

УДК 681.3

Моделирование процесса приведения предприятия в сбалансированное состояние

ОДИНЦОВ БОРИС ЕФИМОВИЧ, доктор экономических наук, профессор кафедры «Прикладная информатика» Финансового университета, Москва, Россия
E-mail: odintsov45@list.ru

РОМАНОВ АНАТОЛИЙ НИКОЛАЕВИЧ, доктор экономических наук, профессор, советник при ректорате Финансового университета, заслуженный деятель науки Российской Федерации
E-mail: aromanov@fa.ru

Аннотация. Сбалансированное по ресурсам состояние предприятия рассматривается как статичный промежуточный этап в достижении равновесия между его развитием и стабильностью функционирования. К статичному балансу прибегают в те периоды, когда в качестве цели фигурирует приведение предприятия в состояние стабильности. Это частная задача по сравнению с достижением динамического баланса, реализуемого за счет приведения важнейших показателей предприятия к «золотым» пропорциям.

Предлагается метод, позволяющий реализовать теорию системы сбалансированных показателей (ССП) за счет получения ответов на следующие вопросы: что понимается под балансом в СПП? что должно балансироваться в СПП? каким образом происходит приведение предприятия в сбалансированное состояние в случае его утери? В основе излагаемого метода лежит понятие междисциплинарности, определяемое, как объединение двух или более научных направлений или разрабатываемых предметных областей.

Предложена экономико-математическая модель, ориентированная на приведение предприятия в сбалансированное состояние по ресурсам. При этом созданная модель базируется на обратных вычислениях плановых месячных показателей предприятия.

Ключевые слова: моделирование, сбалансированное состояние предприятия, ресурсы, экономико-математическая модель, система сбалансированных показателей, центр масс, дисбаланс.

Company Balancing Process Modeling

BORIS E. ODINTSOV, Doctor of Economics, Professor, Department of Applied Computer Science, Financial University, Moscow, Russia
E-mail: odintsov45@list.ru

ANATOLY N. ROMANOV, Doctor of Economics, Professor, Distinguished Scholar of the Russian Federation, Research Supervisor, Financial University, Moscow, Russia
E-mail: aromanov@fa.ru

Abstract. Resource balancing at a company is seen as a static stage in the balance acquisition process between the development stage and the stabilization stage. The static balance is used when the goal is to balance the company operations. It is a particular problem compared to the goal of achieving a dynamic balance by bringing key company performance indicators to golden benchmarks.

The authors suggest that a method be used that enables practical implementation of the balanced scorecard (BS) theory via answering the following questions: what do we mean by a balance in the BS system? what should be balanced in the BS? in what way do we balance a company if a company loses its balance?

The described methodology is based upon the principle of interdisciplinary research seen as an integration of two or more research areas or fields.

The authors suggest that a mathematical model be used to achieve resource balance at a company. The model suggested for use is based upon the inverse calculation of planned monthly performance indicators.

Keywords: modeling, balanced company, mathematical model, balanced scorecard, lack of balance, center of mass.

Введение

Развитие и стабильность (сбалансированность) — две крайние точки, характеризующие любой объект как систему. Развитие как неустойчивое и нестабильное состояние, как правило, может рассматриваться сквозь призму целенаправленного изменения объекта для достижения его нового качества. Стабильность (сбалансированность) в отличие от развития — это способность системы не только сохранять свои свойства, противодействуя внешним и внутренним возмущениям, но и возвращаться в равновесное состояние в случае отклонений.

Отсюда и возникающие в системах управления противоречия в виде одной из сложнейших проблем современности — **достижения компромисса (баланса) между развитием и стабильностью в процессе функционирования объекта.**

Сохранению баланса по различным ресурсам в экономических системах (на предприятиях) и разрешению возникающих при этом управленческих конфликтов в научной литературе уделяется все больше внимания. Рассматривая баланс как систему показателей, характеризующих равновесное состояние объекта, ученые относятся к нему как к абстрактному состоянию, в котором они (объекты) никогда не пребывают. Однако знание характеристик и особенностей данного состояния может служить опорой для поиска нужных инструментов, позволяющих к нему приблизиться.

Равновесные системы

С точки зрения естественных наук равновесных (сбалансированных) систем не существует, так

как все они являются открытыми. Ученые исходят из того, что их функционирование требует постоянного или периодического поступления из внешней среды вещества и энергии, что и приводит их к неравновесности [1, с. 16]. Подобное можно утверждать и для экономических систем, которые также не могут быть равновесными и в первую очередь потому, что на них постоянно или периодически воздействует энергия особого рода — интеллект человека, способный изменить систему по своему усмотрению. Но это вовсе не значит, что к равновесию не следует стремиться. Без данного понятия было бы невозможным строить модели для управления экономическими и другими объектами. Сбалансированное или равновесное состояние, рассматриваемое как желаемое, служит базой для выработки всякого рода управленческих мероприятий, предназначенных для его достижения.

Среди многих научных работ, посвященных данной тематике, обращает на себя внимание мощностью математического аппарата и общностью взгляда на данную проблему работа [2], где предлагается теория, объясняющая и позволяющая применять в практике управления открытое авторами явление — равновесность случайных процессов (РСП). Авторы считают, что на основе теории РСП могут создаваться инструменты для решения проблем в макро- и микроэкономике, математические модели физических и биологических процессов, товары и услуги для инфобизнеса (бизнеса по продаже знаний), например: интерактивная услуга по расчету скидок постоянным покупателям магазина (промоутерам), планированию цен, нормированию запасов и др.

