

УДК 519.866

© А.В. Медведев, И.М. Кисляков, 2017

А.В. МЕДВЕДЕВ

д-р ф.-м. наук, проф., заведующий кафедрой
ФГБОУ ВО Кемеровский институт
(филиал) РЭУ
им. Г.В. Плеханова, г. Кемерово
e-mail: alexm_62@mail.ru



И.М. КИСЛЯКОВ

старший преподаватель кафедры
ФГБОУ ВО Кемеровский институт
(филиал) РЭУ
им. Г.В. Плеханова, г. Кемерово
e-mail: kemerovo85@mail.ru



АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПЛАТЕЖЕЙ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ПРЕДПРИЯТИЙ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ С РЕГИОНАЛЬНЫМ УПРАВЛЯЮЩИМ ЦЕНТРОМ

В работе предложена концепция эколого-экономического взаимодействия предприятий добывающей отрасли и управляющего центра региона, лежащая в основе комплексного научного инструментария: многокритериальной математической модели – методов и алгоритмов ее анализа – информационно-аналитической системы (ИАС), составляющих в совокупности систему поддержки принятия управленческих решений при переговорном процессе участвующих во взаимодействии сторон. Выявление экономического потенциала на стадии планирования проекта позволяет использовать для начисления экологического платежа планово-прогнозные показатели. Это в перспективе дает возможность реализовать договор между участниками эколого-экономического проекта, позволяющего управляющим органам решать задачи защиты окружающей среды. Представлены краткий обзор подходов, содержательная и математическая постановки решаемой задачи, двухкритериальная многопараметрическая математическая модель задачи в форме задачи линейного программирования (критерий предприятия – максимизация чистой приведенной стоимости проекта NPV, критерий управляющего центра – максимизация суммы налогов и экологического платежа). В качестве основных параметров модели, воздействующих на переговорный процесс предприятия и управляющего центра, выступают ставка экологического платежа, удельный выброс загрязнителей на единицу продукции, предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ, а также модельный пример применения ИАС.

Ключевые слова: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПЛАТЕЖ, УПРАВЛЯЮЩИЙ ЦЕНТР ТЕРРИТОРИИ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬ, ОКРУЖАЮЩАЯ ПРИРОДНАЯ СРЕДА, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Центры роста мировой экономики в XX территории, обобщенно называемые странами с развивающейся экономикой. Однако причисляемых к списку развитых стран, на экономический рост, приносящий населению

территорий развивающихся экономик материальные блага, часто сопряжен с негативным воздействием на *окружающую природную среду* (ОПС). В частности, добыча и обогащение угля в РФ приводит к загрязнению подземных и поверхностных вод, образованию насыпей породы горных разработок [1], которые занимают огромные площади земной поверхности, загрязняют сдуваемыми мелкодисперсными частицами сельскохозяйственные земли [2]. К сожалению, вышеуказанная взаимосвязь может приводить даже к отчуждению населением целых территорий в связи с невозможностью проживания в экологически неблагоприятных условиях.

Указанная проблема баланса между получением материальных благ и благоприятным состоянием ОПС нашла свое отражение в развитии теории устойчивого экономического развития территорий. Региональный управляющий центр заинтересован в привлечении инвестиций на территорию своей ответственности. В то же время одним из главных требований устойчивого социально-экономического развития территории, предъявляемых предпринимателю при реализации какого-либо проекта, является правило сохранения ОПС. Соблюдение данного правила ставит задачу по корректировке законодательной базы, так как на данный момент основной причиной пагубного воздействия развития экономики на ОПС является правовое несовершенство местных законодательств. Законодательство о предупреждении экологических загрязнений до последнего времени зачастую остается малоразвитым и не отвечающим общественным потребностям и требует глубокого научного анализа (постановки задачи, разработки математической модели, формализации методов решения задачи, применения информационных технологий с целью автоматизированного анализа получаемой информации и т.д.) для каждого конкретного случая запуска инвестиционного проекта, предполагающего загрязнения ОПС. Действующие правила назначения экологических платежей, в основном, обладают незначительным корректирующим эффектом: многие производители, заведомо

предполагая вложения средств в проекты, загрязняющие ОПС, предпочитают платить налагаемые на нарушителей действующим законодательством экологические платежи в связи с тем, что величина платежа существенно меньше затрат, необходимых для предотвращения загрязнений. Органы власти, дав согласие на реализацию того или иного проекта, наносящего *негативное воздействие на окружающую среду* (НВОС), сталкиваются с трудной дилеммой: с одной стороны – дать дополнительный толчок для развития экономики региона, с другой – получить невосполнимый значительный ущерб экологии.

