

## МЕХАНИЗМ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ УБЫТКОВ, СВЯЗАННЫХ С ПРОИЗВОДСТВОМ НЕКАЧЕСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Ведение промышленным предприятием производственной и коммерческой деятельности в его любом виде связано с неопределенностью экономической ситуации и изменчивости хозяйственной среды. В результате возрастает неясность и неуверенность в достижении планируемых результатов, следовательно, возрастает риск, то есть опасность неудачи и непредвиденных потерь.

В условиях современной украинской экономической системы традиционные методы управления не обеспечивают ожидаемого эффекта, поскольку ориентированы, в большей степени, или на плановую экономику, свойственную социалистическим странам или на рыночную среду развитых стран, для которой характерна стабильность и устойчивость развития. Поэтому требуется синтезировать обновление существующих систем управления, быстро реагируя на изменяющиеся условия рыночной среды. Для промышленного предприятия свойственно наличие специфических рисков, которые отсутствуют или в гораздо меньшей мере наличествуют в других отраслях.

Под производственным риском понимается превышение текущих расходов промышленного предприятия по сравнению с бизнес-планом из-за последствий различных непредвиденных ситуаций, таких как простой оборудования, недопоставки материалов. Вероятность возникновения таких ситуаций непосредственно связана со снижением уровня организации управления на предприятии из-за внешних и внутренних факторов [1].

Прежде всего, к производственным рискам относятся риски, связанные с выпуском бракованной или некачественной продукции. Также к производственным рискам относятся риски, связанные с осуществлением технологических процессов, к которым относятся как риски невыполнения производственной программы из-за неэффективной или несогласованной работы оборудования, так и риски различных поломок и аварий. Аварии на промышленных предприятиях влекут за собой не только невыполнение производственной программы, но и человеческие травмы и жертвы, а также экологический ущерб. Снижение вероятности риска выпуска некачественной продукции осуществляется совершенствованием технологических процессов или же модернизацией выпускаемой продукции.

Для обоснования принятия решения о целесообразности совершенствования технологических процессов необходимо оценить, как при этом изменится риск выпуска некачественной продукции и себестоимость выпускаемой продукции. Так как до внедрения новой технологии или модернизированной продукции еще нет точных сведений об изменении трудоемкости, энергоемкости или материалоемкости, расчет изменения издержек производства ведется на основе различных косвенных методов. Суть этих методов заключается в оценке аналогий между новой технологией и ранее используемой на основе анализа ее параметров, составляющих, элементов и функций. Наиболее распространенными являются следующие методы сравнительной оценки издержек: метод сравнения удельных показателей; метод сравнения удельных весовых затрат; балльный метод оценки; метод корреляционно-регрессионного анализа; метод нормативной калькуляции.

Каждый из этих методов имеет свои достоинства и недостатки. В частности, метод сравнения удельных показателей предполагает, что затраты на производство промышленной продукции изменяются пропорционально изменению основного параметра технологии [2]. Удельную себестоимость выбранного параметра укрупнено определяют на базе статистических данных изделия-аналога.

В результате себестоимость единицы промышленной продукции, выпущенной по модернизированной технологии, определяется по формуле:

$$S^M = S^U P^M,$$

где  $S^M$  — себестоимость единицы продукции по модернизированной технологии;

$S^U$  — удельная себестоимость единицы продукции;

$P^M$  — основной параметр продукции по модернизированной технологии.

Также, данный метод может быть усовершенствован добавлением дифференцированных удельных показателей. Тогда формула себестоимости единицы промышленной продукции, выпущенной по модернизированной технологии, имеет вид:

$$S^M = \left( ZS \cdot P^M + TE \cdot P^M \cdot L \left( 1 + \frac{K_1 + K_2}{100} \right) \right) \left( 1 + \frac{K_3}{100} \right),$$

где  $ZS$  — затраты на сырье;

$TE$  — трудоемкость;

$L$  — часовая рабочая ставка;

$K_1$  — коэффициент цеховых расходов;

$K_2$  — коэффициент заводских расходов;

$K_3$  — коэффициент внепроизводственных расходов;

Метод удельных весовых затрат базируется на расчете одной из статей калькуляции модернизированной продукции прямым способом:

$$S^M = \frac{ZS}{K_{UZ}} 100,$$

где  $ZS$  — затраты на сырье и комплектующие;

$K_{UZ}$  — доля в структуре себестоимости продукции по старой технологии.