Известно также и то, что уже на протяжении нескольких тысяч лет человечество замечало в живой природе некоторые закономерности, согласно которым, несмотря на ее изменения, общее соотношение или конфигурация сил и энергии остается постоянным. Данное соотношение получило название динамического равновесия, достигаемое, как показывают исторический опыт и многочисленные исследования, с помощью величин, выражаемых «золотой» пропорцией [3–5].

В качестве теоретического обоснования, т.е. правомерности использования такого рода пропорций, может служить фундаментальная работа академика И.В. Прангишвили, где показано, что «равновесие между беспорядком и порядком в целом по всем параметрам системы предполагает их неравенство для отдельных частей и отдельных параметров. В процессе эволюции природы и общества происходит постоянное изменение границ между порядком и беспорядком; увеличение упорядоченности системы сочетается с увеличением порядка по одним параметрам системы и увеличением беспорядка по другим. Общего перехода от беспорядка к порядку, или, наоборот, по всем параметрам системы не наблюдается» [6, с. 35]. И очень важно, по мнению автора, что устойчивость системы определяется отношениями значений меры порядка или беспорядка для соответствующих параметров по методу Фибоначчи или «золотой» пропорции.

Система сбалансированных показателей

Нам представляется, что применительно к объектам управления проблема «развитие — стабильность» должна решаться именно в семантическом пространстве динамического равновесия, которое должно формулироваться стратегическими целями. Если же опуститься на уровень предприятия, то в процессе достижения стратегических целей у него имеются как периоды развития, так и периоды стабильности в функционировании. Последние требуют инструментов приведения и поддержания предприятия в сбалансированном состоянии его процессов и ресурсов в заданном периоде.

Созданию такого рода инструментов посвящены многочисленные научные публикации, усиленно эксплуатирующие идею системы сбалансированных показателей (ССП) (*Balanced Scorecard — BSC*) [6]. Все они отражают одну и ту же мысль — данная система представляет собой инструмент для перевода стратегии предприятия в оперативные цели с последующей разработкой оперативных управляющих воздействий (планов) на его структурные подразделения. Несмотря на то что такая идея появилась сравнительно давно (в 1932 г. в виде французской «*tableau de bord*»), ее качественное развитие даже сегодня далеко до завершения [7].

Предполагается, что менеджер, базируясь на стремлении к балансу в расходовании ресурсов, с помощью данного инструмента сможет избежать материальных, финансовых, организационных и других перекосов в управлении [8]. Однако для того чтобы это стало возможным, до сих пор отсутствуют ответы на следующие вопросы:

- Что понимается под балансом в СПП?
- Что должно балансироваться в СПП?
- Каким образом происходит приведение предприятия в сбалансированное состояние в случае его утери?
- Каким образом трансформировать требования стратегических целей в управляющие воздействия на персонал, стимулирующие развитие предприятия в нужном направлении?
- Каким образом синтезировать цели, представляемые количественными показателями, с целями, представляемыми качественными характеристиками?

Отсутствие ответов на поставленные вопросы не позволяет создавать информационные технологии, способные оперативно выявить и устранить перекосы в потреблении ресурсов предприятия. Предлагаемые авторами теории СПП такие инструменты, как карта стратегических задач, в которой увязываются стратегические цели; карта сбалансированных показателей, где отражаются сроки достижения желаемых результатов; целевые проекты, обеспечивающие внедрение необходимых новшеств в рамках СПП, не отвечают на поставленные

вопросы и не могут помочь в разработке метода сбалансированного управления [9].

Обратимся к энциклопедическому определению баланса: баланс — это количественное выражение отношений между сторонами какой-либо деятельности, которые должны уравновешивать друг друга [10, с. 103]. Ключевым словом в данном определении, которое мы не находим в ранее приведенных определениях, является слово «уравновешивать». Это же слово отсутствует в известных исследованиях по ССП. Как нам представляется, данное понятие является центральным, так как отражает смысл любого баланса. Поэтому введем следующее определение, которое в дальнейшем будет служить характеристикой искомым средств для сбалансированного управления: под балансом ССП будет пониматься состояние индикаторов (как экономических, так и иных), количественно отражающих равновесие предприятия относительно специально рассчитанной точки, указывающей на баланс потребляемых ресурсов. Данное состояние будет зависеть от правильного использования ресурсов, предназначенных для достижения стратегических, тактических и оперативных целей.

Ответом на вопрос «Что должно балансироваться в ССП?» может быть следующее: балансироваться в ССП должны ресурсы, предназначенные для достижения своих целей различными субъектами, имеющими отношение к предприятию (владельцами, акционерами, менеджерами, сотрудниками структурных подразделений и т.д.). В настоящей работе под ресурсами понимается все, что используется для функционирования предприятия: финансовые, энергетические, трудовые, временные, интеллектуальные (информационные) и др.

Как отмечалось, в соответствии с взглядами Нортон и Каплана особое внимание уделяется следующим направлениям деятельности предприятия: финансы, клиенты, бизнес-процессы, персонал и развитие [9]. Поэтому базой поиска сбалансированного состояния предприятия должны служить ресурсы, предназначенные для достижения стратегических, тактических и оперативных целей в этих направлениях деятельности.

Общая постановка задачи

Так как перечисленные направления деятельности в настоящей работе будут описываться с помощью деревьев целей, вполне логично было бы обратиться к теории графов для того, чтобы воспользовавшись известными метриками определить ресурсный баланс предприятия. Известны следующие метрики на графе, имеющие отношение к поиску равновесных деревьев: диаметр, центр и радиус графа [11].

Анализ результатов, полученных с помощью метрик графа, показывает, что эти довольно важные характеристики и отражают большей частью лишь соотношения расстояний на графе или дереве. Согласно же сущности задачи, решаемой в настоящей работе, центром внимания должны служить не расстояния, а величины, характеризующие вершины дерева, т.е. ресурсы, имеющиеся на предприятии. Поэтому метрики теории графов использоваться не могут.