По состоянию на 2017 год в Российской Федерации базой начисления платежей за НВОС являются объемы (и/или масса) выбросов (сбросов) [3]. Ещё в 2011 году бывшим министром Минприроды Трутневым Ю.П. было предложено исчислять плату предприятий за НВОС не от количества выбросов вредных веществ, а от отчетной прибыли предприятия, то есть от стоимостного показателя, что, как предполагалось, должно качественно положительно повлиять на ситуацию в области охраны ОПС. Вместе с тем, в связи с особенностями бухгалтерского учета и возможностями искусственного занижения прибыли со стороны производителя, данный подход, на наш взгляд, не может коренным образом повлиять на устранение НВОС, и выявленные на практике несовершенства, существующие в области природоохранного законодательства, требуют использования иных подходов, объективно устраивающих обе взаимодействующие стороны (региональный управляющий центр и производителя). Лучшим вариантом запуска проектов с НВОС для управляющего центра является достижение договоренностей с производителем об установке наилучших доступных технологий (НДТ). Удовлетворительным вариантом запуска проектов с НВОС для органов власти является назначение существенного экологического платежа, за счет которого можно исправить ситуацию после окончания проекта в большей степени, по сравнению с возможностями, предоставленными действующим при-

родоохранном законодательством. Отметим, что принципу объективности и справедливости при взаимодействии регионального центра и производителя отвечает такой научный метод решения проблемы, который включает разработку математической модели эколого-экономического взаимодействия, алгоритмов и методов ее автоматизированного, компьютерного анализа, обоснованно и доказательно определяющих размеры экологического платежа. Указанные инструменты позволяют обеим сторонам, как при принятии решений по запуску инвестиционных проектов в регионе, так и при установлении обоснованной величины экологического платежа, осуществить выбор в дилемме экологический платеж либо использование наилучших доступных технологий (НДТ) для снижения негативного воздействия на ОПС.

Анализ имеющихся в литературе подходов к моделированию [4, 5] социо-эколого-экономического взаимодействия участников (например, органов власти и субъектов предпринимательского сообщества) позволил выделить два основных типа моделей – имитационные и оптимизационные. При этом имитационные модели не позволяют непосредственно находить лучшее решение, так как в них не выделяется явно его критерий. Поэтому нами предлагается использовать оптимизационный подход и соответствующие математические модели [6-8], позволяющие находить лучшие, с точки зрения некоторого критерия, решения и выявлять экономический потенциал реализуемого проекта. Одним из таких критериев является максимизация его чистой приведенной стоимости (NPV). Отметим, что выявление экономического потенциала на стадии планирования проекта позволяет использовать для начисления экологического платежа планово-прогнозные показатели, на которые ориентируются участники при реализации будущего проекта, что создает объективную основу для их взаимодействия, исключая использование подверженных возможным значительным искажениям отчетных показателей (объем выбросов, прибыль и пр.). Рассмотрим следу-

ющие содержательную и математическую постановки решаемой задачи.

Пусть n – количество видов производимой продукции и, в соответствии с принципом «чистых отраслей», – основных производственных фондов (ОПФ), x_k – инвестиции в ОПФ k -го вида, x_{n+k} – выручка от продажи продукции k -го вида ($k=1, \dots, n$), x_{2n+1} , x_{2n+2} – соответственно суммы кредитов и дотаций на осуществление текущей деятельности предприятия; c_k , V_k , T_k – стоимость, производительность, срок полезного использования k -го ОПФ, T – момент завершения инвестиционного проекта (горизонт планирования), α_i ($i=1, \dots, 5$) – соответственно ставки налогов на добавленную стоимость, на имущество, на прибыль, страховые взносы в социальные фонды, а также другие, пропорциональные объемам производства или имущества, налоговые и неналоговые затраты предприятия, r – годовая ставка дисконтирования инвестиционного проекта, включающая ставку инфляции, требования инвестора и другие риски проекта; P_k , q_k , z_k ($k=1, \dots, n$) – цена единицы продукции k -го вида, стоимостные спрос и оборотные затраты на производство продукции k -го вида; δ_k – фондоотдача k -ого вида ОПФ, D_k – предельно допустимые выбросы загрязнителя от производства k -й продукции, θ_k – удельные оборотные затраты (на единицу продукции) производителя; W^b – балансовая прибыль, W^r – чистая прибыль, DS^0 – собственные начальные средства производителя, Dot – суммарные годовые дотации на осуществление текущей деятельности, Cr – годовой кредит с аннуитетными платежами на финансирование текущей деятельности, r_0 – ставка кредита, T_0 – срок кредита, Cr_{max} – максимально возможный размер годового кредита, Dot_{max} – максимально возможная сумма годовых дотаций, I_{max} – максимально возможная сумма инвестиций. Тогда можно выписать следующий алгоритм расчета NPV предприятия, а также критериев эффективности предприятия и органов власти:

