

них землях марганцево-рудних разработок / В.Л. Булахов, Н.Л. Лебединец, В.Н. Романенко // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – Дніпропетровськ, 2001. – С. 24-28.

10. Булахов В.Л. Формирование ландшафтного разнообразия при организации заповедно-охраняемых территорий как экологическая мера успешной биологической реабилитации обработанных земель горнорудными разработками / В.Л. Булахов, А.Г. Шапарь, В.Н. Романенко // Екологія і природокористування. – 2003. -Вип. 5.– С. 126-131.

## **МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ПЛАНУВАННЯ ВИТРАТ НА ПРИРОДООХОРОННУ ДІЯЛЬНІСТЬ ГІРНИЧОЗБАГАЧУВАЛЬНИХ КОМБІНАТІВ**

*О.О. Тимошенко, Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», Україна*

Запропоновано багатofакторну економетричну модель як метод планування загальних витрат на охорону природного середовища гірничозбагачувальних комбінатів від технологічних та економічних факторів відпрацювання залізорудного родовища. Ця модель базується на використанні звітних даних про охорону довкілля українських комбінатів та методі статистичних рівнянь залежностей, які дозволяють оцінити вплив різноманіття факторних ознак на результуючий показник.

Розвиток промислового виробництва зумовлює зростання видобутку залізорудної сировини і, як наслідок, збільшення негативного впливу на якісний стан навколишнього природного середовища (НПС). Тому виникає дилема між задоволенням потреб в матеріальних благах та в умовах збереження якісного навколишнього середовища.

Природоохоронна діяльність є невід'ємною складовою гірничодобувного виробництва металургійної сировини. Обсяги та напрями природоохоронних заходів насамперед визначаються обраним способом розробки родовища та відповідними технологічними рішеннями. Звідси витікає актуальність завдання, що вирішується, а саме, встановлення та оцінювання впливу технологічних та економічних факторів відпрацювання залізорудного родовища з огляду на наслідки цієї діяльності для довкілля, що визначають обсяги планування природоохоронних витрат.

На гірничодобувних підприємствах, разом з виробництвом основної продукції, утворюється значна кількість газоподібних, твердих і рідких відходів. Вказані відходи негативно впливають на результати господарської діяльності підприємств, оскільки вимагають витрат на їх збір, транспортування, зберігання або запобігання, а також ускладнюють екологічну обстановку в районах розміщення об'єктів гірничо-збагачувального виробництва. Істотний вплив на якість довкілля здійснює видобуток і переробка гірської маси і розкритих порід від проведення гірничих робіт. Це позначається на занятті земель під відвали, порушенні природного ландшафту земної поверхні, забрудненні атмосфери твердими і газоподібними домішками, забрудненні водоймищ шламовими водами.

Заходи щодо скорочення негативного впливу породних відходів на навколишнє середовище у техногенно навантажених регіонах за різними напрямками розвитку гірничодобувної галузі запропонувала Недодаєва Н.Л у науковій праці [1, с.172]. Показана висока ефективність розміщення пустих порід у виробленому просторі шахт і кар'єрів.

У роботі [2, с.145] досліджено характеристики пилогазового потоку, що утворюється при масових вибухах в кар'єрах, а також термодинамічних властивостей гірських порід, що дозволило обґрунтувати параметри пилогазоподавляючого екрану, які формується на поверхні блоку порід, що підривається.

В статті [3, с.158] Головач Н.А. та Воловик В.П. з урахуванням екологічних вимог щодо раціонального природокористування запропоновані технологічні схеми експлуатації гірничо-збагачувальних комплексів з оборотним водопостачанням і розміщенням хвостів збагачення у внутрішніх відвалах кар'єрів, що діють. Після відпрацювання родовищ проводиться технічна та біологічна рекультивация порушених земель для використання їх в сільському та лісовому господарстві, а також для облаштування штучних водоймищ.

Соломаха В.М. [4, с.101] розглянув результати використання конвертерного шлаку та високо мінералізованих шахтних вод Кривбасу в процесі огрудкування залізородних концентратів та вплив електростатичних сил, що виникають при цьому, на міцність сирих та сухих окатишів.

