

УДК 330.15

DOI: 10.18384/2310-6646-2018-2-115-125

МОДЕЛЬ ПЕРЕХОДА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ К НАИЛУЧШИМ ДОСТУПНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Новоселов А.Л.¹, Новоселова И.Ю.¹, Желтенков А.В.²

¹Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова
115054, г. Москва, Стремянный пер., д. 36, Российская Федерация

²Московский государственный областной университет
105005, г. Москва, ул. Радио, д. 10А, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматривается проблема перехода промышленных предприятий на новую систему регулирования загрязнения окружающей среды с 2020 г. Подробно рассмотрены особенности перехода на новую систему для разных категорий предприятий. Авторами разработаны две модели – модель оптимального выбора технологических мероприятий для обеспечения нормативного уровня выброса (сброса) загрязняющих веществ и модель совершенствования технологий с целью сокращения загрязнения в пределах нормативного уровня. Модели относятся к задачам дискретного программирования с булевыми переменными, причём авторская модель является многокритериальной, позволяющей отыскать компромиссный вариант выбора мероприятий по совершенствованию технологического процесса на предприятии. Для каждой оптимизационной модели приведён алгоритм, обеспечивающий эффективное решение поставленных задач.

Ключевые слова: сокращение загрязнений, категорирование предприятий, наилучшие доступные технологии, уровень загрязнения, мероприятия, оптимизационная модель, алгоритм, критерии оптимальности, ограничения.

MODEL OF TRANSITION OF INDUSTRIAL ENTERPRISES TO BEST AVAILABLE TECHNOLOGIES

A. Novoselov¹, I. Novoselova¹, A. Zheltenkov²

¹Plekhanov Russian University of Economics
36, Stremyanny In., Moscow, 115054, Russian Federation

²Moscow Region State University
10A, Radio st., Moscow, 105005, Russian Federation

Abstract. The article deals with the problem of the transition of industrial enterprises to a new system for regulating environmental pollution from 2020. The features of the transition to a new system for different categories of enterprises are considered in detail. The authors developed two models: a model of the optimal choice of technological measures to ensure the regulatory level of emissions (discharge) of pollutants and a technology improvement model to reduce pollution within the regulatory level. The models relate to discrete programming problems with Boolean variables, and the second model is a multi-criteria model, which allows of finding a

compromise option for choosing measures to improve the technological process at the enterprise. An algorithm is suggested for each optimization model, which will provide an effective solution to the tasks posed.

Key words: pollution reduction, categorization of enterprises, best available technologies, pollution level, measures, optimization model, algorithm, optimality criteria, constraints.

Постановка проблемы

Новая система нормирования направлена на обеспечение сочетания общего и индивидуального подходов к установлению мер государственного регулирования в области охраны окружающей среды, применяемых к предприятиям-загрязнителям в зависимости от присвоенной категории негативного воздействия на окружающую среду (НВОС). Данная система успешно применяется в странах ЕС [9; 12]. Переход к новой системе нормирования загрязнения связан с накопившимися экологическими проблемами в крупных городах России и субъектах Федерации [1; 13]. В соответствии с критериями определения объектов, подлежащих федеральному государственному экологическому надзору, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 28.08.2015 № 903 «Об утверждении критериев определения объектов, подлежащих федеральному государственному экологическому надзору» [8], выделяется четыре категории предприятий.

Предприятия I категории, которые оказывают значительное НВОС, эксплуатируемые или планируемые к вводу в эксплуатацию организациями Корпорации, относятся к областям применения наилучших доступных технологий (НДТ) в обязательном порядке. В отношении объектов I категории для предприятий предусмотрено получение комплексного экологического разрешения (КЭР).

В соответствии с п. 1 ст. 23 федерального закона № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» [9], предприятия, имеющие объекты I категории, разрабатывают технологические нормативы по регулированию загрязнения окружающей среды.

При невозможности соблюдения норматива допустимого выбора (НДВ), норматива допустимого сброса (НДС), технологических нормативов действующим стационарным источником и (или) совокупностью стационарных источников, расположенных на объекте I категории, предприятием должна быть разработана программа повышения экологической эффективности и установлены временно разрешенные выбросы (ВРВ) и временно разрешенные сбросы (ВРС).

