

## Определение стоимостных показателей строительных материалов с использованием матричной формулы М.Д. Каргополова

© 2013 Куладжи Тамара Васильевна  
кандидат технических наук, доцент

Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова,  
г. Архангельск

© 2013 Муртазаев Сайд-Альви Юсупович  
доктор технических наук, профессор

© 2013 Идилов Ибрагим Ирагиевич  
доктор экономических наук, профессор

© 2013 Муртазаев Акраман Тагирович  
Грозненский государственный нефтяной технический университет  
им. академика М.Д. Миллионщикова  
E-mail: kuladzhit@list.ru, s.murtazaev@mail.ru

Обосновано применение матричной формулы профессора М.Д. Каргополова в расчетах себестоимости строительных материалов, дан анализ современного подхода к определению стоимости строительных работ.

*Ключевые слова:* матричная формула профессора М.Д. Каргополова, себестоимость строительной продукции, нормативы цены строительства, нормативы цены конструктивных решений.

Как известно, для оценки экономической эффективности строительных материалов и конструкций до сих пор на практике используются методики, заложенные в действующих Инструкциях СН 509-78, СН 423-71, например, при оценке новых строительных композиционных материалов на основе техногенных отходов или комплексной модифицирующей добавки (КМД), представляющей собой механоактивированные золошлаковые смеси, суперпластификатор С-3 и органические ПАВ, полученные в лаборатории строительного факультета Грозненского государственного нефтяного технического университета им. академика М.Д. Миллионщикова<sup>1</sup>.

Расчет ожидаемого годового экономического эффекта от использования растворов с КМД на строительных площадках (с включением затрат транспортирования их на завод, операций по сушке и первоначальному помолу, а также последующему совместному помолу с суперпластификатором) выполнен в соответствии с Инструкцией СН 509-78 по сопоставлению общеизвестных приведенных затрат по базовой и новой технике, где приведенные затраты представляют собой сумму себестоимости и нормативных отчислений от капитальных вложений в производственные фонды.

В сметах затрат, как правило, учитываются затраты: на сырье, основные и вспомогательные

материалы, топливо и энергию, амортизацию, заработную плату и отчисления на социальные нужды, прочие затраты.

В строительстве перечень расходов, а также порядок их отражения в бухгалтерском учете регулируются Положением по бухгалтерскому учету "Учет договоров строительного подряда" ПБУ 2/2008, утвержденным Приказом Минфина России от 24 октября 2008 г. № 116н. При формировании себестоимости строительной продукции в качестве основного используется допущение временной определенности фактов хозяйственной деятельности, т.е. затраты на производство строительных работ включаются в себестоимость работ того календарного периода, к которому они относятся, независимо от времени их возникновения и независимо от времени оплаты - предварительной или последующей.

Строительная организация, выполняющая однородные специальные виды работ или осуществляющая строительство однотипных объектов с незначительной продолжительностью их строительства, может вести учет методом накопления затрат за определенный период времени по видам работ и местам возникновения затрат. Тогда себестоимость сданных заказчику строительных работ определяется расчетным путем исходя из процента, исчисленного как отношение фактических затрат по производству работ,

находящихся в незавершенном производстве, к их договорной стоимости, договорной стоимости сдаваемых работ или с помощью других экономически обоснованных методов, установленных организацией при формировании учетной политики.

На современном этапе все расчеты по определению показателей стоимости производимой продукции можно осуществить путем применения матричной формулы профессора М.Д. Каргополова<sup>2</sup>. Эта формула в 1999 г. впервые на симпозиуме была озвучена в докладе “Формула полной себестоимости производства единицы продукции, работ, услуг”<sup>3</sup>, а с докладом “Инновационный инструмент для измерения истинной величины издержек производства и ожидаемых результатов (матричная формула себестоимости и цены)” доктор экономических наук М.Д. Каргополов выступил на Международной конференции “Математика, экономика, менеджмент: 100 лет со дня рождения Л.В. Канторовича (Нобелевского лауреата)” в СПбГУ в феврале 2012 г.<sup>4</sup>

