

ББК 65.011.3
УДК 338.45

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНКУРЕНТНОЙ СРЕДЫ ПО УРОВНЮ НАДЁЖНОСТИ И ЦЕНЫ ИЗДЕЛИЙ

© 2012 А.Д. Гришанова¹, С.Е. Ежов¹, Е.С. Тюлевина²

¹Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)

²ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», г. Самара

Сформирован комплекс моделей выбора равновесных цен и уровней надёжности изделий по критерию максимизации продаж. Определены параметрические условия устойчивости полученных решений, выполнение которых обеспечивает сохранение конкурентной среды на рынке сбыта.

Равновесные цены, уровни надёжности изделий, условия устойчивости решений, конкурентная среда.

Введение. Российский рынок как объект управления отличается большим разнообразием. При этом преобладающей формой рыночной структуры во многих отраслях промышленности и в сфере услуг является олигополия. В этой связи прибыль каждого олигопольного предприятия зависит не только от его стратегии, но и от выбора конкурирующими предприятиями объёмов, цен, качества выпускаемой продукции или услуг. Это вызывает необходимость моделировать поведение олигопольных предприятий на рынке продаж, используя теоретико-игровые модели, простейшей и наиболее наглядной из которых является модель дуополии.

На отечественном рынке закономерности его изменения определяются конкурентными отношениями между его участниками, преследующими свои интересы. Особенность конкурентных отношений заключается в том, что они конфликтны и характеризуются вытеснением слабых участников более сильными. Конкурентная борьба выводит рынок из равновесия, в результате чего может произойти или его ликвидация, или монополизация, или сохранение в другой области равновесия и другой формы рыночной структуры. Ситуация усложняется, если

спрос на рынке определяется не только ценой, но и надёжностью выпускаемых изделий. Эта проблема является актуальной для любого рынка и не нашла пока в полной мере своего решения. С практической точки зрения существование такой ситуации является наиболее предпочтительным для потребителей продукции, поскольку способствует развитию и разнообразию товаров с высоким уровнем качества.

Таким образом, в качестве объекта исследования выступает процесс конкурентных взаимоотношений между участниками рынка в ходе их совместного функционирования при выпуске и реализации изделий, а формирование условий, реализация которых обеспечивает устойчивость рынка сбыта продукции с учётом её надёжности, является основным направлением исследования.

Проблемам выбора конкурентных стратегий посвящены, например, работы [1 – 4]. Необходимо отметить, что в большинстве своём работы отечественных авторов основываются на трудах зарубежных учёных, посвящённых центральной проблеме по определению равновесных параметров рынка. Отечественный рынок находится в стадии становления, и основной вопрос состоит в определении усло-

вий, реализация которых обеспечивает устойчивость рынка [5 – 7]. Под устойчивостью рынка понимается его способность функционировать без вытеснения слабых конкурентов более сильными, что формально выражается в существовании решения системы уравнений в точке равновесия.

Модели конкурентного взаимодействия между участниками рынка и условия параметрической устойчивости равновесных состояний.

Рассматривается система, в которой участвует два предприятия, выпускающих и реализующих продукцию с различными потребительскими свойствами, заинтересованных в получении максимального объема продаж путём выбора цен p_1 и p_2 изделий, уровня их надёжностей ω_1 и ω_2 , измеряемых вероятностью их безаварийной работы. При известных каждому предприятию (как участнику рынка сбыта) функциях спроса $q_i(p, \omega)$, $i=1,2$ на выпускаемую продукцию величина объёма продаж ОП $_i(\omega, p)$ изделий определяется из уравнений:

$$\text{ОП}_i(\omega, p) = p_i q_i(\omega, p), i = 1, 2.$$

Естественными ограничениями являются требования неотрицательности объёмов выпуска ($q_1 > 0$, $q_2 > 0$), а также цен ($p_1 > 0$, $p_2 > 0$) и надёжности ($0 < \omega_1 < 1$, $0 < \omega_2 < 1$).

В модели неоднотипной дуополии управляемыми параметрами являются цены продаж каждым предприятием и уровень надёжности изделия, выбираемые на основе тех или иных стратегий.

