

Брикач Г.Е.

д.э.н., профессор, Гомельский государственный технический университет
brikach@mail.ru

Садченко А.А.

магистр, Гомельский государственный технический университет

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОЛНЫХ ЗАТРАТ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТОВАРНОЙ ПРОДУКЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ РФ

Ключевые слова: производственные ресурсы, совершенная конкуренция, CVP анализ, имитационное моделирование, переменные и постоянные затраты, финансовые результаты.

Keywords: productive resources, perfect competition, CVP analysis, simulation, variables, and fixed costs, financial results.

В качестве примера в исследовании были рассмотрены результаты использования параболической аппроксимации полных затрат в имитационной модели на примере производства некоторого «i-того товара» в группе j предприятий. В табл. 1 приведены исходные данные финансовых результатов выбранного предприятия.

В процессе построения имитационной модели в качестве математического описания полных затрат (TC) было взято параболическое уравнение [1]:

$$y = aX^2 + bX + c \quad (1).$$

Таблица 1

Исходные данные для имитационной модели j-того предприятия

Показатели	Ед. изм.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Объем пр-ва	тыс. ед.	27,9	41,3	42,7	42,0	31,5
Затраты	тыс. руб.	4624,0	3536,0	8804,0	5187,0	2432,0
Выручка	тыс. руб.	7286,0	5301,0	7499,0	3625,0	2494,0

В случае описания полных затрат параболическим уравнением появляется возможность, которая позволяет корректно экономически (а не с помощью бухгалтерских методов) разделить полные затраты на постоянные и переменные, которые можно будет описать следующими уравнениями:

$$y = aX^2 + bX - \text{переменные затраты}$$

$$y = c - \text{постоянные затраты} \quad (2).$$

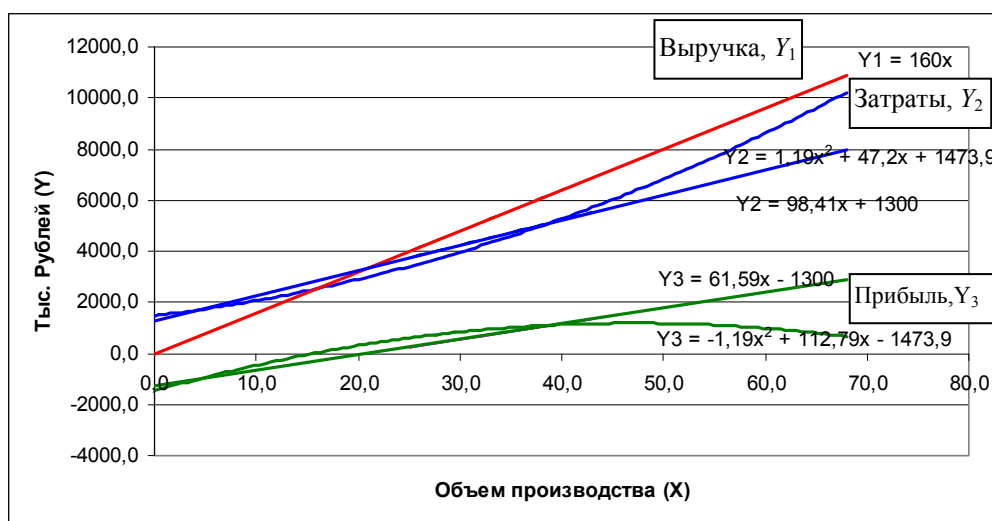


Рисунок 1.

Графическое представление общих затрат и прибыли в случае линейной и параболической аппроксимации полных затрат

При этом становится доступным расчет предельных затрат (MC), сложность расчета которого отмечается в зарубежных источниках [3]. Также возможен учет действия закона убывающей экономической отдачи. Следует отме-

титель, что широкое использование линейного уравнения для описания полных затрат (TC), которое получило распространение в отечественных экономических исследованиях [2; 3] не позволяет этого сделать. Наличие такого обстоятельства приводит к парадоксальному экономическому выводу, который допускает организацию на « j -том предприятии» бесконечно большого объема производства « i -того товара».