Соціально-економічний механізм гірничо-збагачувального виробництва за дослідженнями Казакова Є.М. і Беляєва В.М. [5] має передбачати не тільки комплексне використання сировини, але й системне та послідовне вирішення соціальних, екологічних, економічних і технологічних проблем, що виникають при відкритій розробці родовища.

Основними негативними наслідками довгострокового розвитку гірничодобувної галузі на території Дніпропетровської області, за дослідженнями Шликової В.М. [6, с.251], є виведення значного обсягу земель з обороту, постійне нагромадження відходів видобутку й переробки корисних копалин у вигляді хвостосховищ, териконів і відвалів.

Сергеевим В.В. та Копачем П.І. [7] розглянуто тенденції подальшого розвитку територіального гірничо-металургійного комплексу України в контексті відходоутворення і запропоновано підходи до вирішення проблем відходності гірничодобувного та металургійного виробництва.

На основі сучасних підходів в роботі [8] розроблено основні методологічні положення прогнозування стану навколишнього середовища гірничодобувних регіонів, які базуються на виявленні циклічностей природно-екологічних, економічних та технологічних процесів.

Викладені й багато інших наукових праць містять детально розроблені технічні та технологічні рішення, що спрямовані на зниження техногенного навантаження гірничорудного виробництва на НПС. У той же час в цих працях недостатньо досліджено фактори, що найбільш істотно впливають на розмір природоохоронних витрат гірничорудного підприємства, які плануються. Тому метою дослідження є розробка методичного підходу до виокремлення та оцінювання значущості основних факторів впливу на обсяги загальних витрат, спрямованих на охорону природного середовища залізородних комбінатів, та встановлення економетричної моделі для планування зазначених витрат.

Залежність загальних витрат на охорону природного середовища залізородних комбінатів України від технологічних та економічних факторів відпрацювання залізородного родовища дозволяє підвищити обґрунтованість планування еколого-економічних показників охорони НПС, як складової прогнозування фінансово-економічних результатів діяльності ГЗК. Основні фактори відпрацювання за статистичними даними щодо основних показників впливу комбінатів на довкілля наведені в табл. 1. Для визначення названої залежності використаємо багатофакторну економетричну модель, яка містить одну результативну ознаку  $y$  (загальні витрати) та  $m$  факторних ознак, що мають вплив на суму витрат з природоохоронної діяльності ГЗК, а саме:

- заскладовано розкривних порід  $x_1$ ;
- заскладовано відходів збагачення  $x_2$ ;
- викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря  $x_3$ ;
- отримано (в т.ч. взято з водойм) води  $x_4$ ;
- скидання або відведення оборотних вод  $x_5$ ;
- порушено земель  $x_6$ ;
- капітальні інвестиції на охорону НПС (без ПДВ)  $x_7$ .

Економетрична модель побудована з використанням методики розрахунку множинної лінійної регресії. Загалом, ця модель має такий вигляд:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_mx_m$$

Таблиця 1

## Основні показники впливу на довкілля діяльності залізорудних комбінатів України

Заскладовано:		Показники					
роз- крив- них порід, млн. м <sup>3</sup>	відхо- дів збага- чення, млн. т	Викиди в атмос- ферне по- вітря, тис. т	Отрима- но води, млн. м <sup>3</sup>	Скидан- ня обо- рот-них вод, млн. м <sup>3</sup>	Поруше- но зе- мель, тис. га	Капітальні інвестиції на охорону довкілля, млн. грн.	Загальні ви- трати на природо- охоронну діяльність, млн. грн.
$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$y$
4,8	7,5	2,3	1,4	1,6	2,3	13,9	22,9
5,7	6,9	4,7	1,3	1,4	4	17,4	28,4
5,5	9	5,1	4,9	0,6	4	13	35,5
7,5	7,6	2,2	3,7	1,9	3,3	21,5	35,8
6,2	8,8	9,5	5,7	2,5	4	24,5	36,3
9,1	6,4	9,4	2,5	6,1	2,3	26,5	44
13,7	9,1	8,7	5,2	0,4	3,3	28,3	53,8
20,1	7,6	9,4	3,5	1,2	4	29,1	62,8
19	10	9,2	2,6	1,4	4,4	22,7	67,6
17,4	11,1	17,6	1,6	1,3	4,3	33,6	70,9
17,9	10,3	9,4	1,4	1	4,5	71,2	98,9
27,5	11,1	14,2	4,6	2	4	114,2	134,6
23	10,4	144	2,5	6,7	5,4	92,2	165,3
27,8	11,4	118,9	3,5	10,4	5,2	124,1	206