Балльный метод оценки базируется на экспертной оценке в баллах основных характеристик технологии или продукции.

Для определения себестоимости продукции по модифицированной технологии необходимо найти показатель, отражающий соотношение цена/качество продукции, изготовленной по старой технологии:

$$K = \frac{S^N}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n w_i O_{ij}^N},$$

где  $w_i$  — вес каждой характеристики;

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1;$$

$n$  — количество характеристик;

$m$  — количество экспертов;

$O_{ij}^N$  — оценка  $i$ -ой характеристики  $j$ -м экспертом.

Тогда себестоимости продукции по модифицированной технологии будет равна

$$S^M = K \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n w_i O_{ij}^M.$$

Недостаток данного метода в том, что он позволяет оценивать издержки только в том случае, если они пропорционально зависят от параметров.

Метод корреляционно-регрессионного анализа позволяет на основе статистических данных оценить зависимость изменения себестоимости и процент брака от различных параметров технологического процесса [3; 4].

Зависимость себестоимости может иметь вид линейной или степенной зависимости.

Линейная зависимость описывается формулой:

$$S^M = a_0 + a_1 x_1 + \dots + a_n x_n,$$

где  $a_0, a_1, \dots, a_n$  — коэффициенты зависимости, отражающие степень влияния параметра на себестоимость;

$x_1, \dots, x_n$  — значения параметров.

Если корреляционное поле имеет нелинейную форму, обычно применяется степенная зависимость:

$$S^M = a_0 + a_1 x_1^{b_1} + \dots + a_n x_n^{b_n},$$

где  $a_0, a_1, \dots, a_n, b_1, \dots, b_n$  — постоянные коэффициенты зависимости, отражающие степень влияния параметра на себестоимость;

$x_1, \dots, x_n$  — значения параметров.

Недостатком метода является необходимость наличия значительного количества статистических данных, так как недостаток данных ведет к малодостоверным моделям.

Метод нормативной калькуляции является самым точным методом определения себестоимости изделий. Нормативный метод как совокупность способов и приемов учета и контроля за выполнением заданий по снижению себестоимости продукции является важным средством управления формированием затрат на производство [5].

Недостатком этого метода является то, что при отсутствии достаточно достоверных нормативных данных о фактических производственных затратах делает его мало применимым на ранних этапах оценки целесообразности модернизации оборудования или продукции с целью снижения риска выпуска некачественных изделий.

После проведения научно-исследовательских работ по совершенствованию технологических процессов или выпускаемой продукции необходима технологическая подготовка производства, которая призвана обеспечить достижение заданных технико-экономических показателей. Регламентироваться технологическая подготовка производства должна стандартами единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП).

Ключевым этапом при подготовке производства, с точки зрения снижения рисков выпуска некачественной продукции, является отработка продукции на технологичность, которая подразумевает оценку экономичности выпуска промышленной продукции при конкретно заданных организационно-технологических и производственных условиях с достижением необходимого объема выпуска. Главными показателями, отражающими технологичность промышленной продукции,

являются технологическая рациональность конструктивных решений и преємственность технологии.

Технологическую рациональность характеризуют [2; 6]: трудоемкость изготовления; удельная материалоемкость; коэффициент использования материалов; технологическая себестоимость; удельная энергоемкость изготовления изделия; удельная трудоемкость подготовки изделия к функционированию; коэффициент применяемости материалов; коэффициент применения групповых и типовых технологических процессов; другие показатели, свойственные некоторым специфическим отраслям промышленности.

