

Титов В. А.

*доктор экономических наук, профессор,
Российский экономический
университет им. Г.В. Плеханова*

Максимов Д. А.

*кандидат экономических наук, доцент,
Российский экономический
университет им. Г.В. Плеханова*

Методы оценка экономической безопасности производственной сферы интегрированной производственной структуры

Рассматривается проблематика разработки и постановки задач, методов и моделей оценки и обеспечения экономической безопасности производственного предприятия, в составе которого выделены самостоятельные бизнес-единицы, отличающиеся величиной риска производственной сферы.

Ключевые слова: экономическая безопасность, риски производственной сферы, модели оптимизации производственной деятельности промышленного предприятия.

Methods an assessment of economic safety of the production sphere of the integrated production structure

Abstract: the perspective of tasks' development and statement, methods and models of assessment and ensuring economic safety of manufacturing enterprise, as a part of which the independent business units, differing with the risk size of the production sphere is considered.

Keywords: economic safety, risks of the production sphere, model of optimization of a production activity of the industrial enterprise.

В работе [4] приведено обоснование целесообразности использования в качестве критерия безопасности производственной сферы предприятия показателя рентабельности собственного капитала, включённого в состав производственного капитала, финансирующего совокупные издержки экономической деятельности. Отмечена важная особенность этого показателя, заключающаяся в возможности адекватной

оценки, на его основе, соответствия производственно-технологического и финансово-ресурсного потенциалов предприятия рискам производственной и финансовой сфер.

Для определения порогового (барьерного) значения показателя *ROE* предлагается использовать его значение, обусловленное наличием возможных альтернатив использования собственного капитала для изменяющихся условий товарных и финансовых рынков.

Конкретно, барьерное значение показателя отдачи собственного капитала предлагается определять на основе выражения:

$$ROE = \arg \max\{r, v, \mu\}, \quad (1)$$

где: r – безрисковая ставка доходности по государственным ценным бумагам; v – среднеотраслевая доходность инвестированного в производство капитала; μ – планируемая собственниками отдача на вложенный капитал [1].

Приведём необходимый комментарий к содержанию и численным процедурам определения компонент кортежа $\langle r, v, \mu \rangle$.

В качестве безрисковой ставки r принято рассматривать процентную ставку доходности по государственным облигациям, являющуюся предопределённой величиной.

Процедура определения компоненты v может быть основана на модели *WACC* [2]:

$$WACC = \theta_v \cdot v + \theta_\omega \cdot \omega \cdot (1 - \delta), \quad (2)$$

где: *WACC* – средневзвешенная стоимость капитала предприятия; θ_v – доля в пассивах собственных средств; $\theta_\omega = 1 - \theta_v$ – доля заёмных средств; v – средняя доходность собственного капитала; ω – цена заёмного капитала; δ – ставка налога на прибыль.

Поскольку модель *WACC* строится на основе имеющейся в открытом доступе или представленной рейтинговыми агентствами финансовой информации по группе предприятий исследуемой отрасли, то соответствующие значения средневзвешенной стоимости капитала (*WACC*) и цены заёмного капитала (ω) можно считать известными. Также ставка δ налога на прибыль на начало периода планирования является величиной детерминированной.

Значения переменных θ_v и θ_ω можно определить на основе отчётности предприятия за ряд предыдущих периодов планирования путём усреднения их значений.

Таким образом, среднее значение доходности v собственного капитала:

$$v = \frac{WACC - \theta_w \cdot \omega \cdot (1 - \delta)}{\theta_v} \quad (3)$$

Формируя оценку μ планируемой отдачи на инвестированный в производственную сферу капитал, менеджмент руководствуется интересами собственников и ориентируется на рыночную конъюнктуру. Очевидно, что собственники предполагают наибольшую отдачу на инвестированный капитал, и, сравнивая альтернативные варианты его вложения, выбирают тот, который при прочих равных условиях гарантирует максимальную доходность. Тем самым подтверждается справедливость правила (1) определения барьерного значения показателя *ROE*.

Возможность отражения рисков производственной сферы предприятия на основе барьерного значения показателя *ROE* открывает перспективы планирования производственной и инвестиционной стратегий с учётом различий производственно-технологического и финансово-ресурсного потенциалов отдельных структурных подразделений (СБЕ – бизнес-единиц), образующих его организационную структуру.

Основой группирования СБЕ по уровню безопасности производственной деятельности является моделирование для каждого подразделения оптимального по рыночному критерию варианта его производственной программы с учётом производственно-технологических особенностей и складывающейся рыночной конъюнктуры (модель нижнего уровня).

Финансовая обеспеченность производственных программ отдельных СБЕ ограничена объёмом консолидированных активов предприятия, распределение которых по отдельным СБЕ позволяет регулировать рентабельность собственных средств, вложенных в производственную деятельность отдельных секторов бизнеса (модель верхнего уровня).

Рассмотрим более подробно модели.

A. Модель формирования оптимального варианта производственной деятельности структурной бизнес-единицы (модель нижнего уровня)

Эффективным инструментом формирования производственной программы предприятия является математическое моделирование основной производственной деятельности с учётом производственно-технологических и финансово-ресурсных ограничений состояния товарных, материальных и финансовых рынков.