Известны попытки приведения предприятия к равновесному состоянию на основе балансирования между внешними воздействиями, влияющими на предприятие и противостоящими им внутренними воздействиями. Например, в работе [12] предлагается выполнять попеременные вычисления на иерархических структурах, разработанных для влияния на определенные службы предприятия и тем самым стимулирующих их для восстановления утраченного равновесия. Математическая модель, приведенная в упомянутой работе, отражает прямые расчеты индикатора, интегрирующего внешние факторы, а также прямые и обратные расчеты индикатора, генерирующего сбалансированные управленческие воздействия на структурные подразделения предприятия. Список внешних и внутренних факторов, предложенный автором, обширен, однако в нем отсутствуют некоторые виды деятельности предприятия, используемые в ССП. Кроме того, применяемые им факторы нельзя рассматривать в качестве множества, гарантирующего всесторонний охват работы предприятия.

Приведение предприятия к равновесному состоянию автор анализируемой работы видит в осуществлении двух процедур: начальное

балансирование, т.е. приведение системы к некоторой исходной базе, и текущее балансирование, выполняемое периодически или по мере необходимости для того, чтобы привести систему в адекватное внешним изменениям состояние. Как видим, автор исследует лишь один аспект, а именно обеспечение балансирования между внешними и внутренними факторами. Причем перекосы, неизбежно возникающие внутри предприятия в процессе приведения его в равновесное состояние, не рассматриваются. Кроме того, никак не анализируется связь стратегических, тактических и оперативных целей, что не позволяет связать предлагаемые факторы с теорией ССП.

Идея приведения предприятия к сбалансированному состоянию стала использоваться и в качестве базы для разрешения микроэкономических конфликтов, исследуемых в работе [13]. Анализируя различные способы погашения конфликтов, ее автор приходит к следующему выводу: для компьютерного разрешения конфликтных ситуаций целесообразно использовать сбалансированные иерархические симметричные структуры. Им вводятся понятия строго, частично, условно и слабо симметричных структур, которые затем рассматриваются в качестве баз знаний. При этом разработанная методология не учитывает деятельность предприятия с позиций ССП, так как акцентирует

внимание лишь на самом процессе разрешения ресурсного конфликта. Не рассматриваются и не связываются также в единое целое стратегические, тактические и оперативные цели.

На оставшиеся вопросы, заданные выше, можно ответить, если будет найдено некоторое исходное сбалансированное состояние предприятия, которое и будет служить опорой для выработки соответствующих компенсирующих управляющих воздействий. Такого рода воздействия должны содержать в себе перечень мероприятий по приведению предприятия в равновесное состояние. Их можно получить лишь в том случае, если известна некоторая точка равновесия, по одну сторону которой находятся одни показатели ССП, а по вторую — другие.

Для решения задачи балансирования ресурсов объединим все цели предприятия в одно дерево, что вполне естественно, так как одни цели вытекают из других. Объединяющей точкой может служить миссия предприятия, что графически представлено на рис. 1.

Терминальная ось ресурсов — это воображаемая прямая, на которой располагаются оконечные вершины дерева целей. Оконечные вершины отображают ресурсы, которыми располагает предприятие. Поддерево, охватываемое одной стратегической целью, куда входят тактические и оперативные цели, будет называться блоком целей. На рис. 1 представлено

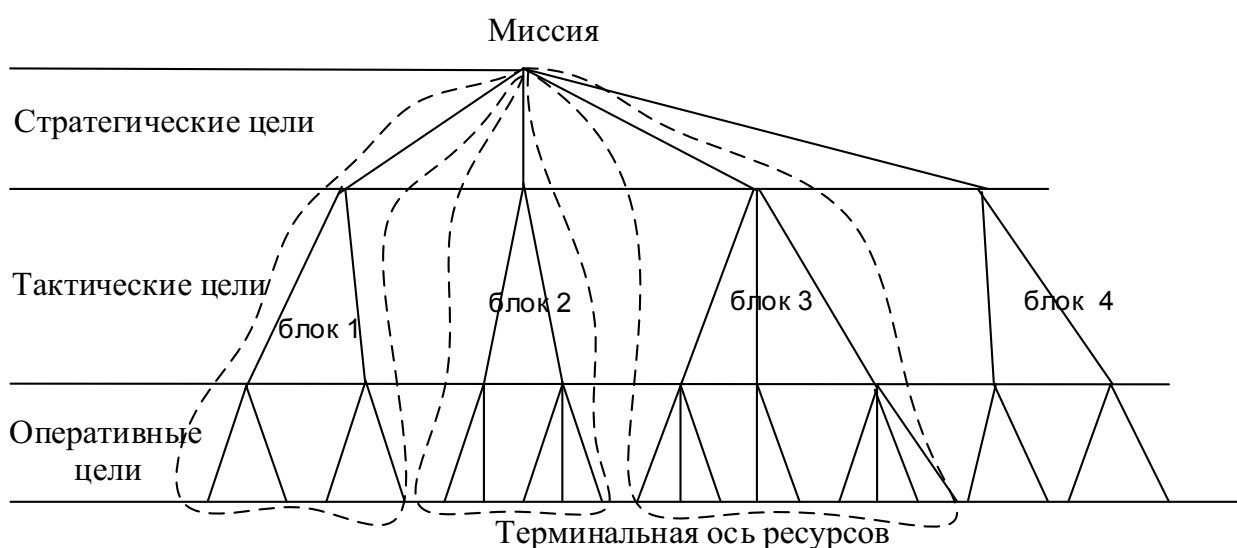


Рис. 1. Интеграция стратегических, тактических и оперативных целей в рамках миссии

четыре блока, соответствующих четырем стратегическим целям. Эти блоки согласно теории Д. Нортон и Р. Каплана [9] следующие: финансы, клиенты и партнеры, бизнес-процессы и персонал и развитие.

