

УДК 622.232

Віталій Макаров*, к.т.н., ст. досл., <https://orcid.org/0000-0003-1068-5923>

Микола Каплін, к.т.н., <https://orcid.org/0000-0001-9328-4257>

Тетяна Білан, к.т.н., ст. досл., <https://orcid.org/0000-0002-0280-6716>

Микола Перов, <https://orcid.org/0000-0002-0654-5648>

Інститут загальної енергетики НАН України, вул. Антоновича, 172, м. Київ, 03150, Україна;

* Автор-кореспондент: makarov-v-m@ukr.net

ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ ВИДОБУТКУ ВУГІЛЛЯ В УКРАЇНІ

Анотація. Розроблено програмну підсистему формування прогнозів видобутку вугілля в Україні в умовах нестабільності структури паливних баз країни, що виникають внаслідок дії чинників надзвичайної сили, зокрема воєнного стану, тимчасової окупації території, руйнування видобувних підприємств тощо. Програму створено з метою надання можливостей швидкої оцінки впливу наслідків надзвичайних ситуацій в країні на обсяги виробництва у вугільній галузі та подальшого їх врахування при розробці прогнозів паливозабезпечення економіки, енергетичного балансу країни в цілому. Програмне забезпечення створено на основі баз даних, деталізованих за об'єктами вуглевидобутку фахових прогнозів розвитку вугільної галузі, що враховують гірничо-геологічні, технологічні, економічні, соціальні особливості функціонування шахт, а також можливі сценарії їх технологічного переобладнання, оптимізації виробничих ділянок, і дозволяє здійснювати коригування таких прогнозів шляхом зміни передбачуваного виробничого стану шахти у разі настання обставин непереборної сили. Розроблена підсистема коригування прогнозів надає можливість користувачеві швидко змінити структуру та склад вугільної бази країни, розрахувати сукупні обсяги видобутку вугілля, диференційовані за марками вугілля та його технологічним призначенням, і згідно з кількома сценаріями технологічного розвитку вугільної галузі, що матимуть місце за обраних змін структури шахтного фонду, сформувати узагальнюючі прогнози видобутку, які містять розраховані сукупні обсяги для всіх термінів періоду прогнозування. У зв'язку з втратою всіх шахт Луганської області та окремих шахт Донецької області внаслідок повномасштабного вторгнення Росії в Україну, з використанням програмної підсистеми прогнозування обсягів видобутку вугілля було скориговано прогнозні сценарії розвитку вугільної промисловості України на період до 2040 р.

Ключові слова: вугільна промисловість, програмна підсистема, прогнозування, видобуток, сценарії розвитку.

1. Вступ

Прогнозні запаси вугілля в Україні становлять 117,5 млрд т [1], у тому числі розвідані запаси – 56 млрд т, з них енергетичних марок – 39 млрд т, – цього достатньо для підтримки видобутку на нинішньому рівні протягом понад 400 років.

Вугільні родовища України характеризуються малою потужністю вугільних пластів. Частка пластів потужністю понад 1,2 м (нижня границя кондицій за потужністю у країнах Західної Європи) становить лише 32%, від 0,8 м до 1,2 м – біля 48%, менше 0,8 м – понад 20%. На діючих шахтах середньодинамічна потужність пластів, що розробляються, становить 1,4 м.

Зараз видобуток вугілля ведеться на глибинах 240–1380 м, 18% шахт мають глибину понад 1000 м.

Близько 70% шахт розробляють газонасні пласти, 4% шахт – пласти, небезпечні за раптовими викидами вугілля і газу.

За даними Мінералогічного інституту, згодом Мінералогіки, видобуток вугілля в Україні [2] скоротився станом на 1999 р. проти 1991 р. приблизно в 1,7 рази. Протягом 1999–2013 рр. рівень видобутку залишався практично незмінним у діапазоні 72–86 млн т вугілля на рік (рис. 1).

У 2014–2015 рр. через воєнні дії спостерігається катастрофічне падіння вуглевидобування. У 2014 р. видобуток вугілля відносно 2013 р. впав більш ніж на 22% (з 83,7 млн т до 65 млн т), а видобуток антрацитової групи впав на третину (з 30,3 млн т до 20,6 млн т).

