.D., Matiukha, V.V., Movchan, V.V. (2011) Modern state and prospects of development of extractive industry of Ukraine. *Mineral resources of Ukraine*, 3, 8-14. [in Ukrainian]

Bobro D.H. (2018). Coal industry of Ukraine is in the conditions of hybrid war". Analytical message: the National institute of strategic researches. Retrieved from <http://www.niss.gov.ua/articles/1890/>. [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]

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]

Informative certificate about the basic indexes of development of industries of fuel and energy complex of Ukraine for 12 months in 2010. (2010). Official web-site of Ministry of energy and coal industry of Ukraine. Retrieved from http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/archive?cat_id=35081&page=6. [in Ukrainian]

Informative certificate about the basic indexes of development of industries of fuel and energy complex of Ukraine for 12 months in 2011. (2011). Official web-site of Ministry of energy and coal industry of Ukraine. Retrieved from http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/archive?cat_id=35081&page=6. [in Ukrainian]

Informative certificate about the basic indexes of development of industries of fuel and energy complex of Ukraine for 12 months in 2012. (2012). Official web-site of Ministry of energy and coal industry of Ukraine. Retrieved from http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/archive?cat_id=35081&page=6. [in Ukrainian]

Informative certificate about the basic indexes of development of industries of fuel and energy complex of Ukraine for 12 months in 2013. (2013). Official web-site of Ministry of energy and coal industry of Ukraine. Retrieved from http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/archive?cat_id=35081&page=6. [in Ukrainian]

Informative certificate about the basic indexes of development of industries of fuel and energy complex of Ukraine for 12 months in 2014. (2014). Official web-site of Ministry of energy and coal industry of Ukraine. Retrieved from http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/archive?cat_id=35081&page=6. [in Ukrainian]

Informative certificate about the basic indexes of development of industries of fuel and energy complex of Ukraine for 12 months in 2015. (2015). Retrieved from http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/archive?cat_id=35081&page=6. [in Ukrainian]

Informative certificate about the basic indexes of development of industries of fuel and energy complex of Ukraine for 12 months in 2016. (2016). Official web-site of Ministry of energy and coal industry of Ukraine. Retrieved from http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/archive?cat_id=35081&page=6[in Ukrainian]

Informative certificate about the basic indexes of development of industries of fuel and energy complex of Ukraine for 12 months in 2017. (2017). Official web-site of Ministry of energy and coal industry of Ukraine. Retrieved from http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/archive?cat_id=35081&page=6. [in Ukrainian]

Informative certificate about the basic indexes of development of industries of fuel and energy complex of Ukraine for 12 months in 2018. (2018). Official web-site of Ministry of energy and coal industry of Ukraine. http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/archive?cat_id=35081&page=6. [in Ukrainian]

Honchar, M., Chubuk, A., Ishchuk, O. (2018). Hybrid war is in East Єvponi. Nonmilitary measuring. Power component. A center of globalistic "Strategy XXI". Retrieved from <http://geostrategy.org.ua>. [in Ukrainian]

Horoshkova, L.A. (2011a). 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-Khmelnitsky State pedagogical University*, 17/2, 47-54. [in Ukrainian]

Horoshkova, L.A. (2011b). 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]

Hoshovskiy, S.V., Krasnozhan, M.D., Liuta, N.H., Vasylenko, A.P., Kostenko, M.M. (2014). Raw Mineral-material base of Ukraine. Article 1. In relation to the necessity of making alteration to the National program of development of raw mineral-material base of Ukraine on a period 2030 to. *Mineral resources of Ukraine*, 4, 4-7.

Korzhnev, M.M., Mykhailov, V.A., Mischenko, B.S. et al. (2006). Bases of economic geology. K.: Logos. [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]

Krasnozhan, M.D. (2015). Raw Mineral-material base of Ukraine. Article 4. Fuel and energy resources and prospects of their increase. *Mineral resources of Ukraine*, 4, 1-6. [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. (2017). Geology-economical estimation of minerals (pressing questions and methodical aspects). *Mineral resources of Ukraine*, 3, 22-26. [in Ukrainian]

Lysenko, O.A., Vasylenko, A.P., Kostenko, M.M. (2017). Geology of ore and non-metallіc 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]

Materials of listening of the Special control commission of BPY of Ukraine on questions privatizing on May, 17, 2018. (2018). Retrieved from <http://scpp.rada.gov.ua/uploads/documents/29302.pdf> [in Ukrainian]

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

Nagorniy, Yu.M., Nagorniy, V.M., Prihodchenko, V.F. (2005). Geology of coal deposits. Dnipropetrovsk: HIFY.

