

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ ПОТОЧНИХ ВИТРАТ НА ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ КОМБІНАТАХ УКРАЇНИ

Проаналізовано структуру собівартості та галузеві особливості гірничо-збагачувальних комбінатів України. Обґрунтовано, що при застосуванні економіко-математичного моделювання в процесі управління собівартістю продукції доцільною є розробка індивідуальної моделі для кожного підприємства, що дозволить врахувати унікальні природні і технологічні умови функціонування кожного комбінату. Розроблено модель собівартості для одного з гірничо-збагачувальних комбінатів України, яка враховує вплив основних факторів – рівня матеріальних витрат, чисельність персоналу та вартість основних фондів. Запропонована модель може використовуватись для прогнозування рівня собівартості в майбутніх періодах з метою оцінки заходів з її зниження та прогнозування результатів діяльності підприємства.

Ключові слова: *собівартість, матеріальні витрати, прогнозування, кореляція, моделювання.*

Вступ. Рівень витрат виробництва на промислових підприємствах визначається великою кількістю факторів, й значна увага менеджменту будь-якого підприємства приділяється управлінню ними. Низький рівень витрат є однією з головних конкурентних переваг на ринку залізорудної сировини та важливим резервом підвищення економічної ефективності діяльності гірничо-збагачувальних комбінатів (ГЗК). Це пояснюється тим, що в умовах олігополістичного ринку виробники залізорудної сировини не мають можливості суттєво впливати на рівень цін на власну продукцію. Внаслідок цього суттєве зростання ефективності діяльності ГЗК можливе саме за рахунок зниження витрат, що обумовлює актуальність цього дослідження.

Аналіз досліджень і публікацій. Основних виробників залізорудної сировини (ЗРС) у світі можна поділити на три групи.

До першої належать підприємства, які добувають ЗРС високої якості, готову до реалізації (Бразилія, Австралія). До витрат включаться тільки видобуток і транспортування, іноді класифікація за фракціями. Відсутні буровибухові роботи (м'які породи).

Друга група включає підприємства, які добувають ЗРС і збагачують її з використанням нового високопродуктивного обладнання, широко застосовують АСУТП при невеликому штаті співробітників.

Гірничо-збагачувальні комбінати України належать до третьої групи. Ця позиція обумовлена, насамперед, віком родовищ корисних копалин, складними гірничо-геологічними умовами (порожня порода, відстань і висота транспортування), низькою енергоефективністю (обладнання з терміном експлуатації понад 40 років, старі технології) і високими цінами на паливно-енергетичні ресурси.

Важливим та унікальним для підприємств гірничодобувної промисловості є вплив гірничо-геологічних умов – підприємства з найбільшим коефіцієнтом відношення гірничої маси до готової продукції мають найвищий

показник собівартості видобутку і транспортування, і залежність зазначених показників має лінійний характер.

Разом з тим собівартість переробки видобутої сировини на підприємствах України практично однакова і не має суттєвих розбіжностей, що зумовлено приблизно рівним віком підприємств, єдиною пострадянською технологією та близькими ринковими, трудовими, ціновими та податковими умовами.

Найбільш поширеним методом контролю за витратами є метод «стандарт-кост» [1], або нормативний метод обліку витрат, який передбачає розробку норм витрат за кожною статтею та контроль відхилень фактичних витрат від норм [3–6].

Зазначений метод дозволяє встановлювати причини коливань витрачання та виявляти фактори та резерви зниження витрат – тобто одночасно дозволяє виконувати функції контролю й аналізу. На основі здійснюваного аналізу підприємство має можливість планувати заходи щодо зниження витрат.

Аналіз витрат як складова контролю дозволяє оцінити ефективність використання всіх ресурсів підприємства, виявити резерви зниження витрат на виробництві, зібрати інформацію для підготовки планів та прийняття раціональних управлінських рішень.

Питанням факторного аналізу матеріальних витрат ГЗК значна увага приділена в праці Л.М. Варави [2]. Джерелом статистичних даних і емпіричних залежностей є довідники зі збагачення руд чорних металів [7; 8]. Контроль витрат здійснюється шляхом аналізу відхилень фактичного рівня витрат від планового.

