

DOI: 10.18721/JE.11418  
УДК 658.5

## ПРОМЫШЛЕННЫЙ КЛАСТЕР КАК ОСНОВА ПЛАТФОРМЫ ОПТИМИЗАЦИИ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЕМ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО БИЗНЕСА

В.В. Титов<sup>1</sup>, Д.А. Безмельницын<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН,  
г. Новосибирск, Российская Федерация

<sup>2</sup> Научно-производственное объединение «ЭЛСИБ» ПАО,  
г. Новосибирск, Российская Федерация

Представлен методологический подход к построению модели оптимизации планирования функционирования предприятий, фирм, корпораций в промышленном кластере. Предполагается, что образование кластера основано на экономическом интересе предприятий. Такой интерес связан с разработкой и реализацией инновационно-инвестиционных проектов, которые обеспечивают значительный рост добавленной стоимости от продаж высокотехнологичной продукции. Решение такой задачи важно для практики планирования. Поэтому актуальность данной темы исследований не вызывает сомнений. Разработка механизмов управления развитием предприятий, корпораций предусматривает их интеграционное взаимодействие. Возникает множество проблем обоснования внутрикорпоративных цен, определения синергического эффекта и его распределения среди участников кластера, оценки эффективности реализации инвестиционных проектов, финансовых инноваций и других разработок. Наиболее эффективна организация производства на предприятиях кластера при выпуске сложной, наукоемкой продукции с высокой добавленной стоимостью, платежеспособным спросом на внутреннем рынке и за рубежом. Поэтому разработка обобщенного механизма решения таких задач без исследований, имитирующих на основе моделирования подобные процессы, достаточно сложна. Особое внимание при разработке методологического подхода к построению модели оптимизации планирования функционирования и развития промышленного кластера является выявление элементов, определяющих возникновение системного (синергического) эффекта. Системный эффект от интеграции предприятий – это эффект от экономии накладных расходов, использования чистой прибыли с возвратами и с оплатой процентов, вовлечения в оборот эффектов от кооперации производств, внедрения различных совместных новаций. Синергический эффект сопутствует комплексному использованию нематериальных и материальных (основных фондов) активов всех компаний кластера. Именно такие ситуации создают экономическую и технологическую заинтересованность предприятий в кооперации. Формирование кластеров является важнейшим элементом промышленной политики региона. Результаты практических расчетов показали эффективность предложенного механизма управления развитием промышленных кластеров.

**Ключевые слова:** промышленный кластер, модель оптимизации, трансфертные цены, синергизм, стратегическое управление, развитие высокотехнологичного бизнеса, платформа управления кластером

**Ссылка при цитировании:** Титов В.В., Безмельницын Д.А. Промышленный кластер как основа платформы оптимизации стратегического управления развитием высокотехнологичного бизнеса // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2018. Т. 11, № 4. С. 230–241. DOI: 10.18721/JE.11418

## INDUSTRIAL CLUSTER AS THE PLATFORM OF OPTIMIZATION FOR STRATEGIC MANAGEMENT OF DEVELOPMENT OF HIGH-TECH BUSINESS

V.V. Titov<sup>1</sup>, D.A. Bezmelnitsyn<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Economics and industrial production organization SB RAS,  
Novosibirsk, Russian Federation

<sup>2</sup> NPO «ELSIB» JSC, Novosibirsk, Russian Federation

The article presents a methodological approach to the construction of a model of optimization of planning the functioning of enterprises, firms, corporations in the industrial cluster. It is assumed that the formation of the cluster is based on the economic interest of enterprises. Such interest is associated with the development and implementation of innovation and investment projects that provide a significant increase in added value from the sale of high-tech products. The solution of such a problem is important for planning practice. Therefore, the relevance of this research topic is not in doubt. The development of mechanisms for managing the development of enterprises and corporations provides for their integration. There are a lot of problems of justification of internal corporate prices; determination of the synergistic effect and its distribution among the cluster members; evaluation of the effectiveness of investment projects, financial innovations and other developments. The most effective organization of production at the enterprises of the cluster in the production of complex, science-intensive products with high added value, solvent demand in the domestic market and abroad. Therefore, the development of a generalized mechanism for solving such problems without studies simulating such processes on the basis of modeling is quite complex. Particular attention in the development of methodological approach to the construction of the optimization model of planning the functioning and development of the industrial cluster is to identify the elements that determine the emergence of a systemic (synergistic) effect. The system effect of the integration of enterprises is the effect of saving overhead costs; the use of net profit with returns and interest payments; involvement in the turnover of the effects of cooperation of production, the introduction of various joint innovations. The synergistic effect is associated with the complex use of intangible and tangible (fixed assets) assets of all cluster companies. Such situations create economic and technological interest of enterprises in cooperation. The formation of clusters is an important element of the industrial policy of the region. The results of practical calculations showed the effectiveness of the proposed mechanism of management of industrial clusters.

**Keywords:** industrial cluster, optimization model, transfer prices, synergy, strategic management, development of high-tech business, cluster management platform

**Citation:** V.V. Titov, D.A. Bezmelnitsyn, Industrial cluster as the platform of optimization for strategic management of development of high-tech business, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 11 (4) (2018) 230–241. DOI: 10.18721/JE.11418

*Введение.* Исследования в области стратегического управления развитием бизнеса связаны с разработкой механизмов управления развитием предприятий, корпораций в условиях реструктуризации и интеграционного взаимодействия. При этом возникает множество проблем организационно-экономического характера. Поэтому разработка обобщенного механизма решения таких задач без исследований, имитирующих на ос-

нове моделирования подобные процессы, достаточно сложна. В данной статье представлена разработка научно-методологического подхода к построению эффективной системы внутрифирменного планирования функционирования и развития корпорации при ее реструктуризации, согласовании интеграционного взаимодействия на основе использования моделей оптимизации. Подобный подход позволяет оценить системный

эффект от такого взаимодействия, уточнить оценку инвестиционных проектов, финансовых инноваций и других разработок.

