УДК 330.4

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ НА ОСНОВЕ СБАЛАНСИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

[1]Кононова С.А., [2]Победаш П.Н., [3]Харитонов А.В.

[1]ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», Кемерово, e-mail: kononovasa@rambler.ru;
[2]ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», Кемеровский филиал, Кемерово, e-mail: pobed_pnp@mail.ru;
[3]ФГБНУ «Сибирский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства», e-mail: Al.kharytonov@mail.ru

В статье на примере сельскохозяйственного предприятия (свинокомплекса, производящего два вида продукции – мясо в живом весе и мясо в убойном весе) предлагается сбалансированная система показателей (ССП), позволяющая выявить факторы и условия достижения итоговых результатов. Указанная ССП базируется на математической модели управления деятельностью указанного предприятия, описываемой в форме статической задачи линейного программирования. При этом ставится задача определения такого числа работников свинофермы и убойного пункта (входящих в состав свинокомплекса), при котором максимизируется статический аналог чистой приведенной стоимости производственного проекта по выпуску мясной продукции. Представленная модель учитывает составляющие ССП и может быть обобщена на случай более чем двух типов производимой продукции и произвольного вида деятельности предприятия.

Ключевые слова: сбалансированная система показателей, математическая модель управления деятельностью предприятия

MATHEMATICAL MODELING OF AGRICULTURAL ENTERPRISE MANAGEMENT ON THE BASIS OF BALANCED SCORECARD

[1]Kononova S.A., [2]Pobedash P.N., [3]Kharitonov A.V.

[1]Kemerovo State University, Kemerovo, e-mail: kononovasa@rambler.ru;
[2]Russian Economic University named after G.V. Plekhanov, Kemerovo branch, Kemerovo, e-mail: pobed_pnp@mail.ru;
[3]Siberian Research Institute of Agricultural Economics, e-mail: Al.kharytonov@mail.ru

In the article on the example of the agricultural enterprise (producing two types of products-meat in live weight and meat in slaughter weight) is proposed balanced scorecard (BSC). The BSC allows to identify the factors and conditions to achieve the final results. One is based on a mathematical model of management of the enterprise described in the form of static linear programming problem. The objective is the definition of the number of pig farms and slaughterhouses workers, which maximizes the static analogue of the net present value of the meat product release project. The model takes into account the components of the BSC and can be generalized to the case of more than two types of products and any types of business activity.

Keywords: Balanced Scorecard, a mathematical model of business management

Сбалансированная система показателей (ССП) представляет собой инструмент управления хозяйствующим субъектом на основе оценки его эффективности по набору показателей, отражающих существенные аспекты его деятельности с позиции реализации стратегии. Сбалансированность системы показателей означает, что:

1) ее составляющие логически связаны и дают комплексное представление об экономическом субъекте;

2) такая система показателей позволяет учитывать взаимодействие как материальных, так и нематериальных активов, таких как способность удерживать существующих и привлекать новых потребителей, аккумулировать опыт и знания персонала;

3) при использовании системы показателей соблюдается баланс между стратегическим и оперативным уровнями управления, прошлыми и будущими результатами, внутренними и внешними аспектами деятельности предприятия.

Рассматривая сбалансированную систему показателей как одну из технологий реализации стратегии управления, отметим, что она не является единственно верной и гарантированно результативной, но в современных условиях хозяйствования применяется в достаточной мере широко и стала одним из стандартных решений для организаций, ориентированных на стратегию развития.

ССП включает в себя несколько ключевых компонент:

● структурирование деятельности организации как единой системы из четырех взаимосвязанных составляющих (финансовой, клиентской, внутренних процессов, обучения и роста);

● построение стратегической карты, отражающей стратегические цели в разрезе этих перспектив и взаимосвязь между ними;

● формирование управленческих показателей, отражающих цели деятельности организации [4].

Отражая целостный подход к управлению сложной системой, ССП позволяет выстроить четкую взаимосвязь стратегических целей и показателей, выявить факторы и условия достижения итоговых результатов [11]. Важнейшим свойством ССП является не просто наличие целей и показателей по разным аспектам деятельности, но и причинно-следственные связи между ними, которые показывают, в какой последовательности следует осуществлять управленческие действия (а также то, чем заниматься не следует, поскольку это не вносит вклада в достижение стратегических целей). В конечном итоге это дает возможность ранжировать управленческие действия, определять их приоритет и первостепенную важность.

Вышесказанное, на наш взгляд, может являться обоснованием применения, на основе ССП, системного подхода, включающего математическое моделирование и разработку алгоритмов теоретического и численного анализа деятельности производственного предприятия.

В связи с этим, для обоснования и объективной оценки применения ССП, требуется разработка математических моделей управления деятельностью производственных предприятий, включая предприятия сельскохозяйственной отрасли [1, 2, 5–10].