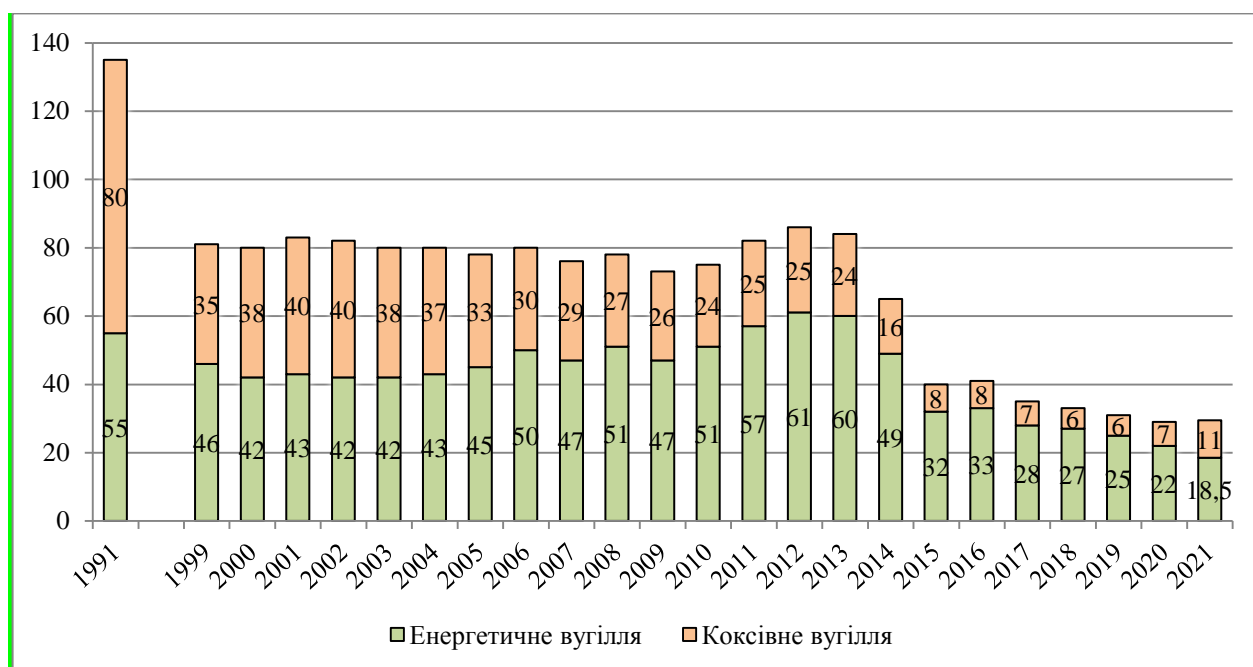


Рис. 1. Динаміка видобутку вугілля в Україні, млн т

Починаючи з 2015 р. падіння видобутку набрало ще більших темпів. У 2017 р., в результаті блокування поставок вугілля з окупованих територій, було видобуто 34,9 млн т, що на 6 млн т (на 15%) менше порівняно з 2016 р.

У 2018 р. погіршення стану вітчизняної вугільної галузі продовжилося, і у 2020 р. загальний видобуток вугілля зменшився на 8% і склав 28,8 млн т проти 31,2 млн т у 2019 р. Ще гірша ситуація спостерігається в державному секторі вугільної галузі, видобуток в якому склав 10% від загального (2,87 млн т) та на 19% менше, ніж у 2019 р. У 2021 р. видобуток склав 29,5 млн т.

Після початку повномасштабного вторгнення Росії в Україну чверть державних шахт опинилась на тимчасово захопленій території [3].

Загалом з 24.02.2022 р. у вуглевидобувних районах Донбасу затоплено 10 вугільних шахт [4]. На Донеччині у Вугледарі через обстріл затоплено шахту «Південнодонбаська №3 ім. М.С. Сургая». Це одна з найновіших шахт, яка мала 130 млн т вугілля балансових запасів, вміст сірки становив 0,9%–1,8%. Поруч із нею затоплено шахту «Південнодонбаська №1».

Також існує реальна загроза затоплення шахти «Центральна» ДП «Мирноградвугілля», з якої наразі ще вдається відкачувати шахтні води. Заміну трубопроводу водовідливу в шахтному стволі виконати неможливо. Шахта не видобуває вугілля у зв'язку із затопленням окремих виробок.

Докладаються зусилля для підтримки діяльності шахти «Курахівська» ДП «Селидіввугілля», де вже затоплені нижні горизонти.

В Луганській області від початку повномасштабного вторгнення Росії було затоплено 8 вугільних шахт – 4 шахти ДП «Первомайськвугілля» та 4 шахти ДП «Лисичанськвугілля».

Таким чином, через втрату всіх шахт Луганської області та окремих шахт Донецької області внаслідок повномасштабного вторгнення Росії, раніше розроблені прогнози розвитку вугільної промисловості України [5–7] потребують коригування.

На даний час процес забезпечення паливом теплової енергетики та економіки країни потребує окремої уваги з огляду на об'єктивно наявну нестабільність структури паливної бази вугілля в країні, суттєву невизначеність секторів споживання вугільної продукції [8].

Українські та зарубіжні вчені звертались до різних методологічних питань у галузі розвитку вугільної промисловості: Кіашко Ю.І. (оцінка ефективності шахт при різних варіантах використання очисного обладнання) [9], Кулик М.М., Алавердян Л.М. (оптимізація розвитку вугільної промисловості) [10, 11], Павленко І.І. (прогнозування розвитку вугільної промисловості з обмеженими інвестиціями) [12], Яценко Ю.П., Косарев І.В. (технічний розвиток шахт) [13], Хендерсон Дж. (модель попиту та пропозиції на ринках вугільної продукції) [14], Сувала В. (модель реструктуризації вугільної промисловості) [15] та інші [16–19].

Проте ці дослідження не враховували зв'язок шахтного фонду з переробними підприємствами та об'єктами енергетики, і тому їх результати носять фрагментарний характер. Дослідження зазначеної проблеми іноземними фахівцями стосуються особливостей функціонування вуглевидобувної та переробної промисловості інших країн і не враховують умов енергозабезпечення економіки України, поетапної реорганізації вугільної галузі.

У зв'язку з цим актуальним є створення математичних моделей та програмних засобів для оптимізації розвитку вугільної промисловості з урахуванням сучасних вимог.

2. Методи та матеріали

Розроблено програмну підсистему формування прогнозів видобутку вугілля в Україні в умовах нестабільності структури паливних баз країни, що виникають внаслідок дії чинників надзвичайної сили, зокрема воєнного стану, тимчасової окупації території, руйнування видобувних підприємств тощо. Ця програмна підсистема являє собою інструмент коригування або перегляду вихідних базових прогнозів, що розробляються фахівцями вугільної галузі на довгострокову перспективу й згідно з декількома сценаріями, в залежності від факторів зовнішнього впливу на функціонування вуглевидобування в країні.

Прогноз видобутку вугілля в Україні до 2050 року

Увага!
Умови прогнозування змінено.
Перерахуйте підсумки кнопкою "Прогноз"!

