

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФОРМУВАННЯ ІНСТРУМЕНТУ СИСТЕМИ АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ВИРОБНИЦТВА КОКСУ

© 2016 МАГОМЕДОВ М. С.

УДК 658.1

Магомедов М. С. Теоретико-методологічне забезпечення формування інструменту системи адаптивного управління якістю виробництва коксу

Метою статті є визначення теоретичних і методичних засад формування інструменту системи адаптивного управління якістю виробництва коксу в умовах нестабільного зовнішнього та внутрішнього середовища. Проаналізовано сучасний стан розвитку металургійного та коксохімічного виробництва в Україні. Обґрунтовано актуальність та запропоновано кібернетично-логістичний підхід до формування інструменту системи адаптивного управління якістю виробництва коксу. Цей підхід базується на використанні шести контурів управління, за допомогою яких здійснюються дослідження особливостей сировинної бази, технології виробництва коксу, його післяпечної обробки, а також оперативного управління доходом коксохімічного підприємства та матеріальним забезпеченням вузлів по марках та постачальниках. Запропоновано проводити оперативне управління за допомогою задач лінійного програмування, які вирішуються стандартною програмою Microsoft Excel 2003.

Ключові слова: система адаптивного управління, інструмент управління, контур управління, коксохімічні підприємства, якість коксу, лінійне програмування.

Рис.: 5. **Табл.:** 1. **Формул:** 2. **Бібл.:** 9.

Магомедов Муса Сергєєвич – Генеральний директор ПАТ «Авдієвський коксохімічний завод», здобувач, кафедра організації виробництва та управління персоналом, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» (вул. Багалия, 21, Харків, 61002, Україна)

E-mail: vitacherepanova@mail.ru

УДК 658.1

UDC 658.1

Магомедов М. С. Теоретико-методологическое обеспечение формирования инструмента системы адаптивного управления качеством производства кокса

Magomedov M. S. The Theoretical-Methodological Support of the Formation of a Tool for the System for Adaptive Management of the Coke Quality

Целью статьи является определение теоретических и методических основ формирования инструмента системы адаптивного управления качеством производства кокса в условиях нестабильной внешней и внутренней среды. Проанализировано современное состояние развития металлургического и коксохимического производства в Украине. Обоснована актуальность и предложены кибернетическо-логистический подход к формированию инструмента системы адаптивного управления качеством производства кокса. Этот подход базируется на использовании шести контуров управления, с помощью которых осуществляются исследования особенностей сырьевой базы, технологии производства кокса, его послепечной обработки, а также оперативного управления доходом коксохимического предприятия и материальным обеспечением углём по маркам и поставщикам. Предложено проводить оперативное управление с помощью задач линейного программирования, которые решаются стандартной программой Microsoft Excel 2003.

The article is aimed at definition of the theoretical-methodical foundations in terms of formation of a tool for the system for adaptive management of the coke quality in the conditions of both the external and the internal unstable environment. The current status of development of both the metallurgical and the coke production in Ukraine has been analyzed. The actuality has been substantiated and the cybernetic-logistic approach to the tool building in the adaptive system for quality management of coke production has been proposed. This approach is based on the use of six control paths by means of which researches on features of the raw materials base, technology of coke production, the post-stove processing of coke, as well as operational management of a coke-chemical enterprise and the logistics supply with coal by brands and suppliers is carried out. It has been suggested to conduct the operational management by using the linear programming tasks, which are solved by means of the standard Microsoft Excel 2003 software.

Ключевые слова: система адаптивного управления, инструмент управления, контур управления, коксохимические предприятия, качество кокса, линейное программирование.

Keywords: adaptive management system, management tool, control path, coke-chemical enterprises, quality of coke, linear programming.

Рис.: 5. **Табл.:** 1. **Формул:** 2. **Библ.:** 9.

Fig.: 5. **Tabl.:** 1. **Formulae:** 2. **Bibl.:** 9.