На основе проведенного исследования осуществлено построение оригинальной модели становления и развития промышленного кластера. В современных условиях развития промышленного производства многие компании ставят своей целью достижение конкурентных преимуществ за счет интеграции и формирования кластеров взаимосвязанных предприятий. При этом речь идет не просто об осуществлении общих инвестиционных проектов, но и о получении значительного синергического, системного эффекта от взаимодействия группы предприятий. Кроме того, необходимо отметить, что формирование промышленных кластеров является важнейшим элементом промышленной политики региона. Таким образом, применение оптимизационного моделирования позволяет осуществить технико-экономическое обоснование эффективности как создания кластера, его развития, так и эффекта, получаемого каждым предприятием от вхождения в него. Несомненно, что подобные исследования являются актуальными для науки и практики.

Цель исследования – разработка научно-методологического подхода к построению эффективной системы внутрикорпоративного планирования функционирования и развития промышленного кластера с учетом согласования интеграционного взаимодействия его предприятий на основе использования модели оптимизации стратегического управления развитием высокотехнологичного бизнеса в рамках платформы управления промышленным кластером. При этом возникает множество других проблем: обоснования внутрикорпоративных цен, определения синергического эффекта и его распределения среди участников кластера, оценки эффективности реализации инвестиционных проектов, финансовых инноваций и других разработок.

#### *Методика исследования.*

**Организация перспективной формы интеграции промышленных компаний.** Наиболее важный критерий оптимизации функционирования промышленного предприятия, фирмы, корпорации в настоящее время трактует-

ся как максимизация стоимости компании на фондовом рынке [1, 2 и др.]. Как у нас в стране, так и за рубежом, многие предприятия в достижении конкурентных преимуществ видят свою цель, обеспечивающую рост стоимости компании, на основе формирования кластеров фирм, связанных между собой [3 и др.]. При этом намечается не только совместное осуществление инновационно-инвестиционных проектов, но и получение значительного синергического эффекта. Под этим мы будем понимать общий эффект от интеграционной деятельности группы предприятий.

Системный эффект синергии возникает как результат функционирования и кооперации предприятий кластера при объединении ресурсов и деятельности [3]. Эффект от взаимодействия предприятий возникает не в любой ситуации. Исследователи за рубежом отмечают, что нет преимуществ вертикальной или конгломератной диверсификации [3]. В большей степени системный эффект зависит от управленческого синергизма. Именно системное управление работой предприятий кластера позволяет обеспечить получение значительного эффекта.

Общепризнанного определения кластера не существует [3–10 и др.]. Среди первых понятие кластера введено М. Портером [6]. Он отмечал, что это группа соседствующих взаимно связанных предприятий, работающих в определенной отрасли. Предприятия характеризуются общностью взаимодополняющих работ. На наш взгляд, здесь не отмечены следующие характеристики: все предприятия кластера остаются самостоятельными и конкурирующими; результатом кооперации предприятий является получение, как отмечалось, системного эффекта; общая деятельность в кластере координируется управляющей компанией (или одним из наиболее значимых предприятий кластера); наличие спроса на высокотехнологичную продукцию с высокой добавленной стоимостью, которую сообща способны производить инновационные предприятия кластера; промышленный кластер формируется на базе платформы стратегического управления развитием высокотехнологичного бизнеса. Многочисленный перечень определений кластера зарубежных авторов представлен в [4].

На наш взгляд, определяют название кластера основные четыре условия — кооперация, независимость участников, их инновационная активность, получение системного эффекта. Все остальные условия для получения экономического результата носят вспомогательный характер.

Очень важно, чтобы объединение фирм в кластер осуществлялось на основе экономического интереса. Наиболее сложно для кластера представить экономические отношения между участниками интеграции. Они строятся с учетом их интересов, баланс которых формируется на основе специальных расчетов в результате использования трансфертных цен [11–13]. Это одна из сложных проблем, без решения которой наладить эффективную работу кластера будет трудно. Предлагается решение задачи на основе распределения прибыли по технологическим переходам (фирмам кластера) пропорционально добавленной стоимости, которую создают предприятия [12, 13].

Развитие кластеров в России идет достаточно интенсивно. Так, Ассоциация кластеров и технопарков в начале 2016 г. зафиксировала 125 включенных в реестр промышленных кластеров, в которых числится более 1900 промышленных предприятий (63% которых — малые и средние предприятия) [14]. Больше всего кластеров в машиностроении — 23, в СФО 16 кластеров, в НСО — 1. При этом трудно найти ссылку на эффективно работающий кластер, так как многие из них формировались «сверху», а не на основе экономического интереса предприятий.

Однако есть и положительные примеры. Так, в Алтайском крае с 2014 по 2016 г. производство сельскохозяйственных машин возросло в шесть раз (Российская газета. Регион. 2017. № 289. С. 12). Основную роль в этом сыграл Алтайский кластер (еще не был включен в реестр) аграрного машиностроения (АлтаКАМ). В кластере добились успехов за счет кооперации, специализации, инноваций.

В настоящее время многие предприятия, выпускающие высокотехнологичную продукцию, работают в рамках «платформ» [15, 16]. Внутренние платформы компании (платформы продукции, технологий) — это интегрированные в единую структуру акти-

вы (знания, технологии и пр.), на основе которых компания может эффективно развивать и производить продукцию [15]. Развитие внутренних платформ позволяет получить экономию на постоянных затратах, эффект от увеличения объемов продаж производной продукции, особенно высокотехнологичной.

Внешние (отраслевые) платформы — это активы, обеспечивающие основу для разработки дополняющих продуктов, технологий за счет использования этих платформ другими предприятиями [15]. Таким образом, и в кластере создаются внутренняя и внешняя платформы, элементом которых может стать модель оптимизации стратегического управления развитием высокотехнологичного бизнеса, рассматриваемая здесь. Предприятия, которые объединяются вокруг конкретной внешней платформы кластера, создают экосистему бизнеса [15].

Стратегическое планирование позволяет давать оценку эффективности развития товарной стратегии при создании кластера. Такая оценка дает обоснование и созданию кластера. Планирование такой системной стратегии, отражающей интересы предприятий кластера, без моделирования не реализовать. В оптимизационной модели подобный сложный процесс представляется системно, выбирается наиболее эффективный вариант становления кластера.