Для проведення регресійного аналізу і оцінки тісноти зв'язку між результативною та факторними ознаками й адекватності отриманої моделі статистичним даним розраховують показники регресії ( $a_0, a_1, a_2, \dots, a_m$ ), коефіцієнти кореляції ( $R$ ) та детермінації ( $R^2$ ), значення статистик Фішера ( $F$ ) і Ст'юдента ( $t$ ). За допомогою вбудованої функції ЛИНЕЙН(...) (категорія «Статистичні» майстра функцій) програми для роботи з електронними таблицями Microsoft Excel розраховують рівняння регресії.

Коефіцієнт множинної детермінації визначається за формулою:

$$R^2 = 1 - \frac{|Q|}{A_{1,1}}$$

де  $A_{1,1}$  – алгебраїчне доповнення до елемента матриці, що знаходиться на перетинанні 1-ого рядка і 1-го стовпця;

$Q$  – визначник кореляційної матриці.

$$A_{i,j} = (-1)^{i+j} \begin{bmatrix} A_{1,1} & A_{1,2} & \dots & A_{1,i} \\ A_{2,1} & A_{2,2} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{j,1} & A_{j,2} & \dots & A_{j,i} \end{bmatrix},$$

Визначник кореляційної матриці складається з матриці парних коефіцієнтів кореляції ( $r_{yx_k}$  та  $r_{x_i x_j}$ ), що дають змогу кількісно виміряти кореляційний зв'язок між кожною парою ознак. Названа матриця має наступний вигляд :

$$Q = \begin{bmatrix} 1 & r_{yx_1} & r_{yx_2} & \dots & r_{yx_m} \\ r_{x_1 y} & 1 & r_{x_1 x_2} & \dots & r_{x_1 x_m} \\ r_{x_2 y} & r_{x_2 x_1} & 1 & \dots & r_{x_2 x_m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{x_m y} & r_{x_m x_1} & r_{x_m x_2} & \dots & 1 \end{bmatrix},$$

Істинну тісноту кореляційного зв'язку між  $y$  і кожною з факторних ознак  $x_1, x_2, \dots, x_m$  у випадку множинної кореляції вимірюють частковими коефіцієнтами кореляції  $r_{yx_k}^c$ , які обчислюють за формулами:

$$r_{yx_k}^c = \frac{-A_{1,k+1}}{\sqrt{A_{1,1} A_{k+1,k+1}}} = \frac{-b_{1,k+1}}{\sqrt{b_{1,1} b_{k+1,k+1}}},$$

$$\text{де } b_{ij} = \frac{A_{j,i}}{|Q|} = \frac{A_{i,j}}{|Q|}.$$

З використанням наведених вище формул, розраховані показники багатофакторної економетричної моделі загальних витрат на природоохоронну діяльність комбінатів (табл. 2). Виходячи з цієї таблиці, рівняння регресії матиме вигляд:

$$y = -30801,01 + 1,59 x_1 + 3,07 x_2 + 0,26 x_3 - 0,53 x_4 + 2,62 x_5 + 4,07 x_6 + 0,6 x_7 \quad (1)$$

Таблиця 2

Показники економетричної моделі загальних витрат на охорону природного середовища залізородних комбінатів

Показник	Розрахункове значення	Показник	Розрахункове значення	Показник	Розрахункове значення
$a_0$	-30801	$t_0$	2,059	$r_{yx1}$	0,84
$a_1$	1,59	$t_1$	3,83	$r_{yx2}$	0,56
$a_2$	3,07	$t_2$	1,64	$r_{yx3}$	0,76
$a_3$	0,26	$t_3$	2,83	$r_{yx4}$	-0,19
$a_4$	-0,53	$t_4$	0,48	$r_{yx5}$	0,66
$a_5$	2,62	$t_5$	2,15	$r_{yx6}$	0,43
$a_6$	4,07	$t_6$	1,17	$r_{yx7}$	0,92
$a_7$	0,6	$t_7$	5,87	$F$	167