Сценарій: Оптимістичний
Термін прогнозування: 2045
Технологічне призначення: Енергетичне і коксівне

Активна База Даних: БАЗА 1230 до ХХУУ р.хлх

№ з/п	Місце знаходження	Вуглевидобувне підприємство (Шахта)	Діє / НЕ Діє	Технологічне призначення вугілля	Марка вугілля	Видобуток, тис. т
16.	Донецька обл.	Білицька		Е	Г	
17.	Донецька обл.	Центральна	+	К	Ж	285
18.	Донецька обл.	Торецька	+	К	Ж	190
19.	Донецька обл.	Покровське		К	К	
20.	Донецька обл.	Білозирська	+	Е	Г	1900
21.	Донецька обл.	Краснолиманське	+	К	Ж	810
22.	Луганська обл.	Тошківська	+	Е	ДГ	570
23.	Луганська обл.	Гірська	+	Е	Г	570
24.	Луганська обл.	Золоте	+	Е	Г	570
25.	Луганська обл.	Карбоніт	+	Е	Г	570
26.	Луганська обл.	ім.Г.Г.Капустіна		Е	ДГ	
27.	Луганська обл.	Привольнянська	+	Е	ДГ	665
28.	Луганська обл.	Новодружеська	+	Е	ДГ	855
29.	Луганська обл.	ім.Д.Ф.Мельникова	+	Е	ДГ	760
30.	Дніпропетровська обл.	Степова	+	Е	Г	1900
31.	Дніпропетровська обл.	Павлоградська		Е	ДГ	
32.	Дніпропетровська обл.	Ювілейна	+	Е	Г	1425
33.	Дніпропетровська обл.	Благодатна		Е	ДГ	
34.	Дніпропетровська обл.	Тернівська		Е	ДГ	
35.	Дніпропетровська обл.	Самарська		Е	ДГ	
36.	Дніпропетровська обл.	Дніпровська	+	Е	ДГ	1425
37.	Дніпропетровська обл.	ім.Героїв Космосу	+	Е	ДГ	2850
38.	Дніпропетровська обл.	Західно-Донбаська	+	Е	ДГ	2090
39.	Дніпропетровська обл.	ім.М.І.Сташкова		Е	ДГ	
40.	Львівська обл.	Великомістська		Е	Г	
41.	Львівська обл.	Межирічанська		Е	Г	

ВУГІЛЛЯ ВСЬОГО: 53380

	Г	ДГ	Ж	К	Буре	ВСЬОГО ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ
ЕНЕРГЕТИЧНЕ	26260	14435	0	0	1900	42595
КОКСІВНЕ	0	0	5845	4940	0	10785
ВСЬОГО ЗА МАРКАМИ	26260	14435	5845	4940	1900	53380

Відкрити базу | Закрити базу | Прогноз | Копіювати прогноз | Очистити прогноз | Підсумковий прогноз | Зберегти прогнози | Видалити всі прогнози | Вийти

Рис. 2. Головна форма програми формування прогнозу видобутку вугілля

Підсистему розроблено у вигляді програми-додатка електронної таблиці Microsoft Excel на мові Visual Basic for Applications (VBA), в якому інтерфейс користувача утворює форму Microsoft Forms з орієнтовною структурою інформації, наведеною на рис. 2.

Метою розробки є надання можливостей врахувати дію таких факторів, вплив яких неможливо було передбачити на час створення вихідних прогнозів. Зокрема, програмно-інформаційний засіб, описаний нижче, засновано на:

- відповідних прогнозах обсягів видобутку вугілля, розроблених в Інституті загальної енергетики НАН України, з деталізацією за окремими видобувними підприємствами з урахуванням виробничої потужності шахт, можливих змін їх технологічного устаткування, вичерпання запасів тощо, вміщених до інформаційних баз у форматі аркушів електронної таблиці Microsoft Excel;

- зовнішній інформації щодо територіальної належності кожного вуглевидобувного підприємства, яка має вказуватись на поточний момент роботи з програмним засобом або згідно з уявленнями користувача про таку належність на час або період прогнозування (прогнозний рік), у вигляді певної бінарної змінної стану – працює / не працює (рис. 3).

