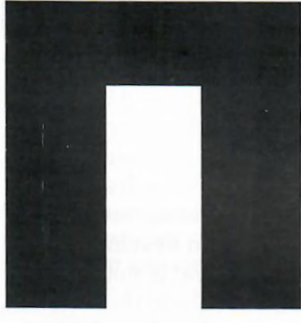


Математическая модель определения наилучших доступных технологий

Предлагается математическая модель определения НДТ с последующим использованием при разработке и актуализации информационно-технических справочников. Показано, что модернизация технологий развивается в направлении приближения к некоей идеальной технологии с полным преобразованием ресурсов в полезный продукт, но сопровождающейся эмиссиями. По мере приближения к идеальным показателям затраты на модернизацию резко возрастают



Д.О. Скобелев^{1, 2}

ФГАУ «Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики», ТК «Наилучшие доступные технологии», канд. экон. наук

¹ директор, Москва, Россия

² председатель, Москва, Россия

Для цитирования: Скобелев Д.О. Математическая модель определения наилучших доступных технологий // Компетентность / Competency (Russia). — 2019. — № 9–10

ключевые слова

эколого-технологическая модернизация, эталонная технология, характеристики НДТ, маркерные показатели, оценка

Переход к новому государственному регулированию, основанному на принципах наилучших доступных технологий (НДТ) в России начался с принятием в 2014 году Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 21.07.2014 № 219-ФЗ [1]. Основная цель — мотивация промышленности к эколого-технологической модернизации.

Ключевым элементом новой регуляторной конструкции является единый разрешительный документ — комплексное экологическое разрешение, которое содержит условия деятельности предприятия в течение ближайших семи лет. В этих условиях оговорены разрешенные эмиссии промышленных предприятий и платежи за негативное воздействие на окружающую среду. Условья начисления платежей в значительной степени зависят от того, соответствуют ли характеристики применяемой на предприятии технологии производству установленным на текущий момент характеристикам эталонной технологии для данной отрасли, так называемой наилучшей доступной технологии. Если соответствуют, то платежи минимальны, вплоть до их отсутствия. Если не соответствуют, то платежи могут быть весьма значительными [1].

Характеристики эталонной для отрасли технологии устанавливаются в информационно-технических справочниках (ИТС) НДТ, которые разрабатываются в технических рабочих группах (ТРГ), действующих при координации Бюро НДТ — организации,

К настоящему времени в России разработан 51 ИТС НДТ. Справочники охватывают широкий диапазон технологий — от добычи полезных ископаемых и производства металлов, строительных материалов, химических веществ до агропромышленных технологий, очистки коммунальных сточных вод и переработки отходов. Периодически ТРГ должны пересматривать ИТС НДТ, устанавливая новые, более точные (жесткие) характеристики для эталонных технологий. Это обуславливает необходимость научного обоснования количественного определения текущих характеристик НДТ.

В процессе разработки ИТС НДТ было установлено, что промышленные технологии могут быть описаны и охарактеризованы конечным набором технологических показателей, называемых маркерными. При этом для каждой отрасли обоснован свой набор маркерных показателей.

Множество всех состояний маркерных технологических показателей, характерных для данной отрасли, составляет векторное пространство V . Тогда технология в рассматриваемой отрасли может быть представлена вектором в пространстве V . Назовем этот вектор \vec{t}_{cur} .

Введем понятие идеальной технологии, то есть такой, в которой все исходные ресурсы вступают в запланированные процессы преобразования вещества и энергии, материальные и энергетические потери отсутствуют, а в результате преобразования получается только желаемый продукт (продукты) без побочных эмиссий (выбросов, сбросов, отходов, потерь тепла и т.п.). В пространстве маркерных по-

вектором \vec{t}_{ideal} . Очевидно, что на практике такую технологию реализовать невозможно.