**Формирование внутрикорпоративных цен в кластере.** На уровне промышленных корпораций необходимо сформировать механизм хозяйствования, экономически заинтересовывающий работников предприятия вести разработку и реализацию новаций [12]. Остановимся на одном из возможных механизмов, который базируется на отнесении прибыли, получаемой от продаж товаров и услуг, на все технологические переходы на предприятии, между фирмами корпорации с учетом создаваемой добавленной стоимости во всех ее фирмах. Здесь без формирования трансфертных цен не обойтись. Следовательно, прежде чем говорить о хозяйственном механизме, надо дать определение внутрифирменных, внутрикорпоративных цен и направлений их использования в механизме экономического стимулирования.

Внутрикорпоративная, трансфертная цена устанавливается на товары и услуги, продаваемые в рамках одного предприятия, корпорации или кластера. Так как цены на конечную продукцию корпорации определяются на рынке, то внутрифирменные цены определяются относительно этой цены.

Для рассмотрения предлагаемой методики внутрифирменного ценообразования, на основе [13], представим модель формирования внутрифирменных цен.

Пусть готовую продукцию выпускает фирма  $f_1$ . Цена продаж одного из изделий составляет  $C$  единиц (без НДС). Полную себестоимость  $S$  изделия определяют как затраты данной головной фирмы, так и фирмы  $f_2$ , которая поставляет комплектующие для фирмы  $f_1$  по цене  $C_2$ . Цена определена так:  $(1 + r)S_2$ , где  $r$  – доля прибыли относительно себестоимости комплектующих  $S_2$ . Такая методика распространена как за рубежом, так и в России. Когда значение рентабельности для изделия в целом больше  $r$ , фирма  $f_1$  относит на свой счет часть эффекта фирмы  $f_2$ . Интересы фирмы  $f_2$  нарушаются, экономический стимул уменьшения затрат на производство не работает.

Операционная прибыль рассматриваемого изделия определена как  $P = C - S$ . Однако конечный результат работы корпорации определяется величиной добавленной стоимости. При этом цена комплектующих может не включать всю добавленную стоимость, созданную фирмой  $f_2$ , другая часть поглощается первой фирмой. Поэтому более обоснованным было бы отнесение прибыли по фирмам пропорционально добавленной стоимости. Обозначим через  $H$  величину добавленной стоимости без НДС (прибыль, оплата труда с начислениями, амортизация и другие начисления) по рассматриваемому изделию:  $H = H_1 + H_2$ . Здесь  $H_2$  – добавленная стоимость без НДС по комплектующим второй фирмы:

$$H_2 = P_2 + Z_2(1 + h_2),$$

где  $Z_2$  – прямые затраты (основной) заработной платы во второй фирме, которые отнесены в себестоимость производства комплектующих, включаемых в рассматриваемое изделие. Параметр  $h_2$  отражает долю от  $Z_2$ : дополнительных расходов заработной платы

(отпускные и др.); накладных расходов по оплате труда (заработная плата ИТР, служащих), относимых на указанную продукцию; страховых отчислений относительно величины оплаты труда; амортизационных (и других) начислений.

Таким образом,  $h_2$  – итоговая доля добавленной стоимости относительно основной заработной платы. Параметр  $h_2$  рассчитывается при определении себестоимости продукции (накладные расходы относительно основной заработной платы).

Величина  $P_2$  определяется как доля от значения  $P$ . Доля находится отношением величины добавленной стоимости в комплектующих к ее общей величине:  $P_2 = PH_2/H$ . Как видим, коэффициенты НДС не влияют на значение  $P_2$ . Развернутое выражение значения  $H$  вставим в расчет  $P_-$ :

$$P_- = P(P_2 + Z_2(1 + h_2))/H,$$

умножим все на  $H$ :

$$HP_- - PP_- = Z_2(1 + h_2) P,$$

отсюда  $P_2 = Z_2(1 + h_2)P/(H - P)$ ,

где  $(H - P)$  – добавленная стоимость по изделию без учета прибыли.

Таким образом, разнесение прибыли по фирмам пропорционально добавленной стоимости равнозначно отнесению прибыли почти пропорционально затратам заработной платы. В этом случае существенно упрощается практический подход к формированию внутрифирменных цен. На предприятиях затраты основной заработной платы с начислениями на одно изделие всегда имеются.

В данной ситуации внутрикорпоративная цена на комплектующие для второй фирмы  $C_2 = P_2 + S_2$ . Если продукция производится в нескольких фирмах, то цены определяются нарастающим итогом. При таком ценообразовании фирмы будут заинтересованы в снижении затрат при фиксации цен.

#### **Постановка проблемы и подготовка исходной информации для модели оптимизации.**

Представим, что некоторая группа промышленных фирм и организаций хочет создать кластер, реализующий инвестиционные проекты. Все проекты предварительно проходят обоснование их эффективности. Такие разработанные бизнес-планы служат информа-

ционной основой по инвестиционным проектам при представлении их в модели формирования и развития кластера.

Итак, формируется перечень фирм, корпораций, желающих осуществить расширение производства на основе реализации инвестиционных проектов (которые они сами осуществить не могут из-за недостатка финансирования или без технологической кооперации), вложить свои свободные финансовые ресурсы в эффективный бизнес, обеспечивающий более значимый эффект, чем рентабельность своего предприятия или банковские депозитные проценты.

В целом планирование такой интеграции предприятий осуществляется на основе оптимизации принятия решений по производству и реализации продукции, использованию чистой прибыли, кредитов, оценки эффективности проектов.