– суммарная годовая выручка от продажи продукции;

$Z = Am + F + N_1 + N_2 + N_4 + N_5 + z + Shtraf$ – общие го-

довые затраты предприятия; $W^b = R - Z$, $W^r = (1 - \alpha_3)W^b$, $DS = DS_0 + W^r + Cr + Dot$ – денежные средства в распоряжении предприятия;

$I = \sum_{k=1}^n x_k$ – суммарные инвестиции предприятия;

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

$F = \beta R = \beta \sum_{k=1}^n x_{n+k}$ – суммарный годовой фонд оплаты труда, β – доля выручки от продажи, выделяемая на ФОТ (трудоемкость);

$z = \sum_{k=1}^n z_k$ – суммарные годовые оборотные затраты, включая постоянные издержки;

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

$N_2 = \alpha_2 \sum_{k=1}^n \left(1 - \frac{T}{T_k} \right) x_k$ год; $N_3 = \alpha_3 W^b$ – налог на имущество за прибыль за год;

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

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

Отметим, что на практике, в условиях угледобывающей отрасли, расчет НДПИ осуществляется по алгоритмам, на наш взгляд, не соответствующим поставленной в работе задаче достижения экологического консенсуса между производителем и управляющим центром. Поэтому в работе (и, соответственно, в модели) предлагается исчислять НДПИ как налоговый платеж, пропорциональный планируемому потенциальным стоимостным объемам производства, тем самым увязывая производимые производителем загрязнения с их потенциальной интенсивностью. Это, на наш взгляд, отвечает духу предлагаемого подхода, ориентированному на решение, вообще говоря, изначально противоречивой задачи регионального эколого-экономического взаимодействия.

$Shtraf = \alpha_s \sum_{k=1}^n \xi_k x_{n+k}$ – сумма экологического платежа за год, ξ_k – удельный выброс загрязнителя

на единицу продукции, α_s – ставка экологического платежа;

$r_s = \frac{rT}{1 - (1 + r)^{-T}} - 1$ – эффективная ставка дисконтирования, учитывающая динамические особенности инвестиционного проекта на всем горизонте планирования, в предположении постоянства ежегодной прибыли;

$$J_1 = \frac{T(W^r + Am)}{1 + r_s} - I - \frac{r_0(12T_0 + 1)}{24} Cr = \frac{T \sum_{k=1}^n ((\gamma_k - 1 - r_s)x_k + \eta_k x_{n+k})}{1 + r_s} - \frac{r_0(12T_0 + 1)}{24} x_{2n+1} \rightarrow \max$$

– критерий предприятия (максимизация NPV), содержательно означающий сальдо дисконтированной по ставке r_s суммы прибыли и оценки имущества, а также осуществленных инвестиций на рассматриваемом горизонте планирования;

$$J_2 = \sum_{i=1}^5 N_i + Shtraf = \sum_{k=1}^n (\zeta_k x_k + \varepsilon_k x_{n+k}) \rightarrow \max$$

– критерий максимизации суммы налогов и платежей за нарушение экологических норм, поступающих в бюджет территории;

$DS \geq 0$ – условие неотрицательности собственных средств предприятия, гарантирующее его платежеспособность на всем горизонте планирования;

$Cr \leq Cr_{\max}$ – условие непревышения полученных годовых кредитов размера максимально возможных годовых кредитов;

$Dot \leq Dot_{\max}$ – условие непревышения годовых дотаций размера максимально возможных годовых дотаций;

$I \leq I_{\max}$ – условие непревышения максимально возможных инвестиций;

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

$x_{n+k} \leq \delta_k x_k$ – выручка от продажи не превосходит стоимостных объемов произведенной продукции (производственных возможностей, мощностей), определяемых показателем фондоотдачи $\delta_k = P_k V_k / c_k$ ОПФ k-го вида;

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

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

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

$$\zeta_k = \alpha_2 \left(1 - \frac{T}{T_k} \right) + \alpha_3 \left(-\frac{T}{T_k} - \alpha_2 \left(1 - \frac{T}{T_k} \right) - \frac{\theta_k V_k}{c_k} \right),$$

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

Для наглядности ниже представлен матричный вид математической модели.