Для оперативного прийняття управлінських рішень доцільною є розробка економіко-математичної моделі, яка дозволить прогнозувати не тільки окремі види витрат, а й визначати ефективність запланованих заходів.

Метою статті є аналіз методичних підходів до прогнозування собівартості продукції залежно від основних видів застосовуваних виробничих факторів-ресурсів та обґрунтування пропозицій щодо їх практичного використання.

Викладення матеріалу і результати. Політика ефективного управління виробничими витратами суб'єкта господарювання реалізується за допомогою таких заходів:

- управління виробничими фондами, їх оновлення і відтворення;
- планування термінів здійснення капітальних витрат;
- управління витратами та їх оптимізація з погляду ефективного розмежування ресурсів суб'єкта господарювання у процесі його операційної діяльності;
- управління економічним зростанням.

Таким чином, управління собівартістю товарної продукції є одним з ключових моментів у процесі щоденного управління підприємством з боку ресурсозбереження, прибутковості і рентабельності.

Необхідність управління собівартістю товарної продукції зумовлена зазначеними вище параметрами і пов'язана з наявністю чи відсутністю усіх видів ресурсів та якістю управління ними.

Економіко-математичне моделювання і прогнозування собівартості товарної продукції підприємства дає можливість ефективного аналізу складних ситуацій, пов'язаних із прийняттям стратегічних рішень і контролем за їх виконанням. Воно є інструментом економістів, що дає змогу передбачати велику кількість ситуацій, а це, своєю чергою, допомагає ефективніше використовувати наявні ресурси, знижувати рівень майбутніх ризиків і втрат.

Модель управління собівартістю товарної продукції суб'єкта господарювання є індивідуальною для кожного підприємства, оскільки бере до уваги специфіку його господарської діяльності та конкретні умови зовнішнього і внутрішнього середовищ її реалізації.

Проаналізувавши специфічні риси та умови формування поточних витрат на рівні вітчизняних ГЗК, відзначаємо таке. Собівартість товарної продукції ГЗК України має орієнтовну структуру за виробничими переділами:

- витрати на видобуток руди складають 26–49% (коливання частки залежить від кількості переділів зі збагачення, обсягів видобутку руди, коефіцієнта розкриву);
- витрати на подрібнення руди – 2–9%;
- витрати на збагачення – 30–53% (коливання частки залежить від обсягів виробництва товарного концентрату, якості руди – чим менший вміст заліза в руді, тим більший коефіцієнт витрат руди на виробництво 1 т концентрату);
- витрати на огрудкування та агломерацію складають 11–37% (коливання частки залежить від обсягів виробництва окатишів, агломерату).

Дослідивши вплив обсягів видобутку та переробки залізородної сировини, зауважуємо, що середня частка змінних витрат у виробничій собівартості товарної продукції ГЗК становить:

- в концентраті – 52–55%;
- в окатишах – 56–62%;
- в агломераті – 66–69%.

При цьому особливістю ГЗК є те, що класичні змінні витрати – наприклад, витрати електроенергії на технологічні потреби або дизельне паливо мають суттєву постійну складову. Так, обсяг споживання електроенергії технологічним обладнанням визначається насамперед його потужністю, а вже потім ступенем завантаженості. Крім того, неможливо уникнути холодної роботи гірничого встаткування і транспорту – самоскидів, екскаваторів, наприклад, дизельне паливо витрачається під час повернення порожнього самоскиду до місця навантаження. Така властивість цих видів витрат обмежує можливості зниження собівартості при зменшенні обсягів товарної продукції.

Суттєву частку у виробничих витратах ГЗК (і це їх головною галузевою особливістю та відмінністю) складають паливно-енергетичні витрати (до 42% у загальній структурі собівартості).

Частка споживання електроенергії за процесами виробництва товарної продукції ГЗК має такий вигляд:

- видобуток руди – 7,8–10,1%;
- подрібнення руди – 3,3–5,7%;
- збагачення руди – 41,0–65,1%;

- транспортування відходів збагачення в шламосховище – 16,3–26,4%;
- виробництво окатишів, агломерату – 11,1–24,0%;
- споживання допоміжними цехами – 2,2–8,1%.

Як вказано вище, найбільшу питому вагу в собівартості продукції ГЗК займають матеріальні витрати, а на їх рівень впливає цілий ряд природних і технологічних факторів.