Для нормирования пространства маркерных показателей примем, что значения всех компонент вектора \vec{t}_{ideal} равны единице. Разность между векторами $\vec{t}_{cur} - \vec{t}_{ideal}$ характеризует удаленность текущей технологии от идеальной Δ (см. рис. 1).

В ИТС НДТ определяются максимальные значения эмиссий и других технологических показателей, превышение которых считается НДТ (или BAT — Best Available Techniques). Таким образом можно определить вектор максимально допустимого отклонения Δ_{BAT} . Технологические показатели потребления ресурсов рекомендованы в справочниках, но они не являются обязательными.

Введем в пространстве V некоторую метрику $||\cdot||$, например Евклидову. Тогда все векторы в нормированном метрическом пространстве V , удаленные от \vec{t}_{ideal} не более чем на $|\Delta_{BAT}|$, будут заключены внутри конической поверхности F_{BAT} с осью \vec{t}_{ideal} (рис. 2).

Рассмотрим проекцию прямого конуса, образованного конической поверхностью F_{BAT} и высотой \vec{t}_{ideal} , на плоскость его основания (рис. 3).

При решении задачи повышения ресурсной и экологической эффективности производства модернизация технологий происходит в направлении от достигнутых в настоящее время (currently) показателей t_{cur} к идеальным t_{ideal} .

Например, если в качестве маркерного показателя технологии производства аммиака выбрать величину энергопотребления, то для идеальной технологии таким значением является 20 ГДж/т. Сегодня на предприятиях России значения этого показателя находятся в диапазоне 36–38 ГДж/т. В таблице приведены примерные значения показателей для ряда производств. Для достижения более жестких значений технологического показателя требуются инвестиционные затраты и операционные издержки при эксплуатации технологии. Например, луч-

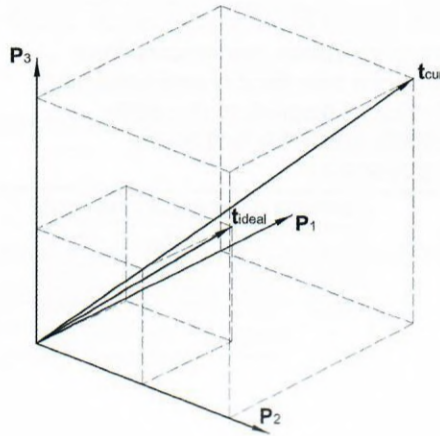


Рис. 1. Векторы идеальной и достигнутой технологий [Vectors of ideal and current technologies (techniques)]

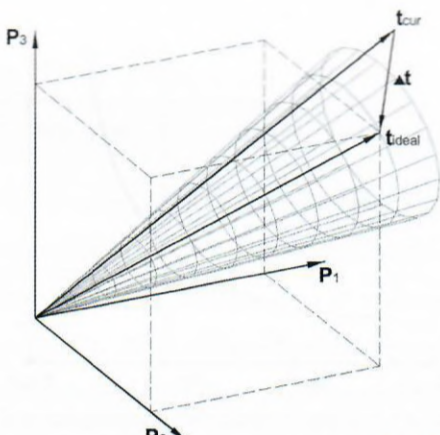


Рис. 2. Пространство наилучших доступных технологий F_{BAT} [The space of Best Available Techniques]

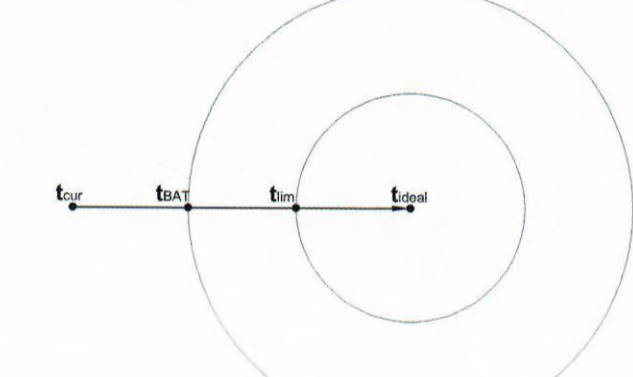


Рис. 3. Проекция прямого конуса, образованного конической поверхностью F_{BAT} , на плоскость его основания [The projection of the straight cone formed by the conical surface of the F_{BAT} on the plane of its base]