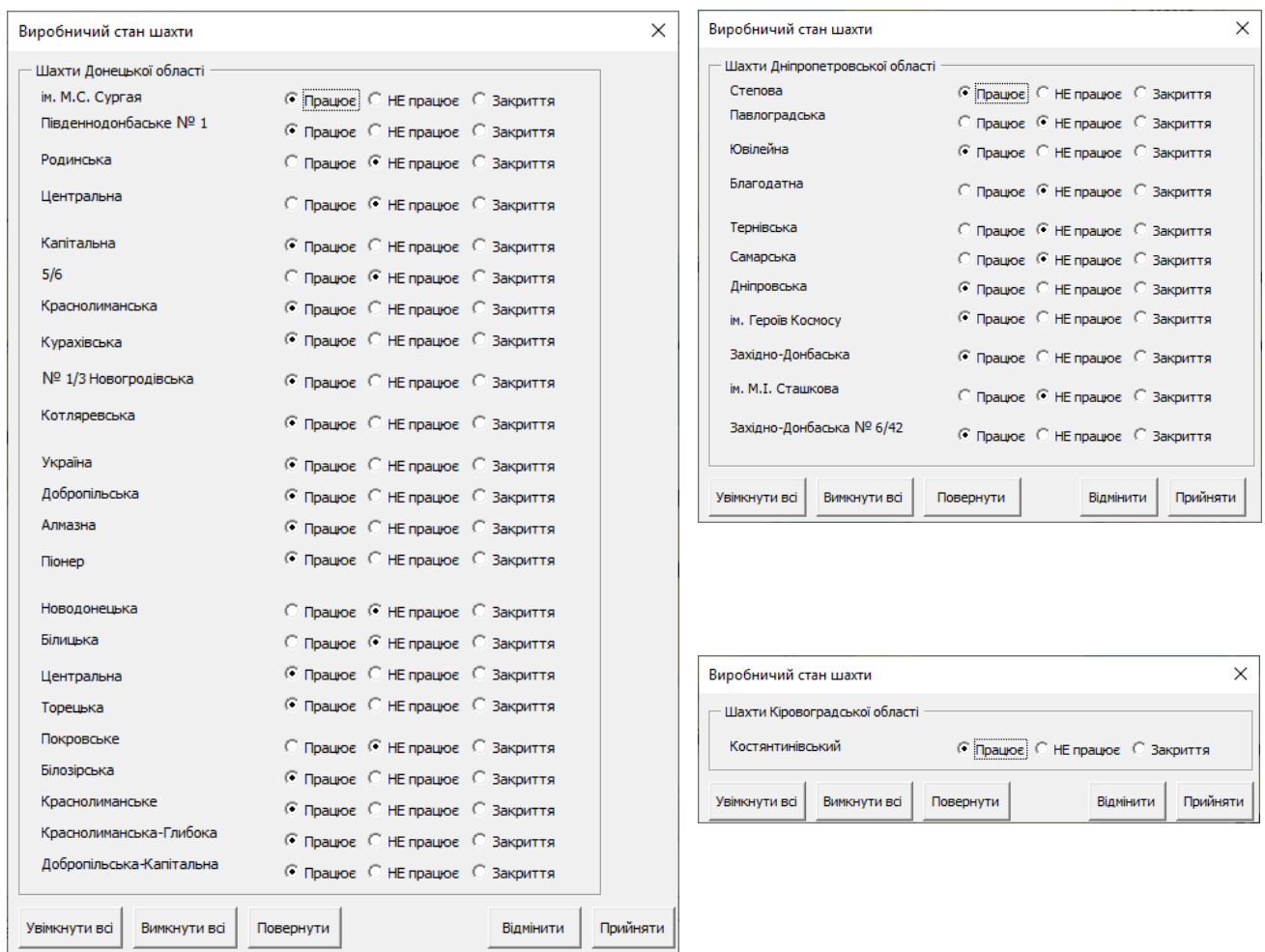


Рис. 3. Форми вуглевидобувних підприємств області

3. Результати

В табл. 1 представлено структуру вугільної промисловості на контрольованій українською владою території у 2013–2020 рр. і потенціал видобутку вугілля на період до 2040 р. станом на 24.02.2022 р.

Враховуючи потенціал видобутку вугілля станом на 24.02.2022 р., запропоновано наступні сценарії розвитку вугільної галузі (табл. 2).

Таблиця 1. Прогнозна структура вугільної промисловості на контрольованій українською владою території

Підприємство	Марка вугілля [20]	Видобуток, тис. т											
		Факт								Прогноз			
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2040
ДП «ш. ім. М.С. Сургая»	Г	460	721	351	341	289	264	621	308	1140	1425	1520	1520
ДП «ш/у Південнодонбаське №1»	ДГ	954	890	691	498	448	465	416	169	950	1045	1050	1050
ДП «Мирноградвугілля»													
ш. Родинська	Г	38	42	16	16	23	10	3					
ш. Центральна	Г	36	36	14	19	31	19	12	12				
ш. Капітальна	Г	509	547	363	497	540	507	380	463	1425	1710	1900	1900
ш. 5/6	Г	29	24	14	15	14	18	23	6				
ВК «Краснолиманська»	Ж	1404	930	643	443	378	45			1520	1615	1710	1710
ДП «Селидіввугілля»													
ш. Курахівська	ДГ	283	133	95	216	255	138	18	24	475	570	660	660
ш. № 1/3 Новгородівська	Г	1011	636	792	618	64	10	258	787	950	950	950	950
ш. Котляревська	Г	725	404	237	410	317	122	22	113	760	805	805	805
ш. Україна	ДГ	141	111	125	150	174	126	62	9	620	660	660	660
ТОВ «ДТЕК Добропіллявугілля»													
ш. Добропілляська	Г	1247	890	600	445	1147	957	1368	904	1710	1900	2090	2090
ш. Алмазна	Г	73	594	1034	949	485	738	930	544	950	1140	1420	1420
ш. Піонер	Г	263	440	426	437	249	397	95	203	810	950	1140	1140
ш. Новодонецька	Г	1034	674	369	440	248	906	970	694	1425	1615	1900	1900
ш. Білицька	Г	258	96										
ДП «Торецьквугілля»													
ш. Центральна	Ж	276	191	145	169	186	171	149	138	285	285	285	285
ш. Північна	Ж	128	73	55	41								
ш. Південна	К	32	14	0,04									
ш. Торецька	Ж	111	64	67	70	79	80	76	64	190	190	190	190
ПАТ «ш/у Покровське»	К	8594	5188	4375	4302	4346	3976	5001	6132	7200	7200	7200	5700
ТДВ «ш. Білозірська»	Г	1173	773	911	493	644	1122	854	559	1425	1710	1900	1900
ВАТ «Краснолиманське»	Ж	734	1065	1755	1566	899	1039		124	810	810	810	810
ВАТ «Укрвуглебуд»	Ж	466	231	104									
ДП «Первомайськвугілля»													
ш. Тошківська	ДГ	66	73	48	58	13	18	30	35	425	570	570	570
ш. Гірська	Г	121	100	294	207	94	124	67	60	425	570	570	570
ш. Золоте	Г	29	25	14	12	13	4	3	2	475	570	570	570
ш. Карбоніт	Г	142	75	9	33	41	56	51	59	425	570	570	570
ДП «Лисичанськвугілля»													
ш. ім. Г.Г. Капустіна	ДГ	47	40	53	30	29	17	24	18				
ш. Привольнянська	ДГ	14	25	43	18	5	13	13	17	475	570	665	665
ш. Новодружеська	ДГ	12	10	20	19	22	9	11	11	665	850	855	855