Для оценки преємственности используются следующие показатели: коэффициент применяемости; коэффициент повторяемости; коэффициент унификации; коэффициент стандартизации [2; 6; 7; 8]. Эти показатели рассчитываются по следующим формулам.

Коэффициент применяемости:

$$K_1 = \frac{E - E^M}{E},$$

где  $E$  — общее количество наименований составляющих (деталей, элементов обработки и т.п.);  $E^M$  — количество оригинальных составляющих;

Коэффициент повторяемости:

$$K_2 = \frac{E}{E^M}.$$

Коэффициент унификации:

$$K_3 = \frac{E^U}{E},$$

где  $E^U$  — количество унифицированных стандартных и заимствованных составляющих, выпускаемых или осуществляемых предприятиями отрасли;

Коэффициент стандартизации:

$$K_4 = \frac{E^S}{E},$$

где  $E^S$  — количество стандартных составляющих.

Также эти коэффициенты могут рассчитываться не по количеству, а по отношению к трудоемкости, материалоемкости или энергоемкости элементов.

В результате схема принятия решений при определении целесообразности модификации промышленного производства с целью снижения риска убытков от выпуска некачественно продукции имеет вид, представленный на рис. 1.

При принятии решений о наиболее целесообразных методах снижения риска убытков от выпуска некачественной продукции необходимо осуществить выбор из следующих альтернатив: осуществлять контроль качества промышленной продукции, который может оказаться весьма дорогостоящим, или терпеть убытки от рекламаций, которые могут оказаться меньше, чем организация контроля качества.

В последнее время все большее распространение получают статистические методы контроля качества продукции, которые представляют собой выборочный контроль. Использование же выборочного контроля позволяет определять величину риска наличия некачественной продукции в партии по результатам контроля некоторой ее части, которая называется выборкой, что дает огромную экономию [10].

Для выборочного статистического контроля наиболее разработанными являются две модели — биномиальная и гипергеометрическая.

Биномиальная модели основывается на предположении, что результаты контроля  $n$  единиц продукции можно рассматривать как совокупность  $n$  независимых одинаково распределенных случайных величин  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , где  $X_i = 1$ , если  $i$ -ое измерение показывает, что есть нарушение, т.е. превышено ПДК (предельная норма концентрации) или  $i$ -ое изделие дефектно, и  $X_i = 0$ , если это не так. Тогда число  $X$  превышений ПДК или дефектных единиц продукции в партии равно  $X = X_1 + X_2 + \dots + X_n$  [9, с. 3; 6, с. 4].

В результате биномиальное распределение имеет вид [3; 6; 4]:

$$P(X = k) = C_N^k p^k (1 - p)^{n-k},$$

где  $C_N^n$  — число сочетаний из  $n$  элементов по  $k$ ,  $p$  — уровень дефектности.

Гипергеометрическое распределение соответствует случайному отбору единиц в выборку. Пусть среди  $N$  единиц, составляющих генеральную совокупность, имеется  $D$  дефектных. Случайность отбора означает, что каждая единица имеет одинаковые шансы попасть в выборку. Также условием является то, что ни одна пара единиц не должна иметь при отборе в выборку преимущества перед любой другой парой. Это условие выполнено тогда и только тогда, когда каждое из  $C_N^n$  сочетаний по  $n$  единиц из  $N$  имеет одинаковые шансы быть отобранным в качестве выборки. В результате, вероятность того, что будет отобрано заранее

заданное сочетание, равна  $\frac{1}{C_N^n}$ . Пусть  $Y$  — число де-

фектных единиц в случайной выборке, организованной таким образом. Тогда гипергеометрическое распределение имеет вид [9, с. 3]:

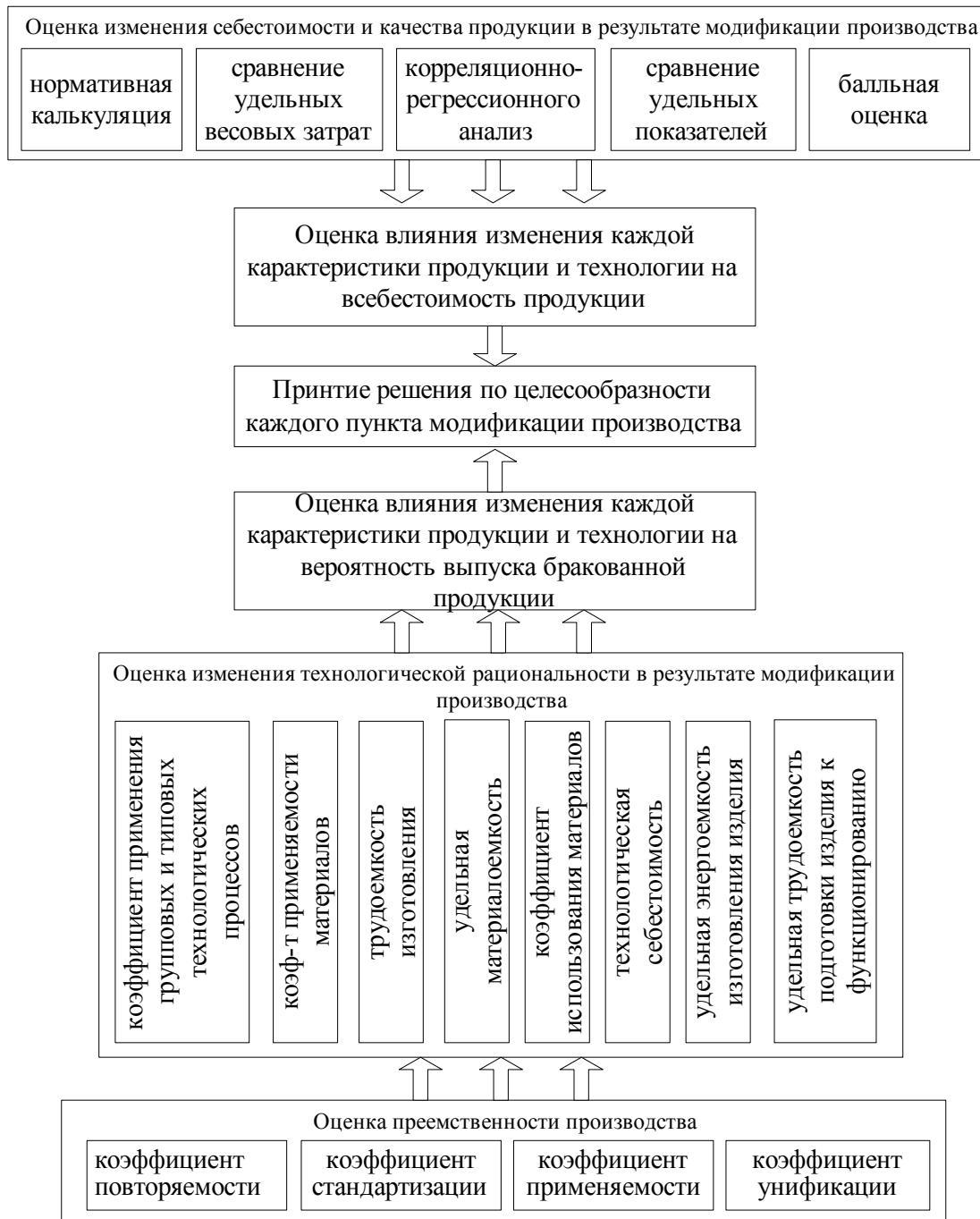


Рис. 1. Схема принятия решений по снижению риска убытков с помощью модификации производства

$$P(Y = k) = \frac{C_n^k C_{N-n}^{D-k}}{C_N^n}$$

Теоретически оба этих распределения могут с одинаковым успехом использоваться для оценки риска при выпуске некачественной продукции, так как, согласно [11; 12], если объем партии как минимум в

десять раз превышает объем выборки, то результаты расчетов по этим моделям приблизительно равны.