В умовах ГЗК матеріальні та енерговитрати можуть бути суттєво знижені за рахунок підвищення ступеня усереднення руди за вмістом заліза, оптимізації подрібнення руди залежно від її магнітних властивостей, скорочення втрат руди під час доставки з місць видобутку до збагачувальних фабрик, скорочення втрат придатної до збагачення сировини, підвищення рівня використання потужності.

З позицій планування, прогнозування та оптимізації собівартості товарної продукції підприємства пропонуємо обґрунтувати модель оптимізації величини виробничих витрат для ГЗК-1. Ця модель є мультиплікативною, тобто враховує вплив декількох найістотніших факторів, що і є першим принциповим припущенням і моментом спрощення реальної ситуації з виділенням акценту на ресурсних характер формування поточних витрат на рівні конкретного місця їх утворення.

На рівень собівартості товарної продукції (СВ) впливають такі показники і виробничі фактори:

- витрати матеріальних ресурсів (МВ);
- чисельність персоналу (Ч) – капіталомісткість виробництва, що за потенційними можливостями обчислюється як вартість основних фондів (ОФ).

Наявність тісного кореляційного зв'язку між величиною матеріальних витрат та рівнем собівартості підтверджується і може бути проілюстрована точковим графіком (рис. 1), вихідні дані для аналізу отримуємо з групованих таблиць основних техніко-економічних показників ГЗК-1 за період з 2007 по 2011 р.

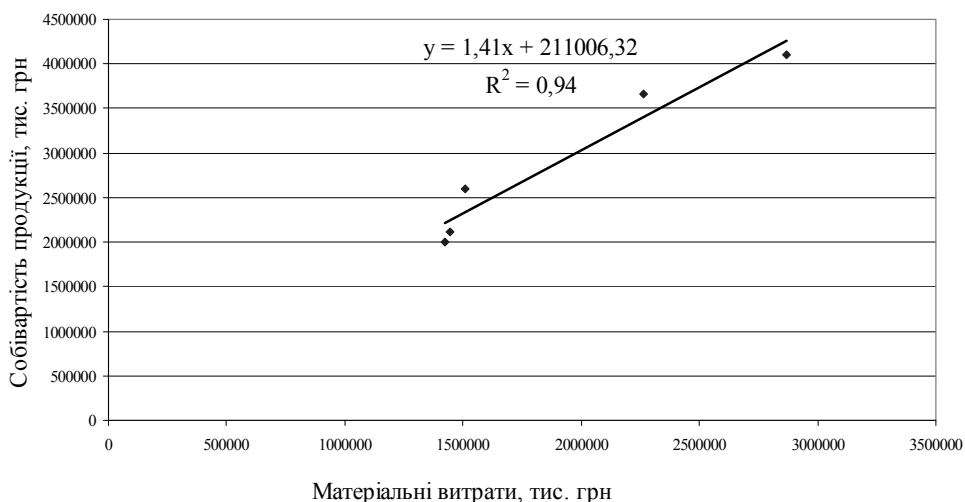


Рис. 1. Залежність між рівнем собівартості товарної продукції та величиною витрат на матеріальні ресурси

Як бачимо з рис. 1, характер взаємозалежності таких виробничих параметрів, як собівартість товарної продукції та обсяг матеріальних витрат, досить точно описується лінійним рівнянням. Флуктуації випадкової величини перебувають у межах погрішності 5–6%, що свідчить про значущість отриманої моделі. Вплив матеріальних витрат на рівень собівартості готової продукції прямий і вказує, що при збільшенні матеріальних витрат на 1 гривню собівартість готової продукції ГЗК збільшується прямо пропорційно, у середньому на 1,41 грн.

