УДК 519.866

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИНВЕСТОРА И УПРАВЛЯЮЩЕГО ЦЕНТРА В ИМПЕРАТИВАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО РЕГИОНА

Кисляков И.М.

Кемеровский институт (филиал) Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, Кемерово, e-mail: kemerovo85@mail.ru

В данной статье рассматривается вопрос взаимодействия управляющего (административного) центра и инвестора (производителя) в условиях устойчивого развития региона. Управляющему центру рекомендуется вести деятельность, предполагающую усиление позитивного воздействия промышленной политики на социальное развитие региона за счет изменения регламентационной политики и системы экономического стимулирования и дестимулирования предприятий. Предложена математическая модель, описывающая способ взаимодействия управляющего центра территории и нового или действующего инвестора, готового вложить средства в развитие производства, наносящего вред окружающей среде. Приведены примеры расчетов модели: чистая приведенная стоимость проекта зависит от экологического штрафа при изменении предельно допустимых выбросов, предельно допустимых концентраций, других технико-экономических показателей деятельности загрязняющих предприятий региона. Указанная модель и результаты её анализа позволяют управляющему центру принимать научно обоснованные решения по установлению уровня экологических штрафов.

Ключевые слова: управляющий центр, инвестор, экологический штраф, устойчивое развитие, промышленный регион, математическая модель

MODELING OF ECOLOGICAL ECONOMIC COOPERATION BETWEEN AN INVESTOR AND A GOVERNING CENTER IN IMPERATIVES OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AN INDUSTRIAL REGION

Kislyakov I.M.

Kemerovo Institute of Russia Economic University named after G.V. Plekhanov, Kemerovo, e-mail: kemerovo85@mail.ru

In the article the question of cooperation between a governing (administrative) center and an investor (manufacturer) under sustainable development of a region is considered. The governing center is recommended to operate assuming the strengthening of positive industrial policy impact on social development of the region due to changes in regulatory policy and economic incentives and disincentives of enterprises. The mathematical model is suggested, which describes a process of cooperation between the governing center of a territory and a new or existing investor willing to invest in the development of production, causing damage to environment. The examples of model calculations are given: net present value of the project depends on the environmental fine when changing the emission limit values, the maximum permissible concentrations, other technical and economic performance of polluting enterprises in the region. The model and the results of its analysis allow the governing center to take science-based decisions establishing the level of environmental fines.

Keywords: governing center, investor, environmental fine, sustainable development, industrial region, mathematical model

Промышленное развитие региона, включающее в себя в том числе создание и запуск новых мощностей, модернизацию и расширение имеющихся производств, в современном обществе поднимает несколько актуальных вопросов. Например, одной из главных целей промышленного развития региона для управляющего центра и жителей является увеличение благосостояния населения, что крайне важно в условиях глобального рынка с жесткими принципами конкуренции. С другой стороны, необходимо учесть экологические риски, возникающие при увеличении выпуска промышленной продукции. Согласно принципам устойчивого экономического развития указанные экологические риски следует принимать во внимание в долгосрочной перспективе, так как развитие промышленности не должно навредить будущим поколениям населения региона.

Для реализации устойчивого развития региона управляющему центру требуется обеспечить учет экономических, социальных, взаимосвязанных с природоохранными соображений при разработке стратегии действий, а также поощрять экономический рост и способствовать укреплению позиций местной промышленности. Социальное и промышленное развитие дополняют друг друга, так как индустриализация может прямо или косвенно способствовать достижению целого ряда благоприятных целей в социальной области, таких как создание рабочих мест, устранение нищеты, соблюдение трудовых норм и расширение доступа к образованию и здравоохранению [6]. С другой стороны, промышленное развитие

может негативно сказываться на уровне заболеваемости населения, что наглядно показывают исследования, проведенные в работах [1] (результат анализа построенной системы уравнений показал, что наибольшее влияние на величину обобщенного показателя заболеваемости оказывает выброс загрязняющих веществ в атмосферу) и [2] (на заболеваемость населения в Кемеровской области больше всего влияют выбросы в атмосферу, которые в большей степени зависят от объемов добычи угля, а также использование свежей воды на производственные нужды). Известно, что развитие промышленности часто ведет к ухудшению экологической обстановки на конкретной территории, вызывая как локальные, так и региональные последствия, которые в итоге могут приобрести глобальный масштаб. К числу указанных выше последствий относятся: на локальном уровне загрязнение воздуха в городах, загрязнение почв и рек, деградация земель; на региональном уровне, например, кислотные дожди.