Гипергеометрическая модель имеет преимущество при практическом использовании, так как она предполагает более простое формирование выборки из партии промышленной продукции для контроля. Обычно выборка формируется с помощью компьютерного генератора псевдослучайных чисел



**Рис. 2. Схема принятия решения о целесообразности проведения мероприятий по снижению риска убытков от выпуска некачественной продукции**

или с помощью специальных таблиц псевдослучайных чисел.

Кроме выбора, на какой модели будет базироваться выборка, для проверки качества партии при построении системы управления производственными рисками промышленного предприятия необходимо определить, сколько этапов будет включать план контроля. Согласно [2] план контроля — это набор правил действий, входящей информацией для которого является партия промышленной продукции, а выходящей информацией — решение пропустить партию или забраковать ее.

План контроля при оценке риска выпуска некачественной промышленной продукции может быть одноэтапным и двухэтапным. Одноэтапный план предполагает оценку выборки с одной граничной точкой принятия решения. То есть из партии объемом  $N$  отбирается контрольная выборка в  $n$  единиц продукции. Если в проверенной выборке из  $n$  единиц количество отбракованных  $B$  не превышает  $U$ , то партия признается качественной, если же количество отбраковки больше  $U$ , партия признается бракованной.

Одноэтапный план для получения достоверного результата предполагает достаточно большую выборку, что иногда может оказаться слишком дорого. Поэтому для снижения издержек эффективней применять двухэтапный план проверки качества промышленной продукции. Двухэтапный план проверки предполагает наличие двух контрольных точек для принятия решения о качестве партии продукции  $U_1$  и  $U_2$  на первом этапе. То есть из партии объемом  $N$  отбирается контрольная выборка в  $n$  единиц продукции. Если в проверенной выборке из  $n$  единиц количество отбракованных не превышает  $U_1$ , то партия признается качественной, если количество отбраковки больше  $U_2$ , партия признается бракованной. Если же количество отбракованной продукции находится в промежутке между  $U_1$  и  $U_2$ , то необходимо проведение дополнительной проверки, то есть второго этапа. На втором этапе отбирается выборка объемом  $m$ , обычно  $m > n$ , и затем производится проверка качества, аналогичная одноэтапному плану. Если предприятие выпускает в основном качественную продукцию и некачественные партии встречаются довольно редко, то применение двух-



Рис. 3. Механизм снижения риска убытков от выпуска некачественной продукции

этапного плана может дать очень существенную экономию на реализации системы проверки качества. При забраковке партии производится сплошная проверка всей продукции, в результате все некачественные изделия удаляются из партии или исправляются.

При проведении статистического контроля есть риск двух основных ошибок, ведущих к потерям: ошибочное решение о признании всей партии забракованной (хотя в действительности доля некачественной продукции соответствует требованиям нормативно-технической документации); ошибочное решение о признании партии качественной (хотя в действительности доля качественной продукции не соответствует требованиям нормативно-технической документации).

Для снижения риска ошибок и убытков от некачественной продукции решение о проведении мероприятий по снижению риска необходимо принимать согласно схеме, представленной на рис. 2.

Управление риском убытков от принятия ошибочных решений должно базироваться на сопоставлении вышеуказанных убытков с затратами на разработку системы проверки качества и, самое главное, с затратами на осуществление проверки. Причем оценка убытков от ошибочного признания дефектной партии качественной гораздо сложнее, так как в этом случае выявление дефектности продукции осуществляется потребителями, и оценить, какой процент продукции будет возвращен с требованиями возместить понесенные из-за брака убытки контрагентов затруднительно. В некоторых случаях предприятию может быть выгодно вообще отказаться от контроля качества, переложив его на плечи потребителей.