Важным подспорьем для развития кластера становится системный эффект от интеграции предприятий: это эффект от экономии накладных расходов, использования чистой прибыли с возвратами и с оплатой процентов, вовлечения в оборот эффектов от кооперации производств, внедрения различных совместных новаций. Синергический эффект сопутствует комплексному использованию нематериальных и материальных (основных фондов) активов всех компаний кластера. Этот эффект частично отражается в исходных данных по проекту. Если бы фирма реализовывала проект самостоятельно, то, например, при отсутствии каких-то мощностей их пришлось бы создавать вновь. Наличие таких мощностей на другом предприятии при совместной реализации проекта существенно повышает его эффективность. Именно такие ситуации и создают экономическую и технологическую заинтересованность предприятий в кооперации. Экономический интерес способствует объединению предприятий в кластеры.

Рассмотрим упрощенную постановку модели, отражающей возможность решения представленной задачи. Развитие модели может осуществляться за счет детализации моделирования работы предприятий.

Функционирование группы фирм (будущего кластера) рассматривается за  $T$  лет,  $t=1, 2, \dots, T$ . По всем фирмам  $f \in F = \{1, 2, \dots, f^*\}$

в предплановом периоде  $t = 0$  фиксируется прогнозная информация об объемах (без данных, связанных с реализацией проектов):  $R_{f0}$  – реализации,  $C_{f, y}$  – накладных расходов,  $P_{f0}$  – чистой прибыли или  $U_{f0}$  – убытков,  $Q_f$  – изменений оборотного капитала,  $A_f$  – амортизации. Фиксируются доли амортизации ( $a_j$ ), направляемой предприятиями на инвестиции. Эти и другие данные представляются самими фирмами в ценах базового года  $t = 0$ .

Взаимодействие предприятий представляется как планирование внедрения инновационно-инвестиционных проектов. По ним информация фиксируется в предплановом году. По каждому проекту информация связывается с одной переменной, принимающей значение 1 или 0. Такой вектор данных можно сдвигать во времени. Следовательно, один и тот же проект представляется множеством вариантов внедрения.

Пусть  $j \in J = (1, 2, \dots, j, \dots, n)$  – список индексов нововведений. Реализация проекта  $j$  может начинаться с периода  $t_j$ . При этом реализуется не более одного варианта проекта. Все технико-экономические параметры, связанные с внедрением проекта  $j$ , задаются согласованными во времени. Первому периоду освоения ставится в соответствие индекс  $\tau = 1$ . Отсюда затраты инвестиций по проекту  $j$  фиксируются как  $K_{j\tau}$ ,  $\tau = 1, 2, \dots$ . Значение  $K_{j\tau}$  учитывает прирост оборотного капитала и капитальные вложения (в ценах периода  $t = 0$ ) на предприятии  $f$ . При этом следует отметить, что  $K_{j\tau} \leq K_{j\tau_0}$ , где  $K_{j\tau_0}$  – исходная оценка объема инвестиций, которая может быть уменьшена за счет использования имеющихся возможностей предприятий, что существенно повышает эффективность новых инвестиций. Именно значения  $K_{j\tau}$  будут использованы в расчетах.

Отчисления амортизации по проекту  $j$  –  $a_{j\tau}$ , прибыль до выплаты (поступления) процентов и отчислений налога –  $B_{j\tau}$  (убытков –  $M_{j\tau}$ ). Значения  $B_{j\tau}$ ,  $M_{j\tau}$  также откорректированы с учетом уменьшения затрат за счет использования более совершенных технологий на других предприятиях. Объем реализации продукции при реализации проекта  $j$  –  $R_{j\tau}$ ,  $\tau = 1, 2, \dots, \tau_j$ . После периода  $\tau_j - 1$  проект  $j$  является освоенным,  $t_j + \tau_j - 1 \leq T$ .

При описании модели мы не можем отразить те технологические возможности, которые используются в том или ином проекте. Это осуществляется только при рассмотрении реальных нововведений, содержащих в себе результаты синергических эффектов. К этим результатам суммируется эффект от использования финансов предприятий.

Итак, кооперация в кластерах снижает объем капитальных вложений (и другие затраты), что учитывается в значениях  $K_{f\tau}$ ,  $B_{f\tau}$ . Это и приводит к существенному росту эффективности инвестиционных проектов.

Параметры  $K_{f\tau}$ ,  $a_{f\tau}$ ,  $B_{f\tau}$ ,  $d_t = 1/(1 + d)^{t-1}$ , где  $d$  – норма дисконтирования, другие эффекты и затраты, обеспечивают расчет для инвестиционных проектов значений чистого дисконтированного дохода (ЧДД<sub>*j*</sub>) –  $NPV_j$ .

Однако инвестиции ограничены по годам. Обозначим через  $N_j$ ,  $t = 1, 2, \dots, T$  возможные объемы инвестиций сторонними фирмами. Другие источники финансирования – инвестиции фирм кластера.

Через  $Y_{jt}$  обозначим параметры переменных, принимающих значение 1 или 0. Они означают принятие или нет в план реализации проекта  $j$ . Проект включается в план с периода  $t$ . Однако реализуется только один из вариантов проекта  $j$ :

$$\sum_t Y_{jt} \leq 1, \quad j \in J, \quad t_j \leq t \leq T - \tau_j + 1.$$

Реализация каждого проекта осуществляется в одной фирме или нескольких. Подмножество индексов  $J_f$  отражает именно такое разделение мест реализации проектов.

#### Моделирование формирования стратегического плана развития промышленного кластера.

Процесс интеграции фирм представим на основе модели [17]. Так, прогноз объема реализации  $R_{ft}$  на предприятии  $f$  в году  $t$  рассчитывается на основе исходных данных по предприятиям без учета реализации проектов и с ними:

$$R_{ft} - \sum_o R_{f\tau} Y_{j\mu} = R_{f0}, \quad f \in F, \quad j \in J_f, \\ t = 1, 2, \dots, T, \quad f = 1, 2, \dots, f^*, \\ \tau = t - \mu + 1, \quad \mu = t_j, t_j + 1, \dots$$

Если через  $n_{ft}$  обозначить коэффициент прироста объема реализации за счет продажи

продукции, произведенной на основе проектов в периоде  $t$  на предприятии  $f$ , то экономия накладных расходов (которую следует учесть в значениях  $B_{f\tau}$ ) составит величину  $g_f n_{ft} C_{f, y\mu}$ ;  $(1 - g_f)$  – доля прироста косвенных расходов в фирме  $f$  при удвоении объемов реализации:

$$n_{ft} - m_{ft} = R_{ft} / R_{f,t-1} - 1.$$

Следовательно, параметр  $g_f$  отражает долю экономии накладных расходов.