Каждое предприятие, управляя ценой и уровнем надёжности на выпускаемое изделие, стремится максимизировать объём продаж, исходя из необходимых условий существования максимума:

$$\frac{\partial \text{ОП}_i(\omega, p)}{\partial p_i} = 0, \frac{\partial \text{ОП}_i(\omega, p)}{\partial \omega_i} = 0, i = 1, 2. \quad (1)$$

На функцию спроса $q_i(\omega, p)$, $i=1,2$ наложим следующие требования:

для любых значений p_1 и p_2 функция спроса $q_i(\omega, p)$, $i=1,2$ убывает по p_i , $i=1,2$ и возрастает по p_j , $j=1,2$, $i \neq j$, то есть $\frac{\partial q_i}{\partial p_i} < 0$; $\frac{\partial q_i}{\partial p_j} > 0$; $i, j = 1, 2, i \neq j$;

для любых значений ω_1 и ω_2 функция спроса $q_i(\omega, p)$, $i=1,2$ возрастает по ω_i , $i=1,2$ и убывает по ω_j , $j=1,2$, $i \neq j$, то есть $\frac{\partial q_i}{\partial \omega_i} > 0$; $\frac{\partial q_i}{\partial \omega_j} < 0$; $i, j = 1, 2, i \neq j$.

В соответствии с введённым предположением чем выше цена изделия первого предприятия и чем ниже уровень надёжности изделия второго предприятия, тем меньше спрос на продукцию первого предприятия. И аналогично – чем выше цена изделия второго предприятия и чем ниже уровень надёжности изделия первого предприятия, тем меньше спрос на продукцию второго предприятия.

Простейшей моделью поставленной задачи дифференцированной дуополии являются линейные модели функций спроса, которые определяются следующими уравнениями:

$$\begin{aligned} q_1(\omega, p) &= q_0 + a_1^\omega \omega_1 - b_1^\omega \omega_2 - a_1^p p_1 + b_1^p p_2, \\ q_2(\omega, p) &= q_0 + a_2^\omega \omega_2 - b_2^\omega \omega_1 - a_2^p p_2 + b_2^p p_1, \end{aligned} \quad (2)$$

где q_0 – ёмкость рынка изделий, $a_i^\omega, b_i^\omega, a_i^p, b_i^p > 0$, $i = 1, 2$ – коэффициенты чувствительности функции спроса к изменению цен p_1, p_2 и уровню надёжности ω_1, ω_2 .

Каждое из уравнений (2) удовлетворяет наложенным требованиям на функцию спроса:

$$\begin{aligned} \frac{\partial q_i}{\partial p_i} &= -a_i^p < 0; \quad \frac{\partial q_i}{\partial p_j} = b_i^p > 0; \\ \frac{\partial q_i}{\partial \omega_i} &= a_i^\omega > 0; \quad \frac{\partial q_i}{\partial \omega_j} = -b_i^\omega < 0, \\ i, j &= 1, 2, i \neq j. \end{aligned}$$

Получение оптимального решения задачи неоднотипной дуополии с выбором цены и уровня надёжности сводится к вычислению частных производных и после-

дующему решению системы (1) относительно цен и уровня надёжности изделий предприятий.

Предположим, что цена изделия и его уровень надёжности связаны следующей функциональной зависимостью:

$$p_i(\omega_i) = p_{i0} \pm \gamma \cdot \omega_i, \quad i=1,2, \quad (3)$$

где $\gamma > 0$ – скорость изменения цены, p_{i0} , $i=1,2$ – начальная цена выпуска изделий.

Выражение (3) может быть как с положительной зависимостью цены от надёжности, так и с отрицательной. Положительная зависимость означает, что цена изделия растёт с увеличением его надёжности. Это означает, что затраты на повышение надёжности не окупаются и возникает необходимость в увеличении цены. Отрицательная зависимость означает, что цена убывает с увеличением надёжности изделия, что характеризует эффективность производственных процессов, связанных с повышением надёжности изделия: затраты на повышение надёжности окупаются и появляется возможность снижения цены.