Виконавши аналіз впливу інших виробничих показників і факторів на рівень собівартості готової продукції ГЗК-1, підтверджуємо гіпотезу про наявність суттєвого, тісного зв'язку між факторами економічної моделі. Результати кореляційно-регресійного аналізу факторів собівартості наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Кореляційні залежності собівартості від її факторів

Фактор	Рівняння регресії	Коефіцієнт детермінації
Матеріальні витрати	$CB = 1,41 MB + 211006,32$	0,94
Чисельність персоналу	$CB = 79381787470,24 Ч^{1,14}$	0,99
Вартість основних засобів	$CB = 82,82 OF + 1172491,87$	0,81

Політика вітчизняних підприємств ГЗК у сфері управління персоналом за останнє десятиріччя характеризується агресивним підходом щодо оптимізації чисельності працівників підприємства. Щорічно реалізуються заходи зі скорочення чисельності промислово-виробничого персоналу, які мають дуалістичних характер впливу на обсяги готової продукції та рівень поточних витрат. З одного боку, планується скорочення витрат на утримання персоналу за рахунок скорочення його чисельності, з іншого – збереження або нарощення обсягів виробництва за рахунок збільшення норм виробітку та застосування новітніх технологічних рішень у виробництві та управлінні.

Результат такої політики неоднозначний: на тлі постійного поступового скорочення чисельності персоналу підприємство має не скорочення, а навпаки, збільшення рівня собівартості продукції, оскільки залучення меншої кількості робітників підвищеної кваліфікації (для обслуговування новітньої техніки та підтримки виробництва на плановому рівні) призводить до необхідності збільшення рівня їх оплати праці, це невілює прогнозовані результати агресивної політики управління персоналом, і, як наслідок, рівень собівартості готової продукції зростає.

Підтвердження цього факту знаходимо при аналізі та обробці статистичної інформації стосовно функціонального зв'язку чисельності персоналу та рівня собівартості товарної продукції (табл. 1). Взаємозв'язок має показникову форму, але значення показника степеня у моделі від'ємне. Надійність створеної економіко-математичної моделі складає 99%.

Вплив структури застосовуваних засобів праці на величину поточної собівартості готової продукції не такий істотний (на рівні 0,81 за коефіцієнтом детермінації), але суттєвий, прямолінійний. Зменшення ступеня впливу цього фактора пояснюється пролонгованим характером впливу ведених за-

собів праці (основних виробничих фондів) на поточні витратні і результативні показники діяльності підприємств ГЗК, тобто дещо «розмазаний» відгук на сигнал щодо зміни структури застосованих при видобуванні та переробці залізорудної сировини засобів праці, що мають «величезну» вартість.

Оскільки собівартість товарної продукції залежить від наведених вище показників, то загалом їх вплив на собівартість може бути описаний такою мультиплікативною моделлю (1), яка випливає з припущення, по-перше, наявності і структури взаємовпливу, що характерний для виробничої функції; по-друге, не передбачає повної взаємозамінності факторів моделі одне одним; по-третє, віддача факторів тільки в сукупності може створювати синергетичний ефект і може бути більше 1:

$$CB = A \cdot MB^{\alpha} \cdot \varphi^{\beta} \cdot OF^{\gamma}. \quad (1)$$

Сформована трифакторна модель собівартості характеризується тенденцією до її зростання за умови зростання усіх перелічених факторів.

Параметр А в економіко-математичній моделі (1) характеризує ефективність застосовуваних технологічних рішень на підприємстві. Він індивідуальний та специфічний для кожного підприємства галузі, незважаючи на схожий технологічний ланцюжок по всій сукупності вітчизняних підприємств і майже однакові параметри віддачі моделі, притаманний їм усім.

Використовуючи вихідні дані та розрахунки з табл. 2 і застосовуючи обчислювальні інструменти і засоби табличного редактора Excel, визначимо параметри моделі (1). Критерієм вибору найкращого варіанта обчислення параметрів багатфакторної моделі приймаємо середньоквадратичне відхилення фактичного та оціночного (за моделлю) значення рівня собівартості товарної продукції підприємства ГЗК-1.

Таблиця 2

Вихідні дані для розрахунку

Рік	Собівартість продукції (CB), тис. грн	Матеріальні витрати (MB), тис. грн	Чисельність працівників (Ч), осіб	Вартість основних виробничих фондів (OF), млн грн	Оціночне значення CB за рівнянням моделі, CB*	Відхилення від фактичного значення (CB – CB*)
2007	2001984,3	1422796	11 502	7052	1925953,898	76030,40249
2008	2116415,4	1443030	10 588	13186	2233101,81	-116686,4095
2009	2604145,2	1510701	8595	24823	2615843,568	-11698,36837
2010	3665739,4	2265857	6792	29083	3543533,239	122206,1611
2011	4097092,1	2866453	5942	29974	4166166,396	-69074,29601

Отже, маємо:

$$CB = 2,95 \cdot MB^{0,723} \cdot \varphi^{0,114} \cdot OF^{0,235}. \quad (2)$$

Рівень достовірності отриманої моделі складає 86%, отже, вона може бути використана у планових економічних розрахунках, для яких достатнім рівнем надійності є значення 68% (за правилом 3-х σ).