Прежде чем перейти к изложению метода приведения предприятия в сбалансированное состояние, необходимо остановиться на понятии междисциплинарности исследований, корнями которых являются новые идеи, рождаемые через синтез и интеграцию знаний из различных предметных областей.

Одним из важнейших междисциплинарных направлений является взаимодействие экономики и математики. Сегодня в экономической науке на первый план выступают математические модели как инструмент исследования и прогноза экономических явлений. В результате появилось понятие «экономико-математическое моделирование», призванное придать экономической теории научную законченность.

Внутренний список появившихся новых идей подтверждает правильность установки на интенсификацию междисциплинарных исследований. Именно на этом пути появляется все больше иных взглядов на методы и способы, используемые для повышения эффективности экономики [14]. Но эти методы не должны входить в противоречия с фундаментальными условиями существования природы и общества. Как правило, современные взгляды, отражающие пути совершенствования методов управления экономическими объектами, им не противоречат, но есть и такие, которые находятся в явном противоречии (например, отсутствие информационной симметрии между финансовыми структурами и государством, отдельными сторонами деятельности предприятий и т.д.).

По аналогии, в свете перечисленных междисциплинарных исследований, нам представляется вполне естественным в процессе поиска метода приведения предприятия к сбалансированному состоянию обратиться к формулам расчета координат центра масс, используемых в механике. Если рассматривать объемы ресурсов (или резервов, предназначенных для достижения целей) как некоторые массы, каждая из

которых по-своему влияет на общее состояние предприятия, то задача поиска точки равновесия предприятия сводится к задаче поиска центра масс.

Метод приведения предприятия в сбалансированное состояние

Рассмотрим балансовую модель приведения предприятия в равновесное состояние на базе ССП. Для этого обратимся к *рис. 2*, где на прямой (терминальная прямая) отражены ресурсы, каждый из которых характеризуется массой (значения верхней строки) и рангами важности (значения нижней строки), которые совмещены с координатами местонахождения относительно начала прямой.

Вертикальные стрелки на *рис. 2* отражают денежные объемы используемых ресурсов в различные периоды времени: чем больше требуется ресурса, тем длиннее стрелка.

Если расположить все четыре блока ССП на одной линии, которая рассматривается как терминальная ось, то на ней можно определить точку балансирования.

Рассмотрим экономико-математическую модель, позволяющую в случае перекоса в потреблении ресурсов распознать создающуюся негативную ситуацию, а затем своевременно оповестить об этом соответствующие управленческие структуры. Данная модель может быть положена в основу построения метода сбалансированно-целевого управления предприятием.

Размещение ресурсов на прямой осуществляется в соответствии с их рангом (важностью) или весом относительно одного из главнейших понятий экономики любого предприятия. Ранжирование выполняется поблочно по следующему правилу: чем большее влияние оказывает какой-либо блок на выполнение миссии, тем ближе он находится к началу терминальной оси. Ранжирование показателей внутри блока невозможно, так как их размещение соответствует логике расчетов интегрированных показателей.

Для ранжирования применяется порядковая шкала, так как показатели являются не только количественными, но и качественными,