А это в свою очередь допускает получение на « j -том предприятии» бесконечно большой прибыли. То есть линейная аппроксимация полных затрат (TC) не учитывает действия закона убывающей отдачи и при этом значение предельных затрат MC оставляет постоянным.

Количественные и качественные различия и погрешность показаны на рис. 1 при линейной и параболической аппроксимации полных затрат. Исходные данные в обоих случаях идентичны.

Таблица 2

Выходные данные имитационной модели производственно-финансовой деятельности « j -того предприятия»

Объем производства « i -того товара»	ATC^*	MC^{**}	Полные затраты (TC)	Выручка	Прибыль	Рентаб
тыс. ед.	руб./ед.	руб./ед.	тыс. руб.	тыс. руб.	тыс. руб.	продаж
25,0	137,1	108	3403	3751	349	9,30%
26,0	136	110,4	3511,3	3901	390,7	10,00%
27,0	135,1	112,8	3621,9	4051	430,1	10,60%
28,0	134,4	115,2	3734,9	4201	467,1	11,10%
29,0	133,7	117,6	3850,3	4351	501,7	11,50%
30,0	133,2	120	3968,1	4501	533,9	11,80%
31,0	132,8	122,4	4088,3	4651	563,7	12,10%
32,0	132,6	124,8	4210,9	4801	591,1	12,30%
33,0	132,4	127,2	4335,9	4951	616,1	12,40%
34,0	132,2	129,6	4463,3	5101	638,7	12,50%
<i>Оптимальный по затратам объем производства = 35,0 тыс. ед., т.к. при таком объеме производства выполняется критерий $ATC=MC=131$ руб./ед.</i>						
35,0	131,2	131,0	4592,1	5250,0	657,9	12,5%
36,0	132,2	134,4	4725,2	5401	676,8	13,50%
37,0	132,3	136,8	4859,8	5551	692,2	13,50%
40,0	132,9	143,9	5277,8	6001	724,2	13,10%
41,0	133,2	146,3	5422	6151	730	12,90%
42,0	133,6	148,7	5568,5	6301	733,5	12,60%
43,0	133,9	151,1	5717,4	6451	734,6	12,40%

* ATC – средние полные затраты (себестоимость 1 ед. товара).

** MC – предельные затраты.

В такой формализации полных затрат (TC) оптимизация затрат осуществлялась на основании критерия $ATC=MC$ (условие Парето эффективности использования затрат), которое можно после математических преобразований представить следующим образом:

$$(aX^2 + vX + c)/X = 2aX + v,$$

где

$$ATC = (aX^2 + vX + c)/X \quad (3)$$

$$(TC)' = MC = 2aX + v,$$

X – объем производства « i -того товара»

Тогда формула для определения оптимального объема производства по затратам (Парето эффективность) выглядела следующим образом:

$$X_{opt} = \sqrt{c/a},$$

где a и c – коэффициенты канонического уравнения параболы.

Экономический смысл полученного уравнения для оценки Парето эффективности рационального использования ресурсов, говорит о том, что эта оценка зависит от уровня отношения между переменными и постоянными затратами при использовании ресурсов в производстве « i -того товара».

Для проведения CVP анализа (или операционного анализа «затраты-объем-прибыль») была взята имитационная модель производственно-финансовой деятельности для « j -того предприятия» в производстве « i -того товара». Методическая часть создания такой модели была подробно описана в работах (1, 2, 3), ее численные значения представлены в табл. 2, а графические представления на рис. 2 и 3.