Магомедов Муса Сергєєвич – Генеральный директор ОАО «Авдеевский коксохимический завод», соискатель, кафедра организации производства и управления персоналом, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт» (ул. Багалия, 21, Харьков, 61002, Украина)

Magomedov Musa S. – General Director of JSC «Avdiivka coke plant», Applicant, Department of the Organization of Production and Management Personnel, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute» (21 Bahaliia Str., Kharkiv, 61002, Ukraine)

E-mail: vitacherepanova@mail.ru

E-mail: vitacherepanova@mail.ru

Як визначають керівники металургійних підприємств та вчені, чия наукова діяльність пов'язана з металургійним виробництвом, «всі замітники коксу в доменній печі виконують лише функції джерела та відновника. Кокс як розпушувач на даному етапі розвитку науки і техніки замінити нічим» [1, с. 42].

Аналіз динаміки виробництва коксу в Україні показав, що обсяг його реалізації зростає з 2001 по 2011 рр. Починаючи з 2012 р., спостерігається падіння обсягів реалізації цієї продукції. У 2014 р. її обсяг був на рівні 2005–2006 рр. За даними звіту «Укркокс» за 2014 р., «ви-

робництво основних видів коксохімічної продукції (без урахування КХП ПАТ МК «Азовсталь» і КХП ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг») становило: коксу валового 6% вологості – 10835,3 тис. т, металургійного коксу – 9095,2 тис. т, кам'яновугільної смоли – 463,2 тис. т [2]. Таке становище негативно сказалося на виробництві сталі, металопрокату, чавуну. Так, у січні – жовтні 2015 р. виробництво сталі скоротилося на 18,4% – до 19,117 млн т; виробництво загального металопрокату скоротилося на 18,6% – до 16,7 млн т; виплавка чавуну зменшилася на 15,6% – до 18,065 млн т [3].

Для подальшого розвитку промисловості України, у тому числі металургійного виробництва як основи машинобудування, а також враховуючи те, що вугілля є найважливішою сировиною для виробництва коксу, яке у теперішній час є дефіцитним для України, необхідно розробити науково-практичний підхід до формування інструменту управління, за допомогою якого можна швидко оцінити адаптивні можливості коксохімічного підприємства до змін у зовнішньому, внутрішньому, конкурентному та інших середовищах та прийняти вірне управлінське рішення стосовно якості виробництва коксу, його обсягів, закупівлі вугілля потрібної марки за доступною ціною та інше.

Проблеми формування інструментів системи адаптивного управління розглядалися в працях Г. В. Буш-мелевої [6, с. 28], О. В. Кулагіної [7], Г. В. Бережнова [7, 8], Ю. Даум [9] та ін.

Мета роботи полягає у визначенні теоретичних і методичних засад формування інструменту системи адаптивного управління якістю виробництва коксу в умовах нестабільного середовища.

Методологічною та інформаційною основою роботи є наукові праці, матеріали періодичних видань, ресурси Internet, методи наукових досліджень.

При проведенні дослідження використано методи структурно-логічного аналізу, порівняння та узагальнення, економіко-математичного моделювання.

Ефективність діяльності вітчизняних металургійних підприємств залежить від кількості та якості доменного коксу, тому першочерговим завданням для КХП є налагодження виробництва коксу якомога вищої якості. Державне підприємство «Український державний науково-дослідницький вуглехімічний інститут (УХІН)» розробляє технічні характеристики коксу за марками, які відрізняються від зарубіжних аналогів по деяких позиціях. У табл. 1 наведено порівняльну характеристику вітчизняного коксу та коксу, виробленого світовими виробниками, з якої видно, що по якісних характеристиках коксу, по параметрах коксування, по якості вугільної шихти вітчизняні виробники відстають від зарубіжних. Отже, основною проблемою для КХП є перехід на виробництво коксу поліпшеної якості.