$$\begin{cases} A_{(3n+4) \times (2n+2)} X_{(2n+2) \times 1} \leq B_{(3n+4) \times 1} \\ C_{1 \times (2n+2)} X_{(2n+2) \times 1} \rightarrow \max, \text{ где } C = \mu C^P + (1 - \mu) C^T \end{cases}$$

$$A_{(3n+4) \times (2n+2)} = \begin{pmatrix} -\gamma_1 + \frac{T}{T_1} & \dots & -\gamma_n + \frac{T}{T_n} \\ \hline & O_{n \times n} & \\ -\delta_1 & 0 & 0 \\ 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & -\delta_n \\ \hline & O_{n \times n} & \\ & O_{2 \times n} & \\ 1 & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -\eta_1 & \dots & -\eta_n & -1 & -1 \\ \hline E_{n \times n} & & & O_{n \times 2} \\ & O_{n \times n} & & O_{n \times 2} \\ \hline \xi_1 / P_1 & 0 & 0 & & \\ 0 & \dots & 0 & & O_{n \times 2} \\ 0 & 0 & \xi_n / P_n & & \\ \hline & O_{2 \times n} & & & E_2 \\ 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$B_{(3n+4) \times 1} = (DS^0; q_1, \dots, q_n; 0, \dots, 0; D_1, \dots, D_n; Cr_{\max},$$

$$Dot_{\max}, I_{\max})^T$$

$$C_{1 \times (2n+2)}^T = (\zeta_1, \dots, \zeta_n; \varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n; 0, 0)$$

$$C_{1 \times (2n+2)}^P = \frac{T}{1+r_s} (\gamma_1 - \frac{1+r_s}{T}, \dots, \gamma_n - \frac{1+r_s}{T};$$

$$\eta_1, \dots, \eta_n; -\frac{r_0(12T_0+1)}{24}; 0).$$

Представленная модель является двухкритериальной, многопараметрической задачей линейного программирования, методы и алгоритмы решения которой хорошо разработаны.

Следует отметить, что добыча и переработка, например, угля приводит к образованию множества загрязнителей, поэтому применительно к представленной выше модели необходимо дать пояснение, как посчитать размер величины ξ_k (удельный выброс загрязнителя на единицу продукции k -го вида). При этом необходимо учесть, что выпуск любой продукции, как правило, сопровождается образованием M видов загрязняющих веществ и их выбросом в окружающую среду. Поэтому для решения вопроса об оценке величины ξ_k необходимо определить величину, являющуюся агрегированной моновеличиной всех загрязнителей, образующихся при производстве какой-либо продукции. Для этого введем обозначения: z_i – объем выбросов i -го загрязнителя ($i=1, \dots, M$), Z – моновеличина объема попавших в окружающую среду выбросов (в условных единицах). Доля Z на количество единиц выпущенной продукции, можно определить величину ξ_k . Для определения объема выбросов загрязняющих веществ, оказывающих различное воздействие на природную среду, рассмотрим следующую процедуру, сводящуюся к расчету по единой формуле $Z = G \sum_{i=1}^M A_i z_i$,

где A_i – коэффициент приведения различных примесей к агрегированному виду (к «монозагрязнителю»); G – коэффициент, позволяющий учесть региональные особенности территории, подверженной вредному воздействию, на которой функционирует предприятие. Идея расчетов по формуле состоит в том, что сначала все вредные примеси, выбрасываемые в атмосферу или сбрасываемые в водоемы, приводились к «монозагрязнителю». Конечно, нельзя складывать напрямую

5 т свинца и 3 т окиси азота, так как их воздействия на окружающую среду и на человека различны. Если предположить, что нам известно, насколько загрязнители опаснее друг друга, то можно придать каждому из них весовые коэффициенты A_i . После того как объемные показатели z_i умножены на весовые коэффициенты A_i , их можно складывать между собой. Получим условную массу выбросов $\sum_{i=1}^M A_i z_i$, т.е. некий условный «монозагрязнитель», характеризующий общий уровень загрязнения окружающей среды предприятием.

Особенности конкретного экономического региона можно учесть путем умножения на коэффициент приведения G , позволяющий учесть реакцию рассматриваемой территории на выбросы (сбросы). Например, в северных регионах, где способность ОПС поглощать вредные примеси мала, коэффициент G выше, чем там, где природа более «активна». Аналогично и для таких территорий, как лес, сельскохозяйственные угодья, зоны рекреации и т.п. Однако ценность этих объектов неравнозначна, кроме того, вред от выбросов сказывается на них неодинаково. Учесть все факторы трудно: каждая территория сама по себе уникальна, поэтому степень детализации коэффициентов G должна быть очень велика. В этой связи возникает необходимость разработки единой таблицы значений коэффициента G для заранее определенного списка типов территорий. Для водных ресурсов, например, коэффициент G вводится для бассейнов рек. Для крупных водных объектов может даваться несколько значений коэффициента G , например, для верхнего и нижнего течения реки. Для оценки ущерба от выбросов в атмосферу по разработанной методике коэффициент G определяется при условии наличия двух признаков природных особенностей и типа территории, учитывая четыре вида территорий (экологических систем) и 11 типов объектов, размещенных на этих территориях. При этом территориям курортов, санаториев, заповедников присваивается наивысшее значение коэффициента, а пастбищам и сенокосам – наименьшее.