К объектам II категории относятся те, что оказывают умеренное НВОС, в том числе объекты хозяйственной и иной деятельности, отнесенные к областям применения НДТ, за исключением объектов, отнесенных к I категории. Для этих объектов обязательными являются соблюдение качественных и количественных характеристик выбросов, сбросов нормируемых веществ, оформление и представление декларации о воздействии на окружающую среду. При наличии соответствующих отраслевых информационно-технических справочников (ИТС) по НДТ объекты II категории вправе получить комплексное экологическое разрешение (КЭР).

В случае невозможности соблюдения НДС (НДС) предприятия, осуществляющие хозяйственную деятельность на объектах II категории, на период поэтапного достижения значений НДС (НДС) разрабатывают и утверждают план мероприятий по охране окружающей среды и устанавливают ВРВ (ВРС) [4].

К объектам III категории относятся те, что оказывают незначительное НВОС, НДС и НДС, за исключением радиоактивных, высокотоксичных веществ, веществ, обладающих канцерогенными, мутагенными свойствами (веществ I, II класса опасности), которые для объектов III категории не рассчитываются.

В случае невозможности соблюдения НДС, НДС высокотоксичных веществ и веществ, обладающих канцерогенными, мутагенными свойствами (веществ I, II класса опасности), предприятиями, осуществляющими хозяйственную деятельность на объектах III категории, на период поэтапного достижения таких нормативов разрабатывается и утверждается план мероприятий по охране окружающей среды и устанавливается ВРВ и ВРС высокотоксичных веществ и веществ, обладающих канцерогенными, мутагенными свойствами (веществ I, II класса опасности).

К объектам IV категории относятся те, что оказывают минимальное НВОС. Объекты IV категории освобождаются от внесения платы за НВОС, представления экологической отчётности и проведения плановых проверок. НДС (НДС) не рассчитываются для объектов IV категории.

При выполнении обязанностей по плате за НВОС организации Корпорации соблюдают Правила исчисления и взимания платы за НВОС, утверждённые постановлением Правительства РФ от 03.03.2017 № 255 «Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду» [7], и руководствуются постановлением Правительства РФ от 13.09.2016 № 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах» [6].

С 1 января 2020 г. организации при исчислении платы за НВОС применяют установленные в п. 9 ст. 1 федерального закона № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды и отдельные законодательные акты Российской Федерации» [10] правила:

- при размещении отходов производства и потребления на объектах размещения отходов, исключаящих НВОС, плата не взимается;
- на объектах III категории объём или масса выбросов, сбросов ЗВ, указанные в отчёте об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля, признаются осуществляемыми в пределах НДС (НДС), за исключением радиоактивных веществ, высокотоксичных веществ, веществ, обладающих канцерогенными, мутагенными свойствами (веществ I, II класса опасности);
- с 01.01.2020 в случае несоблюдения снижения объёма или массы выбросов ЗВ, сбросов ЗВ в течение шести месяцев после наступления сроков, определённых планом мероприятий по охране окружающей среды или программой повышения экологической эффективности, исчисленная за соответствующие отчётные периоды плата за объём или массу выбросов ЗВ, сбросов ЗВ, превы-

шающие НДС, НДС или технологические нормативы, подлежит пересчёту с применением коэффициента 100.

Далее, в силу указанных причин предприятия III и IV категорий не рассматриваются.

Модели перехода предприятий на новую систему регулирования загрязняющих веществ

Предприятия, эксплуатирующие объекты, деятельность которых в соответствии с законодательными требованиями относится к областям применения НДТ, обеспечивают переход на систему технологического нормирования и применения НДТ на всех этапах (стадиях) жизненного цикла таких объектов [3].

Отсюда оказывается возможным реализация двух вариантов экологического регулирования на предприятиях.

Первый вариант решения – внедрение и применение НДТ является обязательным требованием для объектов I категории. Для объектов II категории внедрение НДТ предполагается в зависимости от отнесения основной деятельности к областям применения НДТ и наличия соответствующих ИТС. Для объектов III категории внедрение и применение НДТ не запрещено. Второй вариант решения – улучшение применяемых технологий в целях снижения воздействия допускается для объектов II и III категории, а также для объектов I категории в отношении веществ, для которых не установлены технологические показатели НДТ. Третий вариант решения – отказ от снижения воздействия с условием компенсации за превышение для объектов I категории допустим в отношении веществ, для которых не установлены технологические показатели НДТ. Для объектов II и III категории на выбор третьего варианта запрет в законодательстве не установлен.