З цією метою запропоновано сформуванню інструмент адаптивного управління якістю виробництва коксу. При цьому доцільно враховувати, що якісні показники залежать: від якості вугілля, від шахт, з яких воно постачається; від складу шихти та технології коксування; від після пічної обробки коксу. Ці техніко-технологічні умови постійно змінюються, оскільки по-перше, наука не стоїть на місці, а по-друге – кількість вітчизняного вугілля, придатного для виробництва коксу, – скорочується, а якість його – погіршується. Тому обсяги імпортного вугілля з кожним роком зростають.

Таблиця 1

Властивості коксу, вугільних шихт та головні технологічні параметри коксування [1, с. 43]

Показники та одиниці виміру	Чисельні значення	
	Україна (типове вугілля)	Провідні світові виробники
Кокс		
Реакційна здатність CRI , %	8,5–9,0	< 8,5
Після реакційна міцність CSR , %	< 2,5	< 1,0
Механічна міцність в мікум-барабані, %:		
M_{40}	29–32	< 27
M_{10}	14–18	14–16
Зольність сухої маси A^a , %	0,25–0,35	< 0,16
Сірчистість загальна сухої маси S^d , %	< 1,0	> 1,2
Вихід летких речовин з сухої знезоленої маси V^{daf} , %	0,25–0,35	< 0,15
	< 1	< 1
Параметри коксування		
Кінцева температура, °С	> 1000	> 1000
Швидкість коксування, мм/годину	< 28	< 24
Вугільна шихта		
Зольність сухої маси A^d , %	35–40	< 30
Сірчистість загальна сухої маси S^d , %	45–50	> 60
Вихід летких речовин з сухої знезоленої маси V^{daf} , %		
Товщина пластичного шару U , мм	68–70	> 80
Основність золи	7–8	< 7
Середній довільний показник відбутку вітриніту R^o , %	< 12	< 11
Показник неоднорідності шихти за стадіями метаморфізму вітриніту G_R , %	< 2	< 1
Вихід летких речовин з сухої знезоленої маси V^{daf} , %	< 1	< 1

За даними Міненерговугілля, у 2015 р. обсяг видобутку вугілля в Україні склав 39 746,1 тис. т, що на 38,8% менше порівняно з 2014 р., у т. ч. вугледобувними підприємствами, що належать до сфери управління профільного міністерства, – 6,742 млн т, що на 62% менше порівняно з 2014 р.

Найбільшими ж постачальниками вугілля для України у 2015 р. були Росія, США і Казахстан. Загальний обсяг поставленої в країну продукції за минулий рік – 14,598 млн т на загальну суму \$1,632 млрд [4]. На рис. 1 представлено динаміку постачання коксівного вугілля на КХЗ України з виділенням імпортного вугілля.

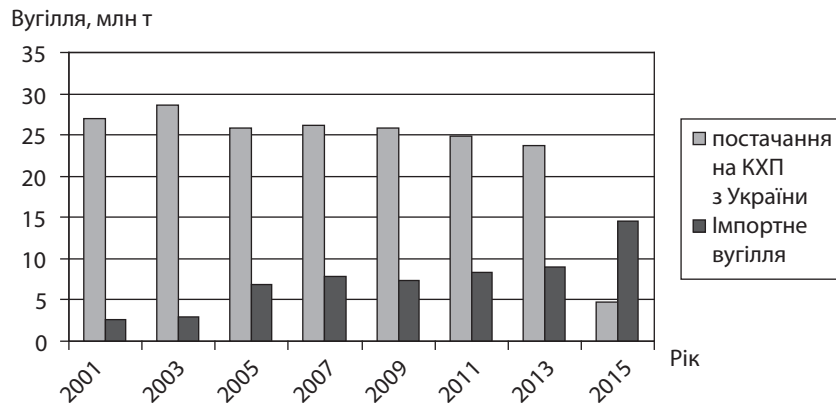


Рис. 1. Динаміка постачання коксівного вугілля на КХЗ України з виділенням імпортного вугілля

Джерело: складено автором.

Динаміка постачання коксівного вугілля свідчить про те, що у 2015 р. імпортне вугілля за обсягом постачання набагато перевищує вітчизняне.