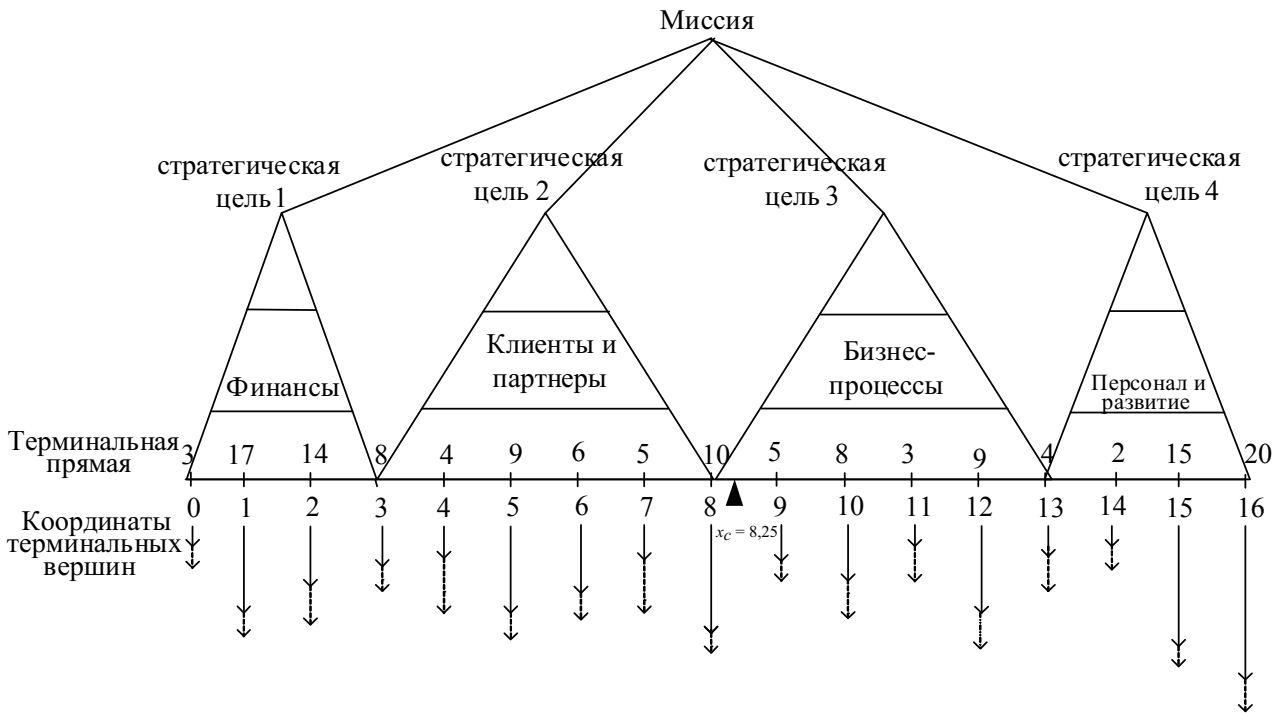


Рис. 2. Графическая иллюстрация модели, предназначенной для сбалансированного управления

измеряемыми различными единицами. Данное обстоятельство довольно существенно.

Таким образом, мы приходим к системе материальных точек a_1, a_2, \dots, a_n с массами m_1, m_2, \dots, m_n , символизирующих ресурсы предприятия и расположенных на прямой в точках с координатами x_1, x_2, \dots, x_n , что позволяет определить координату центра масс по формуле [15]

$$x_c = \frac{\sum_{k=1}^n m_k x_k}{\sum_{k=1}^n m_k}, \quad (1)$$

где m_k — материальная точка с координатой x_k .

Массы m_1, m_2, \dots, m_n сведены к одной единице измерения (денежной) и к одной шкале.

Центр масс на некоторый момент времени согласно формуле (1) и исходным данным, представленным на рис. 2, равен

$$x_c = \frac{1172}{142} = 8,25.$$

Как видно из рис. 2, данная точка находится в области ресурсов, предназначенных для достижения стратегической цели 3. С течением времени она смещается, что может послужить сигналом для начала инициирования руководством соответствующих управленческих мероприятий. Статический момент данной точки (в денежном выражении) равен статическому моменту всех точек относительно оси их расположения. Это значит, что статические моменты M относительно центра масс примерно равны: $M_{\text{слева}} = M_{\text{справа}} = 347,266 \approx 347,269$. Напомним, что статический момент рассчитывается по формуле $M = \sum_{k=1}^n m_k x_k$. Это помогает раскрыть экономи-

ческий смысл данного центра масс: статические моменты ресурсов, предназначенных для достижения целей и расположенных по разные его стороны, равны. Иными словами: если в центре масс сосредоточить объемы всех ресурсов, то данная точка является равнодействующей объемам всех используемых ресурсов.

Пусть в некоторый момент времени для достижения одной или нескольких оперативных

целей, расположенных непосредственно над терминальной осью, потребовалось увеличение какого-либо ресурса, например, ресурса A_p на величину Δm_p , что приведет всю систему точек a_1, a_2, \dots, a_n к дисбалансу. Прежде чем приступить к процедуре балансирования, необходимо определить насколько существенно для менеджера потерянное равновесие, т.е. каков процент сдвига центра масс на терминальной оси. Рассчитать его можно по формуле

$$\bar{x} = \frac{|x_c - x'_c|}{x_c} 100,$$

где x'_c — новый центр масс.

Если полученный результат не превышает установленной нормы, то имеющийся дисбаланс рассматривается как приемлемый, что можно отразить следующим неравенством:

$$\bar{x} \leq X,$$

где X — норма (граница) дисбаланса.

В противном случае должны приниматься меры воздействия на соответствующие структурные подразделения по восстановлению равновесия.

Равновесие может быть утеряно из-за перерасхода одного из ресурсов, находящегося, например, слева от точки равновесия. Восстановить баланс, учитывая статические моменты, можно за счет компенсационного потребления ресурса, находящегося по другую сторону от центра масс. Если прирост произошел по левую сторону от центра масс, что можно представить с помощью следующего балансового уравнения:

$$|\Delta m_p|(y_c - y_p) = |\Delta m_s|(x_c - y_c),$$

то компенсационную величину можно рассчитать по формуле

$$|\Delta m_s| = \frac{|\Delta m_p|(y_c - y_p)}{x_c - y_c},$$

где Δm_s — искомая компенсационная величина ресурса s , потребление которого приведет

систему в состояние равновесия; x_c — соответственно новая координата его местонахождения на терминальной оси; Δm_p — прирост ресурса p ; y_p — предыдущая координата его местонахождения на терминальной оси; y_c — предыдущая координата центра масс.

Знак $||$ указывает на то, что приросты показателей могут быть как положительными, так и отрицательными исходя из устанавливаемых менеджером направлений в их изменении и семантики показателя.

Если $\Delta m_s \leq M_s$, где M_s — верхняя (нижняя) граница допустимых объемов использования ресурса m_s , то решение приемлемо, в противном случае необходимо искать иной вариант (например, определить компенсацию за счет иного ресурса).

Аналогично расчеты производятся, если произошел перекося за счет ресурса, находящегося справа от центра масс. Расчетная формула будет следующей:

$$|\Delta m_p| = \frac{|\Delta m_s|(x_c - y_c)}{y_c - y_p}, \quad (2)$$

где Δm_p — искомая компенсационная величина ресурса p , которая приведет систему в состояние равновесия.

Как и в предыдущем случае, вводится ограничение: $\Delta m_p \leq M_p$, где M_p — верхняя (нижняя) граница допустимых объемов использования ресурса m_p .