Предложенная профессором М.Д. Каргополовым матричная формула имеет вид<sup>5</sup>

$$P = (E - A^T)^{-1} D^T C,$$

где  $P = \|p_j\|, j = \overline{1, n}$  - искомый вектор-столбец производственной (полной) себестоимости производства единицы продукции (работ, услуг);

$E$  - единичная матрица  $n \times n$ ;

$A = \|a_{ij}\|, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, n}$  - матрица  $n \times n$  норм расхода ресурсов собственного производства;

$D = \|d_{ij}\|, i \in LUR, j = \overline{1, n}$  - матрица норм расхода первичных ресурсов ( $L$  - переменные,  $R$  - постоянные);

$T$  - знак транспонирования для матриц  $A$  и  $D$ ;

$C = \|c_i\|, i \in LUR$ , - вектор-столбец оптово-заготовительных цен первичных ресурсов.

Для расчета цены продукции, как производной себестоимости по данной матричной формуле профессором М.Д. Каргополовым было предложено произвести расчеты цены производителя для всех  $n$ -видов продукции (работ, услуг), для чего были дополнены:

а) матрица  $D$  одной, последней,  $(L + R + I)$ -й строкой, где элементы в этой строке характери-

зуют прибыль, которую планирует иметь (или имеет) предприятие с единицы соответствующего вида продукции (работ, услуг);

б) вектор  $C$  - одним, последним,  $(L + R + I)$ -м элементом, равным единице.

Основу информационного обеспечения решения балансовых моделей составляет матрица ( $A$ ) - матрица коэффициентов прямых материальных затрат по конкретным направлениям их использования. Экономическим содержанием этих коэффициентов являются нормы расхода потребленной продукции (ресурсов собственного производства), произведенной данной экономической системой (предприятием).

Для применения указанной матричной формулы в вычислениях себестоимости единицы продукции статьи затрат необходимо разделить на две группы: статьи затрат ресурсов собственного производства (как правило, всегда производимых на производстве) и статьи затрат первичных ресурсов. Статьи затрат первичных ресурсов подразделяются на переменные ( $L$  - видов) и постоянные ( $R$  - видов). Нормы расхода переменных ресурсов  $d_{ij}$  не зависят от объемов производства, а нормы расхода постоянных затрат  $d_{ij}$  зависят от объемов производства, и поэтому они пересчитываются на единицу фактических (плановых) объемов производства продукции (работ, затрат).

Стрелчевыми показателями в данной системе являются экономические показатели, характеризующие затраты и результаты производственного процесса. Затраты как экономическая категория представляют собой количественное выражение потребленных производственных ресурсов в процессе производства продукции. Результаты как экономическая категория представляют собой количественное выражение продукции, работ и услуг, произведенных в процессе производства путем преобразования ресурсов. При этом поскольку производство является материальным, количественное выражение потребленных ресурсов (затраты) всегда должно быть равно количественному выражению произведенной продукции (результаты).

Ниже приведен пример для условного предприятия строительного комплекса: комбинат железобетонных изделий (ЖБИ), включающий

Таблица 1. Характеристика цехов комбината железобетонных изделий

Цех	Продукция	Производственная мощность (М)	Товарная продукция (У)
1. Водонасосная станция	Вода, м <sup>3</sup>	1 485 252	-
2. Парокотельный	Пар, м <sup>3</sup>	176 172	-
3. Компрессорная станция	Сжатый воздух, м <sup>3</sup>	66 732 360	-
4. Цементный	Цемент, т	181 200	-
5. Бетонный	Бетон, м <sup>3</sup>	362 400	100 000
6. Железобетонный	Железобетон, м <sup>3</sup>	240 000	200 000

**Таблица 2. Взаимосвязь производимой продукции с первичными ресурсами и ресурсами собственного производства, нормы потребления на ЖБИ**