Зазначена модель може використовуватися для прогнозування рівня собівартості товарної продукції ГЗК-1 в майбутніх періодах з метою оцінки за-

ходів щодо її зниження та прогнозування результатів діяльності підприємства.

Проведемо моделювання рівня собівартості з використанням моделі (2) на підставі прогнозних даних рівня матеріальних витрат, чисельності персоналу та вартості основних фондів.

Прогнозний рівень факторів собівартості визначаємо на підставі ліній тренда. Так, динаміка вартості основних засобів за 2007–2011 р. має вигляд (рис. 2).

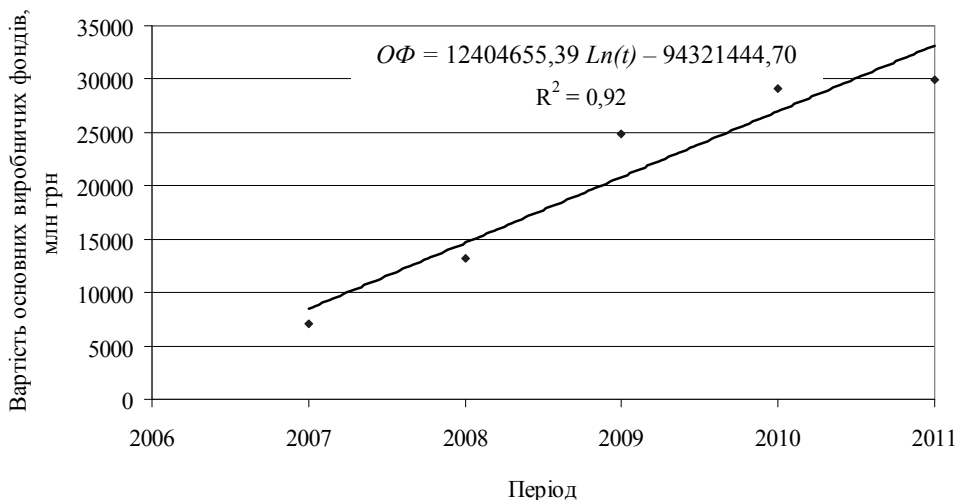


Рис. 2. Трендовий аналіз вартості основних засобів за 2007–2011 рік

На підставі проведеного аналізу одержано такі рівняння (табл. 3).

Таблиця 3

Рівняння трендів факторів собівартості

Фактор	Рівняння регресії	Коефіцієнт детермінації
Матеріальні витрати	$MV = 371014,10 t + 788725,10$	0,83
Чисельність персоналу	$Ч = 12562,61 t - 0,42$	0,89
Вартість основних засобів	$OF = 12404655,39 \ln(t) - 94321444,70$	0,92

Як видно з результатів розрахунків, у вищенаведених трендових моделях наявний тісний кореляційний зв'язок між проаналізованими показниками та фактором часу (t). Тому ми можемо використовувати одержані залежності для обчислення прогнозних рівнів факторів собівартості товарної продукції по ГЗК-1 на період 2012–2014 рр. (табл. 4).

Прогноз динаміки показника собівартості продукції підприємства здійснено на основі моделі (2). Відповідно, послідовно у функцію (2) підставляємо розраховані за рівняннями-тенденціями значення факторів і результати групуємо в табл. 4.

Для подальшого аналізу умов використання ресурсів та ефективності політики управління поточними витратами на підприємстві проведемо

кореляційно-регресійний аналіз, за допомогою якого виявимо взаємозв'язок обсягів товарної продукції у відпускних цінах та її собівартості. Обсяги товарної продукції в порівняльних цінах за період 2007–2011 рр. наведено в табл. 5.