Модель 1. Оптимальный выбор мероприятий для реализации первого варианта предлагается найти с помощью модели, которая даёт возможность достичь нормативного уровня негативного воздействия в разрезе загрязняющих веществ с минимальными затратами. Математическая модель включает критерий оптимальности – минимизации капитальных затрат (инвестиций) на реализацию мероприятий по снижению эмиссий:

$$f(X) = \sum_{j=1}^n Z_j X_j \rightarrow \min, \quad (1)$$

где Z_j – затраты на реализацию j -го мероприятия ($j=1,2,\dots,n$), тыс. руб.;

X_j – искомая переменная, принимающая два значения: 1 – выбор j -го мероприятия или 0 – отказ от j -го мероприятия ($j=1,2,\dots,n$).

Ограничения в модели регламентируют обязательное достижение нормативного уровня негативного воздействия в разрезе загрязняющих веществ $i=1,2,\dots,m$:

$$\sum_{j=1}^n \Delta m_{ij} X_j \geq m_i^0 - M_i, i=1,2,\dots,m \quad (2)$$

где Δm_{ij} – снижение загрязнения i -м веществом за счет реализации j -го мероприятия, т/год;

m_i^0 – фактический объём загрязнения i -м веществом, т/год;

M_i – целевое (нормативное) значение объёма загрязнения i -м веществом, т/год.

При этом устанавливаются пределы изменения искомым переменных:

$$X_j = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}, j = 1, 2, \dots, n \quad (3).$$

Данная задача (1–3) относится к классу задач линейного программирования с булевыми переменными. Исходя из особенностей построенной модели, для её решения наиболее эффективным является использование разработанной авторами модификации метода Фора и Мальгранжа.

Алгоритм реализации данного метода состоит в реализации следующих шагов:

Шаг 1. Перед проведением расчётов искомые неизвестные следует упорядочить в соответствии с ростом коэффициентов целевой функции.

Шаг 2. Первоначальный план формируется следующим образом:

Всем искомым переменным присваивается значение 1. Таким образом обеспечивается выполнение ограничений задачи.

Начиная с первой искомой переменной, проводится попытка присвоения 0; если при этом нарушается ограничение, переменной присваивается значение 1. После последовательного просмотра всех переменных начальный план сформирован.

Шаг 3. Отыскивается “младший ноль” в сформированном плане: крайний правый ноль, после которого есть хотя бы одна единица. Если “младший ноль” найден, осуществляется переход к шагу 4; в противном случае – переход к шагу 7.

Шаг 4. В новом плане на месте “младшего нуля” ставится 1.

Шаг 5. Все значения переменных левее “младшего нуля” переносятся без изменения в формируемый вариант плана.

Шаг 6. Значения переменных в формируемом плане правее “младшего нуля” определяются путём последовательного перебора и присвоения значения 0, если позволяют ограничения, или 1 – в противном случае. Переход к шагу 3.

Шаг 7. Для полученных вариантов планов рассчитывается значение функции, т. е. величины затрат. В качестве оптимального варианта принимается тот, у которого величина затрат минимальна.

Модель 2. Оптимальный выбор мероприятий для второго варианта решения задачи регулирования загрязнения окружающей среды.

В данной модели при выборе мероприятий, направленных на улучшение природоохранных технологий по сокращению загрязнения атмосферного воздуха

(или водной среды), целесообразно достичь компромисса для двух критериев оптимальности – критерия минимизации затрат на реализацию мероприятий и критерия максимизации сокращения приведённого выброса (сброса) загрязняющих веществ.

Ограничение по суммарному снижению загрязнения в пределах нормативной величины в разрезе отдельных загрязняющих веществ представляется в виде:

$$\sum_{j=1}^n \Delta m_{ij} X_j \leq m_i^0 - M_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (4)$$

где Δm_{ij} – снижение загрязнения i -м веществом за счёт реализации j -го мероприятия, т/год;

m_i^0 – фактический объём загрязнения i -м веществом, т/год;

M_i – целевое (нормативное) значение объёма загрязнения i -м веществом, т/год.

С тем, чтобы обеспечить соизмерение этих критериев, целесообразно их масштабировать, т. е. произвести замену этих критериев на относительную оценку их отклонений от локальных максимумов данных критериев. Для определения локальных максимумов этих критериев следует решить две вспомогательные задачи при ограничениях (3, 4):

Вспомогательная задача поиска максимального значения сокращения приведённого выброса (сброса) загрязняющих веществ

$$f_1(X) = \sum_{j=1}^n X_j \sum_{i=1}^m A_i \Delta m_{ij} \rightarrow \max \quad (5)$$

Вспомогательная задача поиска максимального значения затрат на реализацию мероприятий

$$f_2(X) = \sum_{j=1}^n Z_j X_j \rightarrow \min \quad (6),$$

где A_i – коэффициент приведения массы предотвращённого выброса (сброса) i -го вещества, усл. т/т (из источника «Временная методика определения предотвращённого экологического ущерба», табл. 2, приложение 2 [2]).

