

УДК 330.46

**АЛГОРИТМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ И УПРАВЛЯЮЩЕГО ЦЕНТРА ПРИ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ РЕГИОНА****Кисляков И.М., Медведев А.В.***Кемеровский институт (филиал) Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, Кемерово, e-mail: kemerovo85@mail.ru*

В данной статье рассматривается вопрос эколого-экономического взаимодействия регионального управляющего центра и производителя. Производитель предлагает эколого-экономический проект, а центр должен принять решение о возможности запуска проекта, наносящего вред экологии. Авторами разработаны алгоритмы и схемы взаимодействия регионального управляющего центра и производителя, в которых в качестве базы назначения экологических платежей используется экономический потенциал производителя в форме чистой приведенной стоимости (NPV) проекта. Приведенные в работе схемы взаимодействия регионального управляющего центра и производителя включают: блоки определения пороговых значений коэффициента экологического платежа, значения которых позволяют принимать решения социально-эколого-экономического характера, в частности – по определению минимально допустимого (критического) по отрасли уровня рентабельности производителя, определению пороговых значений коэффициента экологического платежа, при которых региональный управляющий центр и производитель имеют «равновесие» (по Парето) своих эколого-экономических интересов или могут договориться об отсрочке установки наилучших доступных технологий (НДТ) до истечения оговоренного срока. В работе рассматриваются четыре возможных сценария реализации эколого-экономического взаимодействия, а также приводятся алгоритмы определения указанных выше пороговых значений коэффициента экологического платежа.

**Ключевые слова:** алгоритм взаимодействия, региональный управляющий центр, производитель, экологический платеж, математическая модель

**ALGORITHMS OF INTERACTION OF THE MANUFACTURER AND THE GOVERNING CENTER FOR THE REGION'S ECOLOGICAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT****Kislyakov I.M., Medvedev A.V.***Kemerovo Institute of Russia Economic University named after G.V. Plekhanov, Kemerovo, e-mail: kemerovo85@mail.ru*

In this article, the issue of the ecological and economic interaction between the regional managing center and the producer is considered. The manufacturer offers an environmental and economic project, and the center must decide on the possibility of launching a project that is harmful to the environment. The authors developed algorithms and schemes for interaction between the regional management center and the producer, in which the economic potential of the producer in the form of the net present value (NPV) of the project is used as the basis for the purpose of environmental payments. The schemes of interaction of these regional agents include: blocks for determining the threshold values of the environmental payment coefficient, the values of which make it possible to make decisions of the socio-ecological and economic nature, in particular, by determining the minimum permissible (critical) level of producer profitability, the coefficient of ecological payment, under which the regional managing center and the producer have a «balance» (Pareto) of their ecological-economic and or may agree to defer the installation of the best available technology before the expiration of the agreed period. The paper considers four possible scenarios for the implementation of ecological and economic interaction, and also provides algorithms for determining the above threshold values for the environmental payment coefficient.

**Keywords:** interaction algorithm, regional managing center, manufacturer, environmental payment, mathematical model

Принятие эффективных управленческих решений при эколого-экономическом взаимодействии (ЭЭ-взаимодействии) регионального управляющего центра (РУЦ) и производителя (Пр) остается актуальной и практически важной задачей [1; 2]. Для установления эффективного ЭЭ-взаимодействия первоочередное значение имеет выбор научно обоснованных методов и инструментов воздействия РУЦ на Пр [3]. Известные в настоящий момент методы и инструменты такого взаимодействия ориентированы на уже свершившийся факт функционирования на территории загрязняющего её производителя, а также на использование в качестве базы эко-

логических платежей отчетных показателей объемов выбросов [4], прибыли, которые могут быть занижены производителем. Авторами предложено [5] в качестве такой базы использовать измеряющую экономический потенциал Пр величину его будущей чистой приведенной стоимости (Net Present Value, NPV), определяемой до начала проекта при решении оптимизационной задачи. При этом необходимо учитывать, что цель РУЦ не так однозначна, как цель Пр [6]. Предполагается, что РУЦ заинтересован в развитии экономики в регионе, в том числе с минимальным негативным воздействием на окружающую среду (НВОС).

Цель исследования: разработать алгоритмы взаимодействия производителя и управляющего центра при эколого-экономическом развитии региона.