Приведём описание модели формирования оптимального варианта производственной программы n -й ($n = \overline{1, N}$) СБЕ с использова-

нием сценарного подхода определения значений параметров внешнего и внутреннего окружений.

В качестве критерия в модели n -й СБЕ целесообразно использовать максимум денежного потока производственной деятельности. Его величина должна быть скорректирована с учётом возможного ущерба (в стоимостном выражении) вследствие реализации внутренних рисков производственной сферы.

К группе производственно-технологических ограничений следует отнести ограничения по величине внеоборотных активов, включающих наличные эксплуатационные и производственные мощности. В ограничениях этой группы используем традиционный в задачах моделирования производственной деятельности промышленного предприятия подход, связанный с учётом эффективного фонда времени работы ОТО – основного технологического оборудования [8].

В блоке финансово-ресурсных ограничений отразим величину оборотного капитала предприятия, привлекаемого для финансирования производственной деятельности n -й СБЕ.

Группа рыночных ограничений отражает условия реализации продукции n -й СБЕ в освоенных сегментах рынка.

Для формирования группы рыночных ограничений предполагается использовать предложенный в работе [11] подход, основанный на нечётком моделировании зависимости спроса на продукцию n -й СБЕ и планируемой цены реализации.

Модель формирования оптимального варианта производственной программы n -й СБЕ должна отражать специфику производственно-технологической и финансово-ресурсной базы, а также направлений рыночной деятельности предприятия с учетом серийного характера производства, что объясняется следующими причинами:

- для предприятий машиностроения с серийным и мелкосерийным характером производства применимы все известные методы калькуляции и учёта затрат производственной и внепроизводственной деятельности (стандарт-костинг, директ-костинг, учёт затрат по функциям и т.п.), а также методы определения составляющих интегрального результата хозяйственной деятельности (традиционные, основанные на сопоставлении результатов и затрат, и современные, реализующие методологию добавленной стоимости);
- для этих предприятий в полной мере применимы методы объёмного оценивания загрузки основного и вспомогательно-технологического оборудования на основе учёта конкрет-

ных производственно-технологических условий производства, предполагающих возможность использования как стоимостных, так и ресурсно-временных характеристик производственного процесса.

Приведём формальное описание модели формирования оптимальной производственной программы n -й СБЕ.

Целевая функция – максимум денежного потока от производственной деятельности, скорректированного на величину R_n рискованных издержек n -й СБЕ по группе внутреннего риска.

Согласно ф. № 4 («Отчёт о движении денежных средств») денежный поток OCF (operating cash flow) производственной деятельности формируется на основе следующих статей:

- средства, полученные от покупателей, заказчиков и прочие доходы;
- средства, направленные на: оплату приобретённых товаров, услуг, сырья и иных оборотных активов, оплату труда, выплату процентов, расчёты по налогам и сборам, прочие расходы.

Исключая выплаты дивидендов основным акционером (в пределах краткосрочного периода планирования), запишем выражение для денежного потока от производственной деятельности n -й СБЕ как разность выручки от реализации товарной продукции и совокупных издержек, в сумму которых включим стоимость внутрифирменного кредита:

$$OCF_n = (1 - \delta_n) \cdot \left[\sum_{i=1}^I (p_i^{(n)} - c_i^{(n)}) \cdot y_i^{(n)} - F_n - \omega_n \cdot OK_n \right] + A_n, \quad (4)$$

где: OCF_n – денежный поток n -й СБЕ от производственной деятельности за планируемый период; $p_i^{(n)} (i = \overline{1, I})$ – цена реализации ед. продукции i -го наименования ($p_i^{(n)} = 0$, если i -ое изделие на n -й СБЕ не производится); $y_i^{(n)} (i = \overline{1, I})$ – определяемый объём выпуска n -й СБЕ продукции i -го наименования; $c_i^{(n)} (i = \overline{1, I})$ – переменные издержки n -й СБЕ, приходящиеся на ед. продукции i -го наименования¹; F_n – постоянные издержки n -й СБЕ; ω_n – стоимость внутрифирменного кредита

¹ Если i -е изделие или его компоненты на n -й СБЕ не производятся, то $c_i^{(n)}$ следует считать равной нулю. Если n -я СБЕ выпускает компоненты i -го изделия, то в составляющих $c_i^{(n)}$ учитываются внутрифирменные (трансфертные) цены, увеличенные на величину налогов НДС и прибыли, которые в данном случае выплачиваются из валового дохода предприятия.

в расчётах с n -й СБЕ; OK_n – средства предприятия, выделяемые на финансирование производственной деятельности n -й СБЕ; δ_n – ставка налога на прибыль; A_n – амортизационные отчисления n -й СБЕ.

Таким образом, денежный поток OCF_n производственной деятельности n -й СБЕ включает чистую прибыль и амортизационные отчисления планируемого периода.