Для того чтобы обеспечить сопоставимость рассматриваемых критериев, предлагается провести масштабирование:

$$\omega_2(X) = \frac{\sum_{j=1}^n Z_j X_j}{f_2^{\max}(X)} \quad (7)$$

$$\omega_1(X) = \frac{f_1^{\max}(X) - \sum_{j=1}^n X_j \sum_{i=1}^m A_i \Delta m_{ij}}{f_1^{\max}(X)} \quad (8),$$

где $f_1^{\max}(X)$ – максимальное значение сокращения загрязнения, которое отыскивается при решении вспомогательной задачи поиска максимального значения сокращения приведённого выброса (сброса) загрязняющих веществ (5, 3–4), тыс. руб.;

$f_2^{\max}(X)$ – максимальное значение сокращения приведённой массы загрязнения, которое отыскивается при решении задачи (6, 3–4), усл. т.

Масштабированные значения и измеряются в долях, находятся в пределах от 0 до 1, стремятся к нулю, поскольку имеют смысл отклонения от лучшего значения. Поэтому для отыскания компромиссного варианта из области Парето для рассматриваемых критериев следует воспользоваться минимаксным критерием справедливой уступки Чебышева:

$$\varphi(X) = \max \{\omega_1, \omega_2\} \rightarrow \min \quad (9) -$$

и выполнить поиск мероприятий, направленных на улучшение природоохранных технологий по сокращению загрязнения атмосферного воздуха (или водной среды) при ограничениях (3–4).

Модель (9, 3–4) является моделью многокритериальной оптимизации. Для того чтобы выполнить решение, следует привести построенную модель многокритериальной оптимизации к задаче математического программирования на основе преобразования Гермейера. Введём переменную Z , которая имеет смысл $Z = \max \{\omega_1, \omega_2\}$.

В результате получаем вместо (9, 3–4) эквивалентную модель:

$$Z \rightarrow \min \quad (10)$$

$$Z \geq \omega_1 \quad (11)$$

$$Z \geq \omega_2 \quad (12)$$

с учётом ограничений (3–4).

Решение задач (10–12, 3–4) производится путём линейного программирования с булевыми переменными. В качестве эффективного для решения поставленной задачи можно предложить использование метода сжимающегося симплекса для случая булевых переменных, алгоритм которого приведён ниже.

Шаг 1. Задаётся точность расчета ϵ .

Шаг 2. Задаются начальные значения $Z^H = 0$ и $Z^0 = 1$.

Шаг 3. Определяется $Z = \frac{Z^H + Z^0}{2}$.

Шаг 4. Значения Z подставляются в ограничения (11, 12).

Шаг 5. Проводится поиск допустимого решения для системы неравенств (11, 12) при заданных Z и (3–4).

Шаг 6. Проверка: если допустимый план найден, следует присвоить $Z^D = Z$ и запомнить найденный вариант плана мероприятий X^* , переход к шагу 3; в противном случае присвоить $Z^H = Z$, переход к шагу 7.

Шаг 7. Проверка: $Z^D - Z^H \leq \epsilon$? Если да – решение получено, переход к шагу 8; в противном случае – переход к шагу 3.

Шаг 8. Найден оптимальный набор мероприятий X^* , обеспечивающий компромиссное решение для рассматриваемых критериев. Завершение расчётов.