Продукция	Производственные ресурсы (статьи затрат)	Норма расхода, е.и.р/е.и.п
1. Вода, м <sup>3</sup>	- Электроэнергия, кВт·ч	0,32
	- Вспомогательные материалы, кг	0,0025
	- Оплата труда, долл.	0,008
	- Амортизация, долл.	0,023
	- Прочие, долл.	0,2
2. Пар, м <sup>3</sup>	- Вода, м <sup>3</sup>	1
	- Электроэнергия, кВт·ч	11,12
	- Вспомогательные материалы, кг	0,09
	- Оплата труда, долл.	0,368
	- Амортизация, долл.	0,253
3. Сжатый воздух, м <sup>3</sup>	- Прочие, долл.	2,963
	- Электроэнергия, кВт·ч	0,069
	- Вспомогательные материалы, кг	0,00032
	- Оплата труда, долл.	0,000289
	- Амортизация, долл.	0,0001
4. Цемент, т	- Прочие, долл.	0,039
	- Цементный клинкер, т	1,01
	- Сжатый воздух, м <sup>3</sup>	35,3
	- Пар, м <sup>3</sup>	0,11
	- Вода, м <sup>3</sup>	4,9
	- Электроэнергия, кВт·ч	89,23
	- Вспомогательные материалы, кг	5,36
	- Оплата труда, долл.	0,75
	- Амортизация, долл.	2,31
	- Прочие, долл.	20,102
5. Бетон, м <sup>3</sup>	- Цемент, т	0,5
	- Граншлак (песок), т	0,6
	- Щебень, т	1,4
	- Пластификатор С-3, кг	1,5
	- Сжатый воздух, м <sup>3</sup>	140
	- Пар, м <sup>3</sup>	0,1
	- Вода, м <sup>3</sup>	0,5
	- Электроэнергия, кВт·ч	15
	- Вспомогательные материалы, кг	0,0025
	- Оплата труда, долл.	1,01
	- Амортизация, долл.	0,5
	- Прочие, долл.	0,2
	6. Железобетон, м <sup>3</sup>	- Бетон, м <sup>3</sup>
- Арматурный каркас, т		0,1
- Смазка, кг		3
- Сжатый воздух, м <sup>3</sup>		40
- Пар, м <sup>3</sup>		0,5
- Вода, м <sup>3</sup>		1
- Электроэнергия, кВт·ч		30
- Вспомогательные материалы, кг		0,00011
- Оплата труда, долл.		3,89
- Амортизация, долл.		1,326
- Прочие, долл.	35,12	

6 цехов, каждый из которых производит один вид продукции, общая характеристика цехов которых представлена в табл. 1.

В табл. 2 приведены нормы расходов производственных ресурсов и ресурсов для получения РСП (вода, пар, сжатый воздух, бетон).

К условно-постоянным расходам отнесены расходы на амортизацию и прочие.

В табл. 2 нормы расхода ресурсов приведены на единицу производственной мощности. В дальнейшем они будут пересчитаны на единицу валовой продукции.

Таблица 3. Оптово-заготовительные цены  
первичных ресурсов ЖБИ

Первичные ресурсы	Цена, долл. за единицу (С)
1. Электроэнергия, кВт·ч	0,1
2. Вспомогательные материалы, кг	1
3. Оплата труда, долл.	1
4. Амортизация, долл.	1
5. Прочие, долл.	1
6. Гранулированный шлак (песок), т	0,6
7. Щебень, т	5
8. Пластификатор С-3, кг	1
9. Арматурный каркас, т	339,3
10. Смазка, кг	0,7
11. Цементный клинкер, т	57

В табл. 3 приведен вариант оптово-заготовительных цен первичных ресурсов на ЖБИ.

Таким образом, в табл. 1-3 имеются все необходимые данные для выполнения расчетов по вышеуказанной матричной формуле профессора М.Д. Каргополова, которые отражены в исходных матрицах (табл. 4).