Величина амортизационных отчислений $A_h^{(t)}$ для оборудования типа h в периоде t может рассчитываться по-разному (в зависимости от выбранного метода начисления износа). Используя линейный способ начисления износа, примем в дальнейших расчётах, что процент амортизационных отчислений является постоянным и для оборудования типа h составляет величину ω_h . Таким образом, балансовая стоимость $\alpha_h^{(t)}$ оборудования типа h в периоде t рассчитывается по формуле:

$$\alpha_h^{(t)} = \alpha_h^{(t-1)} - \omega_h \cdot \alpha_h^{(t-1)}, \quad (5)$$

где $\alpha_h^{(0)}$ – начальная стоимость оборудования h -й группы.

Для оборудования h -й группы величина $A_h^{(t)}$ составит:

$$A_h^{(t)} = \omega_h \cdot \alpha_h^{(t)} \cdot S_h, \quad (6)$$

где S_h – количество ед. оборудования h -го типа.

Величина амортизационных отчислений периода t для оборудования всех технологических групп составит:

$$A_n = \sum_{h=1}^{H_n} \omega_h \cdot \alpha_h^{(t)} \cdot S_h. \quad (7)$$

Для расчёта ω_h согласно [3] используем формулу:

$$\omega_h = \frac{e}{(1+e)^t - 1}, \quad (8)$$

где: t – число полных лет функционирования капитала; e – ставка дисконтирования, рассчитываемая исходя из планового срока эксплуатации оборудования.

Определим элементный состав переменных $c_i^{(n)}$ ($i = \overline{1, I}$) и постоянных F_n затрат для предприятия (n -й СБЕ).

Производственные затраты включают прямые (материальные, трудовые, затраты основного капитала) и косвенные (содержание организационно-технической инфраструктуры и обязательные платежи государственным и муниципальным органам) затраты.

В калькуляции затрат косвенные затраты (C_n) учитываются процентом к прямым затратам:

$$C_n = (1 + \beta_n) \cdot C_D^{(n)}, \quad (9)$$

где: $C_D^{(n)}$ – прямые затраты n -й СБЕ; β_n – норматив косвенных затрат для n -й СБЕ.

Прямые затраты включают затраты материальных ресурсов ($C_M^{(n)}$) и производственные затраты ($C_P^{(n)}$):

$$C_D^{(n)} = C_M^{(n)} + C_P^{(n)} \quad (10)$$

Оценка материальных затрат основывается на рыночной стоимости используемых материалов, сырья и полуфабрикатов, покупных и комплектующих изделий, а также транспортно-заготовительных расходов.

Пусть в процессе производства используется J видов материальных ресурсов (сырьё, основные материалы, комплектующие, инструменты и пр.) и $\alpha_{ij}^{(n)}$ – прямые затраты ресурса j -го вида ($j = \overline{1, J}$), используемого в условиях n -й СБЕ при производстве ед. i -го продукта.

$$C_M^{(n)} = (1 + \eta_n) \cdot \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J q_j^{(n)} \cdot \alpha_{ij}^{(n)} \cdot y_i^{(n)}, \quad (11)$$

где: $q_j^{(n)}$ ($j = \overline{1, J}$) – прогнозируемая цена ед. материального ресурса j -го вида для n -ой СБЕ; η – норматив транспортно-заготовительных затрат n -й СБЕ.

Производственные затраты включают: затраты труда, непосредственно связанные с выпуском продукции ($C_L^{(n)}$), на реновацию основного капитала ($C_C^{(n)}$), на организацию и управление производством ($C_O^{(n)}$).

Затраты, непосредственно связанные с выпуском продукции: оплата труда основных и вспомогательных рабочих, включая и необходимые отчисления из ФЗП, стоимость потребляемой электроэнергии, топлива и пр. факторов производства, расходы на подготовку производства и плановый ремонт оборудования:

$$C_L^{(n)} = \sum_{h=1}^{H_n} b_h^{(n)} \cdot q_h^{(n)} + \sum_{i=1}^I c_{L,i}^{(n)} \cdot y_i^{(n)}, \quad (12)$$

где: $h = \overline{1, H_n}$ – индекс основного технологического оборудования (ОТО); $b_h^{(n)}$ – число ед. оборудования, используемого на h -й группе; $q_h^{(n)}$ ($h = \overline{1, H_n}$) – стоимость текущего ремонта, потребляемой электроэнергии, топлива и пр. факторов производства в расчёте на ед. оборудования h -й группы; $c_{L,i}^{(n)}$ ($i = \overline{1, I}$) – составляющая заработной платы и отчислений на социальное страхование, включаемая в себестоимость ед. продукции i -го наименования.

Затраты на покрытие износа основного капитала включают статьи расходов на реновацию его активной части, выбывающей в текущем периоде. Будем полагать, что $C_C^{(n)}$ – величина постоянная.