Заключение

Разработанные авторами модели могут быть применены для перехода предприятий любых отраслей к новой системе регулирования загрязнения окружающей среды в силу универсальности апробированного в разных странах Европы метода НДТ [5]. Предложенные в статье алгоритмы были реализованы в специальных программах, написанных в виде макросов для *MS-Excel*. Проведённые расчёты подтвердили высокую эффективность предложенных моделей и методов поиска оптимальных наборов мероприятий по сокращению загрязнения окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адам А.М., Новоселов А.Л., Чепурных Н.В. Экологические проблемы регионов России. Томская область. Информационный выпуск № 6. М., 2000. 189 с.
2. Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба [Электронный ресурс] // Ассоциация лесопользователей Приладожья, Приморья и Прионежья: [сайт]. URL: <http://www.alppp.ru/law/okruzhayuschaja-sreda-i-prirodnje-resursy/obschie-voprosy/44/vremennaja-metodika-opredelenija-predotvraschennogo-ekologicheskogo-uscherba.pdf> (дата обращения: 21.04.2018).
3. Вишняков Я.Д., Киселева С.П. Совершенствование экономического механизма стимулирования хозяйствующих субъектов к снижению техногенной нагрузки на окружающую среду в условиях инновационного развития // Мир науки, культуры, образования. 2014. № 3. С. 3–6.
4. Дорохина Е.Ю. О понимании природы в рамках концепции устойчивого развития // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 9–2. С. 272–275.
5. Основы общей экологии и международной экологической политики: учеб. пособие / Р.А. Алиев и др.; под ред. Р.А. Алиева. М.: Аспект Пресс, 2014. 384 с.
6. Постановление Правительства РФ от 13.09.2016 № 913 (ред. от 09.12.2017) «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: справочная правовая система: [сайт]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_204671 (дата обращения: 21.04.2018).
7. Постановление Правительства РФ от 03.03.2017 № 255 «Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду» (вместе с «Правилами исчисления и взимания платы за негативное воздействие на окружающую среду») [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: справочная правовая система: [сайт]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_213744 (дата обращения: 21.04.2018).

8. Постановление Правительства РФ от 28.08.2015 № 903 «Об утверждении критериев определения объектов, подлежащих федеральному государственному экологическому надзору» [Электронный ресурс] // Законодательство РФ: [сайт]. URL: <http://legalacts.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-28082015-n-903> (дата обращения: 21.04.2018).
9. Потравный И.М. Экологический менеджмент: зарубежная хозяйственная практика // Экономика и математические методы. 1997. Т. 3. Вып. 1. С. 163–166.
10. Федеральный закон от 21.07.2014 № 219-ФЗ (последняя редакция) «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды и отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: справочная правовая система: [сайт]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165823 (дата обращения: 21.04.2018).
11. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (последняя редакция) «Об охране окружающей среды» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс: справочная правовая система: [сайт]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823 (дата обращения: 21.04.2018).
12. Timofeeva J.A., Belyakova G.Y., Shumakova N.A. Best available technology – as a chance for a “green” economy // Молодежь. Общество. Современная наука, техника и инновации. 2016. № 15. С. 287–289.
13. Tulupov A.S. Computational and methodical tools for insurance of the risk of environmental pollution // Economics and Mathematical Methods. 2014. Vol. 50. No. 1. P. 24–36.

REFERENCES

1. Adam A.M., Novoselov A.L., Chepurnykh N.V. *Ekologicheskiye problemy regionov Rossii. Tomskaya oblast. Informatsionnyy vypusk* no. 6. [Environmental Problems of the Russian Regions. Tomsk Oblast. News Bulletin no. 6], Moscow, 2000. 189 p.
2. [Temporary Methods of Determining the Prevented Ecological Damage]. In: *Assotsiatsiya lesopol'zovatelei Priladozh'ya, Primor'ya i Prionezh'ya* [Association of Forest Users of Ladoga, Primorye and Onega Regions]. Available at: <http://www.alppp.ru/law/okruzhayuschaja-sreda-i-prirodnye-resursy/obschie-voprosy/44/vremennaja-metodika-opredelenija-predotvraschennogo-ekologicheskogo-uscherba.pdf> (accessed: 21.04.2018).
3. Vishnyakov Ya.D., Kiseleva S.P. [Improving the Economic Mechanism of Stimulation of Economic Entities to Reduce the Anthropogenic Impact on The Environment in the Conditions of Innovative Development]. In: *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya* [World of Science, Culture, Education], 2014, no. 3, pp. 3–6.
4. Dorokhina E.Yu. [Understanding Nature through the Concept of Sustainable Development]. In: *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Fundamental Research], 2016, no. 9–2, pp. 272–275.
5. Aliev R.A. et al. *Osnovy obshchei ekologii i mezhdunarodnoi ekologicheskoi politiki* [Fundamentals of General Ecology and International Environmental Policy]. Moscow, *Aspekt Press* Publ., 2014. 384 p.
6. [Resolution of the Government of the Russian Federation dated 13.09.2016 No. 913 (as amended on 09.12.2017) “On the Fines for Producing Negative Impact on the Environment and Additional Coefficients”]. In: *Konsul'tantPlyus: spravoch'naya pravovaya sistema* [ConsultantPlus: Reference Legal System]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_204671 (accessed: 21.04.2018).
7. [Resolution of the Government of the Russian Federation dated 03.03.2017 No. 255 “On the Calculation and Levying of Charges for Producing Negative Impact on the Environment”]

