

Система показателей эффективности организации промышленного производства с учетом экологических мероприятий

© 2010 Ю.А. Гайнутдинова

Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева

E-mail: gorgeous27@yandex.ru

На основе систематизации факторов разработана система показателей эколого-экономической эффективности организации промышленного производства, которая включает в себя показатели, характеризующие степень экономико-технологической нагрузки на состояние окружающей среды.

Ключевые слова: организация производства, промышленные отходы, риски, утилизация, экологические мероприятия, эколого-экономическая эффективность.

Интенсивное развитие мировой экономики, климатические изменения и рост промышленного производства привели к нарушению экологического равновесия между природными системами, необходимыми для жизни, а также для удовлетворения промышленных, технологических и демографических потребностей человечества. Отмечается и увеличение скорости нарастания техногенных, природных угроз, проявление которых отражается на масштабах и динамике увеличения экологических проблем.

При существующей практике обращения с отходами нарушаются природные экосистемы, загрязнение которых приводит к образованию экономического ущерба в народном хозяйстве, из производственного процесса безвозвратно изымаются заключенные в отходах вещества и энергия. Механизм управления снижением и компенсацией этого ущерба должен опираться на оценку натуральных эффектов от загрязнения окружающей среды при обращении с отходами и на специальный эколого-экономический инструментарий оценки эффективности организации промышленного производства. Совершенствование этого инструментария и разработка его новых элементов должны способствовать улучшению качества организации промышленного производства.

Состояние защищенности от угроз, исходящих от природных и производственно-технических систем, зависит от многочисленных факторов, действующих практически на всех уровнях управления.

К факторам эколого-экономической эффективности можно отнести *факторы эколого-экономического состояния (1-й уровень):*

- факторы состояния (природно- и производственно-заданные факторы, обуславливающие эколого-экономическое развитие);

- факторы среды (исторически сложившиеся условия жизнедеятельности, социально-культурная среда, инновационно-инвестиционная среда).

Факторы социально-экономического развития (2-й уровень):

- факторы, определяющие состояние окружающей среды, хозяйственного потенциала (уровень техногенного воздействия, уровень хозяйственной активности, уровень инженерной и производственной структуры, уровень транспортно-коммуникационной структуры);

- факторы, определяющие качество и эффективность инфраструктуры (обеспеченность правовой базы, эффективность административных структур, наличие механизма регулирования инвестиционного климата, развитость социальной инфраструктуры, степень влияния традиций, уклада).

Факторы динамики экономического роста (3-й уровень) - это факторы, определяющие динамику экономического развития.

В данной классификации факторы первого уровня учитывают взаимосвязи и взаимодействие основных подсистем, второго - структурно раскрывают условия, особенности хозяйственного потенциала, экологической обстановки, третьего - характеризуют динамику факторов первого и второго уровней (изменение состояния). Традиционно для анализа процессов развития и оценки соответствия текущего состояния рекомендуемому (приемлемому) привлекаются показатели третьего уровня.

Обоснование экологических мероприятий при организации промышленного производства требует сопоставления результатов и затрат с помощью определения потребности в ресурсах (инвестициях), что, в свою очередь, подразумевает разработку соответствующей системы пока-

зателей эколого-экономической эффективности, включающей в себя индикаторы экономико-технологической нагрузки, оценки эффективности и показатели, предполагающие учет неопределенности и риска (табл. 1).

Важнейшим показателем эффективности организации промышленного производства с учетом экологических мероприятий является доля

утилизируемых отходов в структуре общего количества промышленных отходов, отражающая уровень экологичности производственных процессов.

