Буравлев А.И., доктор технических наук, профессор.
Еланцев Г.А.

Методика оценки безубыточности хозяйственной деятельности предприятий

В статье рассматривается методический подход к оценке безубыточности предприятия для случая, когда разделение производственных издержек на условно постоянные и условно переменные издержки по тем или иным причинам не представляется возможным. Предлагаемый методический подход позволяет определять точку безубыточности для однопродуктового и многопродуктового производства. Приведены примеры расчетов.

Введение

Безубыточность является одним из показателей рациональной организации хозяйственной деятельности предприятий, в том числе и оборонных. Ее оценка позволяет определить зоны безопасности по основным показателям производства, разработать оптимальные варианты загрузки производственной мощности, оценить потребные издержки производства для выпуска продукции заданной номенклатуры. Безубыточный объем продаж и зона безопасности предприятия являются основополагающими показателями при разработке бизнес-планов, обосновании управленческих решений, оценке деятельности предприятий.

Применительно к предприятиям оборонно-промышленного комплекса (далее предприятия) актуальность решения данной задачи обусловлена:

во-первых, необходимостью обеспечения как минимум такой загруженности производственных мощностей предприятий, при которой производство продукции в рамках государственного оборонного заказа (ГОЗ) было бы безубыточным;

во-вторых, необходимостью недопущения необоснованного завышения цены контракта на производство продукции в рамках ГОЗ.

Существующие методические подходы к оценке безубыточности предприятия хорошо известны (см., например, [1, 2]). Они позволяют находить точку безубыточности в случае производства одного вида продукции при известной структуре затрат (издержек), делящихся на условно постоянные и условно переменные.

Условно постоянные затраты не зависят от объема производства. Они складываются из арендной платы, повременной заработной платы персоналу, амортизационных отчислений и т.п.

Условно переменные затраты, наоборот, непосредственно связаны с объемом производства (материалы, сдельная заработная плата и т.п.) и рассчитываются на единицу произведенной продукции.

В реальных условиях предприятия редко производят только один вид продукции. Кроме того, применительно к отечественной практике бухгалтерского учета, разделение производственных затрат на условно постоянные и условно переменные зачастую не представляется возможным. В таких условиях существующие методические подходы к оценке безубыточности хозяйственной деятельности оказываются неприменимы.

Предлагаемая методика позволяет оценить условно постоянные и условно переменные затраты на основе имеющихся данных финансовой отчетности организаций [3] и определить критический объем продаж и полные затраты на производство такого

объема продукции как для однопродуктового, так и для многопродуктового производства.

1. Определение точки безубыточности для однопродуктового производства

Данные о хозяйственной деятельности предприятий представляются валовой выручкой от реализации продукции (объема продаж) W, полными затратами на производство C, объемом реализованной продукции в натуральном выражении Q, а также валовой, операционной и чистой прибылью. Полные затраты на производство продукции C включают условно постоянные издержки F и условно переменные издержки v на производство единицы продукции. Выражение полных затрат на производство через постоянные и переменные издержки имеет вид:

$$C = F + v \cdot Q . \qquad (1)$$

Предполагается, что валовая выручка при известной цене продаж единицы продукции p связана с натуральным объемом продаж Q линейной зависимостью

$$W = p \cdot Q . \qquad (2)$$

Точка безубыточности предприятия определяется из равенства валовой выручки и полных затрат на производство продукции:

$$W = C. \qquad (3)$$

Приравняв правые части выражений (1) и (2), получаем критический объем продаж $Q_{кр}$, при котором все затраты покрываются выручкой:

$$Q_{кр} = \frac{F}{p - v} . \qquad (4)$$

При этом полные затраты составят

$$C_{кр} = p \cdot Q_{кр} . \qquad (5)$$

Точка безубыточности предприятия $(C_{кр}, Q_{кр})$ показана на рисунке 1 как точка пересечения прямых OW и FC.