### Материалы и методы исследования

В работе использовались такие методы исследования, как системный анализ, экономико-математическое моделирование, анализ финансовых потоков.

В данной работе предлагается механизм эколого-экономического взаимодействия РУЦ и Пр, построенный на основе оптимизационной математической модели (в которой для Пр критерием эффективности является величина  $NPV - J_1$ , а для РУЦ – размер собранных налогов, включая экологический платеж –  $J_2$  [7]). Модель строится в формате задачи линейного программирования, обладающей эффективными алгоритмами решения [8], а также соответствующим автоматизированным программным комплексом [9] её анализа. На основе модели и программного комплекса строятся схемы управления ЭЭ-взаимодействием и совокупность алгоритмов поиска пороговых значений коэффициента экологического платежа (КЭП), мотивирующего производителя на установку наилучших доступных технологий (НДТ), что приводит к снижению НВОС [10].

### Результаты исследования и их обсуждение

ЭЭ-взаимодействие РУЦ и Пр может быть описано схемой, изображенной на рис. 1, отражающей, что:

1) потоки содержащихся в матрицах  $A$ ,  $B$ ,  $C$  задачи линейного программирования входных (задающих) воздействий, характеризующих инвестиционную, производственную и финансовую среду, ограничения и целевые критерии ЭЭ-взаимодействия как объекта управления, РУЦ как управляющей системы и производителя;

2) управляющее экологическое воздействие в форме корректирующего состояния объекта управления размер коэффициента экологического платежа  $\alpha_s$ , непосредственно влияющего на изменение величин  $J_1$  и  $J_2$ .

Подвергнув декомпозиции схему на рис. 1, получаем более подробную схему процесса ЭЭ-взаимодействия РУЦ и Пр (рис. 2). На рис. 2 отражены четыре возможных сценария окончания ЭЭ-взаимодействия

РУЦ и Пр, три из которых подразумевают запуск эколого-экономического проекта (ЭЭ-проекта), а один подразумевает решение об отказе от него. Ключевыми блоками схемы на рис. 2 являются:

1) блоки определения пороговых значений КЭП:  $\alpha_s^{РАВ}$ ,  $\alpha_s^{НДТ}$ ,  $\alpha_s^{КРИТ}$ , таких, что  $0 \leq \alpha_s^{РАВ} \leq \alpha_s^{НДТ} \leq \alpha_s^{КРИТ}$ , где  $\alpha_s^{КРИТ}$  – значение КЭП, при котором рентабельность Пр падает до задаваемого экспертно минимально допустимого (критического) по отрасли уровня рентабельности  $\omega^*$ ;  $\alpha_s^{НДТ}$  – значение КЭП, при котором РУЦ и Пр могут договориться об отсрочке установки НДТ до истечения оговоренного срока;  $\alpha_s^{РАВ}$  – значение КЭП, при котором наблюдается «равновесие» интересов РУЦ и Пр (коэффициент линейной свертки критериев  $J_1$ ,  $J_2$  в двухкритериальной ЗЛП равен 0,5) (указанные пороговые значения КЭП определяются согласно алгоритмам, представленным на рис. 3, 4.1, 5.1);

2) условные блоки, требующие от Пр принять решение о возможности запуска ЭЭ-проекта с предлагаемым КЭП и наличием/отсутствием НДТ.

Первый сценарий окончания ЭЭ-взаимодействия РУЦ и Пр (Конец 1) подразумевает запуск проекта с незначительным экологическим платежом  $\alpha_s \in [0; \alpha_s^{РАВ}]$  и установкой НДТ с самого начала реализации ЭЭ-проекта. Предполагаем, что НДТ минимизируют НВОС, но не сводят их к нулю, что, по мнению авторов, требует назначения небольшого экологического платежа. Первый сценарий возможен в случае, если Пр сразу предлагает ЭЭ-проект с НДТ, либо, путем переговоров с РУЦ, соглашается на установку НДТ с начала реализации ЭЭ-проекта. Данный сценарий реализуется при условии, что Пр предварительно сравнил затраты на внедрение НДТ с потенциальным (максимальным, назначенным ему в данном случае) размером экологического платежа (определяемым при  $\alpha_s^{КРИТ}$ ), и пришел к выводу, что вложение в НДТ выгоднее, чем уплата экологического платежа.