Индикатор экономической нагрузки характеризует истощение критического капитала по природным ресурсам (экологически значимым субстанциям конкретной среды), происходящее

Таблица 1. Система показателей эколого-экономической эффективности организации промышленного производства

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Обозначение и формула для определения
Показатели экономико-технологической нагрузки			
1	Индикатор экономической нагрузки (<i>ISE</i>)	-	$ISE = NK / EP$, где <i>NK</i> - "критический" капитал (часть природного капитала, включает в себя запасы минерально-сырьевых, природных ресурсов, участвующих в ассимиляции) тыс. руб.; <i>EP</i> - хозяйственный потенциал, определяемый величиной максимально возможного выпуска продукции, услуг (<i>Q</i>), производимых в регионе при имеющихся технологиях добычи и переработки ресурсов, тыс. руб.
2	Частный индикатор техногенной нагрузки <i>i</i> -й природной среды	-	$EN_i = \frac{T_{ei}}{U_i}$, где <i>EN_i</i> - частный индикатор, определяемый отношением техноемкости к техногенной нагрузке региона для каждой природной среды (атмосфера, вода, почва); <i>T_{ei}</i> - техноемкость, характеризует максимальную техногенную нагрузку, которую может выдержать и переносить в течение длительного времени совокупность всех реципиентов и экологических систем территории без нарушения их структурных и функциональных свойств, усл. т; <i>U_i</i> - техногенная нагрузка, усл. т
3	Индикатор в агрегатной форме	-	$EN = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \frac{T_{ei}}{U_i}$
4	Интегральный индикатор	-	$EES = \sqrt{EN \cdot ISE}$, где <i>EES</i> - интегральный индикатор; <i>EN</i> - индикатор техногенной нагрузки в агрегатной форме; <i>ISE</i> - индикатор экономической нагрузки
Показатели оценки эффективности			
5	Чистый дисконтированный доход	Руб.	$NPV = \sum_{k=1}^n \frac{P_k}{(1+r)^k} - \sum_{k=1}^n \frac{I_k}{(1+r)^k}$, где <i>I_k</i> - полная стоимость размещения отходов <i>i</i> -го вида; <i>P</i> - годовой доход. Рассчитывается с учетом доли утилизируемых отходов как $I_k = U_i CV_i$, где <i>CV_i</i> - стоимость размещения единицы отхода <i>i</i> -го вида
6	Внутренняя норма прибыли	%	$IRR = r$ при $NPV = 0$ <i>IRR</i> - внутренняя норма прибыли
7	Дисконтированный срок окупаемости	Лет	Определяется по кумулятивному дисконтированному потоку реальных денег от реализации мероприятия, после которого этот поток приобретает положительное значение до момента окончания мероприятия
Показатели учета неопределенности и риска			
8	Критерий максимина (критерий Вальда)	-	$E_c = \max_i \min_j e_{ij}$ Обеспечение минимального результата
9	Критерий минимаксного риска (критерий Сэвиджа)	-	$E_{rc} = \min_i \max_j r_{ij}$ Обеспечение минимального риска
10	Критерий обобщенного максимина (критерий Гурвица)	-	$E_{ic} = \max \{k \min_j e_{ij} + (1-k) \max_j e_{ij}\}$, где $0 \leq k \leq 1$. Обеспечение баланса между оптимистичным и пессимистичным вариантами

в результате расширения хозяйственной деятельности.

Частный индикатор техногенной нагрузки природной среды характеризует степень "угнетения" природной среды, определяется условием непревышения техногенной нагрузкой техноемкости.

Индикатор в агрегатной форме позволяет определить опасность самовосстановительному потенциалу субъекта от снижения уровня техноемкости при росте техногенной нагрузки.

Интегральный индикатор характеризует эколого-экономическое состояние.

Широко применяемым показателем оценки эффективности организации промышленного производства является чистая текущая стоимость, или чистый дисконтированный доход (*NPV*). Если рассчитанное значение *NPV* положительно, то прибыльность вложений в размещение отходов выше нормы дисконта и мероприятие следует принять к реализации. Если значение *NPV* равно нулю, то прибыльность равна норме дисконта. Если же *NPV* меньше нуля, то прибыльность вложений ниже нормы дисконта и от данного мероприятия следует отказаться. Таким образом, может осуществляться сравнение мероприятий по данному критерию.