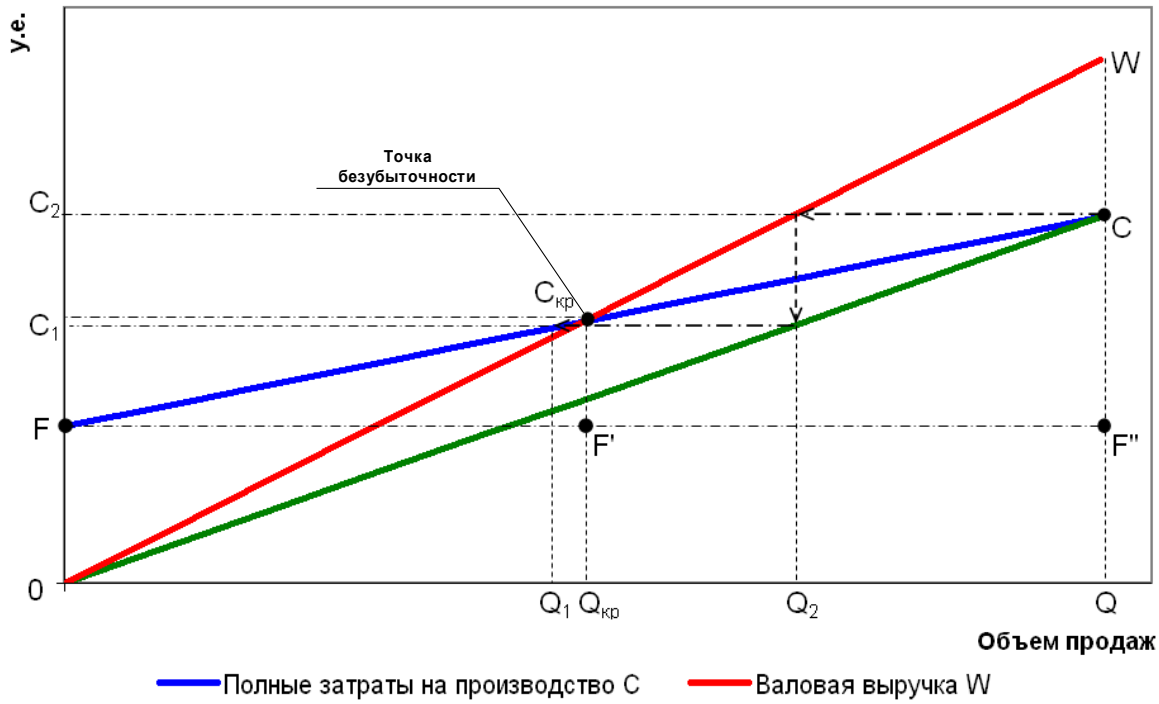

Рисунок 1 – Точка безубыточности предприятия

Здесь же показана прямая линия OC, характеризующая линейную зависимость затрат от объема продукции

$$C' = \bar{C} \cdot Q , \qquad (6)$$

где $\bar{C}$ – средняя себестоимость продукции.

Из рисунка 1 и соотношений (2), (6) видно, что:

$$1)\ C_2 = C = p \cdot Q_2 \Rightarrow Q_2 = \frac{C}{p} ; \qquad (7)$$

2) $\bar{C} \cdot Q_2 = p \cdot Q_1 \Rightarrow Q_1 = \frac{\bar{C} \cdot Q_2}{p} = \frac{C}{Q \cdot p} \cdot Q_2 = \frac{Q_2^2}{Q}$; (8)

3) точка $Q_{кр}$ находится в интервале

$$Q_1 < Q_{кр} < Q_2 . \quad (9)$$

Однако при определенных соотношениях условно постоянных и условно переменных затрат (рисунок 2) возможна ситуация, когда может находиться левее значения , т.е. в интервале

