

УДК 658.012.1

## **ИНВЕСТИЦИИ И ИННОВАЦИИ И ИХ РОЛЬ В ПОВЫШЕНИИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ**

А. А. Чурсин, д-р экон. наук; Р. В. Шамин, канд. физ.-мат. наук

Российский университет дружбы народов, Москва

*Рассмотрена задача оптимального управления конкурентоспособностью сети предприятий, составляющих отрасль промышленности или часть национальной экономики. Исследована роль инвестиций и инноваций в повышении конкурентоспособности организации и предлагается параметрическая модель организаций, которая позволяет их классифицировать.*

*Ключевые слова:* инвестиции, инновации, управление конкурентоспособностью.

Проблема оптимального инвестирования отраслей промышленности и национальных экономик в настоящий момент является очень актуальной для Российской Федерации и стран-участниц СНГ. При этом крупным инвесторам, прежде всего государству, необходимо осуществлять инвестирование в целые сети предприятий, каждое из которых имеет собственную специфику. С одной стороны, основные надежды на повышение конкурентоспособности предприятий лежат в области инвестирования в инновационные предприятия, с другой — в условиях глобального экономического кризиса необходимо иметь точную оценку эффективности крупного инвестирования средств [1].

Рассмотрим сеть предприятий, состоящую из предприятий двух видов — предприятий, осуществляющих модернизацию производства по мере необходимости (для дальнейших рассуждений эти предприятия будем называть предприятиями класса А), и предприятий, построенных на передовых инновационных решениях или осуществляющих комплексное применение инноваций в модернизацию производства и разрабатываемую продукцию (назовем предприятиями класса В). Первыми предприятиями назовем предприятия, которые характеризуются малым запаздыванием в получении прибыли после инвестиций, быстрым увеличением прибыли в начальный период, однако с ходом времени увеличение прибыли резко уменьшается. Это связано с тем, что предприятия имеют технологический предел, который ограничивает дальнейшее развитие предприятия. Вторые же предприятия имеют, наоборот, большее запаздывание в получении прибыли, что характеризует необходимое время для внедрения инновационных технологий в производство. В то же время, предприятия класса В могут быть охарактеризованы увеличивающимся размером прибыли в последующее время.

© Чурсин А. А., Шамин Р. В., 2011

Авторами предложена единая параметрическая модель, описывающая функцию дохода предприятия [2]. Эта модель содержит числовой параметр, который назовем параметром инновационности предприятия. С помощью этого параметра можно классифицировать предприятия на предприятия классов А и В. Модели отдельных предприятий рассматриваются в виде единой сети предприятий. Такой подход позволил поставить математическую задачу об оптимальном управлении конкурентоспособностью этой сети предприятий.

Для количественной оценки эффективности инвестиции в предприятия используем следующую математическую модель предприятия.

Пусть предприятие функционирует на рассматриваемом временном интервале  $[0, T]$ , в качестве переменной времени будем использовать переменную  $t \in [0, T]$ . На этом временном интервале осуществляем инвестиции в данное предприятие. Введем функцию:

$$a(t) \geq 0, \quad t \in [0, T].$$

Эту функцию будем называть функцией инвестиций. В нашей модели рассмотрим случай, когда инвестиции в предприятие являются "растянутыми по времени", случай "единовременных" инвестиций также может быть рассмотрен аналогично, но требует несколько более сложного математического понятия обобщенных функций. В результате хозяйственной деятельности рассматриваемое предприятие получает доход, который обозначим с помощью следующей функции:

$$F(t) \geq 0, \quad t \in [0, T].$$

Назовем ее функцией дохода. Функция дохода зависит от инвестиций и других условий хо-

зайствования. Изучим случай, когда известен вид функции дохода, зависящей от некоторых параметров. При этом проигнорируем стохастическую составляющую этой функции. Деятельность предприятия оценим с помощью функции прибыли:

$$S(t) = F(t) - a(t), \quad t \in [0, T].$$

Поскольку издается динамика прибыли в зависимости от инвестиций, необходимо ввести понятие интегральной прибыли, которое вводится по следующей формуле:

$$I(t) = \int_0^t S(\tau) d\tau, \quad t \in [0, T].$$

В качестве функции дохода используем функцию следующего вида:

$$F(t) = K \left( \int_0^t a(\tau) d\tau - C \alpha^4 \right)_+^\alpha, \quad t \in [0, T].$$

Здесь использовано обозначение:

$$(x)_+ = \begin{cases} x, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}$$

Наша функция дохода зависит от двух числовых параметров:

- $K > 0$  — масштабирующий коэффициент;
- $\alpha > 0$  — показатель инновационности предприятия;
- $C \geq 0$  — лаговая переменная, выражающая запаздывание прибыли от инвестиций.