При разработке моделей крупных социально-экономических систем и оценке эффективности их функционирования, в связи с наличием множества определяющих факторов, возникают проблемы взаимной увязки операционных, инвестиционных, финансовых потоков, что, в частности, порождает необходимость автоматизированной обработки большого количества данных, используемых в процессе моделирования. В этом случае необходимо использовать автоматизированные средства анализа, эффективность применения которых зависит от сбалансированности математических моделей, лежащих в основе алгоритмов их работы.

Рассмотрим следующую модель деятельности такого предприятия сельскохозяйственной отрасли, как свинокомплекс, который производит два вида продукции – мясо в живом весе (продукт 1) и мясо в убойном весе (продукт 2).

Введем следующие обозначения.

m_1 – количество работников, занятых на производстве продукции 1-го вида;

m_2 – количество работников, занятых на производстве продукции 2-го вида;

n_1 – выпуск продукции 1-го вида;

n_2 – выпуск продукции 2-го вида;

S – размер кредита для финансирования деятельности предприятия;

Dot – размер государственных дотаций для функционирования предприятия.

Примем, что для производства продукции 1-го вида используется один комплект основных производственных фондов (ОПФ) – свиноферма (СФ), а для производства продукции 2-го вида используется комплект ОПФ убойного пункта (УП). При этом выполняется естественное условие $n_1 \geq n_2$, означающее, что выпуск мяса в убойном весе не превосходит выпуск мяса в живом весе. Необходимо определить, сколько работников свинофермы и УП использовать для производства продукции свинокомплекса, чтобы максимизировать его чистую приведенную стоимость (NPV).

В этой связи введем следующие обозначения:

T – горизонт планирования, годы/месяцы;

r – ставка дисконтирования (доля);

c_1 – стоимость СФ (ден.ед/ед.ОПФ);

c_2 – стоимость УП (ден.ед/ед.ОПФ);

P_1 – стоимость единицы продукции 1, (ден. ед./ед. продукции);

P_2 – стоимость единицы продукции 2, (ден. ед./ед. продукции);

V_1 – производительность работника СФ за период T, ед. продукции/работник;

V_2 – производительность работника УП за период T, ед. продукции/работник;

T_1 – время полезного использования СФ, ед. вр.;

T_2 – время полезного использования УП, ед. вр.;

q_1 – спрос на продукцию 1 за период T, ден. ед.;

q_2 – спрос на продукцию 2 за период T, ден. ед.;

θ_1 – стоимость всех видов сырья, затраченного на производство единицы продукции 1, ден. ед.;

θ_2 – стоимость всех видов сырья, затраченного на производство единицы продукции 2, ден. ед.;

S_1 – заработная плата одного работника СФ за период T, ден. ед.,

S_2 – заработная плата одного работника УП за период T, ден. ед.,

α_i (i = 1, 2, 3, 4) – ставки налогов на добавленную стоимость, на имущество, на прибыль и страховые взносы в социальные фонды соответственно;

β_1 – доля выручки от продажи продукции свинокомплекса, затрачиваемая на рекламу,

β_2 – доля выручки от продажи продукции свинокомплекса, затрачиваемая на обучение (переобучение) персонала;

T_0 – срок кредита;

r_0 – годовая ставка кредита;

S_{max} – максимальная сумма кредита, ден. ед.;

Dot_{max} – максимальная сумма дотации, ден. ед.;

DS^0 – первоначальная сумма собственных средств производителя.

Авторами разработана следующая математическая модель деятельности сельскохозяйственного предприятия, функционирующего в рамках сбалансированной системы показателей, которая описывается в форме задачи линейного программирования (ЗЛП):

$$\rho_1 m_1 + \rho_2 m_2 - (1-\alpha_3)(\sigma_1 n_1 + \sigma_2 n_2) - S - Dot \le DS^0; \quad (1)$$

$$-(\varphi_1 m_1 + \varphi_2 m_2) + \sigma_1 n_1 + \sigma_2 n_2 \ge 0; \quad (2)$$

$$n_1 \le V_1 m_1; \quad (3)$$

$$n_2 \le V_2 m_2; \quad (4)$$

$$P_1 n_1 \le q_1; \quad (5)$$

$$P_2 n_2 \le q_2; \quad (6)$$

$$S \le S_{max}; \quad (7)$$

$$Dot \le Dot_{max}; \quad (8)$$

$$n_2 \le n_1; \quad (9)$$

$$m_1 \ge 0, \quad m_2 \ge 0, \quad n_1 \ge 0, \quad n_2 \ge 0; \quad S \ge 0, \quad Dot \ge 0; \quad (10)$$

$$\sigma_2 = (1 - \alpha_1 - \beta_1 - \beta_2)P_2 - \theta_2;$$

$r_Э = \dfrac{rT}{1-\dfrac{1}{(1+r)^T}} - 1$ – эффективная ставка дисконтирования, учитывающая динамические особенности показателя *NPV*.