Коэффициенты A_i , характеризующие относительную опасность вредных выбросов, рассчитываются на основе сравнительного анализа вредного воздействия отдельных загрязняющих веществ. В завершение процедуры необходимо сложить полученные выбросы, умноженные на коэффициенты приведения G .

Для автоматизированной оценки эффективности эколого-экономических проектов предприятия, а также определения размеров экологических платежей, нами была разработана информационно-аналитическая система [9], которая обеспечивает выполнение следующих функций:

- удаленное получение, обработка и визуальный контроль данных, характеризующих эколого-экономические проекты;
- расчет экономической эффективности проектов эколого-экономического планирования;
- графический, многокритериальный, многопараметрический анализ показателей эффективности проектов в зависимости от ставки экологического платежа.

Проведем численный анализ представленной математической модели с использованием комплекса программ [9]. В качестве исследуемого проекта рассмотрим производство угля на угольной шахте, предлагаемой к покупке за $1,44 \times 10^9$ руб., с разведанными запасами 150 млн. тонн на горизонте планирования 5 лет. На шахте предполагается добыча углей трех различных марок. Производственные и финансовые показатели, характеризующие проект, приведены ниже:

$n=3$; $\beta=0,05$; $z_1=0,2$; $z_2=0,15$; $z_3=0,1$; $\alpha_1=0,18$; $\alpha_2=0,02$; $\alpha_3=0,2$; $\alpha_4=0,3$; $\alpha_5=0,48$; $T=5$ лет; $r=0,2$; $c_1=480000$; $c_2=480000$; $c_3=480000$; $P_1=7900$ д.е.; $P_2=10000$ д.е.; $P_3=5000$ д.е.; $T_1=T_2=T_3=20$ лет; $V_1=30000000$ ед.пр./ед.ОПФ, $V_2=10000000$ ед.пр./ед.ОПФ, $V_3=40000000$ ед.пр./ед.ОПФ, $I_{\max}=150000000$ д.е.; $Cr_{\max}=0$ д.е.; $Dot_{\max}=0$ д.е.

Отметим, что ставки налогов соответствуют заданным законодательством РФ. Проведем численный эксперимент с помощью комплекса [9], задавая различные модельные значения, например, параметра ξ_1 удельных

выбросов загрязнителя, возникающего при производстве продукции 1-го вида. Некоторые результаты данного эксперимента представлены на рисунках ниже.