Если показатель инновационности предприятия удовлетворяет следующему условию:

$$0 > \alpha < 1,$$

то такое предприятие является предприятием класса А.

Если для показателя инновационности предприятия выполнено условие:

$$\alpha > 1,$$

то такое предприятие называется предприятием класса В.

Проанализируем формулу для функции дохода для предприятий различных классов.

Введем величину  $T^C$ , которая находится из соотношения

$$\int_0^{T^C} a(\tau) d\tau T^C = C \alpha^4.$$

Непосредственно из формулы для функции  $F(t)$  видим, что на отрезке  $[0, T^C]$  значение

функции дохода равно нулю. Это отражает тот факт, что для предприятия необходимо определенное время для того, чтобы полученные инвестиции принесли доход.

При фиксированном значении лага нашего предприятия — величины  $C$  — для предприятия класса В полное запаздывание в получении прибыли является большим, чем для предприятия класса А, что имеет понятный экономический смысл — для получения отдачи после инвестиций в предприятия класса А проходит меньшее время, чем для предприятий класса В. Поэтому при небольшом временном интервале предприятия класса А имеют больший доход, чем предприятия класса В. Однако с увеличением временного интервала, на котором рассматривался доход предприятия, предприятие класса В имеет большую интегральную прибыль.

Рассмотрим разработанный авторами программный комплекс для моделирования деятельности предприятий различных классов. В частности, этот программный комплекс позволяет провести количественное сравнение прибыли предприятий классов А и В в одинаковых условиях финансирования.

Рассмотрим два предприятия В1 и В2.

Предприятие В1 имеет следующие количественные показатели:

$$a(t) = 1; K = 1; C = 1; \alpha = 0,5,$$

таким образом, функция дохода имеет следующий вид:

$$F(t) = (t^2 - 0,0625)_+^{1/2}.$$

Предприятие В2 имеет следующие количественные показатели:

$$a(t) = 1; K = 1; C = 1; \alpha = 1,5,$$

таким образом, функция дохода имеет следующий вид:

$$F(t) = (t^2 - 5,0625)_+^{3/2}.$$

В нашей терминологии предприятие В1 является предприятием класса А, а предприятие В2 — предприятием класса В. Коэффициенты для лага и инвестиции для обоих предприятий совпадают. Авторы рассматривают случай, когда предприятия финансируются равномерно.

Программа для моделирования деятельности предприятий реализована на платформе .NET на языке программирования C# с помощью объектно-ориентированного подхода.

Развивая описанный выше подход к сети предприятий, которые имеют различные параметры и часть которых является предприятиями

класса А, а часть предприятиями класса В, рассмотрим ситуацию, при которой государство или иные инвесторы располагают определенной суммой, предназначенной для инвестирования в различные предприятия. Обозначим эту сумму величиной  $A$ .

Введем формальное определение предприятия. Предприятием будем называть четверку:

$$B = \langle a(t), K, \alpha, C \rangle,$$

где первый элемент — функция инвестирования, второй элемент — положительное число, которое означает коэффициент инновационности предприятия, третий элемент — неотрицательная величина — коэффициент запаздывания.

Пусть наша экономика (или отрасль промышленности) состоит из  $N$  предприятий:

$$B_1, B_2, \dots, B_N.$$

Будем считать, что существует такой номер  $0 \leq M \leq N$ , что при этом предприятия

$$B_1, B_2, \dots, B_M$$

являются предприятиями класса В, а предприятия

$$B_{M+1}, B_{M+2}, \dots, B_N$$

предприятиями класса А, т. е. имеет место следующее:

$$\alpha_1 > 1, \alpha_2 > 0, \dots, \alpha_M > 0$$

и

$$\alpha_{M+1} < 1, \alpha_{M+2} < 0, \dots, \alpha_N < 0.$$

С каждым предприятием свяжем числовую функцию — интегральную прибыль предприятия:

$$I(B, t) \in R,$$

где первый аргумент — это отдельное предприятие, а второй — это текущий момент времени. Совокупной интегральной прибылью экономики (или отрасли) назовем функцию:

$$IB(t) = \sum_{i=1}^N I(B_i, t).$$

При этом предполагается, что в данную экономику был инвестирован следующий объем средств в данный момент времени:

$$AB(t) = \int_0^t \sum_{i=1}^N a_i(\tau) d\tau.$$

Назовем сеть предприятий допустимой, если для любого момента времени  $t \in [0, T]$  выполнено условие:

$$AB(t) \leq A,$$

где  $A$  — это максимальный объем средств, который может быть инвестирован в сеть предприятий.

На основе рассмотренной ситуации управления инвестициями в сеть предприятий различных классов осуществим математическую постановку задачи оптимального управления конкурентоспособностью сети предприятий в условиях ограниченных инвестиций. Главным критерием конкурентоспособности экономики и отраслей промышленности является совокупная интегральная прибыль сети предприятий.

Рассмотрим динамическую модель управления конкурентоспособностью на заданном временном интервале  $[0, T]$ . Пусть фиксировано общее количество предприятий  $N$  и количество инновационных предприятий  $M$ . Также будем считать, что фиксирован общий объем доступных инвестиций — величина  $A$ . Управлением инвестиций в сеть предприятий назовем множество функций:

$$a_1(t), a_2(t), \dots, a_N(t),$$

удовлетворяющих следующему условию:

$$\sum_{i=1}^N \int_0^t a_i(\tau) d\tau \leq A, \quad t \in [0, T].$$

Соответственно, целевым функционалом представленной системы управления будет функционал совокупной интегральной прибыли сети предприятий:

$$IB(a_1, a_2, \dots, a_N) = \sum_{i=1}^N I(B_i(a_i), t).$$

Таким образом, оптимизационная задача управления конкурентоспособностью сети предприятий в условиях ограниченных инвестиций состоит в том, чтобы:

$$IB(a_1, a_2, \dots, a_N) \rightarrow \max;$$

$$\sum_{i=1}^N \int_0^t a_i(\tau) d\tau \leq A, \quad t \in [0, T].$$

При этом представляет интерес величина

$$MB = \sup \{ IB(a_1, a_2, \dots, a_N) \mid \sum_{i=1}^N \int_0^t a_i(\tau) d\tau \leq A, \quad t \in [0, T] \}.$$

Величину  $MV$  назовем эффективностью нашей сети предприятий. В случае, когда этот супремум достигается на каком-либо инвестиционном плане  $(a_1, a_2, \dots, a_N)$ , то этот инвестиционный план назовем оптимальным инвестиционным планом.

Заметим, что приведенная постановка оптимизационной задачи является задачей вариационного исчисления, поскольку инвестиционный план представляет собой набор функций, заданных на отрезке. Для эффективного применения методов расчета эффективных инвестиционных планов необходимо фиксировать функциональные классы, в которых мы будем искать решение. Простейшими вариантами инвестиционных планов можно рассматривать, например, такие инвестиционные планы, которые предполагают равномерное по времени финансирование предприятий. В этом случае рассмотрим инвестиционные планы следующего вида:

$$\begin{aligned} a_1(t) &\equiv a_1^0, & t \in [0, T], \\ a_2(t) &\equiv a_2^0, & t \in [0, T], \\ &\dots \\ a_N(t) &\equiv a_N^0, & t \in [0, T], \end{aligned}$$

где  $a_i^0$  — неотрицательные числа. Условием допустимости такого инвестиционного плана является следующее условие:

$$\sum_{i=1}^N a_i^0 t \leq A, \quad t \in [0, T].$$

Основная проблема определения оптимальности инвестиционных планов состоит в том, что необходимо рассматривать динамические процессы, которые развиваются во времени. При этом есть два класса предприятий. Если интересует краткосрочный эффект, то в этом случае имеет смысл уделять большее внимание предприятиям класса А, в случае же когда можно рассматривать долгосрочные инвестиции, то наиболее эффективным является инвестирование в предприятия класса В. Этот интуитивно понятный вывод является следствием введенной нами функции дохода предприятий и коэффициента инновационности предприятия.