шие из достигнутых показателей (t_{lim}) удельного энергопотребления при производстве листового стекла с приме-

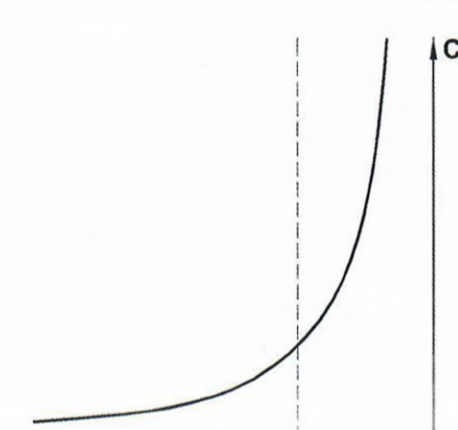
66 ИССЛЕДОВАНИЯ

Таблица

Значения идеальных, практически достижимых, соответствующих НДТ и реально достигнутых технологических показателей удельного энергопотребления [3, 4, 5] [Technological parameters of specific energy consumption for ideal, practically achievable techniques, and BAT-associated technological parameters]

Удельное энергопотребление, ГДж/т [Specific energy consumption]	Значение [Technological parameters]			
	t_{ideal}	t_{lim}	t_{BAT}	t_{cur}
Производство аммиака	20,0	28	33	36–38
Электролиз алюминия	19,6	35	43	45–51
Флотат-процесс производства листового стекла	3,5	5,0	7,5	8–9

Рис. 4. Рост затрат на модернизацию по мере приближения к идеальному значению технологического показателя [Modernization cost increase while approaching the ideal technological parameter]



нением флотат-процесса используются фактически только при эксплуатации новых печей (в течение двух-трех лет).

Регуляторная конструкция на принципе НДТ подразумевает такое установление значений показателя, при котором должен быть соблюден баланс между технической возможностью модернизации и ее экономической целесообразностью. Начиная с некоторого

граничного значения t_{lim} (см. рис. 4), стоимость модернизации технологии будет расти экспоненциально.

Оценка затрат на достижение значений технологического показателя затрагивает интересы менеджмента бизнеса и имеет весьма выраженную отраслевую специфику. Поэтому алгоритмы и методы оценки затрат должны разрабатываться в максимально открытом для обсуждения формате и утверждаться в форме документов по стандартизации. Одним из примеров может служить ГОСТ Р 113.38.02–2019 «Наилучшие доступные технологии. Методические рекомендации по оценке затрат предприятий электроэнергетики по снижению выбросов загрязняющих веществ для достижения ими технологических показателей наилучших доступных технологий» [6].

Выбор маркерных показателей и обоснование их достаточности в ряде случаев затрагивают также бизнес-интересы менеджмента. Поэтому предлагаемая модель может быть положена в основу количественных критериев оценки при обосновании последовательного уточнения (ужесточения) технологических показателей при актуализации ИТС НДТ.

Как показал более чем сорокалетний практический опыт разных стран, зародившийся в рамках природоохранной политики как экологическая категория, концепция наилучших доступных технологий все больше используется в рамках промышленной политики для стимулирования инвестиций в модернизацию производства.