$$0 < Q_{кр} < Q_1 . \quad (10)$$

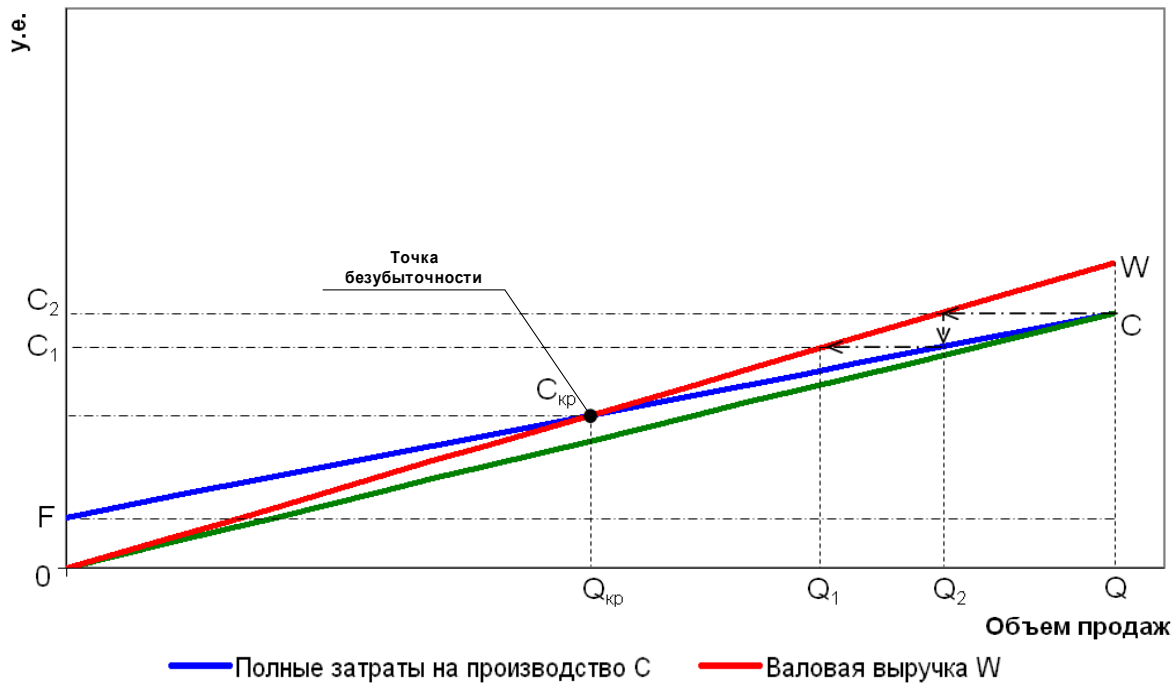

Рисунок 2 – Точка безубыточности предприятия

Сравнивая рисунки, можно заметить, что выполнение условий (7-9) зависит от доли условно постоянных издержек F в полных производственных затратах предприятия C. Найдем это соотношение для неравенства $Q_{кр} < Q_1$. Подставляя в него выражения (4), (7-8) и выполняя несложные преобразования, получим

$$F < \frac{C}{1+R} , \quad (11)$$

где $R = \frac{W}{C}$ – показатель рентабельности производства.

Поскольку величина постоянных издержек неизвестна, то естественно принять ее случайной величиной для конкретного предприятия. Если известна статистика распределения доли постоянных затрат $X = \frac{F}{C}$ для предприятий определенной сферы, то по ней можно построить статистическую функцию распределения и аппроксимировать ее подходящим теоретическим распределением. В качестве теоретического распределения целесообразно использовать бета-распределение с параметрами $\alpha \geq 1$; $\beta \geq 1$; $B(\alpha, \beta)$:

$$f_X(x) = \frac{x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1}}{B(\alpha, \beta)} , \quad (12)$$

которое позволяет получить практически любое унимодальное распределение [4]. Здесь $B(\alpha, \beta) = \frac{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)}{\Gamma(\alpha+\beta)}$ – бета-функция, рассчитываемая с помощью гамма-функции: $\Gamma(\lambda+1) = \lambda\Gamma(\lambda)$; $\Gamma(1) = 1$, где $\lambda \neq 0$ – параметр гамма-функции.

В частности, при $\alpha = 1$; $\beta = 1$ получаем закон равномерной плотности $f_X(x) = 1$; $0 \leq x \leq 1$.