Затраты по организации и управлению производством включают статьи как производственных, так и внепроизводственных расходов. Их объём можно определить с использованием норматива накладных расходов (ρ_n) к непосредственным производственным затратам $C_L^{(n)}$:

$$C_O^{(n)} = \rho_n \cdot C_L^{(n)}. \quad (13)$$

С учётом соотношений (11) – (13) приведём формулу для расчёта производственных затрат:

$$C_P^{(n)} = (1 + \rho_n) \cdot \left[\sum_{i=1}^I c_{L,i}^{(n)} \cdot y_i^{(n)} + \sum_{h=1}^{H_n} b_h^{(n)} \cdot q_h^{(n)} \right] + C_C^{(n)}. \quad (14)$$

Суммируя (9), (10) и (14), приведём аналитическое выражение функции C_n производственных издержек n -й СБЕ [7]:

$$C_n = (1 + \beta_n) \cdot \left[(1 + \eta_n) \cdot \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J q_j^{(n)} \cdot \alpha_{ij}^{(n)} \cdot y_i^{(n)} + (1 + \rho_n) \cdot \left(\sum_{i=1}^I c_{L,i}^{(n)} \cdot y_i^{(n)} + \sum_{h=1}^{H_n} b_h^{(n)} \cdot q_h^{(n)} \right) + C_C^{(n)} + R_n \right] \quad (15)$$

или в скалярном виде:

$$C_n = (1 + \beta_n) \cdot \left[\sum_{i=1}^I c_i^{(n)} \cdot y_i^{(n)} + F_n \right], \quad (15^*)$$

где: $c_i^{(n)} = (1 + \eta_n) \cdot \sum_{j=1}^J q_j^{(n)} \cdot \alpha_{ij}^{(n)} + (1 + \rho_n) \cdot c_{L,i}^{(n)}$ ($i = \overline{1, I}$) – переменная часть затрат, приходящихся на ед. продукции i -го наименования, произведённой n -й СБЕ; $F_n = (1 + \rho_n) \cdot \sum_{h=1}^{H_n} b_h^{(n)} \cdot q_h^{(n)} + C_C^{(n)} + R_n$ – постоянная часть затрат.

Составляющая R_n характеризует страховой резерв n -й СБЕ, демпфирующий возможные риски внешней и внутренней сред.

К настоящему времени известны несколько теоретических подходы и практические методы решения задач, связанных с проблематикой оценки страхового резерва.

В работе [12] рассматривается подход, предполагающий определение страхового резерва с помощью метода имитационного моделиро-

вания Монте-Карло, в основу которого положена процедура стохастической генерации значений ущербов от реализации рисков внутренней сферы предприятия (технологического, операционного и транспортного) с использованием псевдослучайных, равномерно распределённых на отрезке $[0; 1]$ чисел u^2 .

Несмотря на известные преимущества, заключающиеся в наличии конструктивного метода получения оценки компоненты R_n в совокупных издержках производственной деятельности предприятия, указанный подход предъявляет жёсткие требования к используемому датчику псевдослучайных чисел: его качество непосредственно влияет на корректность оценки резерва.

В работе [9] категорию страхового резерва предлагается перевести в категорию рискованных издержек, для расчёта которых рекомендуется использовать аддитивный алгоритм. Однако, такой подход не учитывает эффект возможной корреляции рисков.

Страховой резерв предлагается рассчитывать как запас финансовой прочности (ЗФП) предприятия. Значение ЗФП определяется величиной высоколиквидных активов, к которым в первую очередь относятся денежные средства³. Такой подход, однако, не отражает специфику и особенности производственной деятельности конкретного предприятия и по этой причине носит уточняющий характер⁴.

По нашему мнению для определения величины страхового резерва следует использовать либо нормативный подход, либо метод имитационного моделирования Монте-Карло. Из рассчитанных по двум вариантам величин страхового резерва следует выбрать наибольшее.

Принимая во внимание приведённую схему формирования консолидированного денежного потока от производственной деятельности предприятия, запишем выражение для функционала модели:

² Необходимой предпосылкой применения указанного подхода является априорное знание параметров законов распределения составляющих исследуемого внутреннего риска предприятия, а именно: число аварий и отказов ОТО, сбоях логистических систем за определённый промежуток времени; интервал между двумя последовательными реализациями рискованных событий; величины индивидуального ущерба (в стоимостном выражении), обусловленного реализацией рискованного события.

³ Необходимый для покрытия возможного ущерба от реализации внутренних рисков объём денежных средств может быть определён на основе анализа значений финансово-экономических показателей групп ликвидности и структуры капитала.

⁴ В реальной практике, как правило, применяют нормативный подход к оценке страхового резерва. Размер резервного капитала определяется уставом АО, а размер ежегодных отчислений в резервы должен составлять не менее 5% чистой прибыли. В мировой практике предельная сумма резервного капитала предприятия колеблется в интервале от 10 до 40% его уставного капитала.

$$OCF_n = (1 - \delta_n) \cdot \left[\sum_{i=1}^I (p_i^{(n)} - c_i^{(n)}) \cdot y_i^n - F_n - \omega_n \cdot OK_n \right] + A_n \rightarrow \max, \quad (16)$$

Рассмотрим систему ограничений модели.

Процедура формирования ограничений, отражающих производственно-технологический потенциал n -й СБЕ по выпуску продукции собственного ассортиментного ряда, основывается на сопоставлении располагаемых ресурсов производства с их потребностью в выпуске товарной продукции. В качестве измерителей производственной мощности используем временные измерители: эффективный фонд времени работы ОТО и технологическую трудоёмкость продукции.