Рассмотрим сначала ситуацию с положительной зависимостью между ценой изделия и уровнем его надёжности:

$$p_i(\omega_i) = p_{i0} + \gamma \omega_i, \quad i = 1,2. \quad (4)$$

С учётом (2) и (4) сформируем модель выбора оптимальных цен и уровня надёжности изделий по критерию максимизации объёма продаж в следующем виде:

$$\begin{aligned} \text{ОП}_1 &= p_1(\omega_1)q_1(p, \omega) \rightarrow \max, \\ p_1(\omega_1) &= p_{10} + \gamma_1 \omega_1, \\ q_1(p, \omega) &= q_0 + a_1^\omega \omega_1 - b_1^\omega \omega_2 - a_1^p p_1 + b_1^p p_2, \\ \text{ОП}_2 &= p_2(\omega_2)q_2(p, \omega) \rightarrow \max, \\ p_2(\omega_2) &= p_{20} + \gamma_2 \omega_2, \\ q_2(p, \omega) &= q_0 + a_2^\omega \omega_2 - b_2^\omega \omega_1 - a_2^p p_2 + b_2^p p_1. \end{aligned} \quad (5)$$

Совокупность моделей принятия решений (5) по выбору оптимальных цен и уровней надёжности изделий описывает конкурентное взаимодействие между предприятиями.

Модель принятия решений (5) преобразуем к виду:

$$\text{ОП}_i(\omega) = (p_{i0} + \gamma \cdot \omega_i)[q_0 + a_i^\omega \omega_i - b_i^\omega \omega_j - a_i^p (p_{i0} + \gamma \cdot \omega_i) + b_i^p (p_{j0} + \gamma \cdot \omega_j)] \rightarrow \max, \quad i, j = 1, 2; \quad i \neq j. \quad (6)$$

Сгруппируем составляющие (6) и получим:

$$\text{ОП}_i(\omega) = (p_{i0} + \gamma \cdot \omega_i)[q_0 - a_i^p p_{i0} + b_i^p p_{j0} + (a_i^\omega - \gamma a_i^p) \omega_i - (b_i^\omega - \gamma b_i^p) \omega_j] = (p_{i0} + \gamma \cdot \omega_i)[G_i + A_i \omega_i - B_i \omega_j] \rightarrow \max, \quad i, j=1,2; \quad i \neq j, \quad (7)$$

где $G_i = q_0 - a_i^p p_{i0} + b_i^p p_{j0}$, $A_i = a_i^\omega - \gamma a_i^p$, $B_i = b_i^\omega - \gamma b_i^p$.

Из необходимых условий существования максимума сформируем следующую систему уравнений линий реакции:

$$\begin{cases} \omega_1^* = \frac{D_1}{2\gamma A_1} + \frac{B_1}{2A_1} \omega_2^*, \\ \omega_2^* = \frac{D_2}{2\gamma A_2} + \frac{B_2}{2A_2} \omega_1^*, \end{cases} \quad (8)$$

где $D_i = \gamma G_i + p_{i0} A_i$, $i=1,2$.

Решая полученную систему относительно оптимальных уровней надёжности изделий, определим следующие их равновесные значения:

$$\omega_1^0 = \frac{(2A_2 D_1 + B_1 D_2)}{\gamma(4A_1 A_2 - B_1 B_2)}, \quad (9)$$

$$\omega_2^0 = \frac{(2A_1 D_2 + B_2 D_1)}{\gamma(4A_1 A_2 - B_1 B_2)}. \quad (10)$$

Из (9) и (10) следует, что для неотрицательности значений уровней надёжности в точке равновесия необходимо, чтобы выполнялись неравенства:

$$D_i > 0, A_i < 0, B_i < 0, A_i > \frac{B_i}{2}, \quad i = 1,2.$$

Неравенства $A_i < 0, B_i < 0$,

$A_i > \frac{B_i}{2}$, $i = 1,2$ выполняются, если скорость увеличения цен γ с увеличением уровня надёжности удовлетворяет соотношению:

$$\gamma > \max \left(\frac{a_i^\omega}{a_i^p}, \frac{b_i^\omega}{b_i^p}, \frac{a_i^\omega - b_i^\omega}{a_i^p - a_i^p}, i = 1,2 \right). \quad (11)$$

Выполнение неравенства (11) означает, что с увеличением коэффициента γ в функциональной зависимости между ценой и надёжностью изделия увеличивается гарантированная возможность получить равновесное состояние по уровню надёжности изделия.