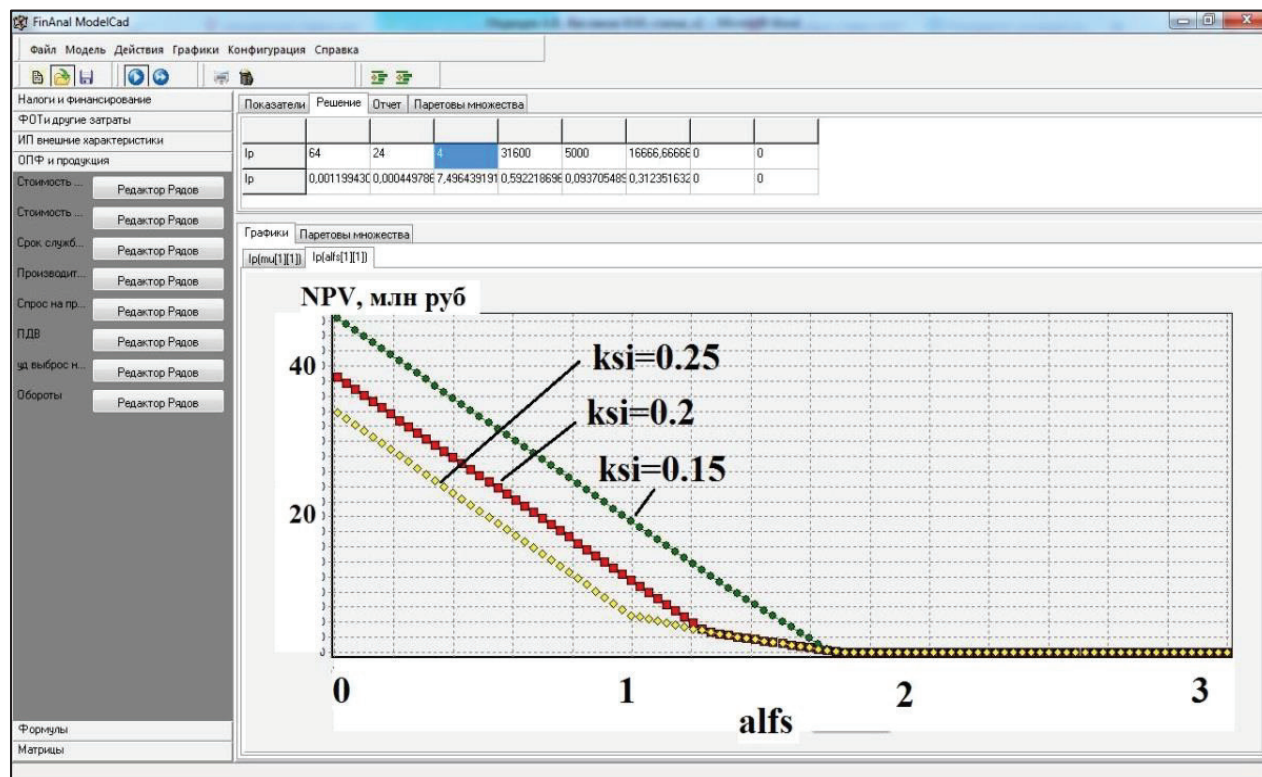


Рисунок 1 – Окно интерфейса программы с результатами распределения NPV проекта в зависимости от величины ставки экологического платежа α_s при варьировании параметра ξ_1

Как видно из рисунка 1, значение NPV существенно снижается с ростом ставки экологического платежа, и лицо, принимающее решения, может наглядно оценить возможный, удовлетворительный, критический или какой-либо другой уровень снижения. Кроме того, исходя из данных графиков, управляющий центр может использовать, например, информацию о чувствительности критерия эффективности производителя к величине ставки экологического платежа и, тем самым, принимать управленческие решения об установлении соответствующего значения α_s . При этом при увеличении выбросов по первому виду продукции NPV проекта также снижается, что позволяет учитывать не только экономическую составляющую проекта, но и управлять его экологической составляющей.

На рисунке 2 приведены Парето-множества взаимодействия управляющего центра и

производителя. Основываясь на них, управляющий центр и производитель при изменении ставки экологического платежа α_s могут визуально определять диапазоны значений своих критериев, в рамках которых возможен «торг» в отношении размера ставки экологического платежа.

Таким образом, в работе предложена концепция эколого-экономического взаимодействия производителя и регионального управляющего центра, лежащая в основе комплекса инструментов: оптимизационной математической модели – методов и алгоритмов ее анализа – информационно-аналитической системы, которые в совокупности составляют систему поддержки принятия управленческих решений по эколого-экономическому взаимодействию предприятий добывающей отрасли и управляющего центра региона.