Модель (1)–(11) можно рассматривать, как модель любого производственного предприятия, использующего в качестве основного ресурса рабочую силу. В данной модели учитываются как особенности бизнес-планирования, так и бухгалтерские особенности функционирования предприятия. В частности, в качестве производственных затрат рассматриваются такие статьи, как амортизация, фонд оплаты труда, материальные затраты, в качестве финансовых рассматриваются налоговые затраты, а также использование заемных средств, дотации предприятию. С точки зрения оценки эффективности инвестиционных проектов модель учитывает такие стратегические составляющие доходов и затрат, как прибыль, оценку имущества и инвестиции предприятия.

Сделаем ряд замечаний по модели (1)–(11). Содержательно неравенство (1) отражает условие платежеспособности предприятия на всем горизонте планирования, неравенство (2) – неотрицательность прибыли, неравенства (3), (4) – условия ограниченности эффективности ОПФ, (5), (6) – рыночные ограничения спросом на объемы производства продукции, (7), (8) – финансовые ограничения максимальными объемами кредита и дотаций, (9) – естественное производственное условие, означающее, что выпуск мяса в убойном весе (продукт 2) не может превышать выпуск мяса в живом весе (продукт 1); (10) – естественные ограничения неотрицательности значений искомых переменных. Отметим, что модель (1)–(11) косвенно учитывает присутствие в экономической системе финансового игрока

$$NPV = \frac{T}{1+r_э}\left(-(\varphi_1 m_1 + \varphi_2 m_2) + (1-\alpha_3)(\sigma_1 n_1 + \sigma_2 n_2) - \frac{r_0(12T_0+1)}{24} S\right) \to \max, \quad (11)$$

где $\rho_1 = c_1(1 - T/T_1) + (1 - \alpha_3)\varphi_1$;

$$\rho_2 = c_2(1 - T/T_2) + (1 - \alpha_3)\varphi_2;$$

$$\varphi_1 = c_1(\alpha_2 + (1 - \alpha_2)T/T_1) + (1 + \alpha_4)S_1;$$

$$\varphi_2 = c_2(\alpha_2 + (1 - \alpha_2)T/T_2) + (1 + \alpha_4)S_2;$$

$$\sigma_1 = (1 - \alpha_1 - \beta_1 - \beta_2)P_1 - \theta_1;$$

(через параметр максимального объема кредита S_{max}), а также управленца (через параметр максимального объема дотаций Dot_{max}). Критерий (11) представляет собой условие максимизации статического аналога чистой приведенной стоимости инвестиционно-производственного проекта. Отметим, что, поскольку выражение $T/(1 + r_э)$ в соотношении (11) положительно, то оно

не меняет решения оптимизационной задачи (1)–(11) в пространстве переменных, и его можно исключить, если требуется определить лишь оптимальные значения количества работников, объемов производства продукции и размеров заемного финансового ресурса. Очевидно, набор нулевых значений переменных задачи (1)–(11) является допустимым, поэтому множество допустимых значений переменных указанной задачи непусто. При этом данному набору значений переменных соответствует естественное, с экономической точки зрения, нулевое значение целевого критерия $NPV = 0$, поэтому для оптимального значения целевого критерия NPV^* справедливо следующее неравенство $NPV^* \geq 0$, причем однозначным условием неэффективности анализируемого проекта будет условие $NPV = 0$.

Учитывая, что модель (1)–(11) описывается задачей линейного программирования, а также непустоту множества допустимых значений ее переменных, нетрудно доказать существование решения задачи, описываемой моделью (1)–(11). Для этого достаточно показать ограниченность переменных указанной задачи, используя задействованные в ее ограничениях условия. Существование указанного решения служит теоретическим обоснованием допустимости применения к анализу задачи, при различных содержательно приемлемых значениях ее исходных параметров, методов численного анализа (например, симплекс-метода и его модификаций, реализованных в пакете прикладных программ, работа которого подробно описана в [3]. Предварительные расчеты на модельных данных, проведенные с использованием описанного пакета, показали существование решения исследуемой задачи в широком диапазоне ее параметров.

Заключение

Следует отметить, что в предложенной модели соблюден баланс между стратегическим и оперативным уровнями управления, учтены элементы всех составляющих, используемых в ССП:

1) внутренние процессы (определяются оптимальные количества работников и производства продукции) описаны с помощью общепринятых методов оценки эффективности производственных проектов;

2) процессы финансирования – через переменные, определяющие оптимальные объемы заемных ресурсов, дотаций, причем условие неотрицательности собственных средств гарантирует платежеспособность предприятия на всем горизонте планирования;

3) CRM-процессы (клиенты) – через ограничения объемов производства уровнем потребительского спроса;

4) процессы обучения и роста – через параметры затрат на обучение персонала и продвижение продукции (рекламных затрат).