Таким чином, запропонований інструмент САУ з управління якістю виробництва коксу складається з шести контурів управління.

У великому економічному довіднику поняття «контур» трактується як «...замкнута сукупність елементів системи управління. У контурі управління кожен елемент системи впливає на подальший і отримує, в свою чергу, вплив від попереднього. Вплив здійснюється з інформаційних каналів. Система управління може містити один або кілька каналів управління» [5].

Запропонований інструмент складається з шести контурів (рис. 2). Він базується на використанні двох підходів одночасно – кібернетичного, оскільки ця система є відкритою і знаходиться в постійному динамічному процесі, а також логістичного, оскільки вона передбачає організацію ефективної системи постачання вугілля, тобто організацію логістики на КХП.

Перший контур – *інформаційно-аналітичний* – дозволяє визначити показники якості сировини та коксу, проаналізувати технології виробництва коксу, що існують та використовуються, а також встановити завдання для покращення якості коксу.

Другий контур – *інформаційно-дослідницький* – дозволяє встановити показники раціональної сировинної бази для виробництва коксу поліпшої якості.

Третій контур – *інформаційно-технологічний* – дозволяє визначити раціональну технологію виробництва коксу поліпшеної якості.

Четвертий контур – *механіко-технологічний* – дозволяє проводити оцінювання якості виробництва коксу за механічними даними та проводити коригування його післяпичної обробки.

П'ятий контур – *прогнозно-контрольний* – дозволяє за допомогою моделі розрахувати оцінити якість вугілля, шихти та коксу за встановленими показниками, а також прогнозувати обсяги реалізації коксу та супутньої продукції (газ коксовий, горішок коксовий, дріб'язок коксовий, шлам коксовий).

Шостий контур – *інформаційно-логістичний* – дозволяє розробити системи логістичного забезпечення виробництва коксу.

Розроблений інструмент управління було апробовано на двох підприємствах – ПАТ «Авдієвський КХЗ» і ПАТ «Запоріжжкокс». Розглянемо формування п'ятого та шостого контурів для ПАТ «Авдієвський КХЗ». Дане підприємство виробляє два сорти коксу – КДМ-1 (поліпшеної якості) та КДМ-2 (кокс рядовий). При цьому схема виробництва коксу має такий вигляд (рис. 3).

Підприємство одержує вугілля різних марок (Г, Ж, КЖ, К), а також концентрат. Рядове вугілля потребує збагачення (ОС + КС та ін.). Цей процес називається присадкою. На основі проведеного аналізу даних про виробництво коксу за три роки помісячно розраховано витратні коефіцієнти на виробництво двох марок коксу – КДМ-1, КДМ-2 – по марках вугілля:

$$2961,66x_1 + 2225,46x_2 \rightarrow \max \quad (1)$$

при обмеженнях:

$$\begin{cases} 0,475x_1 + 0,412x_2 \leq 122884 \\ 0,244x_1 + 0,044x_2 \leq 48809 \\ 0,086x_2 \leq 6017 \\ 0,416x_1 + 0,731x_2 \leq 136731 \\ 0,084x_1 + 0,093x_2 \leq 25021. \end{cases}$$

Запропоновану модель розраховано за допомогою стандартної програми Microsoft Excel 2003. Результати дослідження показано на рис. 4.

Таким чином, за допомогою цієї моделі ПАТ «Авдієвський КХЗ» може оперативно розраховувати макси-