Таблиця 4

Прогнозовані значення рівнів показників виробничих факторів, що впливають на розмір собівартості продукції підприємства

Показник	Рік			
	2011	2012	2013	2014
Прогнозований обсяг матеріальних витрат, тис. грн	2643795,6	3014809,7	3385823,8	3756837,9
Прогнозована чисельність персоналу, осіб	6390	5919	5548	5245
Прогнозована величина основних виробничих фондів, млн грн	31024,2	33876,9	36288,8	38378,1
Прогнозована величина собівартості (СВ ^{прогн}), тис. грн	3758270,3	3999112,2	4202741,2	4379132,7

Таблиця 5

Вихідні дані для аналізу рівня залежності собівартості від обсягу товарної продукції

Рік	Собівартість продукції, тис. грн	Обсяг товарної продукції, тис. грн
2007	2001984,3	3006843,1
2008	2116415,4	6425086,1
2009	2604145,2	4342489,2
2010	3665739,4	8830123,5
2011	4097092,1	14548146,0

Залежність собівартості від обсягу товарної продукції, а також лінія тренда відображені на рис. 3.

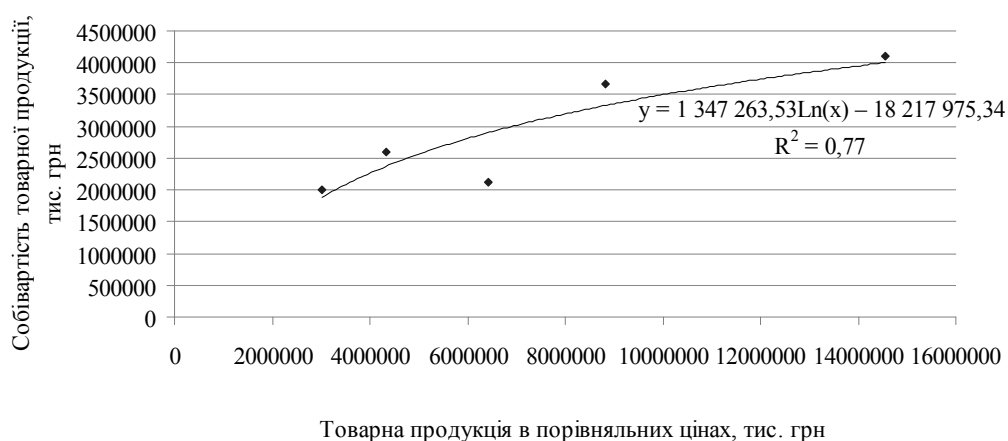


Рис. 3. Залежність між рівнем собівартості товарної продукції та обсягом товарної продукції

З наведеного видно, що між обсягом товарної продукції і собівартістю продукції існує тісний кореляційний зв'язок, що підтверджується коефіцієнтом детермінації, який дорівнює 0,77. Зі збільшенням обсягу товарної продукції собівартість також збільшується.

З метою визначення результативності діяльності підприємства у прогнозованому періоді виконуємо екстраполяцію рівня товарної продукції на 2013–2014 рр. на підставі рівняння регресії (3):

$$y = 2548764,32 t - 215755,38. \quad (3)$$

Як бачимо, динаміка зміни товарної продукції підприємства за 2007–2011 рр. має лінійний, позитивний характер зміни, надійність одержаної моделі складає 88%. Прогнозне значення обсягу товарної продукції на 2013 р., розраховане за одержаним рівнянням, становить 17,6 млрд грн.

З трендової моделі (3) маємо результат: середнє щорічне зростання обсягів товарної продукції складає 2,54 млрд грн. Порівнюємо отриману величину з відповідним приростом собівартості готової продукції (табл. 4), маємо середнє збільшення на рівні 0,206 млрд грн. Тобто валове збільшення прибутковості можливе на рівні 2,33 млрд грн при збереженні виявлених тенденцій у використанні та економії ресурсів та політиці формування цін на залізовмісну продукцію на світовому ринку.

Висновки. Отже, результати економіко-математичного моделювання та прогнозування за ним можуть бути використані в економічних розрахунках по підприємству ГЗК-1 та інших підприємствах галузі (потрібна відповідна адаптація) з екстраполяцією на 3–4 роки у майбутнє.