Підприємство	Марка вугілля [20]	Видобуток, тис. т											
		Факт								Прогноз			
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035	2040
ш. ім. Д.Ф. Мельникова	ДГ	450	570	429	130	180	251	130	23	665	760	760	760
ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля»													
ВСП ш. Степова	Г	1888	1680	1955	1993	2366	2183	2085	1431	1900	1900	1900	1900
ВСП ш. Павлоградська	ДГ	2556	2261	1864	2245	2485	2523	2712	2565	2375	950		
ВСП ш. Ювілейна	Г	1336	1210	1628	1554	1692	1646	1638	1639	1330	1425	1425	1425
ВСП ш. Благодатна	ДГ	1323	1814	1783	1723	1675	1465	1742	1011				
ВСП ш. Тернівська	ДГ	1344	1486	1764	1307	1603	1590	1552	1256	1235	1225		
ВСП ш. Самарська	ДГ	1783	1908	1669	1590	1711	1497	1631	1505	1615	1615		
ВСП ш. Дніпровська	ДГ	1590	934	1723	1541	1609	1389	1811	1665	1425	1425	1425	1425
ВСП ш. ім.Героїв Космосу	ДГ	2541	2781	2846	3057	3290	3345	1658	2139	2850	2850	2850	2850
ВСП ш. Західно-Донбаська	ДГ	2481	2542	2218	2276	2365	2573	2343	2147	2280	2090	2090	2090
ВСП ш. ім. М.І. Сташкова	ДГ	1656	2303	1338	1124	1346	1801	1036	643	1520	1235		
ДП «Львіввугілля»													
ш. Великомоствівська	Г	229	283	280	226	255	279	163	156				
ш. Межирічанська	Г	161	266	228	179	183	167	200	242				
ш. Відродження	Г	162	278	295	214	203	137	224	126				
ш. Лісова	Г	221	275	263	253	252	310	222	231	285	285	285	285
ш. Зарічна	Ж	78	42	0,1									
ш. Червоноградська	Г	303	311	351	252	232	222	213	207	570	665	760	760
ш. Степова	Г	187	211	338	285	218	299	237	286	950	1235	1425	1425
ДВАТ ш. Надія	Ж	169	194	228	186	203	160	101	59				
ДП «Волиньвугілля»													
ш/у Нововолинське	ДГ	96	90	20	0,4								
ш. Бужанська	ДГ	143	82	123	123	49	46	40	19	240	240	240	240
ш. № 9 Нововолинська	ДГ	138	119	92	63	53	53	30	15				
ДП «Трест Олександріярозрібуд»													
р-з Костянтинівський	Б									1425	1900	2280	2280
Шахти-новобудови													
ш. № 10 Нововолинська	ДГ									855	855	855	855
ш. Червоноградська № 3	ДГ										1425	1995	1995
ш. Краснолиманська-Глибока	Ж										1425	2850	2850
ш. Любельська	К										2850	4940	4940
ш. Добропільська-Капітальна	Г											2280	2280
ш. Західно-Донбаська № 6/42	Г											1425	1425
ш. Тяглівська № 1	Г											1425	1425
ВСЬОГО:		41245	36755	35098	32833	33003	33287	31224	28818	47055	54635	61200	59700

Таблиця 2. Прогнозні сценарії видобутку вугілля на контрольованих українською владою територіях, тис т

Марка вугілля [20]	2020 (факт)	2025	2030	2035	2040
Оптимістичний сценарій					
<i>Енергетичне вугілля</i>					
Б	-	1425	1900	2280	2280
Г	9032	16955	19425	26260	26260
ДГ	13271	18670	18935	14675	14675
Всього енергетичне	22303	37050	40260	43215	43251
<i>Коксівне вугілля</i>					
Ж	385	2805	4325	5845	5845
К	6132	7200	10050	12140	10640
Всього коксівне	6517	10005	14375	17985	16485
Разом	28820	47055	54635	61200	59700
Базовий сценарій					
<i>Енергетичне вугілля</i>					
Г		16955	19425	21130	21130
ДГ		18430	17270	12440	12440
Всього енергетичне		35385	36695	33570	33570
<i>Коксівне вугілля</i>					
Ж		2330	2425	2520	2520
К		7200	7200	7200	5700
Всього коксівне		9530	9625	9720	8220
Разом		44915	46320	43290	41790
Песимістичний сценарій					
<i>Енергетичне вугілля</i>					
Г		16055	18285	19990	19990
ДГ		14915	13195	8175	8175
Всього енергетичне		30970	31480	28165	28165
<i>Коксівне вугілля</i>					
Ж		2330	2425	2520	2520
К		7200	7200	7200	5700
Всього коксівне		9530	9625	9720	8220
Разом		40500	41105	37885	36385

Перший сценарій (оптимістичний) враховує роботу шахт, забезпечених запасами вугілля, відновлення і розвиток буровугільного комплексу (розріз «Костянтинівський»), а також будівництво семи нових шахт на підконтрольній українській владі території.

За цим сценарієм максимального видобутку вугілля 61,2 млн т (у т. ч. 40,9 млн т енергетичного вугілля газової групи) буде досягнуто у 2035 р. До 2040 р. видобуток зменшиться до 59,7 млн т (у т. ч. 40,9 млн т енергетичного вугілля газової групи).

За *другим сценарієм (базовим)*, через брак коштів на відновлення і розвиток буровугільного комплексу та будівництво нових шахт (крім шахти «Нововолинська № 10», кошти на введення в дію якої скоріш за все будуть виділені), розвиватись будуть тільки шахти, забезпечені запасами вугілля, крім шахт ДП «Торецьквугілля» (дві шахти) та шахти «Бужанська» ДП «Волиньвугілля», прогнозний видобуток яких не перевищує 300 тис. т на рік.

За цим сценарієм максимального видобутку 46,3 млн т (у т. ч. 36,7 млн т енергетичного вугілля газової групи) буде досягнуто у 2030 р. До 2040 р. видобуток зменшиться до 41,8 млн т (у т. ч. 33,6 млн т енергетичного вугілля газової групи).