В среде Microsoft Office Excel матричная формула, определяющая искомые значения элементов вектора Р, записывается следующим выражением:  
=МУМНОЖ(МУМНОЖ(МОБР  
(Е-ТРАНСП(А));ТРАНСП(Д));С).

Вектор валовой продукции (Х) рассчитывается путем решения основного балансового уравнения:

$$X = (E - A)^{-1} \cdot Y.$$

Таблица 4. Исходные матрицы А, У, D, ДЦ, С

				А				У
Вода	0	1	0	4,9	0,5	1	0	
Пар	0	0	0	0,11	0,1	0,5	0	
Сж. В	0	0	0	35,3	140	40	0	
Цемент	0	0	0	0	0,5	0	0	
Бетон	0	0	0	0	0	1,01	100000	
ЖБ	0	0	0	0	0	0	200000	
				Е				М
Вода	1	0	0	0	0	0	1485252	
Пар	0	1	0	0	0	0	176172	
Сж. В	0	0	1	0	0	0	66732360	
Цемент	0	0	0	1	0	0	181200	
Бетон	0	0	0	0	1	0	362400	
ЖБ	0	0	0	0	0	1	240000	
				Д				
Электр.	0,32	11,12	0,069	89,23	15	30		
Вспом. М	0,0025	0,09	0,00032	5,36	0,0025	0,00011		
Оплата Т	0,008	0,368	0,000289	0,75	1,01	3,89		
Аморт.	0,0276	0,3036	0,00012	2,772	0,6	1,5912		
Прибыль	0,24	3,5556	0,0468	24,1224	0,24	36,144		
Граншлак	0	0	0	0	0,6	0		
Щебень	0	0	0	0	1,4	0		
Пл. С-3	0	0	0	0	1,5	0		
Арматура	0	0	0	0	0	0,1		
Смазка	0	0	0	0	0	3		
Цем. Кли	0	0	0	1,01	0	0		
Прибыль	0	0	0	0	0	0		
Аморт.	0,023	0,253	0,0001	2,31	0,5	1,326		
Прочие	0,2	2,963	0,039	20,102	0,2	30,12		
				ДЦ				С
Электр.	0,32	11,12	0,069	89,23	15	30	0,1	
Вспом. М	0,0025	0,09	0,00032	5,36	0,0025	0,00011	1	
Оплата Т	0,008	0,368	0,000289	0,75	1,01	3,89	1	
Аморт.	0,0276	0,3036	0,00012	2,772	0,6	1,5912	1	
Прочие	0,24	3,5556	0,0468	24,1224	0,24	36,144	1	
Граншлак	0	0	0	0	0,6	0	0,6	
Щебень	0	0	0	0	1,4	0	5	
Пл. С-3	0	0	0	0	1,5	0	1	
Арматура	0	0	0	0	0	0,1	339,3	
Смазка	0	0	0	0	0	3	0,7	
Цем. Кли	0	0	0	1,01	0	0	57	
Прибыль	0,06202	1,14786	0,010886	20,71391	14,46926	31,8164	1	

Таблица 5. Результаты расчетов полной себестоимости и цены единицы продукции ЖБИ при помощи матричной формулы

Продукция	X - валовой объем	P- полная себестоимость затрат	Прибыль П	Pц - плановая производственная цена
Вода	1 237 710	0,3101	0,06202	0,37212
Пар	146 810	5,7393	1,14786	6,94918
Сж. В	55 610 300	0,054429	0,010886	0,065315
Цемент	151 000	103,5696	20,71391	125,1047
Бетон	302 000	72,34632	14,46926	99,25917
ЖБ	200 000	159,082	31,8164	219,1828

В среде Microsoft Office Excel искомые значения элементов вектора X записываются и определяются следующим выражением:

$$= \text{МУМНОЖ}(\text{МОБР}(\text{E}-\text{A}); \text{У}).$$

В матрицах D и ДЦ вписаны уже пересчитанные нормы расхода по условно-постоянным расходам (по Амортизации и Прочим). Вектор (P) содержит искомые значения полной себестоимости единицы всех шести продуктов (вода, пар, сжатый воздух, цемент, бетон, железобетон).