Выполнение неравенства $D_i > 0$, $i = 1, 2$ возможно, если для ёмкости рынка q_o выполняется неравенство:

$$q_o > \max \left\{ a_i^p p_{i0} - b_i^p p_{j0} - \frac{p_{i0} A_i}{\gamma} \right\}. \quad (12)$$

Одновременное выполнение неравенств (11), (12) относительно значения γ , q_o обеспечивает устойчивость рыночной среды в условиях конкуренции по цене и надёжности изделий.

При определённых равновесных значениях уровня надёжности изделий ω_1^0, ω_2^0 легко определить равновесные значения цен, количество выпуска каждого изделия и равновесную величину объёма продаж предприятия.

Рассмотрим ситуацию с отрицательной зависимостью между ценой изделия и уровнем его надёжности:

$$p_i(\omega_i) = p_{i0} - \gamma \omega_i, \quad i = 1, 2. \quad (13)$$

По аналогии с решением задачи выбора определения конкурентной стратегии с положительной зависимостью, рассмотренной выше, определим из необходимых условий существования максимума следующую систему уравнений линий реакции:

$$\begin{cases} \omega_1^* = \frac{K_1}{2\gamma E_1} + \frac{F_1}{2E_1} \omega_2^*, \\ \omega_2^* = \frac{K_2}{2\gamma E_2} + \frac{F_2}{2E_2} \omega_1^*, \end{cases} \quad (14)$$

где $K_i = p_{i0} E_i - \gamma G_i$, $G_i = q_o - a_i^p p_{i0} + b_i^p p_{j0}$, $E_i = a_i^\omega + \gamma a_i^p$, $F_i = b_i^\omega + \gamma b_i^p$, $i=1, 2$.

Решая полученную систему относительно оптимальных уровней надёжности изделий, определим следующие их равновесные значения:

$$\omega_1^0 = \frac{(2E_2 K_1 + F_1 K_2)}{\gamma(4E_1 E_2 - F_1 F_2)}, \quad (15)$$

$$\omega_2^0 = \frac{(2E_1 K_2 + F_2 K_1)}{\gamma(4E_1 E_2 - F_1 F_2)}. \quad (16)$$

Из полученных уравнений следует, что для неотрицательности значений уровней надёжности в точке равновесия необходимо, чтобы выполнялись следующие неравенства:

$$K_i > 0, E_i > \frac{F_i}{2}, \quad i = 1, 2.$$

Неравенства $E_i > \frac{F_i}{2}$, $i = 1, 2$ выполняются, если скорость увеличения цен γ с увеличением уровня надёжности удовлетворяет соотношению:

$$\gamma < \min \left(\frac{2a_i^\omega - b_i^\omega}{2a_i^p - a_i^p}, \quad i = 1, 2 \right). \quad (17)$$

Выполнение неравенства (17) означает, что с уменьшением коэффициента γ в зависимости между ценой и надёжностью изделия увеличивается гарантированная возможность получить равновесное состояние по уровню надёжности изделия.

Выполнение неравенства $K_i > 0$, $i = 1, 2$ возможно, если для ёмкости рынка q_o выполняется неравенство:

$$q_o < \min \left\{ \frac{(a_i^\omega + 2\gamma a_i^p)(p_{i0} - \gamma b_i^p p_{j0})}{\gamma}, \quad i, j = 1, 2, i \neq j \right\}. \quad (18)$$

Одновременное выполнение неравенств (17), (18) относительно значений γ , q_o обеспечивает устойчивость рыночной среды в условиях конкуренции по цене и надёжности изделий.