Рис. 1. Общая схема управления процессом ЭЭ-взаимодействия РУЦ и Пр

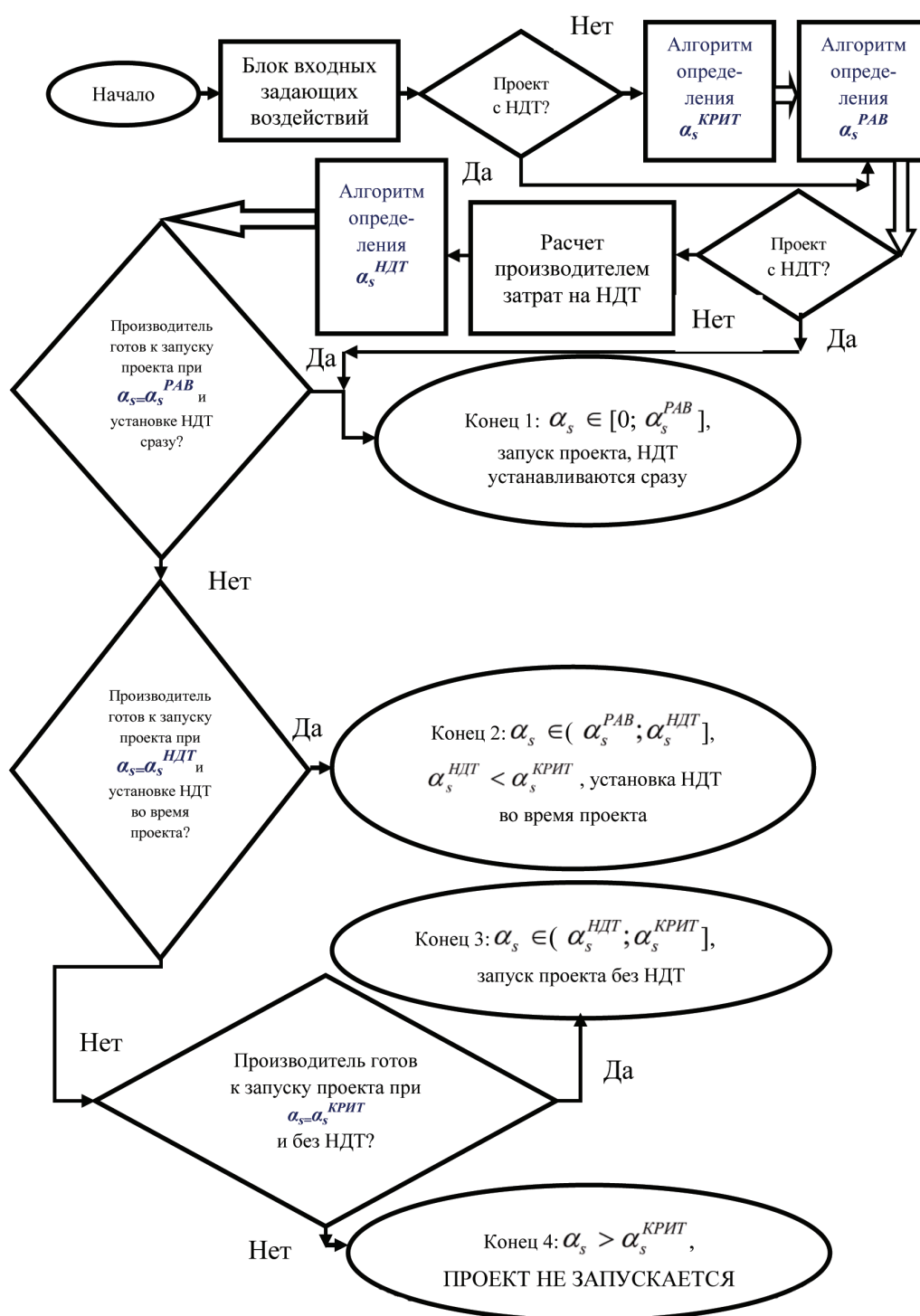


Рис. 2. Схема декомпозиции процесса ЭЭ-взаимодействия РУЦ и Пр

Второй сценарий окончания ЭЭ-взаимодействия РУЦ и Пр (Конiec 2) подразумевает также относительно благоприятный для экологии вариант запуска проекта с увеличенным экологическим платежом (по сравнению с первым сценарием)  $\alpha_s \in (\alpha_s^{РАВ}; \alpha_s^{НДТ}]$