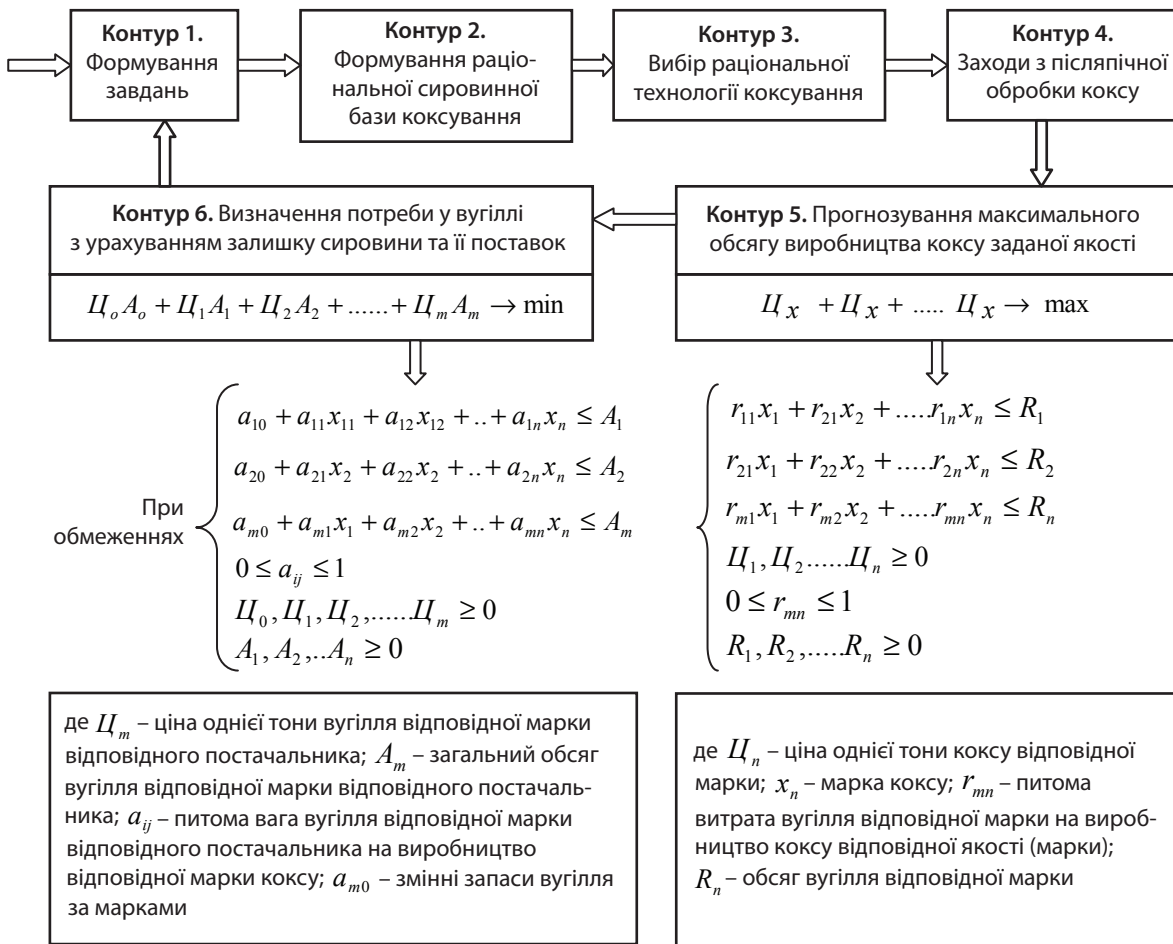


Рис. 2. Кібернетично-логістичний підхід формування інструменту САУ з управління якістю виробництва коксу

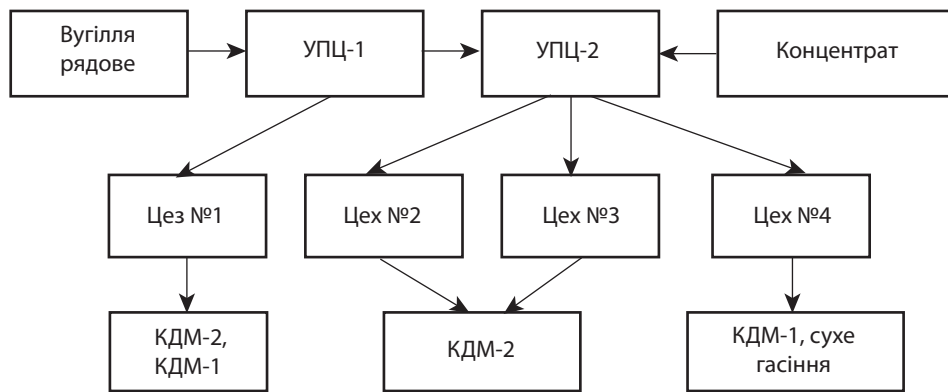


Рис. 3. Схема виробництва коксу на ПАТ «Авдіївський КХЗ»

