

УДК 330.46; 519.7; 004.891.2

# ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ И УПРАВЛЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННО- ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ

**Е.В. Орлова**

*Уфимский государственный авиационный технический университет*  
Россия, 450000, Уфа, К.Маркса ул., 12  
E-mail: [ekorl@mail.ru](mailto:ekorl@mail.ru)

**Ключевые слова:** производственно-экономическая система; согласованное управление; синергетический синтез моделей.

**Аннотация:** Рассматривается проблема повышения эффективности управления классом сложных, нелинейных динамических производственно-экономических систем в условиях противоречивых целей элементов подсистем. Предложен подход и модели согласованного управления взаимодействием подсистем производственно-экономической системы.

## 1. Введение

Синергетическое взаимодействие экономических систем разных уровней экономики оказывает существенное влияние на социально-экономическое развитие [1-3]. Динамический характер протекающих процессов взаимодействия экономических систем, наличие противоречивых критериев функционирования и развития этих систем, а также высокая степень неопределенности внешней среды при управлении экономикой, приводит к необходимости согласования интересов сторон. Управление сложной производственно-экономической системой, ориентированное на учет синергетических взаимодействий факторов и направленное на повышение эффективности экономики и социально-экономического развития, представляется актуальной проблемой, решение которой возможно при исследовании экономического объекта «производственно-экономической системы» и разработки моделей согласованного управления.

## 2. Определение производственно-экономической системы

Под производственно-экономической системой (ПЭС) понимается социально-экономическая система, образованная взаимодействующими подсистемами – предприятиями, рыночной и налоговой системами, совместная деятельность которых направлена на рост и развитие экономики в целом. В ПЭС могут возникать конфликты, так как полезности (интересы) подсистем могут быть противоречивыми. Существует ряд противоречий разного уровня и типов, сопровождающих производственно-экономическую деятельность: предприятие – налоговая система, предприятие – конкуренты, предприятие – потребители. К таким противоречиям можно отнести следующие [4].

1) Финансово-экономическая устойчивость предприятия и эффективность его деятельности зависит, в том числе и от снижения налоговых платежей, а устойчивость

экономики зависит от роста налоговых поступлений и обеспечения пополнения бюджета. Сгладить данное противоречие интересов можно за счет согласования налоговой нагрузки на предприятия и уровня налоговых ставок, обеспечивающих одновременное развитие предприятий и необходимый размер доходов бюджета.

2) При реализации своей продукции на рынке предприятия стремятся максимизировать свою выручку, в том числе за счет установления максимально возможной цены в условиях присутствия на рынке конкурентов, предлагающих схожую продукцию. Потребители делают выбор той продукции, которая при равном качестве имеет минимальную цену. Разрешение данного противоречия возможно за счет внедрения адаптивной системы управления ценообразованием, обеспечивающей согласование функций полезности предприятия, его конкурентов и потребителей продукции.

3) При реализации стратегических целей, направленных на долгосрочный рост и развитие, предприятия должны вести мониторинг платежеспособности и ликвидности с целью избежать рисков, связанных со снижением уровня устойчивости и платежеспособности в краткосрочной перспективе. Для этого необходим комплекс мер, направленных на управление финансовыми ресурсами и потоками денежных поступлений и выплат и обеспечивающих согласованное управление на стратегическом и оперативном уровнях предприятия;

4. Управление устойчивостью функционирования предприятия по критериям рентабельности и прибыли может быть реализовано путем балансирования: ресурсных потоков, объемов выпуска и цены реализации продукции.

В целях решения задачи согласования на разных уровнях управления разнонаправленных интересов подсистем ПЭС – предприятием (ПС), рыночной (РС) и налоговой систем (НС) необходимо сформировать инструментарий поддержки принятия решений в условиях неопределенности, применение которого обеспечит повышение эффективности функционирования ПЭС и экономики в целом. ПЭС представляет собой совокупность взаимосвязанных подсистем:  $ПЭС = \{ПС, РС, НС\}$ .