По функции распределения можно рассчитать вероятность события (11):

$$P\left(X<\frac{1}{1+R}\right)=\int_0^{\frac{1}{1+R}} f_X(x)\,dx=p,$$

а также вероятность противоположного события

$$P\left(X\geq\frac{1}{1+R}\right)=1-p.$$

Далее на основе отношения правдоподобия

$$\frac{P\left(X<\frac{1}{1+R}\right)}{P\left(X\geq\frac{1}{1+R}\right)}=\frac{p}{1-p} \qquad (13)$$

принимается наиболее правдоподобная гипотеза о выполнении неравенств (9) или (10) [4]. Так, при $\frac{p}{1-p}>1$ принимается гипотеза $0<Q_{kp}<Q_1$, а при $\frac{p}{1-p}<1$ – гипотеза $Q_1<Q_{kp}<Q_2$.

Для получения оценок Q_{kp} относительно принимаемых гипотез обозначим $Z=Q_{kp}$ и выразим эту случайную величину через $X=\frac{F}{C}$. Из формул (2), (5) получаем $Z=\frac{Q\cdot X}{R-1+X}$. Используя это выражение, можно найти распределение для случайной величины Z [4]:

$$f_Q(z)=f_X(x)\left|\frac{\partial x}{\partial z}\right|.$$

С помощью распределения $f_Q(z)$ нетрудно получить оценки максимального правдоподобия для критического объема производства Q_{kp}. Они определяются как условные математические ожидания относительно принимаемых гипотез:

$$\hat{Q}_{kp}^{(1)}=\int_0^{Q_1} z f_Q(z|0<Q_{kp}<Q_1)\,dz;$$

$$\hat{Q}_{kp}^{(2)}=\int_{Q_1}^{Q_2} z f_Q(z|Q_1<Q_{kp}<Q_2)\,dz,$$

где $f_Q(z|0<Q_{kp}<Q_1)=\frac{f_Q(z)}{\int_0^{Q_1} f_Q(z)\,dz}$;

$f_Q(z|Q_1<Q_{kp}<Q_2)=\frac{f_Q(z)}{\int_{Q_1}^{Q_2} f_Q(z)\,dz}$ – условные распределения случайной величины $Z=Q_{kp}$.

Рассмотрим случай равномерного распределения случайной величины X. В этом случае $p=\frac{1}{1+R}$ и отношение правдоподобия составляет

$$\frac{p}{1-p}=\frac{1}{R},$$

что при $R>1$ означает однозначное принятие гипотезы $Q_1<Q_{kp}<Q_2$, так как для $R<1$ критического объема Q_{kp} просто не существует (прямые OW и FC не пересекаются).

В качестве оценки Q_{kp} принимается оценка максимального правдоподобия

$$\hat{Q}_{kp}=\frac{Q_1+Q_2}{2}=\frac{C}{2p}\cdot\left(1+\frac{C}{p\cdot Q}\right). \qquad (14)$$

Среднеквадратическое отклонение (СКО) полученной оценки Q_{kp} от истинного значения составляет

$$\sigma_{Q_{kp}}=\frac{Q_2-Q_1}{2\sqrt{3}}. \qquad (15)$$

Данные оценки используем для определения условно постоянных и условно переменных затрат.

Из подобия треугольников $FC_{kp}F'$ и FCF'' имеем:

$$\frac{C_2-F}{C_{kp}-F}=\frac{Q}{Q_{kp}},$$

откуда оценка постоянных затрат

$$\hat{F}=\frac{\hat{Q}_{kp}\cdot(W-C_2)}{Q-\hat{Q}_{kp}}. \qquad (16)$$

Оценку переменных затрат находим из выражения (1):

$$\hat{v}=\frac{C_2-\hat{F}}{Q}. \qquad (17)$$

Для оценки погрешности определения постоянных F и переменных v затрат используем величины среднеквадратических отклонений σ_F, σ_v:

$$\sigma_F \approx \left|\frac{\partial \hat{F}}{\partial \hat{Q}_{kp}}\right| \cdot \sigma_{Q_{kp}} = \frac{\hat{F} \cdot Q}{\hat{Q}_{kp} \cdot \left(Q - \hat{Q}_{kp}\right)} \cdot \sigma_{Q_{kp}}; \quad (18)$$

$$\sigma_v \approx \left|\frac{\partial \hat{v}}{\partial \hat{Q}_{kp}}\right| \cdot \sigma_{Q_{kp}} = \frac{\hat{F}}{\hat{Q}_{kp} \cdot (Q - \hat{Q}_{kp})} \cdot \sigma_{Q_{kp}} = \frac{\sigma_F}{Q}. \quad (19)$$

Рассмотрим примеры применения рассмотренной выше методики.