Производственную мощность предприятия рекомендуется рассчитывать по мощности ведущего звена основного производства [8], при выборе которого предлагается учитывать:

- удельный вес исследуемой группы ОТО в общей стоимости оборудования предприятия (что позволяет оценить долю добавленной стоимости в общей себестоимости продукции);
- удельный вес совокупных трудовых затрат, приходящихся на оборудование исследуемой группы в технологическом процессе (что является характеристикой концентрации трудоёмкости);
- уровень выполняемых технологических операций, предполагающий применение специального или уникального оборудования (что является характеристикой значимости работ);
- коэффициент загрузки оборудования (характеристика интенсивности работ).

В работе [10] приводится численный алгоритм определения ведущего звена производственной системы предприятия может быть основан на сравнительном анализе загрузки отдельных элементов и ведущего звена.

Рассмотрим производственный цех (технологический комплекс), состоящий из H_n групп ОТО, задействованного в производстве I наименований продукции.

Введём следующие обозначения: $a_i^{(n)}$ ($i = \overline{1, I}$) – количество продукции i -го наименования; $d_{i,h}^{(n)}$ – величина партии запуска на h -й группе оборудования продукции i -го наименования.

Среднее количество партий запуска продукции i -го наименования для h -й группы оборудования определим по формуле:

$$z_{i,h}^{(n)} = \frac{a_i^{(n)}}{d_{i,h}^{(n)}}. \quad (17)$$

Используя выражение (17), определим интенсивность поступления на h -ю группу ОТО продукции i -го наименования:

$$\tau_{i,h}^{(n)} = \frac{1}{z_{i,h}^{(n)}}. \quad (18)$$

$$\text{Пусть } \tau_{\max}^{(n)} = \max_{i,h} \tau_{i,h}^{(n)}. \quad (19)$$

Определим величину производственного цикла:

$$\tau_{\text{ц}}^{(n)} = \tau_{\text{э}}^{(n)} \cdot \tau_{\max}^{(n)}, \quad (20)$$

где: $\tau_{\text{э}}^{(n)}$ – эффективный фонд времени работы оборудования.

Пусть: $\tau_{0,i,h}^{(n)}$ – трудоёмкость производства на h -й группе ОТО продукции i -го наименования; $w_{i,h}^{(n)}$ – количество продукции i -го наименования, обрабатываемой на ед. оборудования h -й группы; $\tau_{B,i,h}^{(n)}$ – подготовительно-заключительное время на партию запуска продукции i -го наименования для h -й группы ОТО.

С учётом вновь введённых переменных определим технологическую трудоемкость производства продукции i -го наименования на h -й группе ОТО в течение цикла обработки $\tau_u^{(n)}$:

$$T_{i,h}^{(n)} = \frac{\tau_{\max}^{(n)}}{\tau_{i,h}^{(n)}} \cdot \left(\tau_{B,i,h}^{(n)} + \frac{d_{i,h}^{(n)} \cdot \tau_{0,i,h}^{(n)}}{w_{i,h}^{(n)} \cdot b_h^{(n)}} \right), \left(h = \overline{1, H_n} \right). \quad (21)$$

$$\text{Пусть } T_{C,h}^{(n)} = \sum_{i=1}^I T_{i,h}^{(n)}, \left(h = \overline{1, H_n} \right). \quad (22)$$

Отметим необходимость выполнения условия:

$$T_{C,h}^{(n)} \leq \tau_{\text{ц}}^{(n)}, \left(h = \overline{1, H_n} \right). \quad (23)$$

Ведущее звено h^* определим из соотношения:

$$T_{C,h^*}^{(n)} = \max_h T_{C,h}^{(n)}. \quad (24)$$

На основании соотношений (22) и (24) определим коэффициенты рассогласованности элементов h -й группы ОТО n -й СБЕ:

$$\lambda_h^{(n)} = \frac{T_{C,h}^{(n)}}{T_{C,h^*}^{(n)}}, \left(h = \overline{1, H_n} \right). \quad (25)$$

Ограничение по производственной мощности:

$$T_h^{(n)}(\bar{Y}_n) \leq b_h^{(n)} \cdot \lambda_h^{(n)} \cdot \Phi_{\text{э},h}^{(n)}, \left(h = \overline{1, H_n} \right), \quad (26)$$

где: $T_h^{(n)}(\bar{Y}_n)$ – нормативная технологическая трудоёмкость, приходящаяся на h -ю группу ОТО; $\Phi_{\mathcal{E},h}^{(n)}$ – эффективный фонд времени работы h -й группы ОТО.