Полученные результаты проиллюстрируем на числовом примере выбора уровня надёжности выпуска продукции предприятиями. В результате анализа рынка сбыта определены следующие параметры функции спроса на изделия первого и второго предприятия и функциональной зависимости цен от уровня надёжности:

$q_{01} = q_{02} = q_o = 25$ шт. – ёмкость рынка сбыта; $a_1^\omega = 4$ шт.; $a_2^\omega = 3$ шт.; $a_1^p = 2,3 \cdot 10^{-6}$ шт./ден.ед., $a_2^p = 1,7 \cdot 10^{-6}$ шт./ден.ед., $b_1^\omega = 2$ шт.; $b_2^\omega = 1,9$ шт.; $b_1^p = 1,11 \cdot 10^{-6}$ шт./ден.ед., $b_2^p = 1 \cdot 10^{-6}$ шт./ден.ед. – коэффициенты чувствительности объёма спроса к уровню надёжности у первого и второго предприятия; $\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma = 2 \cdot 10^6$ ден. ед. – скорость уменьшения цены у каждого предприятия в зависимости от изменения уровня надёжности изделий; $p_{10} = p_{20} = 27 \cdot 10^6$ ден. ед. – начальные цены выпуска первым и вторым предприятием.

Тогда функции спроса на изделия первого и второго предприятия будут иметь вид:

$$q_1(\omega) = G_1 - A_1\omega_1 + B_1\omega_2 = 9,07 - 0,6\omega_1 + 0,22\omega_2;$$

$$q_2(\omega) = G_2 - A_2\omega_2 + B_2\omega_1 = 6,1 - 0,4\omega_2 + 0,1\omega_1.$$

При известной функции спроса каждым участником рынка модель задачи выбора уровня надёжности изделия имеет вид:

$$\begin{aligned} \text{ОП}_1(\omega) &= (p_{10} + \gamma_1 \cdot \omega_1)(G_1 - A_1\omega_1 + B_1\omega_2) = \\ &= (27 \cdot 10^6 - 2 \cdot 10^6 \cdot \omega_1)(9,07 + 0,6\omega_1 - 0,22\omega_2) \rightarrow \max \text{ по } \omega_1; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ОП}_2(\omega) &= (p_{20} + \gamma_2 \cdot \omega_2)(G_2 - A_2\omega_2 + B_2\omega_1) = \\ &= (27 \cdot 10^6 - 2 \cdot 10^6 \cdot \omega_2)(6,1 + 0,4\omega_2 - 0,1\omega_1) \rightarrow \max \text{ по } \omega_2. \end{aligned}$$

В результате решения задачи получена следующая система необходимых условий оптимальности уровня надёжности изделий:

$$\begin{cases} \omega_1^* = \frac{D_1}{2\gamma A_1} + \frac{B_1}{2A_1} \omega_2^* = 0,81 + 0,183\omega_2^*, \\ \omega_2^* = \frac{D_2}{2\gamma A_2} + \frac{B_2}{2A_2} \omega_1^* = 0,875 + 0,125\omega_1^*. \end{cases}$$

Решая систему, получим, что равновесные значения уровней надёжности изделия первого и второго предприятия составят величину:

$$\begin{aligned} \omega_1^0 &= \frac{(2A_2D_1 + B_1D_2)}{\gamma(4A_1A_2 - B_1B_2)} = 0,993, \\ \omega_2^0 &= \frac{(2A_1D_2 + B_2D_1)}{\gamma(4A_1A_2 - B_1B_2)} = 0,999. \end{aligned}$$

Подставляя равновесные значения уровней надёжности в функции спроса, получим следующие равновесные значения объёма выпуска изделий для каждого предприятия:

$$q_1^0 = 9 \text{ шт.} \quad \text{и} \quad q_2^0 = 6 \text{ шт.}$$

Библиографический список

1. Васин, А. А. Теория игр и модели математической экономики [Текст]/ А.А. Васин, В. В. Морозов. – М.: МАКС-Пресс, 2005.

Подставляя равновесные значения уровней надёжностей в уравнение функциональной зависимости цены изделия и уровня его надёжности, получим следующие значения равновесных цен:

$$p_1^0(\omega_1) = p_{10} + \gamma\omega_1^0 = 27 \cdot 10^6 + 2 \cdot 10^6 \cdot 0,993 = 29 \cdot 10^6 \text{ ден. ед.,}$$

$$p_2^0(\omega_2) = p_{20} + \gamma\omega_2^0 = 27 \cdot 10^6 + 2 \cdot 10^6 \cdot 0,999 = 29 \cdot 10^6 \text{ ден. ед.}$$

Равновесные значения объёма продаж изделий равны:

$$\text{ОП}_1^0 = 261 \cdot 10^6 \text{ ден. ед.,}$$

$$\text{ОП}_2^0 = 174 \cdot 10^6 \text{ ден. ед.}$$

Из полученных результатов следует, что в сложившейся рыночной ситуации первое предприятие в точке равновесия обеспечивает более эффективный результат с позиции критерия максимизации объёма продаж.