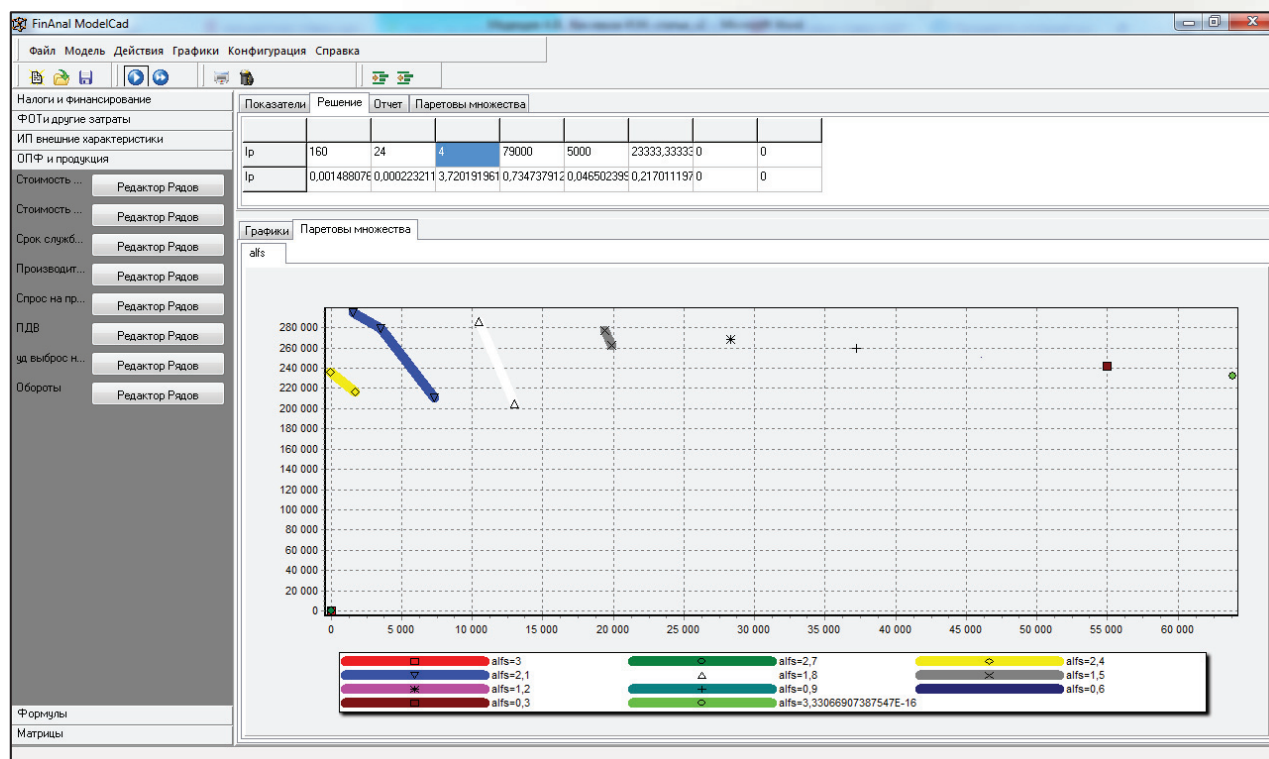


Рисунок 2 – Окно интерфейса программы с графиками Парето-множества, зависящего от величины ставки экологического платежа α_s

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Prokopenko S., Sushko A., Filatov Yu., Kislyakov M., Kislyakov I. Environmental Improvement Of Opencast Mining / IOP conference series: earth and environmental science, ecology and safety in the technosphere conference: current problems and solutions. – Yurga, 17-19 ноября 2016 г.
2. Михальченко В.В., Прокопенко С.А. Экологически чистые технологии – будущее открытой угледобычи в Кузбассе // Уголь. – 1992. – № 1.
3. Об охране окружающей среды: федер. закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ (ред. от 29 июля 2017 г.). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 22.08.2017).
4. Диксон Д. Экономический анализ воздействий на окружающую среду / Д. Диксон, Л. Скура, Р. Карпентер и др. – М.: «Вита-Пресс», 2000. – 272 с.
5. Кисляков И.М. Разработка системы поддержки принятия решений при определении уровня экологического штрафа производственного предприятия // Программные продукты и системы. – 2015. – № 2 (110). – С. 103–107.
6. Кисляков И.М., Медведев А.В. Модификация модели эколого-экономического взаимодействия предприятия и административного центра в регионе // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 8–3. – С. 438–441.
7. 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.
8. Медведев А.В. Концепция оптимизационно-имитационного моделирования регионального социально-экономического развития // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 7. – С. 21–25.
9. Медведев А.В., Кисляков И.М. Автоматизированный программный комплекс определения экологических штрафов предприятия (Экологический балансер). Программа для ЭВМ. Патент РФ № 2014612483 от 26.02.2014.
10. Свид. 2016660247. Российская Федерация. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. Оптимизационная информационно-аналитическая система для оценки эффективности эколого-экономических проектов предприятия (Экономический оптимум предприятия) / Д.А. Кацура, И.М. Кис-

ляков, А.В. Медведев, П.Н. Победаш, А.Н. Трусов; заявитель и правообладатель ФГБОУ ВО Кемеровский институт (филиал) РЭУ им. Г.В. Плеханова (RU). – № 2016617464; заявл. 13.07.2016; опубл. 09.09.2016.

UDC 519.866

© A.V. Medvedev, I.M. Kislyakov, 2017

A.V. Medvedev

Doctor Physico-Mathematical Sciences, Department Chairman
Plekhanov Russian University of Economics (branch), Kemerovo
e-mail: alexm_62@mail.ru

I.M. Kislyakov

Senior Professor of Department
Plekhanov Russian University of Economics (branch), Kemerovo
e-mail: kemerovo85@mail.ru

AUTOMATED CALCULATION OF ENVIRONMENTAL PAYMENTS UNDER INTERACTION BETWEEN COAL ENTERPRISES AND THE REGIONAL GOVERNING CENTER

In this article the conception of ecological and economic interaction between the regional administrative center and extractive industries enterprises in the region are considered. It is the basis for comprehensive scientific tools: multi-objective mathematical model – methods and algorithm for the model analysis – information analysis system (IAS), which aggregate decision support system for the negotiation process between involved parties. The influence of economic potential on project planning stages gives the opportunity for planning and forecasting indexes for of ecological payments charging. The conception, in the longer term, gives the possibility to implement the agreement between the environmental and economic project participants, which allows the governing bodies to solve environmental protection problems.