Встановлена надійність отриманого рівняння регресії (1) та його адекватність ознакам, що розглядаються. Коефіцієнти регресії ( $a_1, a_3, a_7$ ) для таких факторів, як обсяг розкривних порід, отриманої води та капітальних інвестицій є значимими, оскільки вони більше табличного ( $t_{табл} = 2,4469$ ), а коефіцієнти інших ознак не є значимими. Розрахункове значення статистики Фішера для рівняння регресії дорівнює 167 ( $F_{табл}(7; 6; 0,05) = 4,215$ ), отже, отримане рівняння адекватно описує залежність загальних витрат від усіх показників впливу комбінату на довкілля. Коефіцієнт множинної детермінації  $R^2 = 0,9974$ , значить 99,74% варіації загальних витрат обумов-

лено варіацією показників впливу факторів, що враховані в моделі. Коефіцієнт множинної кореляції  $R=0,995$ , отже, тіснота кореляційного зв'язку між ознаками, що розглядаються, є сильною.

Перевірена надійність коефіцієнта кореляції, для чого розрахований коефіцієнт значимості Ст'юдента  $t_R$ . Оскільки розрахункове значення цього коефіцієнту  $t_R = |R|/S_R = 180,51$ , де  $S_R$  - помилка коефіцієнта множинної кореляції, більше табличного ( $t_{табл} = 2,45$ ; при  $\nu = n - m - 1 = 6$ ), то коефіцієнт множинної кореляції  $R$  є значущим.

Встановлені часткові коефіцієнти кореляції, що визначають вплив на результативну ознаку кожної із факторних ознак. Якщо виконується умова  $r_{yx}^u > 0,5$ ; то за шкалою Чеддока, зв'язок між ознаками вважається помітним. Як показує аналіз, ця умова виконується для наступних факторів (табл. 2): заскладовано розкривних порід ( $x_1$ ); заскладовано відходів збагачення ( $x_2$ ); викиди ( $x_3$ ); скидання або відведення оборотних вод ( $x_5$ ); капітальні інвестиції на охорону навколишнього середовища (без ПДВ) ( $x_7$ ). Розрахуємо нову багатофакторну модель рівняння регресії для перелічених факторних ознак.

Таблиця 3

Показники скоригованої моделі оцінювання загальних витрат на природоохоронну діяльність комбінатів

Показник	Розрахункове значення	Показник	Розрахункове значення	Показник	Розрахункове значення
$a_0$	-14885,61	$t_0$	0,685	$R$	0,995
$a_1$	1,72	$t_1$	3,14	$R^2$	0,9903
$a_2$	2,56	$t_2$	0,91	$r_{yx1}$	0,74
$a_3$	0,38	$t_3$	4,53	$r_{yx2}$	0,31
$a_5$	1,07	$t_5$	0,88	$r_{yx3}$	0,85
$a_7$	0,64	$t_7$	5,46	$r_{yx5}$	0,3
$F$	164	$t_R$	28,79	$r_{yx7}$	0,888

Згідно з табл. 3, нове рівняння регресії має вигляд:

$$y = -14885,61 + 1,72x_1 + 2,56x_2 + 0,38x_3 + 1,07x_5 + 0,64x_7 \quad (2)$$

Як показує розрахунковий коефіцієнт множинної детермінації, 99,03% варіації загальних витрат на охорону НПС обумовлено варіацією скоригованих факторів впливу. Тіснота кореляційного зв'язку вельми сильна ( $R > 0,9$ ). Розрахункові значення статистики Ст'юдента для коефіцієнтів регресії  $t_1, t_3, t_7$  та кореляції  $t_R$  більше табличного ( $t_{табл} = 2,306$ ; при  $\nu = n - m - 1 = 8$ ), тому коефіцієнти регресії ( $a_1, a_3, a_7$ ) таких факторів, як обсяг заскладованих розкривних порід, викидів, капітальних інвестицій та коефіцієнт множинної кореляції  $R$  є значущими. Значення статистики Фішера для рівняння (2) більше табличного ( $F_{табл}(5; 8; 0,05) = 3,69$ ), значить, отримане рівняння регресії адекватно описує залежність загальних витрат на природоохоронну діяльність від обраних показників впливу ГЗК на довкілля.