В связи с вышеуказанным важнейшая стратегическая задача управляющего центра заключается в том, чтобы усилить позитивное воздействие промышленной деятельности на социальное развитие, ограничив или полностью устранив ее негативные последствия. С этой целью управляющему центру следует пересмотреть свою регламентационную политику и системы экономического стимулирования и дестимулирования, а также принять другие меры, такие как сбор экологических данных и обеспечение соблюдения соответствующих норм. Применяемые в настоящее время методики регулирования деятельности предприятий, загрязняющих окружающую среду, показывают свою низкую эффективность, что, на наш взгляд, обусловлено прежде всего следующим обстоятельством. Как при входе производителя на рынок региона, так и в правилах уже сложившегося взаимодействия, договор предприятия (инвестора) с управляющим центром осуществляется на основе отчетных (тактических) показателей финансово-хозяйственной деятельности, которые в значительной мере могут занижать потенциал предприятия через особенности его учетной политики [5]. В работе [7] приведен пример некорректного дестимулирования управляющим центром промышленности, когда действующие платежи за загрязнения окружающей среды практически не выполняют свою основную функцию – компенсацию экономического ущерба, наносимого предприятиями природной среде в процессе своей деятельности, и экономического стимулирования внедрения экологически чистых технологий и природоохранных мероприятий. Следует отметить, что в качестве одной из основных целей управляющего центра должна рассматриваться разработка обоснованных, объективных правил по определению размера штрафных санкций для инвесторов, осуществляющих вложения в промышленный рост, направленных на восполнение вреда, наносимого окружающей природной среде региона.

Учитывая вышесказанное, одной из приоритетных задач является разработка оптимизационных математических моделей регионального эколого-экономического взаимодействия, позволяющих на начальной стадии взаимодействия производителя и управляющих органов определять экономический потенциал производителя и «проводить торги» региональных управляющих органов и производителя на предмет назначения экологических штрафов с учетом указанного потенциала. Разработка оптимизационных моделей при этом должна учитывать перспективу их теоретического и численного анализа и в конечном счете выхода на создание востребованных аналитиками-экологами, представляющими интересы управляющего центра, систем поддержки принятия решений, позволяющих автоматизированно выбирать уровень экологических штрафов в зависимости от объема выбросов загрязняющих веществ в результате производства продукции [5].

При разработке системы поддержки принятия решений необходимо основываться на моделировании как процессов выделения и распространения загрязняющих веществ, так и на моделировании экономической деятельности загрязняющего окружающую среду производителя. При этом деятельность производителя можно описывать как минимум в виде двухкритериальной задачи оптимизации. Так, например, первый критерий – максимум экономической эффективности предприятия (в качестве экономической эффективности можно взять чистую приведенную стоимость всего бизнеса в целом), производственная деятельность которого описывается с помощью алгоритмически задаваемой производственной функции, отражающей основные правила учета затрат и выгод, справедливые для большинства производственных предприятий независимо от их отраслевой принадлежности. Алгоритмический способ задания производственной функции позволяет избежать негативных [4] последствий применения часто используемых производственных функций типа Кобба-Дугласа (предполагает заранее

заданную зависимость между эффективностью инвестиционного проекта и используемыми в нем факторами производства, что существенно сужает возможности применения функции при описании взаимосвязей в экономике). Второй критерий – минимум выставленных инвестору управляющим центром экологических штрафов. Модель должна учитывать максимально допустимый суммарный выброс загрязняющих веществ для производителя в зависимости от объемов производства и экологического совершенства применяемых технологий, показателем которого можно считать удельный выброс загрязняющих веществ на единицу продукции [5]. Для управления системой взаимодействия центра и инвестора предполагается возможность выбора штрафного коэффициента для предприятия, повышающего уровень его затрат пропорционально объему выпущенной продукции и, соответственно, пропорционально выбросу загрязняющих веществ. Критерием выбора для управляющих решений является такой диапазон значений штрафного коэффициента, при которых предприятие остается заинтересованным в своем присутствии (или входе) на рынке региона при выборе альтернативы – либо оплата экологических штрафов, либо модернизация производства, затраты на которую сопоставимы с величиной штрафов. Ниже представлена модель взаимодействия управляющего центра и инвестора, построенная согласно описанным выше принципам.