Потеря равновесия из-за перерасхода лишь одного ресурса — редкий случай. Как правило, таковых несколько. В общем случае балансовое уравнение принимает следующий вид:

$$\sum_{i=1}^n |\Delta m_{pi}|(y_c - y_{pi}) = \sum_{i=1}^m |\Delta m_{si}|(x_{ci} - y_c),$$

где $\Delta m_{pi}, \Delta m_{si}$ — искомые компенсационные приросты ресурсов p_i, s_i , предназначенные для ликвидации дисбаланса; n, m — количество ресурсов, расположенных на терминальной оси слева и справа от центра масс.

Знаки приростов зависят от того, с какой стороны произошел перекося: если с левой, то

знаки приростов ресурсов слева должны означать условный минус, а если справа — то плюс. В противном случае знаки приростов ресурсов, находящихся справа стороны от центра масс, будут с условным минусом, а с левой — с условным плюсом. Условность отрицательного прироста объясняется достаточно просто: если произошел перерасход некоторого ресурса, тогда дальнейшее его использование должно быть ограничено больше, чем ранее и соблюдается оно до тех пор, пока положение не исправится.

Балансовое уравнение (2) имеет бесконечное количество решений. Для определенности ограничимся тремя показателями, в расходовании которых в предыдущем периоде произошел перекоп, о чем свидетельствует смещение центра масс. Пусть такими являются m_{p1} , m_{p5} , m_{p6} , изменившиеся на величины Δm_{p1} , Δm_{p5} , Δm_{p6} соответственно, которые не укладываются в ограничения $\Delta m_{p1} > M_{p1}$, $\Delta m_{p5} > M_{p5}$ и $\Delta m_{p6} > M_{p6}$. Все остальные увеличились в установленных лимитах, что можно представить, как $\Delta m_{pi} \leq M_{pi}$, где i не содержит идентификаторы 1, 2, 6.

Соответственно справа от центра масс расход каждого из ресурсов составил $\Delta m_{si} \leq M_{si}$. Для того чтобы восстановить баланс, необходимо выбрать среди них те, объемы которых для этого достаточны. Анализ показал, что таковыми могут быть ресурсы m_{sk} и m_{sr} . Необходимо рассчитать их прирост в расходовании, который вернет предприятию его состояние баланса. Если предположить, что потребление ресурсов должно быть пропорционально приоритетности целей, для которых они предназначены, то для расчета можно составить следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} \sum_{i=1,2,6} |\Delta m_{pi}| (y_c - y_{pi}) = (|\Delta m_{sk}| (y_c - x_{sk}) + |\Delta m_{sr}| (x_{sr} - y_c)) \xi_1 \\ \frac{|\Delta m_{pk}| y_{pk}}{|\Delta m_{pr}| x_{pr}} = \frac{\alpha_{sk}}{\alpha_{sr}}, \end{cases} \quad (3)$$

где Δm_{pi} — искомые приросты в использовании ресурсов, находящихся по одну сторону от центра масс; Δm_{sk} , Δm_{sr} — искомые приросты ресурсов m_{sk}

и m_{sr} , потребление которых приведет предприятие в сбалансированное состояние; α_{sk} , α_{sr} — коэффициенты приоритетности в использовании ресурсов m_{sk} и m_{sr} ; ξ_1 — коэффициент, снижающий объемы компенсационных затрат.

Непременным условием правильности применения модели (3) является сохранение равенства $\alpha_{sk} + \alpha_{sr} = 1$.

Ограничениями на объемы искомым компенсационных приростов служат следующие неравенства:

$$\Delta m_{sk} \leq M_{sk}; \quad \Delta m_{sr} \leq M_{sr},$$

где M_{sk} , M_{sr} — ограничения на потребление ресурсов.

Аналогичную систему уравнений можно составить и для случая, если перерасход ресурсов произошел по левую сторону от центра масс.

Не всегда ресурсы, в отношении которых допущен перерасход, находятся по одну сторону от центра масс. Если таковые находятся по обе стороны, то система уравнений (3) должна решаться два раза: первый — для того чтобы частично сбалансировать перерасход ресурсов, находящихся по одну сторону от центра масс, а второй — по другую для окончательного балансирования. Если вначале была решена система уравнений (3), то с учетом полученных приростов Δm_{sk} , Δm_{sr} вторая система примет вид:

$$\begin{cases} |\Delta m_{pk}| (y_c - y_{pk}) + |\Delta m_{pr}| (y_{pr} - y_c) \xi_2 = \\ = |\Delta m'_{sk}| (x_{sk} - y_c) + |\Delta m'_{sr}| (x_{sr} - y_c) \xi_1 \\ \frac{\Delta m_{pk} y_{pk}}{\Delta m_{pr} x_{pr}} = \frac{\alpha_{pk}}{\alpha_{pr}}, \end{cases} \quad (4)$$

где Δm_{pk} , Δm_{pr} — искомые приросты ресурсов m_{pk} и m_{pr} , которые приведут предприятие в сбалансированное состояние; $\Delta m'_{sk}$, $\Delta m'_{sr}$ — полученные ранее с помощью системы уравнений (3) приросты компенсационных ресурсов; α_{pk} , α_{pr} — коэффициенты приоритетности в использовании ресурсов m_{pk} и m_{pr} на оперативном уровне; ξ_2 — коэффициент, снижающий объемы

компенсационных затрат. Остальные обозначения сохраняются.

Модели (3) и (4) содержат по два неизвестных Δm_{sk} , Δm_{sr} и Δm_{pk} , Δm_{pr} , поэтому их поиск особого труда не представляет. Если таковых больше, то в модель можно ввести столько неизвестных, сколько требуется, однако следует иметь в виду, что сложность решения систем уравнений быстро увеличивается. Системы уравнений (3) и (4) применяются в том случае, если возник дисбаланс в первично сбалансированных планах, разработанных вначале некоторого периода.