Заключение. Сформулирована и решена задача выбора равновесных по критерию максимизации объёма продаж продукции предприятиями, функционирующими в условиях дуополюной ценовой конкуренции и конкуренции по уровню надёжности изделий.

Из необходимых условий оптимальности сформирована система уравнений линий реакции, определяющая поведение каждого участника рынка в условиях конкуренции по цене и надёжности изделий.

Определены равновесные значения конкурентных стратегий в рыночных ситуациях, когда функции спроса на изделия одновременно зависят как от уровня надёжности, так и от цен выпускаемых предприятиями изделий.

Сформированы в виде взаимосвязанной системы неравенств условия устойчивости конкурентной среды в зависимости от параметров функции спроса у предприятий-конкурентов.

2. Васин, А. А. Исследование операций: учеб. пособие для студ. вузов [Текст]/ А.А. Васин, П.С. Краснощеков, В.В. Морозов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008.
3. Губко, М. В. Теория игр в управлении организационными системами

- [Текст]/ М.В. Губко, Д.А. Новиков. – М.: Изд. Симтек, 2002.
4. Новиков, Д.А. Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы [Текст]/ Д.А. Новиков, А.А. Иващенко. – М.: ЛЕНАНД, 2006.
 5. Тюлевина, Е.С. Моделирование рынка пусковых услуг в условиях глобализации: монография [Текст]/ Е.С. Тюлевина, А.Д. Гришанова – Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2012.
 6. Механизмы конкурентных взаимодействий на мировом космическом рынке пусковых услуг [Текст]/ Е.С. Тюлевина// Экономические науки. – 2011. - № 11(84) – С. 184 – 190.
 7. Тюлевина, Е.С. Анализ и оценка рынка производителей ракетно-космической техники и формирование их конкурентных стратегий [Текст]/ Е.С. Тюлевина // Сб. статей XI международ. науч.-практ. конф. – Т.3. – Спб.: Изд-во политехн. ун-та, 2011. – С. 108 – 109.

MODELING COMPETITIVE ENVIRONMENT BY THE LEVEL OF RELIABILITY AND PRICES OF PRODUCTS

© 2012 A.D. Grishanova¹, S.Ye. Yezhov¹, Ye.S. Tyulevina²

¹Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov
(National Research University)

² Samara Space Center «TsSKB-Progress»

The paper presents models of choosing product equilibrium prices and reliability levels by the sales volume criterion. Parametric conditions of the stability of the solutions obtained are determined. Complying with these conditions assures maintaining the market competitive environment.

Equilibrium prices, product reliability level, conditions of solution stability, competitive environment.

Информация об авторах

Гришанова Анастасия Дмитриевна, аспирант, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: anastasia.grishanova@gmail.ru. Область научных интересов: моделирование конкурентных взаимодействий.

Ежов Сергей Евгеньевич, аспирант, Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет). E-mail: Sezhov@list.ru. Область научных интересов: моделирование конкурентных взаимодействий.

Тюлевина Евгения Сергеевна, специалист внешнеэкономической деятельности ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс». E-mail: tjulevina@rambler.ru. Область научных интересов: управление промышленными комплексами.

Grishanova Anastasia Dmitrievna, postgraduate student, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: anastasia.grishanova@gmail.ru. Area of research: modeling of competitive interactions.

Yezhov Sergey Yevgenyevich, postgraduate student, Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov (National Research University). E-mail: Sezhov@list.ru. Area of research: modeling of competitive interactions.

Tyulevina Yevgenia Sergeevna, specialist on foreign economic activity, «TSKB-Progress». Email: tjulevina@rambler.ru. Area of research: industrial complex management.