Таким образом, при выборе между сплошным контролем и заменой бракованных изделий, обнаруженных потребителем, следует ориентироваться на средний процент бракованной продукции, производимой предприятием.

Если этот процент достаточно мал, то может оказаться выгодней увеличить риск возврата, чем контролировать качество всей продукции. В таком случае затраты на замену продукции (поддержку сервисных центров, оплату доставки заменяемой продукции) окажутся меньше, чем расходы на контроль качества. Таким образом, механизм снижения риска убытков от выпуска некачественной продукции имеет вид, представленный на рис. 3.

Реализация работы механизма начинается с адаптации системы снижения риска к конкретным условиям, сложившимся на предприятии. Согласно вышеприведенным схемам производится оценка убытков от обслуживания некачественной продукции, затрат на функционирование системы оценки качества, затрат на исправление некачественной продукции.

В результате оценки принимаются решения о не-

обходимости модернизации производства, модернизации (или разработке с нуля) системы проверки качества промышленной продукции, модернизации системы обслуживания и замены некачественной продукции.

На производстве осуществляется выпуск продукции, а также переработка и исправление брака. Оттуда продукция поступает в систему проверки качества, где в результате статистической проверки принимается решение: отправить партию продукции на реализацию или забраковать. В результате накопления информации по отбраковке продукции принимаются решения о необходимости изменения цены продукции для учета убытков от брака. Также информация отправляется в систему адаптации, что позволит принять решения о совершенствовании производства или об изменении политики предприятия по отношению к некачественной продукции.

### Литература

1. **Менеджмент** организации / под общ. ред. В. Е. Ланкина. — Таганрог : Изд-во ТРТУ, 2006. — 304 с.
2. **Ребрин Ю. И.** Основы экономики и управления производством / Ю. И. Ребрин. — Таганрог : Изд-во ТРТУ, 2000. — 145 с.
3. **Статистические методы** повышения качества : пер. с яп. / под ред. Х. Кумэ. — М. : Финансы и статистика, 1990. — 301 с.;
- Орлов А. И. Сертификация и статистические методы / А. И. Орлов // Заводская лаборатория. — 1997. — Т. 63. — № 3. — С. 55—62.
4. **Карминский А. М.** Контроллинг в бизнесе. Методологические и практические основы построения контроллинга в организациях / А. М. Карминский, Н. И. Оленев, А. Г. Примак, С. Г. Фалько. — М. : Финансы и статистика, 1998. — 256 с.
5. **Типовые** указания по применению нормативного метода учета затрат на производство и калькулированию нормативной (плановой) и фактической себестоимости продукции (работ) (утв. Минфином СССР, госпланом СССР, госкомцен СССР, ЦСУ СССР от 24.01.1983 № 12).
6. **Разумов И. М.** Организация, планирование и управление предприятием машиностроения / И. М. Разумов и др. — М. : Машиностроение, 1982. — 212 с.
7. **Фалько С. Г.** Контроллинг на предприятии / С. Г. Фалько, В. М. Носов. — М. : Обво «Знание» России, 1995. — 80 с.
8. **Герике Р.** Контроллинг на предприятии / Р. Герике. — Берлин : АБУ-Консультант, 1994. — 280 с.
9. **Broody M.** Helping Workers Work Smarter / M. Broody // Fortune. — 1987. — June 8. — P. 86—88.
10. **Гнеденко Б. В.** Математика и контроль качества продукции / Б. В. Гнеденко. — М. : Знание, 1978. — 64 с.
11. **Орлов А. И.** Нечисловая статистика / А. И. Орлов. — М. : МЗ-Пресс, 2004. — 513 с.
12. **Орлов А. И.** О современных проблемах внедрения прикладной статистики и других статистических методов / А. И. Орлов // Заводская лаборатория. — 1992. — Т. 58. — № 1. — С. 67—74.