Эффективный фонд времени работы оборудования $\Phi_{\mathcal{E},h}^{(n)}$ рассчитывается на основе нормативного фонда времени $\Phi_{N,h}^{(n)}$ (общее время бесперебойной работы оборудования рассматриваемой группы ОТО в планируемом периоде с учётом характера производства и режима работы) и коэффициента технического использования $\mathcal{G}_h^{(n)}$ (доля времени, в течение которого на оборудовании производится продукция или оно простаивает в ожидании):

$$\Phi_{\mathcal{E},h}^{(n)} = \mathcal{G}_h^{(n)} \cdot \Phi_{N,h}^{(n)}, \quad (h = \overline{1, H_n}). \quad (27)$$

С учётом сделанных замечаний приведём ограничение по производственной мощности h -й группы ОТО:

$$\sum_{i=1}^I \frac{1}{\tau_{i,h}^{(n)}} \cdot y_i^{(n)} \leq b_h^{(n)} \cdot \lambda_h^{(n)} \cdot \mathcal{G}_h^{(n)} \cdot \Phi_{N,h}^{(n)}, \quad (h = \overline{1, H_n}). \quad (28)$$

Левая часть ограничения (28) характеризует объём отвлекаемого на производственную деятельность n -й СБЕ имущественного капитала.

Используя обозначение $t_h^{(n)} = b_h^{(n)} \cdot \lambda_h^{(n)} \cdot \mathcal{G}_h^{(n)} \cdot \Phi_{N,h}^{(n)}$, ($h = \overline{1, H_n}$), представим ограничение (28) в виде:

$$\sum_{i=1}^I \frac{1}{\tau_{i,h}^{(n)}} \cdot y_i^{(n)} \leq t_h^{(n)}, \quad (h = \overline{1, H_n}), \quad (28')$$

где: $t_h^{(n)}$ – эффективное время работы оборудования h -й группы ОТО n -й СБЕ в планируемом периоде.

Группа производственно-технологических ограничений может быть расширена с учётом дополнительных условий на минимально допустимый размер $\underline{D}_i^{(n)}$ ($i = \overline{1, I}$) партии запуска продукции i -го наименования:

$$y_i^{(n)} \geq \underline{D}_i^{(n)}, \quad (i = \overline{1, I}). \quad (29)$$

Блок финансово-ресурсных ограничений включает ограничение на размер используемого n -й СБЕ производственного капитала PK_n , покрывающего совокупные производственные затраты.

Производственный капитал PK_n включает собственную $СОК_n$ (собственный оборотный капитал) и общефирменную $ОК_n$ (оборотный ка-

питал) составляющие. При этом СОК_n определяется как разность собственного капитала CK_n n -й СБЕ и её внеоборотных активов BA_n :

$$COK_n = CK_n - BA_n, \quad (30)$$

где: BA_n = стр.110, ф. №1 + стр.120, ф. №1⁵. (31)

Введённые обозначения позволяют представить балансовое соотношение для элементов производственного капитала n -й СБЕ:

$$PK_n \leq CK_n - BA_n + OK_n \quad (32)$$

или

$$PK_n - CK_n + BA_n \leq OK_n. \quad (32')$$

С учётом неравенства (32«) получим ограничение на объём покрытия C_n совокупных производственных затрат n -й СБЕ:

$$\sum_{i=1}^I c_i^{(n)} \cdot y_i^{(n)} + F_n \leq PK_n. \quad (33)$$

Группу рыночных составляют ограничения на предполагаемые объёмы спроса $D_i^{(n)}$ на продукцию ($i = \overline{1, I}$):

$$\underline{D}_i^{(n)} \leq y_i^{(n)} \leq D_i^{(n)}, \quad (i = \overline{1, I}). \quad (34)$$

Модель формирования оптимального варианта производственной программы n -й СБЕ (модель нижнего уровня) может быть представлена в следующей форме:

$$CF_n = (1 - \delta_n) \cdot \left[\sum_{i=1}^I (p_i^{(n)} - c_i^{(n)}) \cdot y_i^n - F_n - \omega_n \cdot OK_n \right] + A_n - R_n \rightarrow \max; \quad (16)$$

$$\sum_{i=1}^I \frac{1}{\tau_{i,h}^{(n)}} \cdot y_i^{(n)} \leq t_h^{(n)}, \quad (h = \overline{1, H_n}); \quad (28')$$

$$PK_n - CK_n + BA_n \leq OK_n; \quad (32')$$

$$\sum_{i=1}^I c_i^{(n)} \cdot y_i^{(n)} + F_n \leq PK_n; \quad (33)$$

$$\underline{D}_i^{(n)} \leq y_i^{(n)} \leq D_i^{(n)}, \quad (i = \overline{1, I}); \quad (34)$$

$$y_i^{(n)} \in Z_+, \quad (i = \overline{1, I}). \quad (35)$$

⁵ строки 110 и 120, берутся из ф. №1 «Бухгалтерский баланс».

Значения параметров $\tau_{i,h}^{(n)} (i = \overline{1, I}, h = \overline{1, H_n})$, $c_i^{(n)} (i = \overline{1, I})$, F_n , определяются технико-экономическими и финансовыми условиями рыночной деятельности предприятия и его отдельных подразделений: $\tau_{i,h}^{(n)} (i = \overline{1, I}, h = \overline{1, H_n})$ – интенсивность поступления на h -ю группу n -й СБЕ продукции i -го наименования; $c_i^{(n)} (i = \overline{1, I})$ – удельные переменные затраты на выпуск продукции i -го наименования в условиях n -й СБЕ; F_n – совокупные постоянные затраты n -й СБЕ; δ_n – ставка налога на прибыль.