До *третього (песимістичного)* сценарію увійшли, крім приватних шахт, 11 державних шахт («Південнодонбаське №1», «ім. М.С. Сургая», «1-3 «Новгородівська», «Котляревська», «Капітальна», «Краснолиманська», «Гірська», «ім. Д.Ф. Мельникова», «Степова», «Червоноградська» та «Лісова»), які наприкінці 2019 р. були визначені Міністерством енергетики та захисту довкілля як такі, що мають перспективу подальшого розвитку та безбиткового рівня виробничо-господарської діяльності за результатами розгляду програм розвитку виробничо-господарської діяльності державних вугледобувних підприємств у 2019 р., проєктів програм на 2020 р. та подальшого перспективного розвитку [21].

За цим сценарієм максимального видобутку вугілля (з урахуванням видобутку приватних шахт) 41,4 млн т (у т. ч. 31,5 млн т енергетичного вугілля газової групи) буде досягнуто у 2030 р. До 2040 р. видобуток поступово зменшиться до 36,4 млн т (у т. ч. 28,2 млн т газового вугілля).

У зв'язку з втратою всіх шахт Луганської області та окремих шахт у Донецькій області внаслідок повномасштабного вторгнення Росії в Україну, з використанням програмної підсистеми прогнозування обсягів видобутку вугілля в Україні за марками та технологічним призначенням в умовах нестабільності структури паливних баз країни було скориговано прогнозні сценарії розвитку вугільної промисловості на період до 2040 р., які представлено в табл. 3.

Таблиця 3. Скориговані прогнозні сценарії видобутку вугілля на контрольованих українською владою територіях, тис т

Марка вугілля [20]	2025	2030	2035	2040
Оптимістичний сценарій				
<i>Енергетичне вугілля</i>				
Б	1425	1900	2280	2280
Г	14490	16290	23030	23030
ДГ	15490	15140	10775	10775
Всього енергетичне	31405	33330	36085	36085
<i>Коксівне вугілля</i>				
Ж	2805	4325	5845	5845
К	7200	10050	12140	10640
Всього коксівне	10005	14375	17985	16485
Разом	41410	47705	54070	52570
Базовий сценарій				
<i>Енергетичне вугілля</i>				
Г	14490	16290	17900	17900
ДГ	15250	13475	8540	8540
Всього енергетичне	29740	29765	26440	26440
<i>Коксівне вугілля</i>				
Ж	2330	2425	2520	2520
К	7200	7200	7200	5700
Всього коксівне	9530	9625	9720	8220
Разом	39270	39390	36160	34660
Песимістичний сценарій				
<i>Енергетичне вугілля</i>				
Г	14490	16290	17900	17900
ДГ	13300	11390	6365	6365
Всього енергетичне	27790	27680	24265	24265
<i>Коксівне вугілля</i>				
Ж	2330	2425	2520	2520
К	7200	7200	7200	5700
Всього коксівне	9530	9625	9720	8220
Разом	37320	37305	33985	32485

Згідно зі скоригованими сценаріями розвитку вугільної промисловості максимального видобутку вугілля 54,1 млн т (у т. ч. 33,8 млн т енергетичного вугілля газової групи та 2,3 млн т бурого вугілля) буде досягнуто у 2035 р. за оптимістичним сценарієм. За базовим сценарієм максимального видобутку 39,4 млн т (у т. ч. 29,8 млн т енергетичного вугілля газової групи) буде досягнуто у 2030 р. За песимістичним сценарієм максимального видобутку 37,3 млн т (у т. ч. 27,7 млн т енергетичного вугілля газової групи) буде досягнуто у 2025 р. До 2040 р., через вичерпаність запасів, видобуток скоротиться до 52,6 млн т, 34,7 млн т і 32,5 млн т за оптимістичним, базовим та песимістичним сценаріями відповідно.

4. Висновки

У статті представлено програмну підсистему формування прогнозів видобутку вугілля в Україні в умовах нестабільності структури паливних баз країни, яка може виникнути внаслідок дії чинників надзвичайної сили, зокрема воєнного стану, тимчасової окупації території, руйнування

видобувних підприємств тощо. Програмне забезпечення створено на основі баз даних, деталізованих за об'єктами вуглевидобутку фахових прогнозів розвитку вугільної галузі, та дозволяє здійснювати коригування таких прогнозів шляхом зміни передбачуваного виробничого стану шахти у разі настання обставин непереборної сили.

Розрахунки скоригованих прогнозних сценаріїв розвитку вугільної промисловості України із застосуванням представленої програмної підсистеми формування прогнозів видобутку вугілля показали, що втрата усіх шахт Луганської області та окремих шахт у Донецькій області внаслідок повномасштабного вторгнення Росії в Україну, призведе до зменшення сукупних обсягів видобутку вугілля в Україні на 5,6 млн т і 6,9 млн т у 2025 і 2030 рр. відповідно та 7,1 млн т у 2035 і 2040 рр. за оптимістичним та базовим сценаріями розвитку вугільної галузі. За песимістичним сценарієм зменшення обсягів видобутку вугілля буде від 3,2 млн т у 2025 р. до 3,9 млн т у 2040 р. Слід відзначити, що ці скорочення відбудуться за рахунок вугілля енергетичного призначення.

Результати роботи можуть бути використані для швидкої оцінки впливу наслідків надзвичайних ситуацій в країні на обсяги виробництва у вугільній галузі та подальшого їх врахування при розробці прогнозів забезпечення паливом економіки та енергетичного балансу країни в цілому.