### 3. Система управления ПЭС

Структура системы управления ПЭС разработана в виде трех взаимосвязанных подсистем (рис. 1).

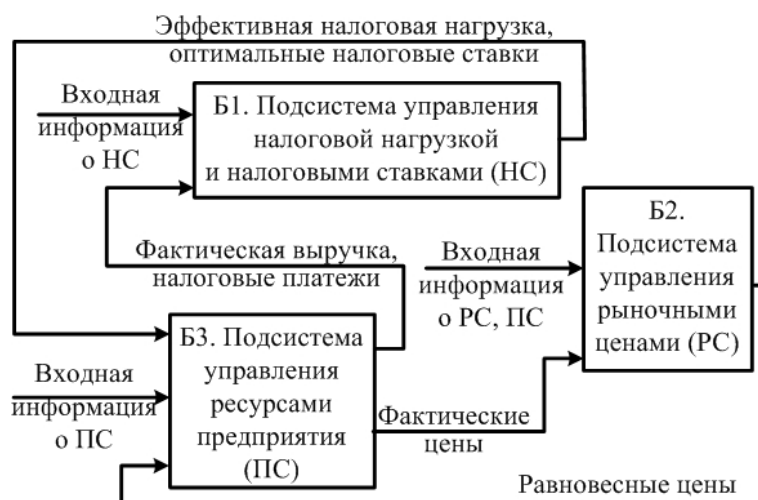


Рис. 1. Укрупненная схема системы управления ПЭС.

Структура модельного комплекса системы управления следующая [5, 13]. Блок моделирования в подсистеме Б1 включает механизм оптимального налогообложения, состоящий из модели определения эффективной налоговой нагрузки и модели оптимизации налоговых ставок. В этом блоке осуществляется агрегированное рассмотрение предприятий, которые объединяются в кластеры однородных по структуре налогооблагаемых баз субъектов налогообложения и имеют схожие налоговые возможности и близкие финансово-экономические портреты. Результатом моделирования являются значения допустимой налоговой нагрузки по группам однородных субъектов налогообложения и обосновываются оптимальные налоговые ставки, удовлетворяющие интересам субъектов налогообложения и экономики в целом.

В блоке моделирования подсистемы Б2 осуществляется регулирование рыночных цен предприятия на основе механизма адаптивного ценообразования и модели нелинейной динамики рыночных цен в условиях нестационарности параметров внешней среды. Процессы формирования и изменения цен предприятия согласовываются с контрагентами рыночной среды – конкурентами и потребителями. Результатом моделирования являются значения равновесных по Нэшу цен на производимую продукцию, обеспечивающие достижение режима максимальной эффективности функционирования предприятия и рынка.

В блоке моделирования подсистемы управления Б3 осуществляется моделирование производственно-экономической и финансовой деятельности предприятия. Механизм управления эффективностью включает модель эффективности производственно-экономической деятельности и обеспечивает на основе метода сбалансированного компенсационного управления достижение требуемого уровня эффективности производства и реализации продукции за счет управления ресурсами и их комбинацией в условиях изменяющихся факторов внутренней и внешней среды. Результатом моделирования являются величины затрат ресурсов и объемы производства. Механизм оперативного финансового планирования и лежащие в его основе имитационная модель финансовых потоков, модель оптимального распределения финансовых ресурсов и алгоритм формирования целевого остатка денежных средств обеспечивают формирование платежного календаря предприятия, обеспечивая согласование притоков и оттоков финансовых ресурсов, сохраняя достаточные уровни ликвидности, платежеспособности и рентабельности предприятия.

Таким образом, система поддержки принятия управленческих решений является многоуровневой и направлена на повышение эффективности функционирования ПЭС. На нижних двух уровнях формируются данные о деятельности предприятия, его финансово-экономическом, технико-экономическом состоянии, а управление нацелено на мониторинг и корректировку показателей деятельности, таких как объем производства, цена, объем затрат, обеспечивающих рост эффективности предприятия. На верхнем уровне осуществляется сбор данных о функционировании предприятий в регионе, включая данные мониторинга налоговой отчетности предприятий, затем происходит обработка этих данных с позиции обеспечения максимальной устойчивости и результативности деятельности предприятий как производственных систем на основе регулирования показателей налоговой нагрузки и налоговых ставок по группам однородных предприятий.