Как уже было отмечено, вариант, когда инвестиции в предприятия поступают равномерно по времени, является сильной идеализацией реальных ситуаций. Как правило, инвестиции поступают в предприятия одновременно. В этом случае описать такие инвестиции функциями  $a_i(t)$ ,  $t \in [0, T]$  уже невозможно. Действитель-

но, пусть инвестиции предприятию  $B_i$  были выделены в момент  $t_0 \in [0, T]$  в объеме  $a_i^0$ , а в другие моменты времени инвестиций в данное предприятие не было. Тогда для функции  $a_i(t)$  должны быть выполнены следующие условия:

$$\begin{aligned} a_i(t) &= 0, & t \neq t_0, \\ \int_0^T a_i(t) dt &= a_i^0. \end{aligned}$$

Как известно, среди обычных функций нет функций, удовлетворяющих этому условию. Для построения таких функций необходимо применять математический аппарат обобщенных функций. В этой терминологии наша функция инвестирования должна выглядеть следующим образом:

$$a_i(t) = a_i^0 \delta(t - t_0),$$

где  $\delta(t)$  — обобщенная функция Дирака (так называемая  $\delta$ -функция).

В нашей математической модели при рассмотрении функции дохода  $F(t)$  и функции интегральной прибыли  $I(t)$  функция инвестиции входит лишь под знаком интеграла. Это является неслучайным совпадением, свойством модели, в которой смысл имеет лишь интеграл от функции инвестирования. Поскольку для обобщенных функций можно определить интеграл, то наша математическая модель может быть распространена и на случай одновременных инвестиций.

Рассмотрим наиболее характерный случай, когда инвестиции предприятиям выделяются в полном объеме в начальный момент времени. Пусть имеются величины

$$\begin{aligned} a_i^0 &\geq 0; \\ \sum_{i=1}^N a_i^0 &\leq A, \end{aligned}$$

где  $a_i^0$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$  — объемы инвестирования в сеть предприятий в начальный момент времени. Тогда функции дохода предприятий будут выглядеть следующим образом:

$$F_i(t) = (a_i^0 t - C\alpha^4)_+^\alpha, \quad t \in [0, T],$$

соответственно, интегральная функция прибыли будет выглядеть следующим образом:

$$I_i(t) = \int_0^t (a_i^0 \tau - C\alpha^4)_+^\alpha d\tau - a_i^0 t.$$

Функция прибыли  $S(t)$  для этого случая не вводится.

### Заключение

Авторами предложена параметрическая модель предприятий, которая позволяет классифицировать предприятия. Рассмотренная математическая проблема оптимального инвестирования в сеть предприятий представляет собой

задачу многомерного вариационного исчисления и может быть эффективно численно решена. Теоретическое значение предложенной модели состоит в том, что она позволяет выделить значение предприятий разных классов для повышения эффективности инвестиций.

### ЛИТЕРАТУРА

1. **Чурсин А. А., Окадьев Н. А.** Инновации и инвестиции в деятельности организации: Монография. — М.: Машиностроение, 2010. — 469 с.
2. **Чурсин А. А.** Управление конкурентоспособностью организации. Управленческие, внешнеэкономические и конструкторско-технологические аспекты: Монография. — М.: ФГУП «НТЦ "Информтехника"», Редакция журнала "Оборонная техника", 2006. — 372 с.

## **INVESTMENTS AND INNOVATIONS AND THEIR ROLE IN INCREASE OF THE ORGANIZATION COMPETITIVENESS**

*A. A. Chursin, R. V. Shamin*

Peoples' Friendship University of Russia, Moscow

*The task of optimal management of competitiveness of a network of organizations, which compose the industry branch or a sector of national economy, is considered. The role of investments and innovations in the process of the increase of competitiveness of organizations is researched. The parameter-oriented model of organizations, which allow classifying them, is suggested.*

*Keywords:* investments, innovations, management of competitiveness.

---

**Чурсин Александр Александрович**, профессор кафедры экономики и предпринимательства.  
Тел.: + 7 (919) 774-73-39, 578-52-78. E-mail: achursin2008@yandex.ru

**Шамин Роман Вячеславович**, доцент кафедры "Дифференциальные уравнения и математическая физика".  
Тел. +7 (499) 124-75-65. E-mail: roman@shamin.ru

*Статья поступила в редакцию в декабре 2010 г.*