Посилання

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 1071. *Офіційний сайт Міністерства енергетики та вугільної промисловості*. URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358> (дата звернення: 01.10.2022).
2. Інформація про роботу вугільного комплексу. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/officialcategory?cat_id=245183238 (дата звернення: 25.09.2022).
3. Украина будет рассчитывать исключительно на собственную добычу угля – Минэнерго. URL: <https://www.unian.net/economics/energetics/ukraina-budet-rasschityvat-isklyuchitelno-na-sobstvennyu-dobychu-uglya-minenergetiki-11979951.html> (дата звернення: 17.09.2022).
4. За 4 місяця відкритої війни на підконтрольній частині Донеччини і Луганщини затопило 10 шахт, – глава профсоюзу. URL: <https://freeradio.com.ua/ru/za-4-mesiatsa-otkrytoi-voiny-na-podkontrolnoi-chasty-donetchynyu-luhanshchynu-zatorylo-10-shakht-hlava-profsoiuz/> (дата звернення: 01.09.2022).
5. Макаров В.М., Щербина Є.В., Крисанов Д.В. Прогнозні сценарії розвитку вугільної промисловості. *Проблеми загальної енергетики*. 2020. Вип. 2(61). С. 4—10. <https://doi.org/10.15407/pge2020.02.004>
6. Макаров В.М. Оцінка видобувного потенціалу державного сектору вугільної промисловості України. *Проблеми загальної енергетики*. 2021. Вип. 4(67). С. 21—29. <https://doi.org/10.15407/pge2021.04.021>
7. Макаров В.М., Перов М.О. Сценарії розвитку вугільної галузі при прогнозованих змінах структури використання вугільної продукції в економіці країни. *Проблеми загальної енергетики*. 2022. Вип. 1-2(68-69). С. 70—81. <https://doi.org/10.15407/pge2022.01-02.070>
8. Bilan T., Kaplin M., Makarov V., Perov M., Novitskii I., Zaporozhets A., Havrysh V., Nitsenko V. The Balance and Optimization Model of Coal Supply in the Flow Representation of Domestic Production and Imports: The Ukrainian Case Study. *Energies*. 2022. №15(21). 8103. <https://doi.org/10.3390/en15218103>
9. Кияшко Ю.И. Оценка эффективности работы шахт при различных вариантах применения очистного оборудования. *Уголь Украины*. 2001. № 5. С. 24—26.
10. Кулик М.М. Роль вугілля у формуванні паливно-енергетичних балансів та оптимізація розвитку вугільної промисловості України. *Проблеми загальної енергетики*. 2002. Вип. 1(6). С. 7—16.
11. Алавердян Л.М. Економіко-математична модель оптимального розвитку вугільної промисловості України. *Вісник МНТУ, серія «Економіка»*. 2010. № 1. С. 121—123.
12. Павленко И.И. Моделирование развития угольной промышленности Украины в условиях ограниченных инвестиций. *Економіка промисловості*. 2007. № 1. С. 105—111.
13. Яценко Ю.П., Косарев И.В. Научно-технические решения по развитию угольных шахт Украины. Київ: Логос, 2014. 361 с.
14. Henderson J.M. A short-run model for the coal industry. *The Review of Economics and Statistics*. 1955. Vol. 37. P. 336—346.
15. Suwala W. Models of Coal Industry in Poland. *Gospodarka surowcami mineralnymi*. 2010. № 26. P. 41—52.
16. The National Energy Modeling System (NEMS): An Overview 2018. URL: [https://www.eia.gov/outlooks/aeo/nems/overview/pdf/0581\(2018\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/aeo/nems/overview/pdf/0581(2018).pdf) (дата звернення: 08.10.2022).
17. Green J.W. Western Energy: The Interregional Coal Analysis Model. In *Natural Resource Economics Division; Economics, Statistics, and Cooperatives Service. Technical Bulletin*. U.S. Department of Agriculture: Washington, DC, USA, 1980. 1627 p.

18. Coal Market Module of the National Energy Modeling System: Model Documentation. URL: <https://www.eia.gov/analysis/pdfpages/m060index.php> (дата звернення: 01.10.2022).
19. Haftendorn C., Holz F., von Hirschhausen C. COALMOD-World: A Model to Assess International Coal Markets Until 2030. Discuss. Pap. DIW Berl., 2010. 1067. 57 p.
20. ДСТУ 4083:2012 Вугілля кам'яне та антрацит для пиловидного спалювання на теплових електростанціях. Технічні умови. Чинний від 2013-07-01.
21. Протокол розгляду програм розвитку виробничо-господарської діяльності державних вугледобувних підприємств у 2019 році, проектів програм на 2020 рік та подальшого перспективного розвитку, 19.11. – 04.12.2019. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/printable_article?art_id=245426660 (дата звернення: 10.10.2022).

VOLUMES FORECASTING OF COAL PRODUCTION IN UKRAINE

Vitalii Makarov*, PhD (Engin.), Senior Researcher <https://orcid.org/0000-0003-1068-5923>

Mykola Kaplin, PhD (Engin.), <https://orcid.org/0000-0001-9328-4257>

Tetyana Bilan, PhD (Engin.), Senior Researcher <https://orcid.org/0000-0002-0280-6716>

Mykola Perov, <https://orcid.org/0000-0002-0654-5648>

General Energy Institute of NAS of Ukraine, 172, Antonovycha St., Kyiv, 03150, Ukraine;

* Corresponding author: makarov-v-m@ukr.net

Abstract. *A software subsystem for the formation of forecasts of coal production in Ukraine has been developed under the conditions of instability of the structure of the country's fuel bases, which arise as a result of force majeure factors, in particular, martial law, temporary occupation of the territory, destruction of mining enterprises, etc. The program was created with the aim of providing opportunities for a quick assessment of the impact of emergency situations in the country on production volumes in the coal industry and their further consideration during developing forecasts of the fuel supply of the economy, and the energy balance of the country as a whole. The software is created on the basis of databases detailed by coal mining facilities, and professional forecasts of the development of the coal industry, which take into account the mining and geological, technological, economic, and social features of the functioning of mines, as well as possible scenarios of their technological conversion, optimization of production areas and allows to make such forecasts by changing the expected production state of the mine upon the occurrence of force majeure circumstances. The developed forecast adjustment subsystem enables change quickly the structure and composition of the country's coal base; calculate the aggregate volumes of coal production, differentiated by grades of coal and its technological purpose and according to several scenarios of the technological development of the coal industry, which will take place under selected changes in the structure of the mine fund; form general production forecasts, which contain calculated aggregate volumes for all terms of the forecasting period. With the loss of all mines in the Luhansk region and some mines in the Donetsk region as a result of the full-scale invasion of Russia into Ukraine, the forecast scenarios of the development of the coal industry of Ukraine for the period until 2040 were adjusted using the software subsystem for forecasting the volume of coal production.*

Keywords: coal industry, software subsystem, forecasting, mining, development scenarios.