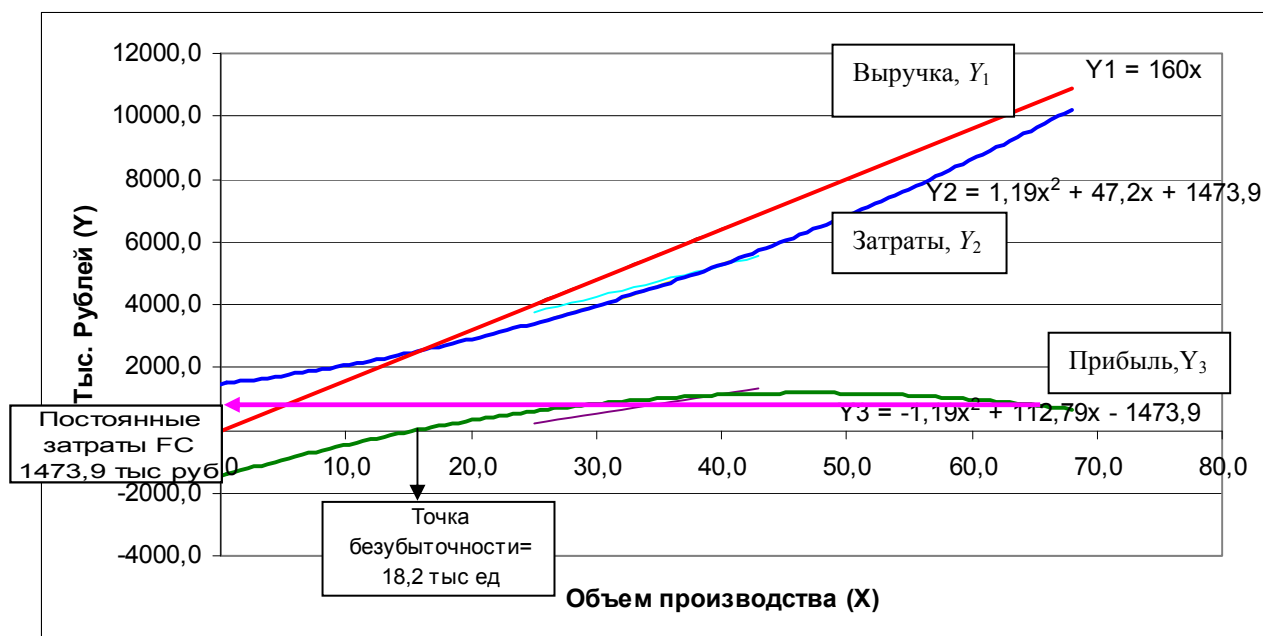


Рисунок 2.

Графические зависимости и корреляционные уравнения выручки от продаж (Y_1), затрат (Y_2), и прибыли (Y_3) от объемов производства «i-того товара» (X) с объемом производства в точке безубыточности 18,2 тыс. ед. руб./ед.

Результаты расчетов параметров *CVP* анализа с определением оценки Парето эффективного (оптимального) объема производства товаров по формуле (3) приведены в табл. 3.

Таблица 3

Параметры *CVP* анализа с оценкой Парето эффективности использования производственных ресурсов

Показатель	Объем производства «i-того товара» тыс. ед.				
	31	34	35	36	38
Выручка, тыс. руб.	4652	5102	5252	5402	5702
Переменные издержки, тыс. руб.	2615,4	2990,4	3120,2	3252,3	3523,8
Валовая маржа, тыс. руб.	2039	2114	2134	2152	2180
Коэффициент валовой маржи	0,44	0,41	0,41	0,4	0,38
Постоянные затраты, тыс. руб.	1476	1476	1476	1476	1476
Прибыль, тыс. руб.	564,7	639,7	659,9	677,8	706,2
Порог рентабельности тыс. руб.	3367,3	3561,8	3631,8	3704,5	3859,1
Объем производства «i-того товара» в точке безубыточности тыс. ед.	18,19	18,19	18,19	18,19	18,19
Сила операционного рычага	3,62	3,31	3,24	3,18	3,09
Запас финансовой прочности	27,6%	30,2%	30,9%	31,4%	32,3%
Производственный леверидж	3,6	3,3	3,2	3,2	3,1
Рентабельность продаж	12,1%	12,5%	12,5%	12,5%	12,4%
Парето эффективный объем производства тыс. ед., где $ATC=MC$, который рассчитан по формуле (3)	35,1	35,1	35,1	35,1	35,1
Общие затраты в Парето точке тыс. руб.	4598	4598	4598	4598	4598
Парето эффективность использования производственных ресурсов	-11%	-3%	0%	3%	9%
Запас финансовой прочности относительно Парето точки	-5,2%	4,1%	6,8%	9,4%	14,2%
Предельная цена продаж (MR) в Парето точке 1 ед. руб.	148,3	135,2	131,4	127,7	121,0
Прибыль в точке Парето (цена продаж =MR), тыс. руб.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Точка равновесия при условии $ATC=MC$ при оптимальном объеме производства 35 тыс. ед. и ценой предельного дохода $MR=131$ руб./ед.