Проаналізована істинна сила взаємозв'язку між загальними витратами на охорону довкілля та факторами впливу, що розглядається. Загалом цей взаємозв'язок зменшився та залишився за шкалою Чеддока  $r_{yx}^u > 0,7$  достатньо високим для таких факторів, як обсяг заскладованих розкривних порід ( $x_1$ ), викидів ( $x_3$ ) та капітальних інвестицій ( $x_7$ ). Тому слід за описаною методикою розрахувати нову багатофакторну модель за уточненим переліком факторних ознак.

За розрахунковими показниками, що наведені у табл. 4, нове рівняння регресії має вигляд:

$$y = 6117 + 1,9x_1 + 0,43x_3 + 0,7x_7 \quad (3)$$

Таблиця 4

Показники моделі загальних витрат на охорону довкілля за уточненим переліком факторних ознак

Показник	Розрахункове значення	Показник	Розрахункове значення	Показник	Розрахункове значення
$a_0$	6117	$t_0$	1,52	$R$	0,9943
$a_1$	1,9	$t_1$	4,38	$R^2$	0,989
$a_3$	0,43	$t_3$	7,23	$r_{yx1}$	0,81
$a_7$	0,7	$t_7$	6,57	$r_{yx3}$	0,92
$F$	289,5	$t_R$	29,64	$r_{yx7}$	0,9

Коефіцієнт множинної детермінації  $R^2=0,9943$ , свідчить про те, що практично тільки фактори, які враховані в моделі, впливають на результуючу ознаку (загальні витрати на охорону НПС). Тіснота кореляційного зв'язку ознак, що досліджуються, вельми сильна (коефіцієнт множинної регресії  $R>0,9$ ). За розрахунком, значення статистики Ст'юдента коефіцієнтів регресії  $t_1, t_3, t_7$  та кореляції  $t_R$  більше табличного ( $t_{табл} = 2,2281$ ; при  $\nu = n - m - 1 = 10$ ). Звідси витікає, що коефіцієнти регресії ( $a_1, a_3, a_7$ ) факторів уточненого переліку (обсяг заскладованих розкривних порід, викидів та капітальних інвестицій) та коефіцієнт множинної кореляції  $R$  є значущими. Значення статистики Фішера більше табличного ( $F_{табл}(3; 10; 0,05) = 3,71$ ), значить, лінійне рівняння регресії адекватно описує залежність загальних витрат від вказаних показників впливу залізородних комбінатів на довкілля.

Часткові коефіцієнти кореляції (табл. 4) підтверджують дуже сильний зв'язок між загальними витратами на охорону НПС та обраними показниками впливу: для всіх вказаних в моделі (3) факторів виконується умова  $r_{yxm}^4 > 0,9$ .

Виходячи з виконаного аналізу, величина загальних витрат гірничозбагачувальних комбінатів на охорону природного середовища залежить практично повністю від обсягів заскладованих розкривних порід ( $x_1$ ), викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря ( $x_3$ ) та капітальних інвестицій в природоохоронну діяльність ( $x_7$ ), яку можна планувати за рівнянням регресії (3).

Таким чином, на основі проведених досліджень запропоновано багатофакторну економетричну модель залежності загальних витрат на природоохоронну діяльність гірничозбагачувальних комбінатів України від технологічних та економічних факторів відпрацювання залізородного родовища, для чого використаний метод статистичних рівнянь. Загалом, прийнятий метод встановлення залежностей дозволяє:

- обчислювати теоретичні значення загальних витрат на охорону НПС для залізородних ГЗК при заданих рівнях факторних ознак, що впливають на планування фінансово-економічних результатів діяльності комбінатів;
- визначати ступінь впливу кожної окремої факторної ознаки та їх сукупний вплив на обсяг загальних витрат на охорону довкілля;
- оцінити стійкість зв'язку між факторами впливу та загальними витратами на охорону природного середовища, що дає можливість відокремити стійку залежність від нестійкої і, тим самим, виключити вплив незначних факторів;
- визначити перелік факторних ознак, зміна яких найбільше віддзеркалює зміну загальних витрат на охорону НПС.