References

1. Enerhetychna stratehiya Ukrainy na period do 2030 r. Skhvaleno rozporядzhennyam Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 24.07.2013 № 1071. *Ofitsiynyy sayt Ministerstva enerhetyky ta vuhil'noyi promyslovosti*. URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/doccatalog/list?currDir=50358> (last accessed: 01.10.2022) [in Ukrainian].
2. Informatsiya pro robotu vuhil'noho kompleksu. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/officialcategory?cat_id=245183238 (last accessed: 25.09.2022) [in Ukrainian].
3. Ukraina budet rasschityvat' isklyuchitel'no na sobstvennyuyu dobychu uglya – Minenergetiki. URL: <https://www.unian.net/economics/energetics/ukraina-budet-rasschityvat-isklyuchitelno-na-sobstvennyuyu-dobychu-uglya-minenergetiki-11979951.html> (last accessed: 17.09.2022) [in Russian].
4. Za 4 mesyatsa otkrytoy voyny na podkontrol'noy chasti Donetchiny i Luganshchiny zatopilo 10 shakht, – glava profsoyuza. URL: <https://freeradio.com.ua/ru/za-4-mesiatsa-otkrytoi-voiny-na-podkontrolnoi-chasty-donetchyny-luhanshchyny-zatopylo-10-shakht-hlava-profsoiuza/> (last accessed: 01.09.2022) [in Russian].

5. Makarov, V.M., Shcherbyna, Ye.V., & Krysanov, D.V. (2020). Forecast scenarios for the development of the coal industry of Ukraine. *The Problems of General Energy*, 2(61), 4–10 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/pge2020.02.004>
6. Makarov, V.M. (2021). Assessment of the mining potential of the public sector of the coal industry of Ukraine. *The Problems of General Energy*, 4(67), 21–29 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/pge2021.04.021>
7. Makarov, V.M., & Perov, M.O. (2022). Scenarios for the development of the coal industry with projected changes in the structure of the use of coal products in the country economy. *The Problems of General Energy*, 1-2(68-69), 70–81 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/pge2022.01-02.070>
8. Bilan, T., Kaplin, M., Makarov, V., Perov, M., Novitskii, I., Zaporozhets, A., Havrysh, V., & Nitsenko, V. (2022). The Balance and Optimization Model of Coal Supply in the Flow Representation of Domestic Production and Imports: The Ukrainian Case Study. *Energies*, 15(21), 8103. <https://doi.org/10.3390/en15218103>
9. Kiyashko, Yu.I. (2001). Otsenka effektivnosti raboty shakht pri razlichnykh variantakh primeneniya ochistnogo oborudovaniya. *Ugol' Ukrainy*, 5, 24–26 [in Russian].
10. Kulyk, M.M. (2002). The role of coal in the formation of fuel and energy balances and optimization of the development of the coal industry in Ukraine. *The Problems of General Energy*, 1(6), 7–16 [in Ukrainian].
11. Alaverdyan, L.M. (2010). Ekonomiko-matematychna model' optymal'noho rozvytku vuhil'noyi promyslovosti Ukrayiny. *Visnyk MNTU, seriya Ekonomika*, 1, 121–123 [in Ukrainian].
12. Pavlenko, I.I. (2007). Modelirovaniye razvitiya ugol'noy promyshlennosti Ukrainy v usloviyakh ogranichennykh investitsiy. *Yekonomika promislivosti*, 1, 105–111 [in Russian].
13. Yashchenko, Yu.P., & Kosarev, I.V. (2014). Nauchno tekhnicheskkiye resheniya po razvitiyu ugol'nykh shakht Ukrainy. *Kiiv: Logos*, 361 p. [in Russian].
14. Henderson, J.M. (1955). A short-run model for the coal industry. *The Review of Economics and Statistics*, 37, 336–346.
15. Suwala, W. (2010). Models of Coal Industry in Poland. *Gospodarka surowcami mineralnymi*, 26, 41–52.
16. The National Energy Modeling System (NEMS): An Overview 2018. URL: [https://www.eia.gov/outlooks/aeo/nems/overview/pdf/0581\(2018\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/aeo/nems/overview/pdf/0581(2018).pdf) (last accessed: 08.10.2022).
17. Green, J.W. (1980). Western Energy: The Interregional Coal Analysis Model. In *Natural Resource Economics Division; Economics, Statistics, and Cooperatives Service. Technical Bulletin*. U.S. Department of Agriculture: Washington, DC, USA, 1627 p.
18. Coal Market Module of the National Energy Modeling System: Model Documentation. URL: <https://www.eia.gov/analysis/pdffpages/m060index.php> (last accessed: 01.10.2022).
19. Haftendorn, C., Holz, F., & von Hirschhausen, C. (2010). COALMOD-World: A Model to Assess International Coal Markets Until 2030. Discuss. Pap. DIW Berl. 1067, 57 p.
20. DSTU 4083:2012 Vuhillya kam'yane ta antratsyt dlya pylovydnoho spalyvannya na teplovykh elektrostantsiyakh. Tekhnichni umovy. Chynnyy vid 2013-07-01 [in Ukrainian].
21. Protokol rozhlyadu prohram rozvytku vyrobnycho-hospodars'koyi diyal'nosti derzhavnykh vuhledobuvnykh pidpryyemstv u 2019 rotsi, proektiv prohram na 2020 rik ta podal'shohe perspektyvnoho rozvytku, 19.11. – 04.12. 2019. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/printable_article?art_id=245426660 (last accessed: 10.10.2022) [in Ukrainian].

Надійшла до редколегії: 29.11.2022