и оговоренной с РУЦ установкой НДТ в течение ЭЭ-проекта. Сценарий реализуется, если:

1) Пр не хватает средств на установку (внедрение) НДТ на старте проекта, но, в течение реализации проекта, Пр извле-

кает, аккумулирует и тратит на установку НДТ полученные от своей производственной деятельности средства;

2) установка НДТ выгоднее, чем уплата экологического платежа с максимальным КЭП  $\alpha_s^{\text{КРИТ}}$ .

Третий сценарий окончания ЭЭ-взаимодействия РУЦ и Пр (Конец 3) интересен РУЦ с точки зрения развития экономики региона, так как предполагает запуск ЭЭ-проекта с большим значением КЭП  $\alpha_s \in (\alpha_s^{\text{НДТ}}; \alpha_s^{\text{КРИТ}}]$ , но без использования производителем НДТ. Отметим, что предлагаемый в работе подход в этом случае существенно отличается от действующих на данный момент практик тем, что полученный экологический платеж РУЦ будет максимально возможным, так как базой его начисления будет предварительно найденный экономический потенциал Пр (NPV), а не, как указано выше, отчетные показатели по объемам выбросов, предоставляемых самим Пр. Максимизация экологического платежа позволит РУЦ направить больше средств (по сравнению со средствами, полученными РУЦ при существующем подходе к расчету экологических платежей) на нейтрализацию части последствий НВОС, улучшение состояния экологии региона, постройку инфраструктуры для работников, жителей региона с целью реабилитации и восстановления их здоровья и т.д.

Четвертый сценарий окончания ЭЭ-взаимодействия РУЦ и Пр (Конец 4) подразумевает отказ от ЭЭ-проекта до его запуска. Выход на этот сценарий означает, что предлагаемый ЭЭ-проект несёт в себе экологическую угрозу и в то же время не может компенсировать это экологическим платежом.

На рис. 3 представлен алгоритм определения порогового значения  $\alpha_s^{\text{КРИТ}}$ , суть которого заключается в циклическом, постепенном повышении значения КЭП  $\alpha_s$  до значения, при котором рентабельность Пр падает до задаваемого экспертно минимально допустимого (критического) по отрасли уровня  $\omega^*$ .

На рис. 4.1 представлен разработанный алгоритм определения порогового значения КЭП  $\alpha_s^{\text{РАВ}}$ , при котором наблюдается «равновесие» (коэффициент свертки критериев равен 0,5) интересов РУЦ и Пр. Суть алгоритма заключается в построении графиков свертки критериев РУЦ и Пр (с последовательным выбором значений 0 и 1 коэффициента свертки критериев  $\mu$ ) и нахождения абсциссы точки их пересечения. Так как пороговые значения  $\alpha_s^{\text{РАВ}}$  и  $\alpha_s^{\text{КРИТ}}$  рассчитываются по независимым друг от друга алгоритмам, на последнем шаге алгоритма сравнивается полученное ранее  $\alpha_s^{\text{КРИТ}}$  и графически найденное  $\alpha_s^{\text{РАВ}}$ . В случае, если  $\alpha_s^{\text{РАВ}}$  получится больше  $\alpha_s^{\text{КРИТ}}$  (что на данный момент не подтверждает ни один расчет), предполагаем их значения равными.