мальний дохід, який він одержить від реалізації коксу двох марок – КДМ-1 та КДМ-2 за один місяць відповідної якості – рядовий кокс і кокс поліпшеної якості.

Другий етап – розрахунок потреби у постачанні вугілля, необхідного для виробництва розрахованого обсягу. При цьому необхідно враховувати марки вугілля, залишки на початок та кінець періоду (місяць), ціну однієї тонни вугілля по марках та постачальниках. Ця задача є також задачею лінійного програмування на розподілення ресурсів, але вона складається з декількох ітерацій, на кожній визначається обсяги вугілля відповідної марки (Г, Ж, КЖ, К, ОС + КС, тощо). У загальному вигляді вона запишеться таким чином:

$$11814,12 + 833,76A_1 + 800,24A_2 + 800A_3 + 880,40A_4 + 788,08A_5 + 769,28A_6 \rightarrow \min \quad (2)$$

при обмеженнях:

$$\begin{cases} (13446 - 13971,87) + a_{11}x_1 + a_{21}x_2 \leq 36094 \\ (360 - 0) + a_{21}x_1 + a_{22}x_2 \leq 611 \\ (16250 - 0) + a_{31}x_1 + a_{32}x_2 \leq 24142 \\ (4180 - 2011,05) + a_{41}x_1 + a_{42}x_2 \leq 9168 \\ (6007 - 12445,97) + a_{51}x_1 + a_{52}x_2 \leq 30866. \end{cases}$$

Запропонована модель розрахована за допомогою стандартної програми Microsoft Excel 2003. Резуль-

	A	B	C	D
1				
2		КДМ 1	КДМ 2	
3	Цена	2961,66	2225,46	Доход
4	Обсяг виробництва	187420,22	69965,11628	710779551,1
5				
6		Норма витрат по коксу		Потрібні
7	Марка вугілля	КДМ1	КДМ 2	запаси
8	Г	0,475	0,412	122884
9	Ж	0,244	0,044	48809
10	К	0	0,086	6017
11	К	0,416	0,731	136731
12	ОС (КО+КС)	0,084	0,093	25021
13				
14	Використовано ресурсів			Потрібні запаси
15	Г	117850,23	<=	122884
16	Ж	48809	<=	48809
17	К	6017	<=	6017
18	К	129111,31	<=	136731
19	ОС (КО+КС)	22250,055	<=	25021

Рис. 4. Розрахунок максимізації доходу ПАТ «Авдієвський КХЗ»

тати дослідження показано на рис. 5. У результаті вирішення даної задачі КХП мають можливість здійснювати розрахунки обсягів виробництва коксу різних марок, закупівлі вугілля у різних постачальниках, а також визначати обсяг збагачення вугілля, що направляється на виробництво двох видів коксу. Як видно з рис. 4 і рис. 5, обидві моделі мають зв'язок через розрахунок максимального доходу підприємства.

ВИСНОВКИ

На підставі проведеного дослідження можна зробити такі висновки:

1. Інструмент САУ з управління якістю виробництва коксу складається з шести контурів управління: інформаційно-аналітичний, інформаційно-технологічний, формування раціональної технології та заходів з післяпичної обробки коксу, а також з контурів «Прогнозування максимального обсягу виробництва коксу заданої якості» та «Визначення потреби у вугіллі з урахуванням залишку сировини та її поставок».