The brief review of approaches, a substantive and mathematical formulation of the problem, two-criteria multivariable mathematical model in form of linear programming problems (the criteria of enterprise – to maximize its net present value (NPV), the criterion of administrative center, the criterion of the administrative center – to maximize the amount of taxes and environmental payment).

The rate of environmental payment, the pollutant flux per unit of production, the maximum permissible concentration, as well as a model application of IAS, are the basic model characterizations, influenced on the negotiation process the between the administrative center and an enterprise.

Key words: ECOLOGICAL PAYMENT, REGIONAL ADMINISTRATIVE CENTER, PRODUCER, NATURAL ENVIRONMENT, MATHEMATICAL MODEL

REFERENCES

1. Prokopenko S., Sushko A., Filatov Yu., Kislyakov M., Kislyakov I. Environmental Improvement Of Opencast Mining / IOP conference series: earth and environmental science, ecology and safety in the technosphere conference: current problems and solutions. Yurga, 17-19 nojabrja 2016.
2. Mihalchenko V.V., Prokopenko S.A. Jekologicheski chistye tehnologii – budushhee otkrytoj ugledobychi v Kuzbasse (Low-level technologies – the future of Kuzbass Opencast Mining) // Ugol. 1992. № 1.
3. Ob ohrane okruzhajushhej sredy: feder. zakon ot 10 janvarja 2002 g. № 7-FZ (red. ot 29 ijulja 2017 g.) (On Protection of Environment: Federal law. № 7-FZ 10.01.2002). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (data obrashhenija: 22.08.2017).
4. Dikson D. Jekonomicheskij analiz vozdeystvij na okruzhajushhujju sredu (Economic analysis of environmental impact) / D. Dikson, L. Skura, R. Karpenter i dr. M.: «Vita-Press», 2000. 272 p.
5. Kisljakov I.M. Razrabotka sistemy podderzhki prinjatija reshenij pri opredelenii urovnja jekologicheskogo shtrafa proizvodstvennogo predprijatija (Decision support system development when determining the level of an enviromental fine of an industrial enterprise) // Programmnye produkty i sistemy. 2015. № 2 (110). pp. 103–107.
6. Kisljakov I.M., Medvedev A.V. Modifikacija modeli jekologo-jekonomicheskogo vzaimodejstvija predprijatija i administrativnogo centra v regione (A modification of ecological and economic model of cooperation between business and administrative center in a region) // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i

fundamental'nyh issledovanij. 2016. № 8–3. pp. 438–441.

7. Medvedev A.V. K principam matematicheskogo modelirovanija jekologo-jekonomicheskogo vzaimodejstvija v promyshlennom regione (On the principals of the eco-economic interaction in an industrial region) / A.V. Medvedev, I.M. Kisljakov // *Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimental'nogo obrazovanija*. 2013. № 11(1). p. 100–101.

8. Medvedev A.V. Konceptija optimizacionno-imitacionnogo modelirovanija regional'nogo social'no-jekonomicheskogo razvitija (An optimization-simulation concept of regional socio-economic development) // *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij*. 2013. № 7. pp. 21–25.

9. Medvedev A.V., Kisljakov I.M. Avtomatizirovannyj programmnyj kompleks opredelenija jekologicheskikh shtrafov predpriyatija (Jekologicheskij balanser) (The automated program complex of definition of ecological penalties of the enterprise (The ecological balancer): computer program). Programma dlja JeVM. Patent RF № 2014612483 ot 26.02.2014.

10. Svid. 2016660247. Rossijskaja Federacija. Svidetel'stvo ob oficial'noj registracii programmy dlja JeVM. Optimizacionnaja informacionno-analiticheskaja sistema dlja ocenki jeffektivnosti jekologo-jekonomicheskikh proektov predpriyatija (Jekonomicheskij optimum predpriyatija) (Optimizing information and analytical system for assessment of efficiency of eco-economic projects of the enterprise (An economic optimum of the enterprise): computer program) / D.A. Kacuro, I.M. Kisljakov, A.V. Medvedev, P.N. Pobedash, A.N. Trusov; zajavitel' i pravoobladatel' FGBOU VO Kemerovskij institut (filial) RJeU im. G.V. Plehanova (RU). № 2016617464; zajavl. 13.07.2016; opubl. 09.09.2016.