Первичное составление сбалансированных планов базируется на знании основ обратных вычислений, рассмотренных в [5]. Интегрированное представление всех ресурсов с учетом дополнительного условия, ограничивающего процесс заимствования ресурсов центром масс, можно представить следующим образом:

$$\begin{cases} M + \Delta M = f(f_1, f_2, \dots, f_n) & (5) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n_1} |\Delta C_i| (y_c - y_{pi}) = \sum_{j=1}^{n_2} |\Delta C_j| (x_{sj} - y_c) & (6) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{|\Delta C_1|}{\sum_{i=2}^n |\Delta C_i|} = \frac{\alpha_1}{\sum_{i=2}^n \alpha_i}, \quad i = 1, 2, \dots, n & (7) \end{cases}$$

$$\begin{cases} |\Delta C_i| \leq \bar{C}_i, \quad i = 1, 2, \dots, n & (8) \end{cases}$$

где M , ΔM — значение показателя, отражающего фактический уровень в выполнении миссии и желаемый его прирост; f — функционал, вычисляющий уровни выполнения миссии и достижения промежуточных целей; $\Delta C_{i(j)}$ — значение показателя, отражающего искомый прирост в потреблении $i(j)$ -го ресурса; \bar{C}_i — ограничение, установленное на потребление i -го ресурса; α_i — коэффициент приоритетности в достижении i -й цели; n — общее количество терминальных вершин дерева целей; n_1 , n_2 — количество терминальных вершин дерева, расположенных справа и слева от центра масс.

Например, если дерево целей имеет три уровня, то зависимость M от промежуточных функций можно представить так:

$$\begin{aligned} f_0 &= f_0(f_1, f_2, \dots, f_n), f_1 = f_1(f_{11}, f_{12}, \dots, f_{1n}), \\ f_2 &= f_2(f_{21}, f_{22}, \dots, f_{2n}), f_n = f_n(f_{n1}, f_{n2}, \dots, f_{nm}), \\ f_{11} &= f_{11}(C_1, C_2, \dots, C_k), f_{12} = f_{12}(C_{k+1}, C_{k+2}, \dots, f_{k+p}), \\ &\dots, f_{1r} = f_{1r}(C_{k+p+1}, C_{k+p+2}, \dots, C_{k+p+l}), \end{aligned}$$

где f_i — функция, с помощью которой вычисляется уровень достижения i -й цели, находящейся на втором уровне дерева целей; f_{ij} — функция, вычисляющая уровень достижения j -й цели, находящейся на третьем уровне и связанной с i -й вышестоящей целью; C_i — показатель, отражающий фактический уровень в достижении i -й цели.

Согласно теории построения деревьев целей [17] условием корректного решения задач является выражение

$$\sum_{k=1}^{p_j} \alpha_{ik} = 1, \quad j = 1, \dots, m,$$

где α_{ik} — коэффициент приоритетности k -цели, зависящей от i -цели.

В процессе расчетов искомые приросты, отражающие реальные ресурсы на терминальной прямой, должны удовлетворять ограничениям (8), речь о которых шла ранее. Выражение (7) — это обычные условия, требующие увеличения (снижения) приростов аргументов функции (5) пропорционально коэффициентам приоритетности целей. Равенство (6) отражает требование соблюдения баланса между потребляемыми ресурсами, находящимися по обе стороны от центра масс.

Поиск наилучших (оптимальных) результатов в качестве цели в настоящей работе не рассматривается, так как быстрое изменение финансовых и других состояний предприятия нивелирует результаты расчетов. Основная цель заключается в поиске приемлемого результата, обеспечивающего сбалансированность стратегических, тактических и оперативных решений на период стабильности.

Заключение

Разработанная экономико-математическая модель приведения предприятия в сбалансированное состояние должна рассматриваться в качестве дополнительного инструмента, исполь-

зуемого для разрешения проблемы «развитие — стабильность». Она удобна в том случае, если компенсационные затраты находятся в рамках установленных ограничений. Но в большинстве случаев имеющихся резервов не хватает, что требует применения специальных приемов из сферы мягких вычислений [16].

В рассмотренных экономико-математических моделях приведение предприятия в

сбалансированное состояние происходит за счет использования ресурсов, находящихся по одну из сторон от точки балансирования, что может вызвать сложности у менеджера (ресурса может либо не быть, либо он дорог, либо предназначен для иных целей). Такую задачу возможно разрешить за счет введенных в модель специальных коэффициентов ζ , снижающих объемы компенсационных затрат.