## 4. Модели управления ПЭС

Модель эффективности производства и реализации продукции предприятия [6] определяется с помощью показателя рентабельности:

$$(1) \quad \alpha = \frac{p}{c_{\text{пер}}^{\text{уд}}} \left( \frac{c_{\text{пост}}}{qc_{\text{пер}}^{\text{уд}}} + 1 \right) - 1,$$

где  $\alpha$  – рентабельность реализованной продукции в объеме  $q$  по цене  $p$ ,  $C = c_{\text{пост}} + qc_{\text{пер}}^{\text{уд}}$  – суммарные затраты, включающие постоянную часть  $c_{\text{пост}}$  (совокупные постоянные затраты) и переменную часть  $c_{\text{пер}} = qc_{\text{пер}}^{\text{уд}}$ ,  $c_{\text{пер}}^{\text{уд}}$  – удельные переменные затраты. Выражение (1) позволяет сформировать множество соотношений между переменными  $p$ ,  $c_{\text{пер}}^{\text{уд}}$ ,  $c_{\text{пост}}$ ,  $q$ , обеспечивающих одинаковый уровень эффективности производства и реализации продукции.

Величина налога на прибыль, подлежащего уплате в бюджет, определяется как  $T_{\text{НП}} = t_{\text{НП}} \cdot \Pi$ , где  $T_{\text{НП}}$  – объем налога на прибыль, подлежащего уплате в бюджет,  $t_{\text{НП}}$  – ставка налога на прибыль. В основе моделирования налоговой нагрузки лежит предположение Лаффера о нелинейной связи объема производства  $X$ , отражаемого величиной валового выпуска продукции, с уровнем налоговой нагрузки  $\theta$ . Для каждой группы однородных предприятий строятся зависимости вида:  $\theta = \frac{T}{X}$ , где  $\theta$  – налоговая нагрузка,  $T$  – величина налоговых поступлений;  $X$  – объем производимой продукции [7, 8]. Объем производства и налоговая функция также нелинейно связаны с величиной налоговой нагрузки:

$$(2) \quad X(\theta) = a\theta^2 + b\theta, \quad T(\theta) = a\theta^3 + b\theta^2.$$

Согласование систем оперативного и стратегического финансового планирования обеспечивается за счет учета связи показателей оперативного и стратегического уровней управления [9, 12]. Взаимосвязь показателей осуществляется на основе многофакторной модели:

$$(3) \quad ROE = \frac{\Pi - T_{\text{НП}}}{E} = \frac{\Pi}{A} \cdot \frac{A}{E} \cdot \frac{NI}{EBIT} = ROA \cdot LR \cdot B,$$

где  $ROE$  – рентабельность собственного капитала;  $NI$  – чистая прибыль;  $E$  – собственный капитал;  $EBIT$  – прибыль до выплаты процентов по займам и налога на прибыль;  $A$  – активы;  $ROA$  – рентабельность активов;  $LR$  – коэффициент, определяющий эффект финансового рычага;  $B$  – коэффициент, отражающий снижение прибыльности предприятия при выплате процентов по используемому капиталу и налоговых отчислений.