Реализация проектов обеспечит рост прибыли (или убытков в отдельные периоды). Через  $H_{ft}$  обозначим прирост чистой прибыли в результате освоения проектов на фирме  $f$  в период  $t$  (убытки –  $G_{ft}$ ):

$$\lambda H_{ft} - G_{ft} = \sum_j (B_{f\tau} - M_{f\tau}) Y_{j\mu} + g_f n_{ft} C_{f, y\mu}, \\ j \in J_f, \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad f = 1, 2, \dots, f^*, \\ \tau = t - \mu + 1, \quad \mu = t_j, t_j + 1, \dots$$

Коэффициент  $\lambda = 1/(1 - \delta)$ , где  $\delta$  – налоговый норматив по прибыли. Отсюда, умножая величину чистой прибыли на коэффициент  $\lambda$ , получаем значение прибыли до налогообложения, которое можно уменьшить на величину убытков. Увеличение объема продаж на фирме  $f$  изменит показатели эффективности ее деятельности. Обозначим откорректированные объемы чистой прибыли как  $P_{ft}$ , а убытки через  $U_{ft}$ :

$$\lambda P_{f0} - U_{f0} + \lambda H_{ft} - G_{ft} + U_{ft} - \lambda P_{ft} + \\ + k_1 Z_{f, t-1} + 0,5(\Phi_{f, t-1} + \Phi_{ft})p - k_1 X_{f, t-1} - \\ - k_2 N_{f, t-1} = 0, \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad f = 1, 2, \dots, f^*.$$

Здесь  $Z_{f, t-1}$  – объем чистой прибыли фирмы  $f$ , использованный в период  $t - 1$  на других фирмах группы,  $Z_{f0} = 0$ , в инвестициях;  $k_1$  – минимальная процентная ставка, которая обеспечивает фирме получение дохода от вложений ее финансов в других фирмах группы. Так как при моделировании инфляция не учитывается, то  $k_1$  определяется величиной дисконтирования  $d$  (нормой прибыли  $p$ , равной 3–5 %, плюс уровень риска). В практических расчетах будут использованы и другие значения параметра  $k_1$ ;  $\Phi_{ft}$  – неиспользуемая чистая прибыль на балансе фирмы  $f$  к концу периода  $t$ , за которую она получает банковские проценты на уровне значения  $d$ ;  $X_{f, t-1}$  – долгосрочный кредит, полученный фирмой  $f$  в период  $t - 1$  от других

фирм группы, оплачиваемый по процентной ставке  $k_1$ ;  $N_{f, t-1}$  – долгосрочный кредит, полученный фирмой  $f$  в период  $t - 1$  от инвесторов со стороны, с выплатой процентов по ставке  $k_2$ .

При моделировании деятельности кластера предусмотрено использование долгосрочных финансовых вложений. Обозначим долгосрочные финансовые вложения фирмой  $f$  в год  $t$  через  $L_{ft}$ ; фирма  $f$  инвестирует в освоение проектов в других фирмах кластера, при этом получает дивиденды  $D_{ft}$ . Их величина на единицу инвестиций должна покрывать эффект у себя в фирме, банковские проценты с депозитного счета. Поэтому рентабельность вложений при освоении высокотехнологичных проектов не должна быть менее 20–25%. Иначе проекты не будут обеспечены финансированием от фирм, так как никакого экономического интереса в создании кластера не будет. Эту ситуацию следует учесть в модели. На первых этапах расчетов через  $e$  зафиксируем годовую величину дивидендов на единицу инвестиций в целом по всем проектам будущего кластера на уровне  $k_1$ . Значение  $e$  нельзя рассчитать непосредственно в модели, поскольку она становится нелинейной. Значения могут быть уточнены после решения задачи в целом на основе проведения многовариантных расчетов.

При освоении проектов в фирме  $f$  используется чистая прибыль (ее доля  $\varphi_f$ ) и часть амортизации. Эти инвестиции могут быть использованы и в других фирмах, но под проценты  $k_2$  и с возвратом. Финансирование инвестиций отражается следующим образом:

$$\sum_j (K_{j\tau} - a_{j\tau}) Y_{j\mu} - a_f A_{ft} + Q_{ft} - I_{ft} - X_{ft} - N_{ft} + X_{f, t-1} + N_{f, t-1} - V_{ft} = 0, j \in J_f, \\ f = 1, 2, \dots, f^*, t = 1, 2, \dots, T, \\ \tau = t - \mu + 1, \mu = t_j, t_j + 1, \dots$$

Здесь  $I_{ft}$  – объем финансовых ресурсов в фирме  $f$ :

$$I_{ft} - \varphi_f (P_{ft} + (1 - k_3) D_{ft}) + L_{ft} + Z_{ft} - Z_{f, t-1} - \Phi_{f, t-1} + \Phi_{ft} = 0, \\ f = 1, 2, \dots, f^*, t = 1, 2, \dots, T,$$

где  $k_3$  – налог на дивиденды;  $V_{ft}$  – долгосрочные инвестиции в фирме  $f$  в год  $t$  за счет

инвестиций других фирм группы;  $Z_{ft}$  – объем кредитов из фирмы  $f$  в другие проекты в период  $t$ ;  $Z_{f, t-1}$  – возврат кредитов из других фирм, используемых в период  $t - 1$ ;  $\Phi_{ft}$  – объем свободных средств к концу периода  $t$ ;  $\Phi_{f, t-1}$  – объем неиспользуемых ресурсов в фирме  $f$  на начало года  $t$ .

Следует обеспечивать баланс использования и возврата кредитов:

$$\sum_f Z_{ft} - \sum_f X_{ft} = 0, t = 1, 2, \dots, T.$$

где  $X_{ft}$  – финансовые ресурсы предприятий кластера, которые используются в фирме  $f$  в период  $t$ , а возвращаются в год  $t + 1$  с процентами по ставке  $k_1$ .