2. Мета формування та використання даного інструменту САУ полягає в побудові бази даних щодо якості вугілля з різних вітчизняних шахт, використанні раціональної технології коксування відповідно до властивостей вугілля та шихти, а також до умов післяпичної обробки.

3. Розроблено економіко-математичну модель прогнозування максимального доходу КХП при зазначених витратних коефіцієнтах по марках вугілля й збагачення та визначення потреби у вугіллі по марках і постачаль-

никах. За її допомогою можна здійснювати оперативне планування виробництва коксу з урахуванням якісних характеристик і розраховувати необхідні закупки вугілля різних марок у різних постачальників, враховуючи залишки на початок та кінець періоду та ціни. Задачі є задачами лінійного програмування і вирішуються за допомогою Microsoft Excel 2003.

4. Запропонований інструмент САУ з управління якістю КХП дозволить приймати рішення щодо формування шихти, виробництва коксу різних сортів та післяпичної його обробки. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. Ресурсозберігаючі технології металургійного виробництва на основі використання українського вугілля: монографія / С. Л. Ярошевський, А. В. Ємченко, І. В. Шульга та ін. – Х.: Контраст, 2012. – 204 с.
2. Итоги работы коксохимических предприятий и производств Украины в 2014 году. – Днепропетровск: Украинская научно-промышленная ассоциация «Укркокс», 2015. – 76 с.
3. Выплавка стали в Украине вновь падает // «UAProm. INFO» от 2 ноября 2015. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uaprom.info/news/147981-vyplavka-stali-ukraine-vnov-padaet.html>
4. Видобуток вугілля в Україні за рік скоротився в 1,6 разу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.epravda.com.ua/news/2016/01/11/575996/>
5. Большой экономический словарь: 25000 терминов [Електронний ресурс] / [Авт. и сост. А. Н. Азрилиян и др.] ; под ред. А. Н. Азрилияна. – М.: Институт новой экономики, 2004. – 1376 с. – Режим доступу: http://big_economic_dictionary.academic.ru/6683

Microsoft Excel - Муса 3.2 нов									
Файл Правка Вид Вставка Формат Сервіс Данні Окно Справка									
F12 =C3*G3+C4*G4+C5*G5+C6*G6+C7*G7+C8*G8+D3*G3+D4*G4+D5*G5+D6*G6+D7*G7+D8*G8									
A	B	C	D	E	F	G			
1									
2	Шахта	Марка вугілля	КДМ 1	КДМ 2	Разом	Максимальний обсяг постачання	Ціна, грн/т		
3	Талдинська Південна	Г	36094	0	36094	36094	833,76		
4	Комсомольська	Г	611	0	611	611	800,24		
5	Прокопєвська	Г	19108,23475	0	19108,23475	19108,23475	24142		
6	Шолоховська	Г	9168	0	9168	9168	880,4		
7	Щедрихінська	Г	30866	0	30866	30866	788,08		
8	Талдинська	Г	2345,372093	19657,628	22003	22003	769,28		
9	Разом		89024,60684	28825,628	117850,2348				
10	Разом		89024,61	28825,63	117850,23				
11									
12	Загальна вартість закупівлі								
13								95192120,20	
14	Шахта	Марка вугілля	Остаток на початок м	Поступило	Отружено у виробництво	Остаток на кінець місяця			
15	Талдинська Південна	Г	13446	36619,87	36094	13971,87			
16	Комсомольська	Г	360	251,00	611	0,00			
17	Прокопєвська	Г	16250	2858,23	19108,23475	0,00			
18	Шолоховська	Г	4180	6999,05	9168	2011,05			
19	Щедрихінська	Г	6007	37304,97	30866	12445,97			
20	Талдинська	Г	0	22003,00	22003	0,00			
21									
22	Розрахунок залишку на початок місяця								
23	Шахта	Обсяг виробництва	Кількість робочих дні	Середнєдні	Норматив запасу, дн	Остаток на кінець місяця, т			
24	Талдинська Південна	36094	31	1164,32	12	13971,87			
25	Комсомольська	611	31	19,71	0	0,00			
26	Прокопєвська	19108,23475	31	616,39	0	0,00			
27	Шолоховська	9168	31	295,74	6,8	2011,05			
28	Щедрихінська	30866	31	995,68	12,5	12445,97			
29	Талдинська	22003	31	709,77	0	0,00			