Пример 1. Предприятие произвело 1000 ед. изделий, выручка от реализации которых составила 40 тыс. у.е., а полные затраты на производство составили 32 тыс. у.е.

Требуется определить точку безубыточности производства, постоянные и переменные затраты.

Решение. Полагая Q = 1000 ед., W = 40 тыс. у.е., C_2 = 32 тыс. у.е., находим среднюю цену продаж $p = \frac{W}{Q}$ = 40 у.е.

Далее определяем границы интервала, в пределах которого находится точка безубыточности:

$$Q_2 = \frac{C_2}{p} = 800 \text{ ед.}; \quad Q_1 = \frac{Q_2^2}{Q} = 640 \text{ ед.}$$

По формуле (14) находим оценку точки безубыточности: $\hat{Q}_{кр} = \frac{Q_1 + Q_2}{2} = 720$ ед.

По формулам (16), (17) рассчитываем оценки постоянных и переменных затрат:

$$\hat{F} = \frac{\hat{Q}_{kp} \cdot (W - C_2)}{Q - \hat{Q}_{кр}} = 20{,}6 \text{ тыс. у.е.};$$

$$\hat{v} = \frac{c_2 - \hat{F}}{Q} = 11{,}4 \text{ у.е.}$$

Оценим погрешность определения искомых величин.

СКО критического объема продаж $Q_{кр}$. составляет $\sigma_{Q_{кр}} = \frac{Q_2 - Q_1}{2\sqrt{3}} = 23{,}5$, а коэффициент вариации – $\eta_{Q_{кр}} = \frac{\sigma_{Q_{кр}}}{\hat{Q}_{kp}} \cdot 100\% = 3{,}2\%$.

СКО и коэффициенты вариации постоянных и переменных затрат равны:

$$\sigma_F \approx \frac{\hat{F} \cdot Q}{\hat{Q}_{kp} \cdot \left(Q - \hat{Q}_{kp}\right)} \cdot \sigma_{Q_{кр}} = 2{,}4 \text{ тыс. у.е.};$$

$$\eta_F = \frac{\sigma_F}{\hat{F}} \cdot 100\% = 11{,}6\%;$$

$$\sigma_v \approx \frac{\sigma_F}{Q} = 2{,}4 \text{ у.е.}; \quad \eta_v = \frac{\sigma_v}{\hat{v}} \cdot 100\% = 21\%.$$

Произведем расчет точного и приближенного значения точки безубыточности для следующих исходных данных.

Пример 2. Предприятие реализовало Q = 1000 ед. продукции и получило валовую выручку W = 12 тыс. у.е. Постоянные затраты на производство продукции составили F = 6,4 тыс. у.е, а переменные затраты на каждую единицу продукции v = 4 у.е. Требуется определить точку безубыточности предприятия точным и приближенным методом.

Решение. Цена реализации единицы продукции составляет: $p = \frac{W}{Q} = 12$ у.е., полные затраты на производство равны: $C = F + v \cdot Q = 10{,}4$ тыс. у.е., а точное значение критического объема продаж равно: $Q_{кр} = \frac{F}{p - v} = 800$ ед.

Найдем оценку безубыточности по приближенной методике:

$$Q_2 = \frac{C_2}{p} = 867 \text{ ед.}; \quad Q_1 = \frac{Q_2^2}{Q} = 751 \text{ ед.};$$

$$\hat{Q}_{кр} = \frac{Q_1 + Q_2}{2} = 809 \text{ ед.}$$

Относительная погрешность расчета составляет:

$$\sigma = \frac{\left|Q_{kp} - \hat{Q}_{kp}\right|}{Q_{kp}} \cdot 100\% = 1{,}1\%.$$

Этот и другие примеры расчета по данной методике показывают, что относительная погрешность определения точки безубыточности не превосходит 5-7%. Таким образом, методика обеспечивает вполне удовлетворительную для практики точность расчета.