Статья поступила в редакцию 01.11.2019

Список литературы

1. Федеральный закон от 21.07.2014 № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. Гусева Т.В., Скобелев Д.О., Чежеватова О.Ю. Наилучшие доступные технологии: аспекты менеджмента и оценки соответствия // Менеджмент в России и за рубежом, 2017, no. 4, pp. 29–38.
3. Фецова В., Гусева Т.В. Повышение энерго- и ресурсоэффективности производства азотных удобрений // Химическая промышленность сегодня. — 2011. — № 9.
4. Повышение экологической и энергетической эффективности производства алюминия / А.П. Скуратов, С.Г. Шахрай, И.В. Фомин, А.В. Белянин. — Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2018.
5. Frassinie C., Rohde C., Hirzel S. Energy saving options for industrial furnaces — the example of the glass industry // Industrial efficiency. ECEEE industrial summer study proceedings. Part 4. Technology, products and systems. 2016.
6. Кондратьева О.Е., Росляков П.В., Скобелев Д.О. и др. Разработка методики оценки затрат при переходе на наилучшие доступные технологии энергетической отрасли // Теплоэнергетика. — 2019. — № 7.
7. Наилучшие доступные технологии (НДТ). Предотвращение и контроль промышленного загрязнения. Этап 3. Оценка действенности политик в сфере НДТ. — Париж: ОЭСР, 2019.

Mathematical Model for Determining Best Available Techniques

D.O. Skobelev^{1, 2}, Research Institute Environmental Industrial Policy Centre, Technical Committee Best Available Technology, PhD (Economics)

¹ Director, Moscow, Russia

² Chairman, Moscow, Russia

Citation: Skobelev D.O. Mathematical Model for Determining Best Available Techniques, *Kompetentnost' / Competency (Russia)*, 2019, no. 9–10, pp. 64–67

key words

environmental and technological modernization, reference technology, BAT characteristics, marker indicators, cost estimation

A mathematical model for determining Best Available Techniques is proposed. It is underlined that technologies are being modernized in accordance with an ideal, characterized by the complete transformation of resources into the useful product without any emissions. While approaching the ideal parameters, modernization costs increase dramatically, we are shown. It is suggested applying the proposed model for determining Best Available Techniques for the purposes of working out and reviewing reference documents. The concept of Best Available Techniques was initially proposed as an environmental category and a part of the environmental conservation policy. Gradually, the BAT concept began to be used rather as a part of the industrial policy to stimulate investments in the technological modernization. This is proved by more than forty years of the practical implementation of BAT around the world.

References

1. RF Federal Law of 21.07.2014 N 219-FZ On Amendments to the Federal Law On Environmental Protection and Certain Legislative Acts of the Russian Federation.
2. Guseva T.V., Skobelev D.O., Chechevatova O.Yu. Naилuchshie dostupnyye tekhnologii: aspekty menedzhmenta i otsenki sootvetstviya. *Menedzhment v Rossii i za rubezhom*, 2017, no. 4, pp. 29–38.
3. Fetsova V., Guseva T.V. Povyshenie energo- i resursoeffektivnosti proizvodstva azotnykh udobreniy. *Khimicheskaya promyshlennost' segodnya*, 2011, no. 9, pp. 44–47.
4. Skuratov A.P., Shakhrai S.G., Fomichov I.V., Belyanin A.V. Povyshenie ekologicheskoy i energeticheskoy effektivnosti proizvodstva alyuminiya. *Krasnoyarsk, Sib. feder. un-t*, 2018.
5. Frassinie C., Rohde C., Hirzel S. Energy saving options for industrial furnaces — the example of the glass industry. *Industrial efficiency. ECEEE industrial summer study proceedings. Part 4. Technology, products and systems*, 2016, pp. 467–476.
6. Kondrat'eva O.E., Roslyakov P.V., Skobelev D.O. i dr. Razrabotka metodiki otsenki zatrat pri perekhode na naилuchshie dostupnyye tekhnologii energeticheskoy otrasli. *Teploenergetika*, 2019, no. 7, pp. 68–76.
7. Best Available Techniques (BAT). Preventing and Controlling Industrial Pollution. Activity 3: Measuring the Effectiveness of BAT Policies. Paris, OECD, 2019.