Пусть n – количество видов продукции (основных производственных фондов, ОПФ);

x_k – инвестиции в ОПФ k-го вида;

x_{n+k} – выручка от продажи продукции k-го вида;

c_k, V_k, T_k – стоимость, производительность, срок полезного использования k-го ОПФ;

T – момент завершения инвестиционного проекта;

r – ставка дисконта инвестиционного проекта, включающая ставку инфляции, требования инвестора и другие риски проекта;

P_k, q_k, z_k – цена продажи, стоимостной спрос и оборотные затраты на продукцию k-го вида, $k = 1,\ldots,n$;

$W_b = R–Z$ – балансовая прибыль инвестора;

$W_r = (1 - \alpha_3)W_b$ – чистая прибыль инвестора;

$R = \sum_{k=1}^{n} x_{n+k}$ – суммарная выручка от продаж;

$Z = Am + F + N_1 + N_2 + N_4 + N_5 + z + \mathrm{Shtraf}$ – общие затраты инвестора;

$Am = \sum_{k=1}^{n} \frac{T}{T_k} x_k$ – суммарная амортизация ОПФ;

$F = \beta R = \beta \sum_{k=1}^{n} x_{n+k}$ – суммарный фонд оплаты труда инвестора;

β – доля выручки от реализации, выделяемая на ФОТ;

$z = \sum_{k=1}^{n} z_k$ – суммарные оборотные затраты инвестора;

$N_1 = \alpha_1 (R - z - I) = \alpha_1 \left(\sum_{k=1}^{n} x_{n+k} - \sum_{k=1}^{n} \frac{z_k V_k}{c_k} x_k - \sum_{k=1}^{n} x_k \right)$ – налог на добавленную стоимость;

I – суммарные инвестиции;

$N_2 = \alpha_2 \sum_{k=1}^{n} \left(1 - \frac{T}{T_k} \right) x_k$ – налог на имущество;

$N_3 = \alpha_3 W^b$ – налог на прибыль;

$N_4 = \alpha_4 \beta R = \alpha_4 \beta \sum_{k=1}^{n} x_{n+k}$ – страховые взносы инвестора;

$N_5 = \alpha_5 \sum_{k=1}^{n} x_{n+k}$ – налог на добычу полезных ископаемых;

α_i – соответствующие налоговые ставки;

$\mathrm{Shtraf} = \alpha_s \sum_{k=1}^{n} \xi_k x_{n+k}$ – экологический штраф;

ξ_k – удельный выброс загрязнителя на единицу продукции, α_s – его ставка.

Тогда скалярная форма модели примет вид:

$$J = \frac{\sum_{k=1}^{n}\left((\gamma_k - 1 - r)x_k + \eta_k x_{n+k}\right)}{1+r} \to \max$$

критерий (чистая приведенная стоимость, NPV) производителя, содержательно означающий дисконтированную по ставке r сумму W^r и Am, $-\sum_{k=1}^{n}\left(\gamma_k x_k + \eta_k x_{n+k}\right) \le 0$ – условие неотрицательности собственных средств производителя,

$x_{n+k} \le q_k$ – выручка от продажи продукции не больше спроса на нее;

$x_{n+k} \le \delta_k x_k$ – выручка от продажи не больше фондоотдачи (эффективности) ОПФ, где δ_k – фондоотдача k-го подразделения ОПФ;

$\alpha\xi_k \frac{x_{n+k}}{P_k V_k} \le D_k$ – выброс загрязняющих веществ не больше ПДВ (предельно допустимых выбросов), где

$$\gamma_k = (\alpha_3 - 1)\left(\frac{T}{T_k} - \alpha_1\left(\frac{z_k V_k}{c_k} + 1\right) + \alpha_2\left(1 - \frac{T}{T_k}\right) + \frac{z_k V_k}{c_k} + \frac{T}{(\alpha_3 - 1)T_k}\right)$$

$$\eta_k = (1 - \alpha_3)(1 - \beta - \alpha_1 - \alpha_4\beta - \alpha_5 - \alpha_s\xi_k).$$

Ниже приводятся примеры расчетов по приведенной модели, осуществленных с применением программного продукта [3].

Пример 1. Зависимость чистой приведенной стоимости инвестиционного проекта от величины удельного выброса загрязнителя на единицу первого вида продукции.