Рис. 5. Розрахунок потреби в постачанні вугілля, необхідного для виробництва розрахованого обсягу коксу

6. Бушмелева Г. В. Ресурсно-факторное адаптивное управление промышленными предприятиями в конкурентной среде : автореф. дис. ... д-ра экон. наук : 08.00.05 / Г. В. Бушмелева ; Ижевский гос. технич. университет. – Ижевск, 2012. – 47 с.

7. Кулагина Е. В. Инструменты и методы, обеспечивающие устойчивость предприятия [Электронный ресурс] / Е. В. Кулагина, Г. В. Бережнов // Журнал научных публикаций для аспирантов и докторантов, 2008. – № 18. – Режим доступа : <http://jurnal.org/articles/2008/ekon18.html>

8. Бережнов Г. В. Инструменты управления развитием предприятия / Г. В. Бережнов // Российское предпринимательство. – 2003 – № 11 (47). – С. 34–39.

9. Даум Ю. Новые методы и инструменты управления предприятием [Электронный ресурс] / Ю. Даум. – Режим доступа : http://www.12manage.com/methods_fraser_beyond_budgeting_ru.html

Науковий керівник – Черепанова В. О., кандидат економічних наук, доцент, професор кафедри організації виробництва та управління персоналом НТУ «Харківський політехнічний інститут»

REFERENCES

Azriliyan, A. N. et al. "Bolshoy ekonomicheskij slovar" [Great Dictionary of Economics]. http://big_economic_dictionary.academic.ru/6683

Bushmeleva, G. V. "Resursno-faktornoye adaptivnoye upravleniye promyshlennymi predpriyatiyami v konkurentnoy srede" [Resource-factor adaptive control of industrial enterprises in the

competitive environment]. *Avtoref. dis. ... d-ra ekon. nauk : 08.00.05*, 2012.

Berezhnov, G. V. "Instrumenty upravleniya razvitiyem predpriyatiya" [Tools management software development]. *Rossiyskoye predprinimatelstvo*, no. 11 (47) (2003): 34-39.

Daum, Yu. "Novyye metody i instrumenty upravleniya predpriyatiyem" [New techniques and business management tools]. http://www.12manage.com/methods_fraser_beyond_budgeting_ru.html

Itogi raboty koksokhimicheskikh predpriyatij i proizvodstv Ukrainy v 2014 g. [The outcome of the by-product coke enterprises and production in Ukraine in 2014]. Dnepropetrovsk: Ukrainskaya nauchno-promyshlennaya assotsiatsiya «Ukrkoks», 2015.

Kulagina, E. V., and Berezhnov, G. V. "Instrumenty i metody, obespechivayushchiye ustoychivost predpriyatiya" [Tools and methods to ensure sustainability of the enterprise]. *Zhurnal nauchnykh publikatsiy dlya aspirantov i doktorantov*. <http://jurnal.org/articles/2008/ekon18.html>

"Vyplavka stali v Ukraine vnov padayet" [Steel production falls again in Ukraine]. *UAProm. INFO*. <http://uaprom.info/news/147981-vyplavka-stali-ukraine-vnov-padaet.html>

"Vydobutok vuhillia v Ukraini za rik skorotyvsia v 1, 6 razu" [Coal mining in Ukraine for the year decreased by 1.6 times]. <http://www.epravda.com.ua/news/2016/01/11/575996/>

Yaroshevskiy, S. L. et al. *Resursozberihaiuchi tekhnologii metalurhiinoho vyrobnytstva na osnovi vykorystannia ukrainskoho vuhillia* [Resource-saving technologies of metallurgical production on the basis of Ukrainian coal]. Kharkiv: Kontrast, 2012.