Економіко-математичне моделювання при управлінні виробничими витратами підприємства є інструментом, що дає можливість максимально об'єктивно спрогнозувати стан суб'єкта господарювання у майбутньому. Розрахунки свідчать, що рівень собівартості продукції підприємства ГЗК-1 упродовж 2012–2014 рр. поступово збільшується (його темпи уповільнюються) відповідно до збільшення обсягів товарної продукції (має прямолінійний характер) на відповідний період.

Напрямом подальших досліджень є виявлення оптимальної структури витрачання матеріальних і трудових ресурсів. Вирішення цього завдання можливе шляхом здійснення «зворотного ходу». На основі створеного балансу прогнозованих економічних показників обсягу виробництва готової продукції у майбутньому, її собівартості та обмежень на обсяги інвестування у виробництво і розвиток підприємства слід буде визначити оптимальну структуру застосовуваних ресурсів. Далі створюємо програму перетворення існуючого стану ресурсів в оптимально-раціональну. Це допоможе максимізувати ефективність виконання виробничого завдання на підприємстві у плановому періоді та підвищить результативність застосування ресурсів.

Список використаних джерел

1. Брігхем Є.Ф. Основи фінансового менеджменту / Є.Ф. Брігхем; пер. з англ. – К.: Молодь, 1997. – 1000 с.
2. Варава Л.Н. Стратегическое управление горнодобывающими предприятиями: монография / Л.Н. Варава; НАН Украины. Ин-т экономики пром-сти. – Донецк, 2006. – 356 с.

3. Дейнега О.В. Теоретичні аспекти класифікації витрат, пов'язаних із виробничим споживанням основних засобів / О.В. Дейнега, О.В. Попко // Вісник Рівненського державного технічного університету: «Економіка». – 2000. – № 5(7). – С. 168–174.

4. Корбетт Т. Управленческий учет по ТОС. Учет прохода / Т. Корбетт. – К.: Необходимо і достатньо, 2009. – 232 с.

5. Кривошеєва А.О. Про необхідність нормування витрат рудної сировини у гірничо-збагачувальному виробництві / А.О. Кривошеєва // Економіка: проблеми теорії та практики: зб. наук. праць. – 2001. – Вип. 108. – С. 8–14.

6. Рудніченко Є.М. Необхідність модернізації системи розподілу накладних витрат на вітчизняних промислових підприємствах / Є.М. Рудніченко // Вісник Хмельницького національного університету. – 2005. – № 3. – Т. 1. – С. 209–213.

7. Справочник по обогащению руд черных металлов / под ред. С.Ф. Шинкоренко. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Недра, 1980. – 527 с.

8. Тихонов О.Н. Закономерности эффективного разделения минералов в процессах обогащения полезных ископаемых / О.Н. Тихонов. – М.: Недра, 1984. – 208 с.

Проанализирована структура себестоимости и отраслевые особенности горно-обогатительных комбинатов Украины. Обосновано, что при применении экономико-математического моделирования в процессе управления себестоимостью продукции целесообразной является разработка индивидуальной модели для каждого предприятия, что позволит учесть уникальные естественные и технологические условия функционирования каждого комбината. Разработана модель себестоимости для одного из горно-обогатительных комбинатов Украины, учитывающая влияние основных факторов – уровня материальных расходов, численности персонала и стоимости основных фондов. Предложенная модель может быть использована для прогнозирования уровня себестоимости в будущих периодах с целью оценки мероприятий по ее снижению и прогнозированию результатов деятельности предприятия.

Ключевые слова: *себестоимость, материальные расходы, прогнозирование, корреляция, моделирование.*

The structure of the cost price and industrial features of ore mining and processing enterprises of Ukraine is analyzed. It is substantiated that the application of economic-mathematical modelling in the process of managing the cost of production it is feasible to develop an individual model for each enterprise, taking into account the unique natural and technological conditions of functioning of each of the works. The model of cost for one of ore mining and processing enterprises of Ukraine, which takes into account the influence of the main factors – the level of material costs, number of employees and the value of fixed assets is developed. The proposed model can be used to predict the level of cost of sales in future periods to assess the measures for its reduction and forecasting of results of activity of the enterprise.

Key words: *costs, material costs, forecasting, correlation, modelling.*

Одержано 24.09.2013.