Rudko, H. I., Kurylo, M. M., Radovanov, S.V. (2011). Geological and economic evaluation of mineral deposits. Kyiv: ADEF-Ukraine. Retrieved from <http://geoinf.kiev.ua/horyuchi-korysni-kopalyny/verdi-horyuchi-korysni-kopalyny/> [in Ukrainian]

Rudko, H.I., Kurylo, M.M., Bala, V.V., Makovskyi, Yu.S. (2018). Methods of determination (ground) of cost of commodity products are at the reonoro-економічний estimation of coal deposits. *Mineral resources of Ukraine*, 4, 45-48. [in Ukrainian]

Rudko, H.I., Kurylo, M.M., Bala, V.V. (2016). Comparison of criteria of determination and signs of classification of supplies and resources is in home and international practice. Geological-economy estimation on the example of deposits of coal. *Visnyk Taras Shevchenko national university of Kyiv. Geology*, 1 (72), 76-81. [in Ukrainian]

Rudko, H.I., Bala, V.V., Kurylo, M.M. (2017). An estimation of risks of mastering of deposits of coal is on the example of home objects with insignificant supplies. *Mineral resources of Ukraine*, 3, 19-21. [in Ukrainian]

Statistical annual of Ukraine for 2013: [certificate edition] (2014). Government service of statistics of Ukraine; edited by I.Ye. Vermer. Kyiv. [in Ukrainian]

Statistical annual of Ukraine for 2017: [certificate edition] (2018). Government service of statistics of Ukraine; edited by I.Ye. Vermer. Kyiv. [in Ukrainian]

Shevchenko, A.V., Vorobyov, S.L. (2018). Priorities and levers of modernisation of coal industry are in Ukraine. Analytical message. Retrieved from <http://www.niss.gov.ua/articles/1495/>. [in Ukrainian]

Volkov, V.P., Horoshkova, L.A. (2013b). 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]

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 works Uzhhorod University*, 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, MPK (2013.01) G06Q90/00; G06Q10/06 (2012.01)*. Published 27.08.2013, *Bulletin*, 16. [in Ukrainian]

Volkov, V.P., Horoshkova, L.A. (2018). Management a rational booty and use of raw mineral-material resources of Ukraine. *Visnyk Taras Shevchenko national university of Kyiv. Geology*, 3(82), 60-66. [in Ukrainian]

Надійшла до редколегії 05.06.19

V. Volkov, Dr. Sci. (Techn.), Prof.

E-mail: volkovvp49@gmail.com;

L. Horoshkova, Dr. Sci. (Econ.), Prof.

E-mail: goroshkova69@gmail.com

Zaporizhzhya National University,

66 Zhukovskogo Str., Zaporizhzhya, 69600, Ukraine;

Y. Khlobystov, Dr. Sci. (Econ.), Prof.

E-mail: ievgen.khlobystov@ukr.net

National University of "Kyiv-Mohyla Academy",

2 Skovorody Str., Kyiv, 04655, Ukraine

MANAGEMENT OF SUSTAINABLE MINING OF COAL RESOURCES IN UKRAINE

The dynamics of coal resources mining in Ukraine are analyzed in the article. It is proved that there were indices fluctuations, i.e. volumes of extraction, and growth rates during 10 years. The approximation of growth rates of coal mining resources by polynomial function using the trend line is made. It is determined that studied indices fluctuation have cyclical pattern, correlate to each other and depend on country's economic and political situation.

It is proposed to make forecasts of the extraction volumes based on national cyclical economic development. It is proved that balanced mining should solve the problem of mineral deposits sustainable exploitation.

It is proposed to use the patent-protected author's methodology to forecast the development of complex systems to manage sustainable mining of coal resources in Ukraine. The developed model will allow managing volumes of extraction of technologically related minerals in correlation with the volumes of exploitation.

Keywords: mineral and raw materials base, fuel and energy resources, hard coal, coking coal, anthracite, forecasting, modeling, management.

В. 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. Жуковського, 66, г.Запорожье, 69600, Украина;

Е. Хлобыстов, д-р экон. наук, проф.

E-mail: ievgen.khlobystov@ukr.net

Национальный университет "Киево-Могилянская академия",

ул. Григория Сковороды, 2, г. Киев, 04655, Украина

УПРАВЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ДОБЫЧЕЙ УГОЛЬНЫХ РЕСУРСОВ УКРАИНЫ

Проанализирована динамика добычи угольных ресурсов Украины. Доказано, что на протяжении 10 лет происходили колебания показателей, как по объемам добычи, так и по темпам их роста. Осуществлена аппроксимация показателей темпов роста объемов добычи угольных ресурсов полиномиальной функцией с использованием линии тренда. Установлено, что колебания исследованных показателей имеют циклический характер, они коррелируют между собой и зависят от общеэкономического и политического состояния страны.

Предложено прогнозирование объемов добычи осуществлять с учетом цикличности экономического развития страны. Доказано, что решить проблему рационального использования полезных ископаемых возможно более сбалансированной их добычей.

Предложено использовать защищенную патентом авторскую методику прогнозирования развития сложных систем для управления рациональной добычей угольных ресурсов Украины. Разработанная модель позволит управлять объемами добычи технологически родственными полезными ископаемыми во взаимозависимости от объемов использования.

Ключевые слова: минерально-сырьевая база, топливно-энергетические ресурсы, уголь каменный, уголь коксующийся, антрацит, прогнозирование, моделирование, управление.