Сопоставление данных табл. 2 по строке, где выполняется условие $ATC=MC$ с оптимальным объемом производства «i-того товара» 35 тыс. ед. с данными таблицы 3 по строке «Парето эффективный объем производства», который рассчитывался по формуле (2), показывает, что объем производства имеет такое же значение – 35,1 тыс. ед. Это говорит о том, что можно не проводить табулирование производственных функций ATC и MC для поиска критерия $ATC=MC$, как это сделано в таблице 2, а просто находить это условие, используя формулу (3) (см. табл. 3).

Анализ приведенных данных в табл. 3 показывает, что формульный расчет Парето эффективности рационального использования ресурсов, где $ATC=MC$, который рассчитан по формуле (3) позволяет проводить экономическое исследование объекта в области предельного дохода. Используемые в настоящее время параметры *CVP* анализа решение такой оптимизационной задачи не дают.

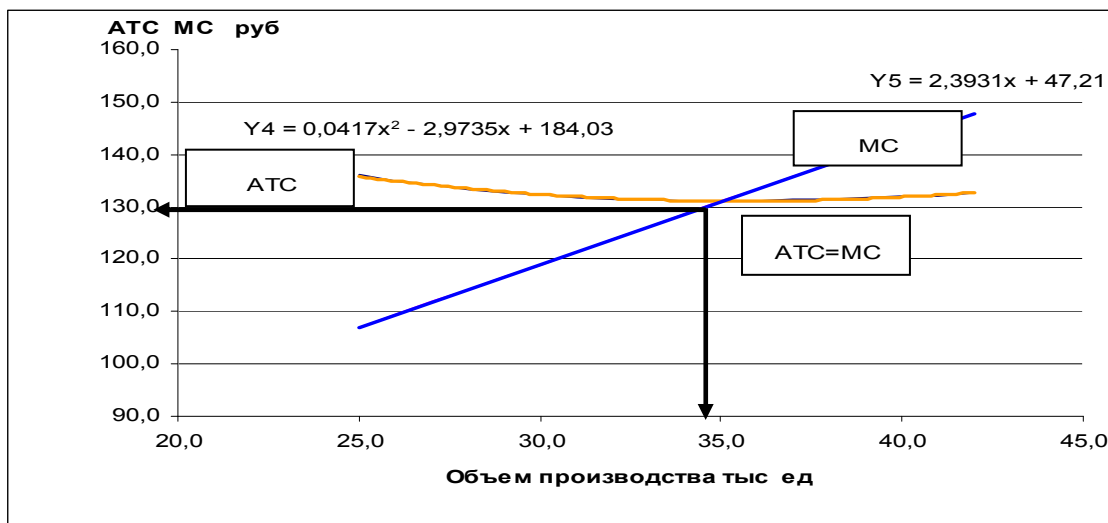


Рисунок 3.

Графические зависимости и их корреляционные уравнения Y4 средних полных затрат (АТС) и Y5 предельных затрат (МС) от объемов производства «i-того товара» (X).

В настоящее время многие значимые параметры в активно используемом *CVP* анализе рассчитываются на основе определения точки безубыточности и порога рентабельности. При сопоставлении расчетов параметров *CVP* анализа по выделенным и не выделенным жирным шрифтом строкам табл. 3 видно, что чувствительность параметров с оценкой Парето эффективности рационального использования ресурсов позволяет проводить оптимизационный экономический анализ. В свою очередь этот параметр в формульном представлении (3), можно ввести как дополнительный в систему традиционно используемых расчетных параметров *CVP* анализа.