Литература

1. Нусратуллин В.К. Неравновесная экономика. М.: Компания Спутник+, 2006. 482 с.
2. Лихтенштейн В.Е., Росс Г.В. Равновесные случайные процессы: теория, практика, инфобизнес. М.: Финансы и статистика, 2015. 423 с.
3. Прангишвили И.В., Иванус А.И. Системная закономерность золотого сечения, системная устойчивость и гармония // Проблемы управления. 2004. Вып. № 2 [Электронный ресурс]. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/sistemnaya-zakonomernost-zolotogo-secheniya-sistemnaya-ustoychivost-i-garmoniya> (дата обращения: 20.01.2016).
4. Иванус А.И. Гармоничный подход к когнитивному управлению инновационной экономикой. М.: Академия Тринитаризма, 2012.
5. Одинцов Б.Е. Формирование управляющих предписаний в экономике [Электронный ресурс]. URL: <http://obe45.ru> (дата обращения: 20.01.2016).
6. Прангишвили И.В. Энтропийные и другие системные закономерности: вопросы управления сложными системами. М.: Наука, 2003. 428 с.
7. Приборная доска. Tableau de bord [Электронный ресурс]. URL: <http://dicipedia.com/dic-fr-ru-oil-term-22362.htm> (дата обращения: 20.01.2016).
8. Хан Д. Планирование и контроль: концепция контроллинга. М.: Финансы и статистика. 1997. 765 с.
9. Каплан Р., Нортона Д. Сбалансированная система показателей: от стратегии к действию: пер. с англ. М.: Олимп-Бизнес, 2003. 304 с.
10. Большой энциклопедический словарь. СПб.: Норинт, 1998. 1456 с.
11. Оре О. Теория графов. М.: Наука, 1980. 336 с.
12. Збарский А.М. Информационная система управления равновесием предприятия // Вопросы статистики. 2008. № 12. С. 65–69.
13. Кишенин В.Н. Методы и модели решения микроэкономических конфликтных задач. М.: Финансы и статистика, 2007. 159 с.
14. Меньшиков С.М., Клименко Л.А. Длинные волны в экономике. М.: Международные отношения, 1989. 272 с.
15. Бугров Я.С., Никольский С.М. Высшая математика: учебник для вузов. В 3 т. / под ред. В.А. Садовниченко. 6-е изд. М.: Дрофа, 2004.
16. Одинцов Б.Е. Информационные системы управления эффективностью бизнеса: учебник и практикум. М.: Юрайт, 2015. 208 с.
17. Поспелов Г.С., Ириков В.А. Программно-целевое планирование и управление. М.: Сов. Радио, 1976. 440 с.

References

1. Nusratulina V.K. *Neravnovesnaya ekonomika* [Off-balance economy]. Moscow, Kompaniya Sputnik+ — Company Sputnik+, 2006, 482 p. (in Russian).

2. Lichtenshtein V.Y., Ross G.V. *Ravnovesniye sluchainiye protsesi: teoriya, praktika, infobiznes* [Balanced occasional processes: theory, practice, info business]. Moscow, Finansy i statistika — Finances and Statistics, 2015, 423 p. (in Russian).
3. Prangishvili I.V., Ivanus A.I. Sistemnaya zakonornost' zolotogo secheniya, sistemnaya ustoichivost' i garmoniya [Golden ratio's system regularity, system stability and harmony]. *Problemi upravleniya — Management problems*, 2004, Issue no. 2. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/sistemnaya-zakonornost-zolotogo-secheniya-sistemnaya-ustoychivost-i-garmoniya> (accessed: 20.01.2016) (in Russian).
4. Ivanus A.I. *Garmonichniy podhod k kognitivnomu upravleniyu inovatsionoi ekonomikoi* [Harmonious approach to innovative economy cognitive management]. Moscow, Akademia Trinitarisma — Trinitarism Academy, 2012 (in Russian).
5. Odintsov B.E. Formirovaniye upravlyayutshikh predpisaniy v ekonomike [Forming the managerial regulations in the economy]. URL: <http://obe45.ru> (accessed: 20.01.2016) (in Russian).
6. Prangishvili I.V. *Entropiyniye i drugiye sistemniye zakonornosti: voprosi upravleniya slozhnimi sistemami* [Entropic and other system regularities: complicated systems management issues]. Moscow, Nauka — Science, 2003, 428 p. (in Russian).
7. Dashboard. Tableau de bord. URL: <http://dicipedia.com/dic-fr-ru-oil-term-22362.htm> (accessed: 20.01.2016).
8. Khan D. *Planirovaniye i kontrol': konseptsiya kontrolinga* [Planning and control: controlling concept]. Moscow, Finansi i statistika — Finances and Statistics, 1997, 765 p. (in Russian).
9. Kaplan R., Norton D. *Sbalansirovanaya sistema pokasateley: ot strategii k deystviyu* [Indicators' well-balanced system: from strategy to action]. Moscow, Olimp-Biznes — Olympus-Business, 2003, 304 p. (in Russian).
10. Bolshoi entsiklopedicheskiy slovar' [Big encyclopedic dictionary]. Saint-Petersburg, Norint — Norint, 1998, 1456 p. (in Russian).
11. Ore O. *Teoriya graphov* [Graphs' theory]. Moscow, Nauka — Science, 1980, 336 p. (in Russian).
12. Zbarski A.M. Informatsionnaya sistema upravleniya ravnovesiyem predpriyatiya [Information management system of enterprise balance]. *Voprosi statistiki — Statistics Issues*, 2008, no. 12, pp. 65–69 (in Russian).
13. Kishenin V.N. *Metodi i modeli resheniya mikroekonomicheskikh konfliktikh zadach* [Methods and models of microeconomic conflict tasks resolution]. Moscow, Finansi i statistika — Finances and Statistics, 2007, 159 p. (in Russian).
14. Menshikov S.M., Klimenko L.A. *Dliniye volni v ekonomike* [Long waves in the economy]. Moscow, Mezhdunarodniye otnosheniya — International Affairs, 1989, 272 p. (in Russian).
15. Bugrov Ya.S., Nikolsky S.M. *Vishaya matematika: uchebnik dlya vuzov* [Higher Maths: university textbook]. In three volumes / under V.A. Sadovnichiy edition. The 6th edition. Moscow, Drofa — Bustard, 2004 (in Russian).
16. Odintsov B.E. *Informatsionniye sistemi upravleniya effektivnostyu biznesa: uchebnik i praktikum* [Information management systems of business effectiveness: textbook and case-study]. Moscow, Yurait — Youwrite, 2015, 208 p. (in Russian).
17. Pospelov G.S., Irikov V.A. *Programno-tselevoye planirovaniye i upravleniye* [Program-oriented planning and management]. Moscow, Sovetskoye Radio — Soviet Radio, 1976, 440 p. (in Russian).