Учитывается ограничение по финансированию проектов на основе кредитов организаций, не входящих в кластер:

$$\sum_f N_{ft} \leq N_t, t = 1, 2, \dots, T.$$

Фирма-инвестор заинтересована в наибольшем росте прибыли от своих вложений в проекты, отдавая предпочтение не их кредитованию, а капитальным вложениям в реализацию проектов. Данное условие отражается следующим образом:

$$(I_{ft} + L_{ft}) \alpha_z \geq Z_{ft}, t = 1, 2, \dots, T,$$

т. е. доля кредитов фирмы не превышает значения  $\alpha_z$  от величины инвестиций.

Следует также сохранять баланс по использованию долгосрочных инвестиций и их предложений:

$$\sum_f V_{ft} - \sum_f L_{ft} = 0, t = 1, 2, \dots, T,$$

при этом  $V_{ft} - \sum_{i \neq f} L_{fit}$ ,  $L_{it} = \sum_{f \neq i} L_{fit}$ ,  $i = 1, 2, \dots, f^*$ ,  $t = 1, 2, \dots, T$ ,

где  $L_{fit}$  – инвестиции фирмы  $i$  в развитие фирмы  $f$ ,  $i \neq f$ .

Тогда величину дивидендов, которую получит фирма  $i$  в год  $t$ , можно определить так:

$$D_{it} = e \sum_{f=1}^{f^*} \sum_{q=1}^t L_{f, q-\Delta t}, i \neq f, i = 1, 2, \dots, f^*, \\ t = 1, 2, \dots, T, t \geq \Delta f,$$

где  $\Delta f$  – лаг задержки от времени капитальных вложений на выплату дивидендов фирме  $f$ .

Итак, интеграция предприятий в кластере достаточно сложна. При различной эффективности проектов предприятия заинтересованы финансировать наиболее эффективные из них. Однако в этом случае нарушается баланс интересов предприятий, между ними появляются разногласия. Поэтому в кластере создается управляющая компания, либо такая роль выполняется какой-либо фирмой группы. Фирмы-инвесторы создают общий фонд инвестирования проектов кластера в управляющей компании. В этом случае расчеты упрощаются, поскольку используются усредненные параметры  $e$ , т. е. дивиденды выплачиваются по единой ставке  $e$ .

Значение ЧДД определяется величиной чистого денежного потока  $W_t$  по всем фирмам, дисконтированного к периоду  $t = 1$ :

$$W_t = \sum_{f,j} (-K_{ff\tau} + a_{ff\tau}) Y_{j\mu} + \sum_f (A_{ft} - Q_{ft} - U_{ft} + P_{ft}), \quad j \in J_f, \quad t = 1, 2, \dots, T.$$

Максимизируется прирост ЧДД  $= \sum_t W_t d_t$ .

Показатель прироста чистого дисконтированного дохода является основой определения оценки рыночной стоимости фирмы. Показатели ЧДД, внутренней нормы доходности (ВНД) увеличиваются из-за синергического эффекта при взаимодействии предприятий и роста прибыли при реализации проектов.

Оптимизация прироста ЧДД осуществляется, в первую очередь, за счет реализации проектов, для которых максимальны показатели ВНД, определяющие и значение  $e$ . При этом в план могут не попасть не только какие-то проекты из-за их недостаточной эффективности, но и предприятия, не имеющие перспектив эффективного развития. Результаты практических расчетов подтверждают, что максимальный финансовый эффект от деятельности кластера — это не только результат финансовой кооперации, но и технологическое и научно-организационное взаимодействие предприятий кластера.

Методический подход к организации расчетов с помощью модели оптимизации планирования функционирования предприятий, фирм, корпораций в промышленных кластерах может быть представлен следующим об-

разом. Все варианты расчетов ведутся на максимум прироста ЧДД. Сначала делается расчет общего плана деятельности предприятий кластера без проектов. Далее учитывается реализация проектов на отдельных предприятиях (т. е. без интеграции). Следующий вариант расчетов — с учетом возможности реализации всех проектов. Так как при этом производство новой продукции осуществляется не на одном предприятии, то рассчитываются и используются внутрикорпоративные цены по этапам (фирмам) технологического процесса. Появляется оценка эффективности работы предприятий с интеграцией и без нее. Разница результатов определяет эффект кооперации, синергии, но при минимальных значениях параметров  $k_-$  и  $e$ .

Как отмечалось, необходима экономическая мотивация создания кластера. В первую очередь, увеличение объемов продаж высокотехнологичной продукции приведет к росту прибыли. Это позволит использовать чистую прибыль предприятий в кластере для финансирования проектов по более высокой цене. Минимальные значения параметров  $k_-$  и  $e$  должны быть увеличены в 2–3 раза. Возможно ли это в том или ином случае? Для этого рассчитывается показатель ВНД в целом для кластера. Если такой показатель не менее 0,3, то значения параметров  $k_-$  и  $e$  вполне могут быть увеличены в 2–3 раза. Далее планируется новый вариант развития кластера. Если показатель ЧДД положителен, то можно говорить об эффективном стратегическом бизнес-плане создания кластера промышленных предприятий.

*Результаты исследования.* Практическая апробация рассмотренной модели проведена на примере возможной интеграции четырех фирм по изготовлению дизельных двигателей для тракторов и ВАЗа. Первоначальные планы не строились на кооперации предприятий, специализирующихся на производстве указанной продукции. При этом требовались значительные капитальные вложения и время освоения производства 6,5 лет, из-за того что мощности разбросаны по предприятиям, а каждый завод хотел выпускать новую продукцию самостоятельно.

Постановка оптимизационной задачи и ее решение представлены на данных плана

кооперации четырех предприятий Алтайского края [18]. Предусматривалось освоение двух проектов – производство дизельных двигателей для ВАЗа и тракторов. На основе данных, предоставленных администрацией Алтайского края, сформировано для каждого из проектов три варианта их реализации. Результаты решения на максимум ЧДД показали, что примерно через полтора года ЧДД заводов мог бы стать положительным. Без кооперации ЧДД мог бы достигнуть 310 млн р. только через шесть лет деятельности предприятий. При реализации проектов объем ЧДД через шесть лет достиг бы 1,5 млрд р.