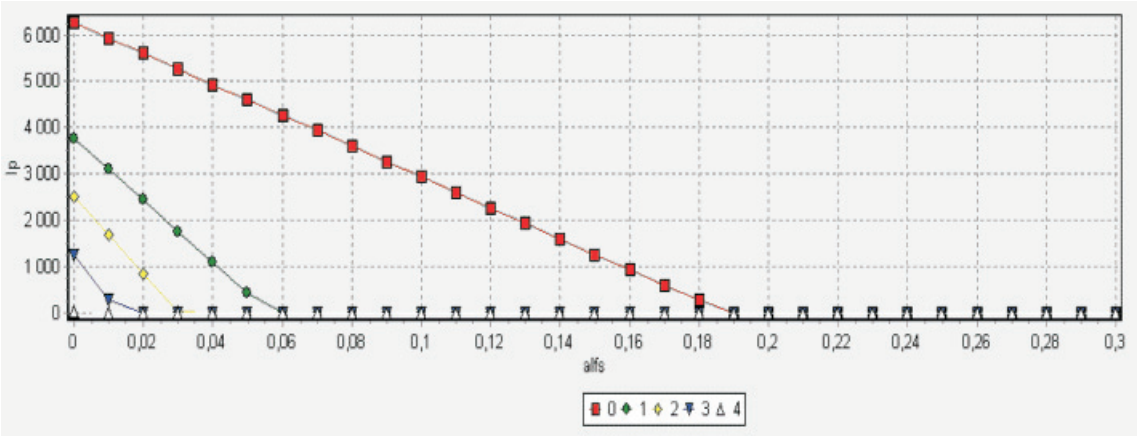

Рис. 1. Зависимость $J(\alpha_s)$ при варьировании ξ_1

На рис. 1 приведены зависимости чистой приведенной стоимости NPV (вертикальная ось) инвестиционного проекта от величины ставки экологического штрафа α_s (горизонтальная ось) при изменении величины ξ_1 – удельный выброс загрязнителя на единицу первого вида продукции. Значения всех параметров являются модельными, согласующимися с текущими ставками и налогами в РФ (НДС 18%, налог на имущество 2%, налог на прибыль 20%, страховые взносы 30%). Кроме того, примем (для сохранения универсальности модели) $\alpha_5 = 0$, а также $\beta = 0{,}05$, $r = 0{,}2$. Пусть выбрано два вида продукции с предполагаемыми производственными показателями и спросом, ξ_1 принимает последовательно следующие значения: 1; 2; 2,5; 3; 3,5 у.е. Верхний график соответствует минимальному значению ξ_1 (1 у.е.), а нижний – максимальному (3,5 у.е.). Как видно из графика, с увеличением ξ_1 значение NPV уменьшается.

Пример 2. Зависимости чистой приведенной стоимости NPV инвестиционного проекта (вертикальная ось) от величины ставки экологического штрафа α_s (горизонтальная ось) при изменении величины ПДВ по одному из видов выбросов D_1.

На рис. 2 показана зависимость NVP от α_s при изменении ПДВ по первому виду продукции (D_1). D_1 принимает последовательно следующие значения: 1000, 700, 500, 100 у.е. Верхний график соответствует максимальному значению ПДВ, а нижний – минимальному. Как видно из графика, с уменьшением ПДВ значение NPV

уменьшается [8], а также, с ростом D_1, существует предельный режим уменьшения указанной зависимости в связи с существованием экономических ограничений на объемы производства (спросом и фондоотдачей ОПФ).