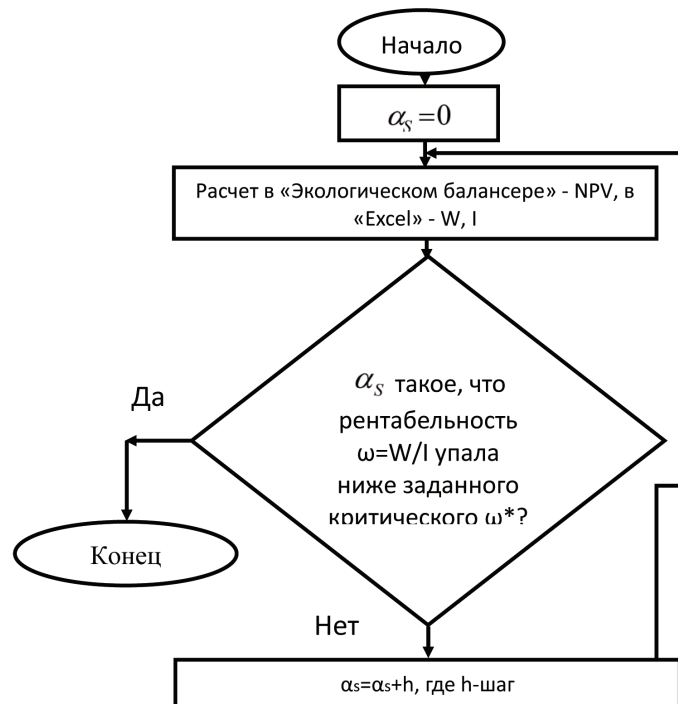
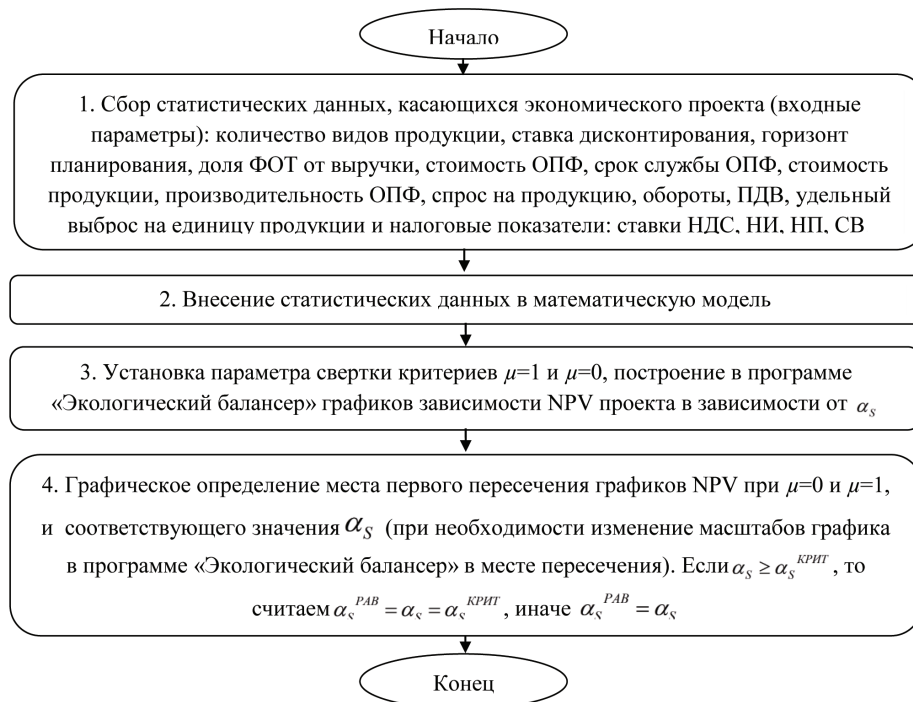
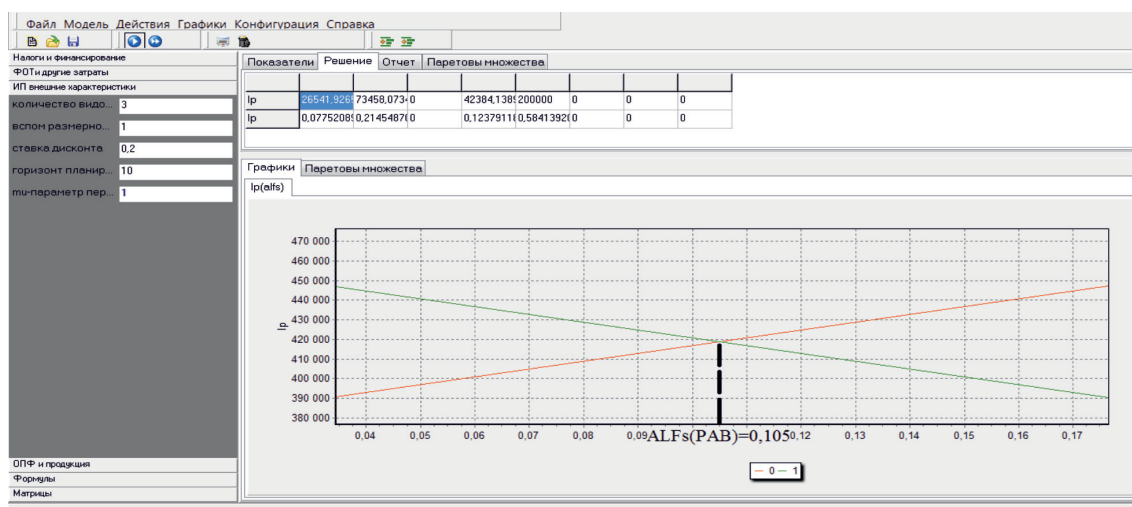