Модель конкурентного взаимодействия предприятий (в случае дуополии) описывается двумерной системой разностных уравнений [10, 11], в которой  $p_1(t), p_2(t)$  представляют цены фирм, взятые через дискретные интервалы времени  $t$ ; вторые слагаемые в обоих уравнениях показывают, как осуществляется изменение цен в период  $t$  и каким образом это изменение повлияет на цену в следующем  $(t+1)$  периоде:

$$(4) \quad \begin{aligned} p_1(t+1) &= p_1(t) + k_1 \frac{(-p_1^2(t)p_2(t) + 2c_1p_1(t)p_2(t) + c_1p_2^2(t))}{(p_1^2(t) + p_1(t)p_2(t))^2}, \\ p_2(t+1) &= p_2(t) + k_2 \frac{(-p_1(t)p_2^2(t) + 2c_2p_1(t)p_2(t) + c_2p_1^2(t))}{(p_2^2(t) + p_1(t)p_2(t))^2}. \end{aligned}$$

Параметры управления  $k_1$  и  $k_2$  в модели (4) характеризуют прирост цен за счет изменения ценовой политики конкурирующих предприятий.

## 5. Заключение

Предложенный подход к моделированию и управлению производственно-экономической системой отличается тем, что учитывает ее свойства, проявляющиеся в сложных нелинейных взаимосвязях подсистем, что позволяет моделировать процессы функционирования системы, согласовывая в процессе управления их противоречивые цели и критерии. Разработана модель управления ПЭС, определяющая с единой системно-методологической позиции структуру системы управления в виде трех блоков задач: формирования эффективной системы управления ПЭС, обеспечивающей управление ресурсами и согласование процессов стратегического и оперативного управления ПЭС; формирование эффективной системы управления ценообразованием как рыночного механизма стратегического взаимодействия с конкурентами и потребителями; формирования налоговой нагрузки и налоговых ставок как инструмента бюджетно-налоговой политики государства, направленной на стимулирование развития ПЭС и экономического роста за счет рационального управления взаимодействием субъектов экономики.

## Список литературы

1. Бурков В.Н., Губко М.В., Коргин Н.А., Новиков Д.А. Теория управления организационными системами и другие науки об управлении организациями // Проблемы управления. 2012. № 4. С. 2-10.
2. Горошко И.В., Бондаренко Ю.В. Особенности регулирования процессов самоорганизации социально-экономической системы региона // Системы управления и информационные технологии. 2013. Т. 51. № 1. С. 131-136.
3. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. М.: Физматлит, 2012. 604 с.
4. Орлова Е.В. Системно-синергетическая парадигма моделирования и управления социально-экономическими системами // Аудит и финансовый анализ. 2015. № 6. С. 405-411.
5. Орлова Е.В. Синергетический синтез механизмов и моделей согласованного управления производственно-экономической системой // Системы управления и информационные технологии. 2017. № 1. С. 86-93.
6. Орлова, Е.В. Механизм, модели и алгоритмы управления производственно-экономическими системами на принципах согласования критериев заинтересованных агентов // Программная инженерия. 2016. Т. 7. № 2. С. 86-96
7. Орлова Е.В. Конкурентоспособная налоговая система: проблемы и решения // Экономика и предпринимательство. 2014. № 1. С. 22-26.
8. Орлова Е.В. Инструментарий управления эффективностью налоговой системы // Экономический анализ: теория и практика. 2013. № 43 (436). С. 59-70.
9. Орлова Е.В. Синтез оптимального управления процессом распределения стохастических финансовых потоков производственно-экономической системы // Аудит и финансовый анализ. 2013. № 6. С. 149-153.
10. Орлова Е.В. Модель согласования экономических интересов дуополистов при формировании ценовой политики // Компьютерные исследования и моделирование. 2015. Т. 7. № 6. С. 1309-1329

11. Орлова Е.В. Управление хаотической динамикой цен в модели ценовой конкуренции // Автоматика и телемеханика. 2017. № 1. С. 19-34.
12. Orlova E.V. Simulation Model for the Firms' Financial Resource Management // Proceedings of the 28th International Business Information Management Association Conference on Vision 2020: Innovation Management, Development Sustainability, and Competitive Economic Growth, IBIMA. 2016. P. 1317-1321.
13. Orlova E.V. Modeling and Coordinated Control for the Production and Economic System // Proceedings of the Mathematical Modeling Session at the International Conference Information Technology and Nanotechnology (MM-ITNT 2017). Samara, Russia, 2017. Vol. 1904. P. 1-6.