Таким образом, при деятельности кластеров системный эффект может достигать значительных размеров. Именно такой показатель и определяет сущность определения кластера. В рассматриваемом случае при отсутствии должного уровня промышленной политики, несогласованности бизнеса предполагаемая интеграция не состоялась.

*Выводы.* Итак, представлен методологический подход к построению модели оптимизации планирования функционирования предприятий, фирм, корпораций в промышленных кластерах. При этом предполагается, что при формировании кластера учитывается экономический интерес предприятий. Такой интерес связан с разработкой и реализацией инновационно-инвестиционных проектов, которые обеспечивают значительный рост добавленной стоимости от продаж высокотехнологичной продукции.

Трудности исследования связаны с разработкой механизмов управления развитием предприятий, корпораций в условиях их интеграционного взаимодействия в рамках промышленного кластера. Так, возникает множество проблем организационно-экономического плана. Необходимо обосновать внутрикорпоративные, трансфертные цены. Соблюдая баланс интересов предприятий, следует распределить среди них синергический, системный эффект. Для принятия к реализации инновационно-инвестиционных проектов необходимо дать им оценку эффективности на действующих предприятиях. Наиболее эффективна организация производства для группы промыш-

ленных фирм, которые объединяются в кластер для выпуска сложной, наукоемкой продукции с высокой добавленной стоимостью, платежеспособным спросом на внутреннем рынке и за рубежом.

Таким образом, разработка обобщенного механизма решения на основе моделирования подобных процессов достаточно сложна. В целом, осуществлена разработка научно-методологического подхода к построению эффективной системы внутрикорпоративного планирования функционирования и развития промышленного кластера при согласовании интеграционного взаимодействия его предприятий на основе использования модели оптимизации стратегического управления развитием высокотехнологичного бизнеса в рамках платформы управления промышленным кластером. Кроме того, формирование кластеров является важнейшим элементом промышленной политики региона. Результаты практических расчетов показали эффективность предложенного механизма управления развитием промышленных кластеров.

На предприятиях достижение ключевых стратегических показателей обеспечивается разработкой и внедрением нововведений, в основном связанных с планированием выпуска новой высокотехнологичной продукции. Однако именно на этом уровне возникает в наибольшей степени влияние рисков и неопределенности на процессы планирования разработки, производства и реализации новой продукции. Учет стохастичности требует дополнительных методологических и методических разработок, проведения количественных расчетов [19, 20].

Согласование стратегических решений с тактическими планами основано на устранении экономических и других рисков, связанных с хозяйственной деятельностью предприятия в тактическом планировании за счет создания стохастических резервов на основе реализации дополнительных нововведений.

Организация оперативного управления производством представляется итеративным, скользящим процессом (уменьшающим риски в производстве), реализуемым с учетом ограничений тактического управления.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] **Валдайцев С.В.** Оценка бизнеса и управление стоимостью предприятия. М.: Юнити-Дана, 2001. 720 с.
- [2] **Коласс Б.** Управление финансовой деятельностью предприятия. М.: Финансы, Юнити, 1997. 576 с.
- [3] **Кэмпбелл Э., Саммерс Лаче К.** Стратегический синергизм. СПб.: Питер, 2004. 416 с.
- [4] **Марков Л.С., Ягольницер М.А.** Экономические кластеры: идентификация и оценка эффективности деятельности. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2006. 88 с.
- [5] **Марков Л.С.** Теоретические и методологические основы кластерного подхода / под ред. Н.И. Сулова; ИЭОПП СО РАН. Новосибирск, 2015. 300 с.
- [6] **Портер М.Э.** Конкуренция. М.: Вильямс, 2010. 592 с.
- [7] **Swann G.M.P., Prevezer M.** A comparison of the Dynamics of industrial clustering in computing, biotechnology // Research policy. 1996. No. 25. P. 1139–1157.
- [8] **Rosenfeld S.A.** Bringing business clusters into the mainstream of economic development // European planning studies. 1997. Vol. 5, no. 1. P. 3–23.
- [9] **Van den Berg L., Braun E., van Winden, W.** Growth clusters in European cities: An integral approach // Urban studies. 2001. Vol. 38, no. 1. P. 186–206.
- [10] **Бабкин А.В., Новиков А.О.** Кластер как субъект экономики: сущность, современное состояние, развитие // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2016. № 1 (235). С. 9–29. DOI: 10.5862/IE.235.1
- [11] **Плещинский А.С.** Оптимизация межфирменных взаимодействий и внутрифирменных управленческих решений. М.: Наука, 2004. 254 с.
- [12] **Кравченко Н.А., Кузнецова С.А., Маркова В.Д. и др.** Инновации и конкурентоспособность предприятий / под ред. В.В. Титова. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2010. 324 с.
- [13] **Титов В.В.** Организация внутривзаводского хозяйственного механизма как внутреннего регулируемого рынка // Управление промышленными предприятиями в условиях рынка / под ред. Н.Б. Мироносецкого, Л.В. Кириной. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 1993. С. 18–30.
- [14] URL: [http://cluster.hse.ru/doc/Минпром/Данилов%20Л.В.\\_Презентация\\_НИУ%20ВШЭ\\_05.04.2016.pdf](http://cluster.hse.ru/doc/Минпром/Данилов%20Л.В._Презентация_НИУ%20ВШЭ_05.04.2016.pdf)
- [15] **Кузнецова С.А., Маркова В.Д.** Цифровая экономика: новые аспекты исследований и обучения в сфере менеджмента // Инновации. 2017. № 7. С. 20–25.
- [16] **Gaver A., Cusumano M.** Industry Platforms and Ecosystem Innovation // J. Prod. Innov. Management. 2014. No. 31 (3). P. 417–433.
- [17] **Титов В.В.** Моделирование процессов взаимодействия в региональных промышленных кластерах // Функционирование предприятий в российской экономике / под ред. В.В. Титова и В.Д. Марковой. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2006. С. 44–56.
- [18] **Байкалов С.П.** Исследование системных связей и закономерностей функционирования хозяйственного комплекса региона при разработке промышленной политики: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Новосибирск: НГУ, 2004. 36 с.
- [19] **Качалов Р.М.** Управление экономическим риском: теоретические основы и приложения. М.; СПб.: Нестор-История, 2012. 248 с.
- [20] **Кочеткова А.И.** Основы управления в условиях хаоса (неопределенности). М.: Рид Групп, 2012. 624 с.