Значения переменных $\underline{D}_i^{(n)} (i = \overline{1, I})$, $t_h^{(n)} (h = \overline{1, H_n})$ устанавливаются ЛПП на этапе формирования списка альтернативных вариантов производственной программы n -й СБЕ: $\underline{D}_i^{(n)} (i = \overline{1, I})$ – минимально допустимый объём выпуска продукции i -го наименования; $t_h^{(n)} (h = \overline{1, H_n})$ – эффективный фонд времени работы оборудования h -й группы ОТО n -й СБЕ; $I = \{1, \dots, i, \dots, I\}$ – множество индексов выпускаемой продукции; $H_n = \{1, \dots, h, \dots, H_n\}$ – множество индексов групп ОТО n -й СБЕ.

Переменные $p_i^{(n)} (i = \overline{1, I})$, $D_i^{(n)} (i = \overline{1, I})$, ω_n , OK_n , R_n задаются сценарием формирования производственной программы n -й СБЕ: $p_i^{(n)} (i = \overline{1, I})$ – планируемая цена реализации продукции i -го наименования; $\underline{D}_i^{(n)} (i = \overline{1, I})$ – планируемый спрос на продукцию i -го наименования; ω_n – стоимость внутрифирменного кредита для n -й СБЕ; OK_n – собственные средства предприятия, выделяемые на финансирование производственной деятельности n -й СБЕ; R_n – планируемые рисковые издержки n -й СБЕ.

Перечисленные переменные следует отнести к группе экзогенных модели (16), (28«), (32«), (33)–(35).

Переменные $y_i^{(n)} (i = \overline{1, I})$ составляют блок эндогенных, отражающих элементный состав формируемой производственной программы: $y_i^{(n)} (i = \overline{1, I})$ – объём продукции i -го наименования, выпускаемой n -й СБЕ.

Б. Модель формирования оптимального варианта производственной деятельности предприятия (модель верхнего уровня)

Целью решения центральной задачи является выбор оптимального варианта производственной программы предприятия путём варьирования средств централизованного фонда, распределяемых между отдельными СБЕ, а также планирования заданий по выпуску

изделий ассортиментного ряда отдельными подразделениями в соответствии с рыночным спросом:

$$\sum_{n=1}^N OK_n = OK ; \tag{36}$$

$$\sum_{n=1}^N D_i^{(n)} = D_i , (i = \overline{1, I}) , \tag{37}$$

где: OK – оборотный капитал предприятия (включающий собственную и заёмную части), финансирующий постоянные и переменные издержки производственной деятельности СБЕ в планируемом периоде; D_i – совокупный спрос на i -е изделие ($i = \overline{1, I}$) в планируемом периоде.

В соответствии со схемой алгоритма Корнаи-Липтака [5] некоторое произвольное (например, паритетное) распределение централизованного ресурса и продуктов по секторам (СБЕ), удовлетворяющее соотношениям (36) и (37), позволяет генерировать N -секторных задач (16), (28'), (32'), (33)–(35) модели нижнего уровня [6].

Пусть $U_1^{(n)} U_{2i}^{(n)}$ – оптимальные двойственные оценки соответственно ограничений (32«) и (34) n -й секторной задачи.

Центральной задачей (задача верхнего уровня) является следующая многокритериальная линейная задача:

$$\sum_{n=1}^N OK_n \cdot U_1^{(n)} \rightarrow \max ; \tag{38}$$

$$\sum_{n=1}^N D_i^{(n)} \cdot U_{2,i}^{(n)} \rightarrow \max , (i = \overline{1, I}) ; \tag{39}$$

$$\sum_{n=1}^N OK_n = OK ; \tag{36}$$

$$\sum_{n=1}^N D_i^{(n)} = D_i , (i = \overline{1, I}) ; \tag{37}$$

$$OK_n, D_i^{(n)} \geq 0, (n = \overline{1, N}), (i = \overline{1, I}) . \tag{40}$$

Критерий (38) и группа критериев (39) являются равноценными. Действительно, центру выгодно предлагать производство продукции i -го наименования ($i = \overline{1, I}$) тому СБЕ, у которого предельная отдача централизованного ресурса в расчёте на ед. продукции данного вида выше.

С учётом отмеченного можно предложить следующий численный метод решения оптимизационной задачи (36), (37), (38), (39), (40).

Заменим ограничения (36) и (37) на равноценные:

$$OK_n = \alpha^{(n)} \cdot OK ;$$

$$\sum_{n=1}^N \alpha^{(n)} = 1 ; \quad (36')$$

$$D_i^{(n)} = \beta_i^{(n)} \cdot D_i ;$$

$$\sum_{n=1}^N \beta_i^{(n)} = 1, (i = \overline{1, I}) ; \quad (37')$$

$$\alpha^n, \beta_i^{(n)} \geq 0, (n = \overline{1, N}), (i = \overline{1, I}), \quad (40')$$

причём $\beta_i^{(n)} = 0$, если априори известно, что i -е изделие по производственно-технологическим условиям не входит в производственную программу n -й СБЕ.