Таким образом, если в среде Microsoft Office Excel матричная формула, определяющая искомые значения элементов вектора P, записывается выражением:

$$= \text{МУМНОЖ}(\text{МУМНОЖ}(\text{МОБР}(\text{E}-\text{ТРАНСП}(\text{A})); \text{ТРАНСП}(\text{D})); \text{C}),$$

то вектор Pц содержит искомые значения плановой производственной цены, и в среде Microsoft Office Excel матричная формула, определяющая искомые значения элементов этого вектора, записывается выражением:

$$= \text{МУМНОЖ}(\text{МУМНОЖ}(\text{МОБР}(\text{E}-\text{ТРАНСП}(\text{A})); \text{ТРАНСП}(\text{DЦ})); \text{C}).$$

Вектор (П) задает планируемый уровень прибыли с единицы продукции в долл./ед.п, например, ~20 % от себестоимости (табл. 5).

На основании изложенного выше материала можно сделать вывод о том, что матричная формула профессора М.Д. Каргополова позволяет решать задачи по расчетам и выявлению разных вариантов стоимостных показателей продукции (или ее компонентов) с учетом расходов и реальных цен на строительные материалы и конструкции, в том числе отвечающих лучшим отечественным и мировым технологиям. Поэтому такая формула является инновационным инструментом, позволяющим определять фактические или проектируемые цены (с широкой вариативностью) на строительную продукцию на современном этапе.

<sup>1</sup> См.: Муртазаев С.-А.Ю., Исмаилова З.Х. Использование местных техногенных отходов в мелкозернистых бетонах // Строительные материалы. 2008. □ 3. С. 57; Мелкозернистые бетоны из вторичного сырья для ремонта и восстановления поврежденных зданий и сооружений / Ю.М. Баженов [и др.]. Грозный, 2011. URL: <http://www.pol-beton.ru/organo.html>; Муртазаев С.-А.Ю. Эффективные бетоны и растворы на основе вторичного сырья для ремонтно-строительных работ : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Грозный, 2009; Формирование себестоимости строительных композитов, полученных с использованием керамического кирпичного боя / С.-А.Ю. Муртазаев [и др.] // Экономические науки. 2012. □ 2 (87). С. 224-229.

<sup>2</sup> См.: Каргополов М.Д. Формула полной себестоимости производства единицы продукции, работ, услуг // Тез. докл. Российского научного симпозиума. Москва-Сочи, 1999. С. 37-40; *Его же*. Матричная формула производственной себестоимости и цены единицы продукции (работ, услуг) // Математика, экономика, менеджмент: 100 лет со дня рождения Л.В. Канторовича : материалы Междунар. науч. конф. СПб., 2012. С. 146-147; *Его же*. Межоперационные балансы затрат и результатов производства: теория и практика. Архангельск, 2001; *Его же*. Балансовые методы в эконометрических расчетах на предприятии : учеб. пособие. Архангельск, 2012.

<sup>3</sup> Каргополов М.Д. Формула полной себестоимости производства единицы продукции, работ, услуг.

<sup>4</sup> Каргополов М.Д. Матричная формула производственной себестоимости и цены единицы продукции (работ, услуг).

<sup>5</sup> См.: Каргополов М.Д. Формула полной себестоимости производства единицы продукции, работ, услуг; *Его же*. Матричная формула производственной себестоимости и цены единицы продукции (работ, услуг); *Его же*. Межоперационные балансы затрат и результатов производства: теория и практика; *Его же*. Балансовые методы в эконометрических расчетах на предприятии.

Поступила в редакцию 04.03.2013 г.