#### Перелік використаних джерел

1. Недодаева Н.Л. Эколого-экономическая политика природопользования в условиях специфики горного производства: [монография] / Н.Л. Недодаева / НАН Украины. Ин-т экономики пром-сти. – Донецк, 2006. – 356 с.

2. Біляєва О.С. Удосконалення механізму стимулювання природоохоронної діяльності промислового підприємства / О.С. Біляєва, В.С. Верещак // Вісник КТУ. – Кривий Ріг: КТУ, 2006. – Вип. 13 – С. 233–236.
3. Головач Н.А. Обоснование параметров горных работ на карьерах Иршанского ГОКа с учетом экологических требований / Н.А. Головач, В.П. Воловик // Матеріали міжнародної конференції ["Форум гірників – 2008"], (Дніпропетровськ 2008 р.). – Дніпропетровськ, 2008. – С. 158–160.
4. Соломаха В.М. Методи утилізації промислових відходів Кривбасу при огрудкуванні залізрудних концентратів / В.М. Соломаха // Вісник КТУ. – Кривий Ріг: КТУ, 2004. – Вип. 3 – С. 101–103.
5. Казаков Е.М. Механизм рационального освоения недр в переходной экономике / Е.М. Казаков, В.Н. Беляев // Изв. вузов. Горный журнал. – 2001. – №3. – С. 190–196.
6. Шликова В.М. Проблеми ефективного землекористування у гірничовидобувних регіонах Придніпров'я / В.М. Шликова // Матеріали міжнародної конференції ["Форум гірників – 2005"], (Дніпропетровськ 2005 р.). – Дніпропетровськ, 2005. – С. 250–255.
7. Основні шляхи досягнення цілей сталого розвитку гірничо-металургійних регіонів [Електронний ресурс] / Сергєєв В.В., Копач П.І. // Матеріали сьомої міжнародної науково-практичної конференції "Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів" / 8-11 жовтня 2013р. в Інституті проблем природокористування та екології НАН України – Режим доступу: [http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE\\_FILE\\_DOWNLOAD=1&Image\\_file\\_name=PDF/ecolpr\\_2013\\_16\\_21.pdf](http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/ecolpr_2013_16_21.pdf) - заголовок з екрану.
8. Врахування циклічності технологічних, економічних та природно-екологічних процесів при прогнозуванні в системі моніторингу навколишнього середовища гірничодобувних регіонів / П.І. Копач, Н.В. Горобець, Т.Т. Данько // Екологія і природокористування. – 2010. – Вип. 13. – С. 177–188.

## **ON THE IMPROVEMENT OF DUST AND GAS PURIFICATION PROCESSES OF INDUSTRIAL WASTES OF PREPARATION PLANTS**

*D.S. Pustovoi, State Higher Educational Institution «National Mining University», Ukraine*

The article analyzes the conditions of local areas for raw material preprocessing for production chain of preparation plant. Characteristics of fine particles in the industrial emissions are represented. Impossibility of complete purification of contaminated flows in centrifugal devices to remove dispersed aerosol which diameter is 5 mcm or less being the most dangerous for the staff is emphasized. It is shown that the solution of the topical problems of today as for creating appropriate atmosphere in shopfloors of any industrial enterprise means the use of electromagnetic fields for coagulation of ultra-microscopic aerosols with the following afterpurification of the flows in cyclones.

Coal preparation is a considerable source of technological contamination of both shopfloor air and the environment.

Various energy devices ensuring preparation of the initial material to perform technological process of end product obtaining are the main sources of dust generation during the process of mineral preparation. Local operations of unloading, crushing, grinding, and screening of mineral raw material as well