С использованием $\alpha^{(n)}$ и $\beta_i^{(n)}$ критерии (38) и (39) примут следующий вид:

$$\sum_{n=1}^N U_1^{(n)} \cdot \alpha^{(n)} \rightarrow \max ; \quad (38')$$

$$\sum_{n=1}^N U_{2,i}^{(n)} \cdot \beta_i^{(n)} \rightarrow \max, (i = \overline{1, I}). \quad (39')$$

Центральная задача (36'), (37'), (38'), (39'), (40') естественным образом (по принципу «собственный критерий – собственная система ограничений») разбивается на $I + 1$ однокритериальных задач:

- задача оптимального распределения централизованного ресурса:

$$\sum_{n=1}^N U_1^{(n)} \cdot \alpha^{(n)} \rightarrow \max ; \quad (38'')$$

$$\sum_{n=1}^N \alpha^{(n)} = 1 ; \quad (36'')$$

$$\alpha^n \geq 0, (n = \overline{1, N}). \quad (40'')$$

- I задач оптимального распределения продуктов по секторам:

$$\sum_{n=1}^N U_{2,i}^{(n)} \cdot \beta_i^{(n)} \rightarrow \max ; \quad (39')$$

$$\sum_{n=1}^N \beta_i^{(n)} = 1 ; \quad (37')$$

$$\beta_i^{(n)} \geq 0, (n = \overline{1, N}). \quad (40''')$$

Методы и численные процедуры решения приведённых выше линейных задач широко известны.

Итерационная схема алгоритма Корнай-Липтака обеспечивает выбор векторов оптимального распределения централизованного ресурса и продуктов между секторами за конечное число шагов на основе выравнивания двойственных оценок в группах $\{U_i^{(n)}\}$ и $\{U_{2i}^{(n)} (i = \overline{1, I})\}$.

Если $\alpha^{(n)}$ и $\beta_i^{(n)}$ – оптимальные значения долей централизованного распределения лимитов ресурса и продуктов по секторам, полученные для рассматриваемой задачи на последнем шаге итерационной схемы Корнай-Липтака, то далее в результате решения N секторных задач с ограничениями $OK_n = \alpha^{(n)} \cdot OK$ и $D_i^{(n)} = \beta_i^{(n)} \cdot D_i$ получим N значений результирующих функционалов \overline{OCF}_n , что, в свою очередь, обеспечит возможность определения интегрального рыночного результата от реализации запланированного варианта производственной программы предприятия:

$$\overline{OCF} = \sum_{n=1}^N \overline{OCF}_n - F_0, \quad (41)$$

где F_0 – постоянные издержки предприятия, связанные с планированием и управлением производственной деятельностью СБЕ, образующих его организационную структуру.

В. Группирование структурных подразделений предприятия по уровню безопасности производственной сферы

На основе интегрального и частных показателей, характеризующих оптимальный по рыночному критерию вариант производственной деятельности предприятия и отдельных его структурных подразделений, возможен расчёт показателей рентабельности собственного капитала предприятия, покрывающих совокупные затраты этой деятельности.

Сравнение планируемого уровня рентабельности собственного капитала с пороговым, рассчитанным на основе выражения (1), позволяет оценить уровень безопасности производственной сферы отдельных СБЕ.

Использование порогового значения *ROE* – показателя рентабельности собственного капитала – позволяет выделить группы СБЕ со значениями соответствующего показателя выше (группа высокого и приемлемого уровня экономической безопасности) и ниже (группа критического и катастрофического уровня экономической безопасности) барьерного значения *ROE*.

Уточнение принадлежности отдельных СБЕ к группам приемлемого или, напротив, катастрофического уровня безопасности производственной сферы предполагает использование неформализованных процедур, основанных на экспертных оценках состояния их производственно-технологической и финансово-ресурсной баз.

Используемые источники

1. Бланк И.А. Управление денежными потоками. Киев: Ника-Центр, 2007.
2. Брейли Р., Майерс С. Принципы корпоративных финансов / Пер. с англ. М.: Олимп-Бизнес, 2004.
3. Корбут А.А., Финкельштейн Ю.Ю. Дискретное программирование. М.: Наука, 1969.
4. Максимов Д.А., автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук. М.: 2011.
5. Моделирование производственно-инвестиционной деятельности фирмы / Под ред. Г.В. Виноградова. М.: ЮНИТИ–ДАНА, 2002.
6. Пападимитриу Х., Стейглиц К. Комбинаторная оптимизация. Теория и алгоритмы / Пер. с англ. М.: Мир, 1985.
7. Первозванский А.А. Математические модели управления производством. М.: Наука, 1975.
8. Ревуцкий Л.Д. Потенциал и стоимость предприятия. М.: Финансы и статистика, 2002.
9. Тихомиров Н.П., Тихомирова Т.М. Риск-анализ в экономике. М.: Экономика, 2010.
10. Халиков М.А. Дискретная оптимизация планов повышения надежности функционирования экономических систем // Сб. Финансовая математика. 2001. С. 281–295.
11. Халиков М.А., Шардин А.А. // М.: Менеджмент в России и за рубежом. 2009. № 1. С. 108–119.
12. Шапкин А.С. Шапкин В.А. Теория риска и моделирование рискованных ситуаций: учебник. М.: Дашков и К°, 2009.