Данный подход был апробирован в группе «j предприятий» с целью выявления «узких мест» затратной политики в производстве «i-того товара» на исследуемых предприятиях. В табл. 4 приведены результаты анализа описанного выше подхода, с помощью которого было проведено разделение общих затрат на постоянные и переменные, с дальнейшей их оптимизацией с помощью метода нормализации относительно среднего значения рассчитанных Парето эффективных объемов производства «i-того товара» для каждого отдельного предприятия выборки.

В результате проведенного исследования с использованием параболической аппроксимации были определены конкретные значения объемов производства «i-того товара» с Парето эффективным использованием ресурсов для каждого «j-того предприятия» выборки табл. 3, а также осуществлено разделение общих затрат на постоянные и переменные и найдено их оптимальное соотношение 29,4% (FC) и 70,6% (VC) в общих затратах (ТС).

Таблица 4

Исходные и оптимизированные значения постоянных (FC) и переменных (VC) затрат в точках оптимальных объемов производства «i-того товара» в группе « j предприятий»

Группа «j предприятий»	Парето эффективный объем производства «i-того товара» тыс. ед.	FC – оптимальные постоянные затраты, тыс. руб.	FC – исходные постоянные затраты, тыс. руб.	Абсолютное отклонение оптимальных FC от исходных	VC – оптимальные переменные затраты, тыс. руб.	VC – исходные переменные затраты, тыс. руб.	Абсолютное отклонение оптимальных VC от исходных	Доля FC в общих оптимальных затратах ТС	Доля FC в общих исходных затратах ТС
1	15,32	599,27	800,07	-200,7	1439,54	1838,82	-399,28	29,4%	30,3%
2	18,34	718,15	296,61	421,64	1725,16	694,9	1030,26	29,4%	29,9%
3	18,79	735,87	494,01	241,96	1767,72	1138,75	628,97	29,4%	30,3%
4	19,44	761,46	475,39	286,17	1829,19	1228,31	600,88	29,4%	27,9%
5	19,53	765	800,09	-34,99	1837,7	1424,62	413,08	29,4%	36,0%
6	19,67	770,51	999,84	-229,23	1850,94	4749,27	-2898,33	29,4%	17,4%
7	21,06	825,23	797,7	27,63	1982,4	1194,53	787,87	29,4%	40,0%
8	21,23	831,92	997,53	-165,51	1998,48	2637,41	-638,93	29,4%	27,4%
16	26,22	1028,37	1250,08	-221,61	2470,41	5649,56	-3179,15	29,4%	18,1%
17	26,22	1028,37	1250,08	-221,61	2470,41	5649,56	-3179,15	29,4%	18,1%
22	41,72	1638,55	2500,1	-861,45	3936,34	3326,7	609,64	29,4%	42,9%
23	45,44	1785	1999,87	-214,77	4288,16	4872,27	-584,11	29,4%	29,1%
Среднее значение	25,13	985,32	985,32		2367	2367			31,0%
Стандартное отклонение	7,34	285,01	696,51		684,58	1828,57			6,9%

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать следующий вывод. Если использовать параболическую аппроксимацию в динамике полных затрат в имитационной модели, то это значительно расширяет границы экономического анализа исследуемой организации и позволяет рассчитывать параметры, которые ранее вы-

зывали затруднения. К ним можно отнести границы разделения полных затрат на постоянные (29,4%) и переменные (70,6%), расчет предельных издержек (МС) и определение оптимальных объемов производства с уровнем Парето эффективных полных затрат.

Список литературы

1. Брикач Г.Е., Громько Р.И. Анализ и прогнозирование финансовых результатов в условиях рынка: Бизнес-планирование. – Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2017. – 130 с.
2. Brikach G., Novotorov A., Greathouse J. New Model of Forecasting Commodity Prices for Farmers // Insights to a Changing World. 2008. – June.
3. Novotorov A.V. Brikach G.E. Comprehensive Analysis of Marketing Activities of the Enterprises Using Imitating Model of the Perfect Competition // Economic Analysis, Theory and Practice. – Moscow, 2012. – July. – P. 2–6.
4. <http://ru.wikipedia.org/wiki>