2. Определение точки безубыточности многопродуктового производства

Для многопродуктового производства определение точки безубыточности является еще более актуальной задачей, так как в этом случае правильное распределение условно постоянных затрат по видам производимой продукции в значительной степени определяет рентабельность ее производства. Здесь возможны два варианта представления исходных данных.

Вариант 1.

Выходными данными для многопродуктового производства являются выручка W_i от реализации каждого вида продукции, объемы производства в натуральном выражении Q_i и полные затраты на производство каждого вида продукции C_i, $(i=\overline{1,n})$. В этом случае по каждому виду продукции по изложенной выше методике определяется оценка критического объема продаж $\hat{Q}_{ikp}$, величины постоянных $\hat{F}_i$ и переменных затрат $\hat{v}_i$.

Вариант 2.

Для данного варианта выручка W и полные затраты на производство C не разделяются по видам продукции, однако известны их объемы производства в натуральном выражении Q_i и переменные затраты на единицу продукции v_i, $(i=\overline{1,n})$.

В этом случае полные затраты предприятия на производство всех видов продукции представляются как сумма

$$C=F+V, \qquad (20)$$

где $V=\sum_{i=1}^{n} v_i Q_i$ – суммарные переменные затраты.

Суммарную выручку предприятия $W=\sum_{i=1}^{n} p_i Q_i$ выразим через переменные затраты

$$W=kV \qquad (21)$$

с помощью коэффициента средней доходности

$$k=\frac{\sum_{i=1}^{n} p_i Q_i}{\sum_{i=1}^{n} v_i Q_i}>1, \qquad (22)$$

который характеризует величину получаемой выручки на 1 рубль основных затрат.

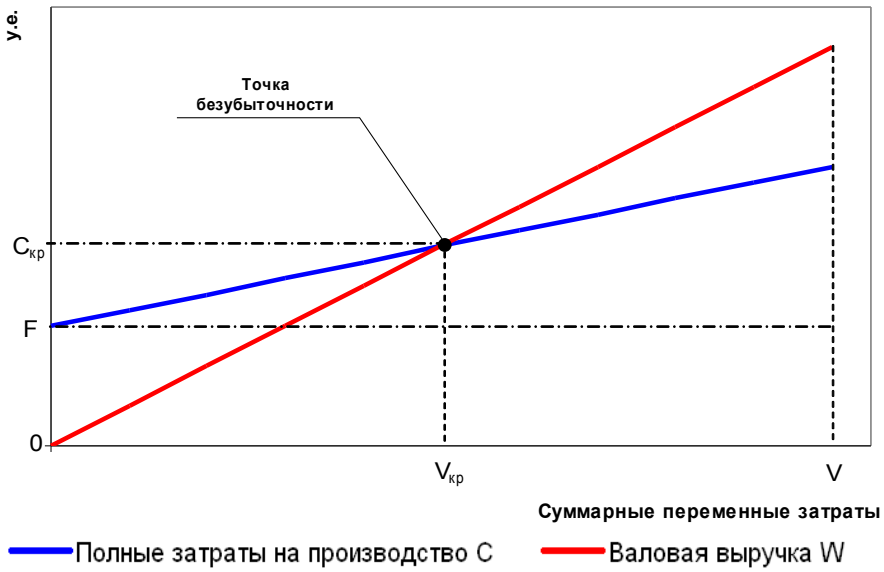

Рисунок 3 – Определение точки безубыточности предприятия при многопродуктовом производстве по переменным затратам

Из равенства $C=W$ находим точку безубыточности предприятия, выраженную величиной переменных затрат предприятия (рисунок 3):

$$V_{kp} = \frac{F}{k-1}. \qquad (23)$$

Для определения критического объема производства по каждому виду продукции $Q_{i\,kp}$ используем условие пропорциональности

$$\frac{v_i \cdot Q_i}{V} = \frac{v_i \cdot Q_{i\,kp}}{V_{kp}},$$

откуда

$$Q_{i\,kp} = \frac{V_{kp}}{V} \cdot Q_i, \ (i = \overline{1,n}). \qquad (24)$$

По критическому объему производства находим величину постоянных затрат, которые следует отнести на себестоимость производства единицы продукции i-го вида:

$$F_i = (p_i - v_i) \cdot Q_{i\,kp} = (k_i - 1) \cdot v_{i\,kp}, \qquad (25)$$

где $k_i = \frac{p_i}{v_i}$ – коэффициент доходности предприятия по i-му виду продукции.