**ТИТОВ Владислав Владимирович.** E-mail: titov@ieie.nsc.ru

**БЕЗМЕЛЬНИЦЫН Дмитрий Аркадьевич.** E-mail: gd@elsib.ru

*Статья поступила в редакцию 03.07.2018*

## REFERENCES

- [1] **S.V. Valdaitsev,** Otsenka biznesa i upravlenie stoimosti predpriyitiy [Business valuation and enterprise value management]. M.: Uniti-Lana, 2001.
- [2] **B. Kolass,** Upravlenie finansovoi deiatelnosti predpriyitiy [Financial management of the enterprise]. M.: Finansyi, Uniti, 1997.
- [3] **E. Kempbell, L.K. Sammers,** Strategicheskii sinergizm [Strategic Synergies]. SPb.: Piter, 2004.
- [4] **L.S. Markov, M.A. Iagolnitzer,** Ekonomicheskie klasteri: identifikatsiya i otsenka effektivnosti deiatelnosti [Economic clusters: identification and evaluation of performance]. Novosibirsk: IE OPP SO RAN, 2006.
- [5] **L.S. Markov,** Teoreticheskie i metodologicheskie osnovyi klasternogo podkhoda [Theoretical and methodological foundations of the cluster approach]. Ed. N.I. Syslov; IEOPP SO RAN. Novosibirsk, 2015.
- [6] **M.E. Porter,** Konkurentsiy [Competition]. M.: OOO I.D. Viliams, 2010.
- [7] **G.M.P. Swann, M. Prevezer,** A comparison of the Dynamics of industrial clustering in computing, biotechnology, Research policy, 25 (1996) 1139–1157.
- [8] **S.A. Rosenfeld,** Bringing business clusters into the mainstream of economic development, European planning studies, 5 (1) (1997) 3–23.

- [9] **L. Van den Berg, E. Braun, W. van Winden**, Growth clusters in European cities: An integral approach, *Urban studies*, 38 (1) (2001) 186–206.
- [10] **A.V. Babkin, A.O. Novikov**. Cluster as a subject of economy: essence, current state, development, *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*, 1 (235) (2016) 9–29. DOI: 10.5862/JE.235.1
- [11] **A.C. Pleschinskii**, Optimizatsiya megfirmennykh vzaimodeistviy i vnutrifirmennykh upravlencheskikh resheniy [Optimization of inter-firm interactions and internal management decisions]. M.: Nauka, 2004.
- [12] **N.A. Kravchenko, S.A. Kyznetsova, V.D. Markova i dr.**, Innovatsii i konkurentosposobnost predpriyitii [Innovation and competitiveness of enterprises]. Ed. V.V. Titov; IEOPP SO RAN. Novosibirsk, 2010.
- [13] **V.V. Titov**, Organizatsiya vnutrizavodskogo hoziastvennogo mekhanizma kak vnoutrennego regulirovannogo rynka [The internal organization of the economic mechanism as a domestic regulated market]. *Upravlenie promyshlennymi predpriyatiyami v usloviyakh rynka*. N.B. Mironosetskogo, L.V. Kirinoy (Ed.). Novosibirsk: IEIE SB RAS, (1993) 18–30.
- [14] URL: [http://cluster.hse.ru/doc/Minprom/Danilov%20L.V.\\_Prezentatsiy\\_NIY%20VSHE\\_05.04.2016.pdf](http://cluster.hse.ru/doc/Minprom/Danilov%20L.V._Prezentatsiy_NIY%20VSHE_05.04.2016.pdf)
- [15] **S.A. Kyznetsova, V.D. Markova**, Tsifrovay ekonomika: novyye aspekty issledovaniy i obucheniy v sfere menedjmenta [Digital Economy: New Aspects of Research and Training in Management], *Innovatsii*, 7 (2017) 20–25.
- [16] **A. Gaver, M. Cusumano**, Industry Platforms and Ecosystem Innovation, *J. Prod. Innov. Management*, 31 (3) (2014) 417–433.
- [17] **V.V. Titov**, Modelirovanie protsessov vzaimodeistviy v regionalnykh promyshlennykh klasterakh [Modeling of interaction processes in regional industrial clusters], *Funktsionirovanie predpriyitii v rossiyskoy ekonomike*. Ed. V.V. Titov, V.D. Markova. Novosibirsk: IEOPP SO RAN, (2006) 44–56.
- [18] **S.P. Baikalov**, Issledovanie sistemnykh svyzei i zakonomernostey formirovaniy khozyaystvennogo kompleksa regiona pri razrabotke promyshlennoy politiki [Investigation of systemic connections and patterns of functioning of the economic complex of the region in the development of industrial policy]: avtoref. dis. ... d-pa tekhn. nauk.
- [19] **R.M. Kachalov**, Upravlenie ekonomicheskim riskom: teoreticheskie osnovy i prilozheniy [Management of economic risk: theoretical foundations and applications]. M.; SPb.: Nestor-Istoriy, 2012.
- [20] **A.I. Kochetkova**, Osnovy upravleniy v usloviyakh khaosa (neopredelennosti) [Fundamentals of management in conditions of chaos (uncertainty)]. M.: Rid Grupp, 2012.

**TITOV Vladislav V.** E-mail: [titov@ieie.nsc.ru](mailto:titov@ieie.nsc.ru)

**BEZMELNITSYN Dmitry A.** E-mail: [gd@elsib.ru](mailto:gd@elsib.ru)