Таким образом, модель (1)–(11) логически связывает ключевые составляющие ССП, учитывает взаимодействие потоков материального (количество работников и объем производства) и нематериального (финансовая, рекламная деятельность, деятельность по обучению персонала) характера, что позволяет аккумулировать опыт и знания персонала.

Учитывая, что модель (1)–(11) является оптимизационной, можно рассчитывать на получение количественных параметров оптимального распределения указанных составляющих ССП, автоматически выявляющих социально-экономический потенциал функционирования предприятий, групп предприятий, отраслей, направлений экономической деятельности на местном, региональном и национальном уровнях.

Список литературы

1. Бондарева Г.С. Совершенствование продовольственного обеспечения населения региона (на материалах Кемеровской области): дис. ... канд. экон. наук. – Новосибирск. 2013. – 183 с.

2. Бондарева Г.С., Медведев А.В., Косинский П.Д. Оценка эффективности функционирования агропродовольственного кластера региона // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 11(2). – С. 261–265.

3. Горбунов М.А. Оптимизационный пакет прикладных программ «Карма» и его применение в задачах бизнес-планирования / М.А. Горбунов, А.В. Медведев, П.Н. Победаш, А.В. Смольянинов // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 4. – С. 42–47.

4. Каплан Р., Нортон Д. Организация, ориентированная на стратегию. Как в новой бизнес-среде преуспевают организации, применяющие сбалансированную систему показателей. – М.: Олимп-Бизнес, 2009. – 392 с.

5. Косинский П.Д., Бондарев Н.С., Бондарева Г.С. Продовольственное обеспечение региона: вопросы теории и практики / под науч. ред. д-ра экон. наук, академика РАН П.М. Першукевича: ГНУ СибНИИЭСХ Рос. акад. с.-х. наук. – Новосибирск, 2015. –397 с.

6. Косинский П.Д., Бондарев Н.С., Бондарева Г.С. Совершенствование налоговых отношений в агропродовольственном кластере региона // Региональная экономика: теория и практика. – 2013. – № 5(284). – С. 22–29.

7. Косинский П.Д., Меркурьев В.В., Чупрякова А.Г. Формирование агломераций муниципальных образований: теоретические и прикладные аспекты; под ред. П.Д. Косинского. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2015. – 206 с.

8. Косинский П.Д., Медведев А.В., Меркурьев В.В., Победаш П.Н. Математическое моделирование агломерации муниципальных образований // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8(6). – С. 1446–1449.

9. Медведев А.В., Косинский П.Д., Бондарева Г.С. Экономико-математическое моделирование агропродовольственного кластера региона // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10(10). – С. 2203–2206.

10. Победаш П.Н. Поддержка принятия решений при оценке эффективности инвестиционных проектов развития экономических систем // Перспективы развития информационных технологий. – 2013. – № 11. – С. 42–47.

11. Федулова Е.А. Разработка, реализация и оценка инвестиционной стратегии в системе публичного управления экономическим развитием территории / под общ. ред. Н.В. Фадейкиной. – Новосибирск: САФБД, 2014. – 399 с.

References

1. Bondareva G.S. dis. kand. Econ. Nauk. Novosibirsk. 2013. 183 p.

2. Bondareva G.S. Fundamentalnye issledovaniya [Fundamental research], 2013, no. 11, pp. 261–265.

3. Gorbunov M.A. Fundamentalnye issledovaniya [Fundamental research], 2015, no. 4, pp. 42–47.

4. Kaplan R., Norton D. Organizatsiya, orientirovannaya na strategiyu. Kak v novoi biznes-srede preuspevayut organizatsii, primenyayushchie sbalansirovannuyu sistemu pokazatelei.

5. Kosinsky P.D. Prodovol'stvennoe obespechenie regiona: voprosy teorii i praktiki. Novosibirsk, 2015. 397 p.

6. Kosinsky P.D. Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika. 2013. no. 5(284). pp. 22–29.

7. Kosinsky P.D. Formirovanie aglomeratsii munitsipal'nykh obrazovanii: teoreticheskie i prikladnye aspekty. Tomsk, 2015. 206 p.

8. Kosinsky P.D. Fundamentalnye issledovaniya [Fundamental research], 2013, no. 8, pp. 1446–1449.

9. Medvedev A.V. Fundamentalnye issledovaniya [Fundamental research], 2013, no. 10, pp. 2203–2206

10. Pobedash P.N. Perspektivy razvitiya informacionnykh tekhnologii. 2013. no 11. pp. 42–47.

11. Fedulova E.A. Razrabotka, realizatsiya i ocenka investitsionnoi strategii v sisteme publichnogo upravleniya ekonomicheskim razvitiem territorii. Novosibirsk. 2014. 399 p.