Рассмотрим пример расчета точки безубыточности многопродуктового производства.

Пример 3. Текущая деятельность предприятия в отчетном периоде характеризуется следующими показателями (таблица 1):

Таблица 1

Показатели	Значения за отчетный период
Выручка (нетто) от реализации, тыс. руб.	18 230,0
в том числе:	
продукции	9610,0
работ	3200,0
услуг	5420,0
Себестоимость, тыс. руб.	15 350,0
Основные затраты на производство, тыс. руб.	11 830,0
в том числе:	
продукции	7560,0
работ	2400,0
услуг	1870,0

По данным таблицы рассчитываем:

- накладные (условно постоянные) расходы

$$F = C - V = 15\,350{,}0 - 11\,830{,}0 = 3\,520{,}0 \text{ тыс.руб.};$$

- коэффициенты доходности предприятия

- средний: $k = \frac{W}{V} = \frac{18230{,}0}{11830{,}0} = 1{,}54$;

- по продукции: $k_1 = \frac{W_1}{V_1} = \frac{9610{,}0}{7560{,}0} = 1{,}27$;

- по работам: $k_2 = \frac{W_2}{V_2} = \frac{3200{,}0}{2400{,}0} = 1{,}33$;

- по услугам: $k_3 = \frac{W_3}{V_3} = \frac{5420{,}0}{1870{,}0} = 2{,}9$;

- критический объем основных затрат

$$V_{kp} = \frac{F}{k-1} = \frac{3520{,}0}{0{,}54} = 6\,518{,}5 \text{ тыс. руб.};$$

- критические объемы основных затрат по

- продукции: $v_{kp1} = \frac{V_{kp}}{V} \cdot v_1 = \frac{6518{,}5}{11830{,}0} \cdot 7560{,}0 = 4165{,}7$ тыс. руб.;

- работам: $v_{kp2} = \frac{V_{kp}}{V} \cdot v_2 = \frac{6518{,}5}{11830{,}0} \cdot 2400{,}0 = 1322{,}4$ тыс. руб.;

- услугам: $v_{kp3} = \frac{V_{kp}}{V} \cdot v_3 = \frac{6518{,}5}{11830{,}0} \cdot 1870{,}0 = 1030{,}4$ тыс. руб.

- накладные расходы, отнесенные на себестоимость

- продукции: $F_1 = (k_1 - 1) \cdot v_{kp1} = 0{,}27 \cdot 4165{,}7 = 1124{,}7$ тыс. руб.;

- работ: $F_2 = (k_2 - 1) \cdot v_{kp2} = 0{,}33 \cdot 1322{,}4 = 436{,}4$ тыс. руб.;

- услуг: $F_3 = (k_3 - 1) \cdot v_{kp3} = 1{,}9 \cdot 1030{,}4 = 1957{,}8$ тыс. руб.

При этом сумма накладных расходов по каждому виду товарной продукции равна общей величине F = 3520,0 тыс. руб.

Заключение

Предложенная методика позволяет по данным действующей бухгалтерской отчетности определять с высокой точностью точки безубыточности для одно- и многопродуктового производства, оценивать структуру за-

трат (основных и накладных), относимых на себестоимость продукции. Ее практическое применение обеспечит:

проведение менеджментом предприятий более глубокого анализа всех издержек производства и определение направлений их снижения;

повышение обоснованности цены заключаемых с Минобороны и другими государственными заказчиками контрактов на поставку и ремонт вооружения и военной техники;

рациональную загруженность производственных мощностей предприятий.

Список использованных источников

1. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: Учебное пособие. Инфра – М.: 2003.

2. Ковалев В.В., Волкова О.Н. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: Учебник. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2004.

3. Новый план счетов бухгалтерского учета. – М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2005.

4. Г. Крамер. Математические методы статистики / Пер. с англ. под ред. А.Н. Колмогорова. – М.: Мир, 1976.