Ставка (норма) дисконта должна, по существу, отражать возможную стоимость капитала и является минимальной нормой прибыли, ниже которой финансирование мероприятия окажется невыгодным. Обычно для мероприятий в качестве нормы дисконта используется ставка процента по долгосрочным ссудам на рынке капитала или ставка процента, которая уплачивается получателем ссуды.

Следующий показатель - внутренняя норма прибыли (рентабельности, доходности) *IRR* представляет собой ставку дисконта, которая уравнивает сумму дисконтированных выгод с суммой дисконтированных затрат. При ставке дисконта, равной внутренней норме прибыли, чистая текущая стоимость, являющаяся функцией данной ставки, равна нулю. Смысл расчета этой относительной величины при эффективности планируемых инвестиций заключается в том, что *IRR* показывает предельный уровень расходов, которые могут быть направлены на реализацию данного мероприятия. В свою очередь, если оно финансируется коммерческим банком, то значение внутренней нормы прибыли показывает максимально допустимый уровень банковской процентной ставки, превышение которого делает данное мероприятие убыточным.

Величина срока окупаемости свидетельствует о том, за какой период времени реализация

данного мероприятия приводит к возмещению инвестиционных затрат (простой срок окупаемости), а также к получению в рамках выбранного расчетного периода минимально возможной прибыли (дисконтированный срок окупаемости).

Дисконтированный срок окупаемости определяется по кумулятивному дисконтированному потоку денег от реализации мероприятия, после которого этот поток приобретает положительное значение до момента окончания мероприятия. Если такой момент времени определить невозможно, то мероприятие, как правило, к реализации не принимается¹.

Следует заметить, что методы, основанные на дисконтированных оценках, являются более обоснованными, поскольку учитывают временной фактор при оценке денежных потоков.

Отбор и реализацию экологических мероприятий предлагается осуществлять в соответствии с предложенным алгоритмом, который предполагает использование в качестве критерия отбора коэффициент эффективности и выражается в следующих этапах:

- 1) расчет коэффициента эффективности (*PI*) для каждого мероприятия;
- 2) ранжирование мероприятий по критерию *PI*;
- 3) распределение лимита средств на определенный период среди мероприятий в порядке очередности;
- 4) по окончании лимита переход к распределению средств на следующий период².

Когда речь идет о временной оптимизации, имеется в виду следующая ситуация: общая сумма финансовых ресурсов, доступных для финансирования в планируемом году, ограничена сверху; имеется несколько доступных независимых проектов, которые из-за ограниченности финансовых ресурсов не могут быть реализованы в планируемом году одновременно, однако в следующем за планируемым годом оставшиеся проекты либо их части могут быть реализованы; требуется оптимальным образом распределить проекты по годам.

Значения критерия *NPV* дают основание сделать вывод о том, что все проекты являются приемлемыми; критерий *PI* позволяет ранжировать их по степени предпочтительности. В реальной ситуации проблема выбора проектов может быть весьма непростой. Не случайно многочисленные исследования и обобщения практики принятия решений в области инвестиционной политики показали, что подавляющее большинство компаний, во-первых, рассчитывает несколько критериев и, во-вторых, использует полученные ко-

личественные оценки не как руководство к действию, а как информацию к размышлению.

Если предприятие не имеет никакой информации о вероятности наступления того или иного события, то оно вынуждено работать в условиях полной неопределенности. В такой ситуации для принятия решений можно применить следующие критерии:

- 1) критерий гарантированного результата (критерий Вальда);
- 2) критерий минимаксного риска (критерий Сэвиджа);
- 3) критерий обобщенного максимина (критерий Гурвица).

Рассмотрим технологию применения данных критериев более конкретно.