Рис. 3. Алгоритм определения значения КЭП  $\alpha_s^{\text{КРИТ}}$

Рис. 4.1. Алгоритм определения значения КЭП  $\alpha_s^{PAB}$ Рис. 4.2. Пример графического определения  $\alpha_s^{PAB}$  в точке пересечения графиков свёртки критериев при  $\mu = 0$  и  $\mu = 1$ 

На рис. 4.2 представлен пример построения графиков свертки критериев РУЦ и Пр и нахождения абсциссы точки их пересечения, реализованных с использованием авторского программного продукта [9].

Рис. 5.1 иллюстрирует алгоритм определения порогового значения  $\alpha_s^{НДТ}$ , при котором РУЦ и Пр могут договориться об отсрочке установки НДТ до истечения оговоренного срока. Суть алгоритма заключается в построении, с использованием

разработанного авторами программного комплекса [9], параметрического (по параметру  $\alpha_s$ ) Парето-множества и визуальном определении возможного уменьшения (скидки) значения КЭП с учетом информации о стоимости наилучших доступных технологий  $V_{НДТ}$  (рис. 5.2). Как видно из данного рисунка, скидка значения КЭП составляет приблизительно 60% с максимально возможного значения – 15 против 37 при заданной величине  $V_{НДТ}$ .