- (together with the “Rules of Calculating and Collecting Charges For Producing Negative Impact on the Environment”). In: *Konsul'tantPlyus: spravoch'naya pravovaya sistema* [ConsultantPlus: Reference Legal System]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_213744 (accessed: 21.04.2018).
8. [Resolution of the Government of the Russian Federation dated 28.08.2015 No. 903 “On Approval of the Criteria for the Identification of the Objects Subject to Federal State Environmental Supervision”]. In: *Zakonodatel'stvo RF* [The Legislation of the Russian Federation]. Available at: <http://legalacts.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-28082015-n-903> (accessed: 21.04.2018).
 9. Potravnyi I.M. [Environmental Management: Foreign Economic Practice]. In: *Ekonomika i matematicheskie metody* [Economics and Mathematical Methods], 1997, vol. 3., no. 1, pp. 163–166.
 10. [Federal Law dated 21.07.2014 No. 219-FZ (as last revised) “On Amending the Federal Law “On Environmental Protection And Certain Legislative Acts of the Russian Federation”]. In: *Konsul'tantPlyus: spravoch'naya pravovaya sistema* [ConsultantPlus: Reference Legal System]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165823/ (accessed: 21.04.2018).
 11. [Federal Law dated 10.01.2002 No. 7-FZ (in the latest edition) “On Environmental Protection”]. In: *Konsul'tantPlyus: spravoch'naya pravovaya sistema* [ConsultantPlus: Reference Legal System]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823 (accessed: 21.04.2018).
 12. Timofeyeva J.A., Belyakova G.Y., Shumakova N.A. Best available technology as a Chance for “Green” Economy. In: *Molodezh'. Obshchestvo. Sovremennaya nauka, tekhnika i innovatsii* [The Youth. Society. Modern Science, Technology and Innovation], 2016, no. 15, pp. 287–289.
 13. Tulupov A.S. Computational and Methodical Tools to Insure Against Risks of Environmental Pollution. In: *Economics and Mathematical Methods*, 2014, vol. 50, no. 1, pp. 24–36.
-

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект «Разработка экономического механизма согласования интересов государства и бизнеса для реализации региональных природоохранных проектов и программ» №17-02-00010а ОГОН.

ACKNOWLEDGMENTS

The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research, the project “Development of an Economic Mechanism for Coordinating the Interests of the State and Business for the Implementation of Regional Environmental Projects and Programs” No. 17-02-00010a of the OGON.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Новоселов Андрей Леонидович – доктор экономических наук, профессор кафедры математических методов в экономике Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова;
e-mail: alnov2004@yandex.ru

Новоселова Ирина Юрьевна – доктор экономических наук, профессор кафедры математических методов в экономике Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова;
e-mail: iunov2010@yandex.ru

Желтенков Александр Владимирович – доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой менеджмента и государственного управления Московского государственного областного университета; e-mail: kaf-menedg@mgou.ru

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Andrey L. Novoselov – Doctor of Economics, professor at the Department of Mathematical Methods in Economics, Plekhanov Russian University of Economics;
e-mail: alnov2004@yandex.ru

Irina Yu. Novoselova – Doctor of Economics, professor at the Department of Mathematical Methods in Economics, Plekhanov Russian University of Economics;
e-mail: iunov2010@yandex.ru

Alexander V. Zheltenkov – Doctor of Economics, professor, head of the Department of Management and Public Administration, Moscow Region State University;
e-mail: kaf-menedg@mgou.ru

ПРАВИЛЬНАЯ ССЫЛКА НА СТАТЬЮ

Новоселов А.Л., Новоселова И.Ю., Желтенков А.В. Модель перехода промышленных предприятий к наилучшим доступным технологиям // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2018. № 2. С. 115–125

DOI: 10.18384/2310-6646-2018-2-115-125

FOR CITATION

Novoselov A.L., Novoselova I.Yu., Zheltenkov A.V. Model of Transition of Industrial Enterprises to Best Available Technologies. In: *Bulletin of Moscow Region State University. Series: Economics*, 2018, no. 2, pp. 115–125

DOI: 10.18384/2310-6646-2018-2-115-125