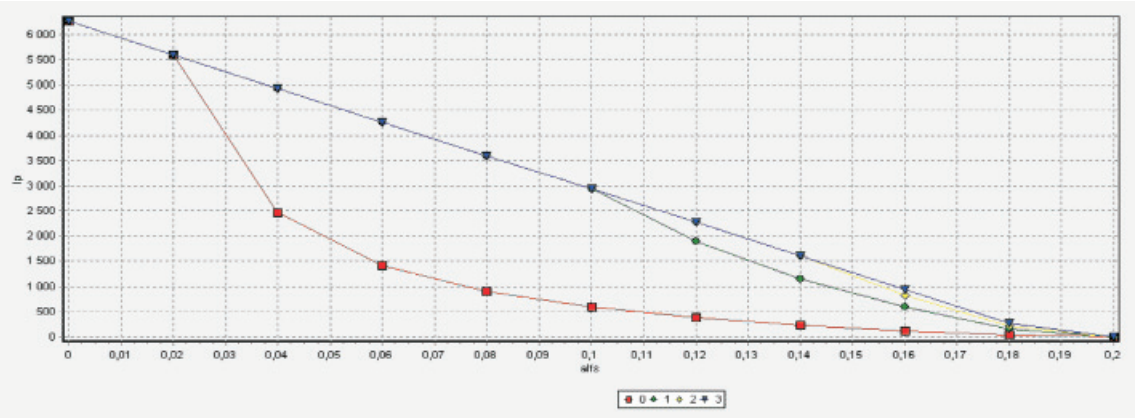

Рис. 2. Зависимость J (α_s) при варьировании D_1

В примерах 1, 2 иллюстрируется существенная и разноплановая зависимость эффективности инвестиционного проекта от величины экологического штрафа. На основании приведенных расчетов управляющий центр может в оперативном режиме назначить величину экологического штрафа и, что самое главное, обосновать его инвестору. Инвестор же решает, стоит ли ему вкладывать средства в осуществление задуманного на территории региона проекта, если да, то платить ли штраф или вложить средства в природоохранные мероприятия с целью уменьшения экологического ущерба.

Список литературы

1. Захарова Е.Н., Барташевич А.А. Управление эколого-экономическими рисками в системе инструментов регионального устойчивого развития // Вестник Адыгейского государственного университета. – 2011. – № 4. – С. 79–88.

2. Колесникова Е.Г., Чекменёва Т.Д. Оценка влияния результатов экономической деятельности на состояние окружающей среды региона (на примере Кемеровской области) // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2013. – № 2–1(54). – С. 277–283.

3. Конструктор и решатель дискретных задач оптимального управления («Карма») / Программа для ЭВМ. Свидетельство о регистрации в Роспатенте № 2008614387 от 11.09.2008. Правообладатели: А.В. Медведев, П.Н. Победаш, А.В. Смольянинов, М.А. Горбунов.

4. Медведев А.В. Концепция оптимизационно-имитационного моделирования региональных социально-экономических систем // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 7. – С. 21–24.

5. Медведев А.В. К принципам математического моделирования эколого-экономического взаимодействия в промышленном регионе / А.В. Медведев, И.М. Кисляков // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 11(1). – С. 100–101.

6. Основные вопросы: [Электронный ресурс] // ООН, 2014. URL: http://www.un.org/ru/development/sustainable/industry.shtml (дата обращения: 17.02.2014).

7. Юзбеков М.А., Юзбеков А.К. Разработка экономических методов управления экологической безопасностью в регионе // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4–1. – С. 233–237.

8. Medvedev A.V., Kislyakov I.M. The model of environmental and economic cooperation of a governing centre and a manufacturer // Second International Workshop on Mathematical Models and its Applications. – IWMMA2013 / Proceedings of Russia-German Seminar. – Krasnoyarsk. – 26–28 September 2013.

References

1. Zakharova E.N., Bartashevich A.A. Vestnik Adygeyskogo gosudarstvennogo universiteta, 2011, no. 4, pp. 79–88.

2. Kolesnikova E.G., Chekmeneva T.D. Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta, 2013, no. 2–1(54), pp. 277–283.

3. Konstruktor i reshatel diskretnih zadach optimalnogo upravleniya («Karma») / Programma dlya EVM. Svidetelstvo o registratsii v Rospatente no. 2008614387 ot 11.09.2008. Pravoobladteli: A.V. Medvedev, P.N. Pobedash, A.V. Smolyaninov, M.A. Gorbunov.

4. Medvedev A.V. Mezhdunarodny zhurnal prikladnih i fundamentalnih issledovaniy, 2013, no. 7, pp. 21–24.

5. Medvedev A.V., Kislyakov I.M. Mezhdunarodny zhurnal eksperimentalnogo obrazovaniya, 2013, no. 11 (1), pp. 100–101.

6. Osnovnie voprosi: UNO, 2014, available at: www.un.org/ru/development/sustainable/industry.shtml.

7. Uzbekov M.A., Uzbekov A.K. Fundamentalnie issledovaniya, 2013, no. 4–1, pp. 233–237.

8. Medvedev A.V., Kislyakov I.M. The model of environmental and economic cooperation of a governing centre and a manufacturer // Second International Workshop on Mathematical Models and its Applications. – IWMMA2013 / Proceedings of Russia-German Seminar. – Krasnoyarsk. – 26–28 September 2013.

Рецензенты:

Кудряшова И.А., д.э.н., доцент кафедры мировой экономики Кемеровского института (филиала) РГТЭУ, заведующая кафедрой мировой экономики Кемеровского института (филиала) РГТЭУ, г. Кемерово;

Зыков В.С., д.т.н., профессор, заместитель директора по научной работе Института угля СО РАН, г. Кемерово.

Работа поступила в редакцию 18.03.2014.