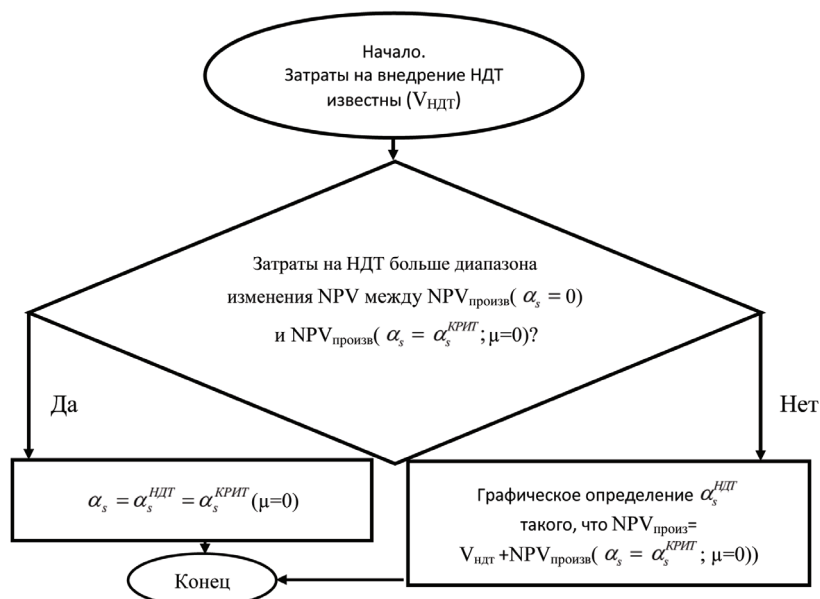


Рис. 5.1. Алгоритм определения значения КЭП  $\alpha_s^{\text{НДТ}}$

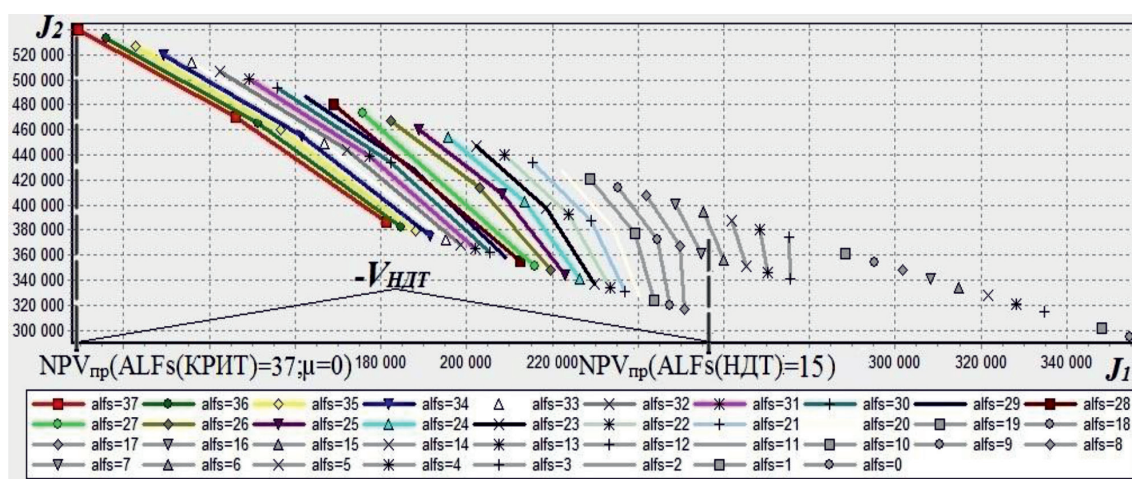


Рис. 5.2. Пример графического определения  $\alpha_s^{\text{НДТ}}$

### Выводы

Использование разработанных авторами алгоритмов и схем ЭЭ-взаимодействия РУЦ и Пр, основанных на оптимизационной математической модели и авторском программном продукте [9], может стать основой принятия эффективных управленческих решений при эколого-экономическом развитии региона и положительно повлиять на состояние окружающей его природной среды.

Статья подготовлена в рамках выполнения научно-исследовательской работы по теме: «Эколого-экономический механизм функционирования минерально-сырье-

вых кластеров для обеспечения устойчивого развития добывающих регионов» (приказ ФГБОУ ВО «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова» № 637 от 08.05.2018).

### Список литературы

1. Бурков В.Н., Новиков Д.А., Щепкин А.В. Механизмы управления эколого-экономическими системами. – М.: Физматлит, 2008. – 243 с.
2. Бурков В.Н., Новиков Д.А., Щепкин А.В. Модели и механизмы управления эколого-экономическими системами // Проблемы управления. – 2009. – № 1. – С. 2–7.
3. Киселева Т.В., Михайлов В.Г. Экспресс-анализ эколого-экономических показателей предприятия, как элемент

принятия эффективного управленческого решения // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет, 2014. – С. 71–72.

4. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ (последняя редакция) [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34823/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/) (дата обращения: 18.07.2018).

5. 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.

6. Кудряшова И.А. Влияние глобализации мировой экономики на формирование региональной экономической политики: автореф. дисс...д-ра э. н. / И.А. Кудряшова. – Москва, 2008. – 43 с.

7. Медведев А.В., Кисляков И.М. Автоматизированный расчет экологических платежей при взаимодействии

предприятий угольной отрасли с региональным управляющим центром // Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. – 2017. – № 3. – С. 54–63.

8. Победаш П.Н., Семенкин Е.С. Модели оптимального управления и операционного исчисления для многокритериального анализа экономических систем: монография. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 260 с.

9. Свидетельство 2014612483. Автоматизированный программный комплекс определения экологических штрафов предприятия: программа для ЭВМ / А.В. Медведев, И.М. Кисляков (RU); правообладатели А.В. Медведев, И.М. Кисляков (RU); заявл. 07.11.2013; опубл. 26.02.2014. 2047 Кб. URL: <http://www1.fips.ru/Archive/EVM/2014/2014.03.20/Index.htm> (дата обращения: 22.07.2018).

10. Киселева Т.В. Методы оценки и управление эколого-экономическими рисками как механизм обеспечения устойчивого развития эколого-экономической системы / Т.В. Киселева, В.Г. Михайлов // Системы управления и информационные технологии. – 2012. – Т. 48, № 2. – С. 69–74.