1. Сущность критерия Вальда состоит в следующем. Субъект решения располагает множеством вариантов решения проблемы P_i . Данные варианты являются управляемыми, наряду с ними действуют также неуправляемые факторы Π_j .

Для оценки эффективности решений вводим показатель эффективности E и считаем, что функция $E(P, \Pi)$ является известной. Так как факторы P и Π дискретны, то и эффективность E представляет собой множество дискретных значений. На основе этого можно построить матрицу, где в верхней строке размещаются факторы Π , а в левом столбце факторы P , а в ячейках матрицы, соответственно, значения эффективности E (табл. 2).

В каждой строке находим минимальное значение эффективности принятия решения и заносим его в столбец с минимальными значениями e . В итоге получается набор решений с минимальными значениями эффективности принимаемых решений, из которого выбирается уже вариант с наилучшим показателем эффективности.

Данный критерий обеспечивает максимизацию минимального выигрыша или, по-другому, минимизацию максимальных потерь, которые могут произойти при реализации одной из стратегий.

2. В случае использования данного критерия предполагается, что многие факторы оказываются на самом деле более благоприятными, чем на это изначально рассчитывал субъект решения. В таких случаях полезный результат может

сильно отличаться от результата, получаемого при использовании критерия Вальда, или критерия пессимиста. Здесь находит свое применение критерий Сэвиджа.

В данном случае решение принимается не на основе матрицы эффективности, а на основе матрицы рисков. Риск в данном случае - это разница между выигрышем, который получит предприятие, если оно знает состояние среды, и выигрышем предприятия при условии, что оно не знает состояния среды. Естественно, предприятие выбирает вариант, при котором его выигрыш максимален. Величина риска отражает плату за отсутствие информации о состоянии среды.

Сам выбор аналогичен процедуре критерия Вальда (выбираем наилучший среди худших). Матрица рисков строится на основе значений рисков отдельных вариантов, рассчитанных следующим образом:

$$r_{ij} = \beta_j - e_{ij},$$

где $\beta_j = \max e_{ij}$.

3. Критерий Гурвица позволяет находить золотую середину между солнечным настроением оптимиста и печалью пессимиста. В этом случае компромиссным вариантом для каждого решения является комбинация минимального и максимального результата:

$$E = K \cdot \min E + (1 - k) \cdot \max E.$$

Предпочтение отдается варианту решения, для которого усредненный показатель E окажется наибольшим.

Если коэффициент $k = 0$, то критерий Гурвица совпадает с критерием оптимиста, если же $k = 1$, то критерий Гурвица совпадает с критерием пессимиста. Чем меньше k , тем выше склонность инвестора к риску, и наоборот. Значения k между 0 и 1 являются промежуточными между риском и осторожностью и выбираются в зависимости от конкретной ситуации и склонности к риску субъекта решения.

Обобщая результаты рассмотренных примеров, представим характеристику критериев и их содержание в табл. 3.

Как видим, представленный методический инструментариум достаточно широк и многообразен, однако применение данных критериев не

Таблица 2. Матрица эффективности (платежная матрица)

$P_i \backslash \Pi_j$	Π_1	Π_2	...	Π_n	$\min e_{ij}$
P_1	e_{11}	e_{12}		e_{1n}	$e(P_1, \Pi) \min$
P_2	e_{21}	e_{22}		e_{2n}	$e(P_2, \Pi) \min$
...					
P_m	e_{m1}	e_{m2}		e_{mn}	$e(P_m, \Pi) \min$

Таблица 3. Характеристика принятия решений в условиях полной неопределенности

№ п/п	Наименование критерия	Варианты решения, участвующие в отборе	Выбор окончательного решения	Целевая установка
1	Критерий максимина (критерий Вальда)	Самые плохие результаты каждой альтернативы	$E_z = \max_i \min_j e_{ij}$	Обеспечение минимального результата
2	Критерий минимаксного риска (критерий Сэвиджа)	Самые плохие результаты каждой альтернативы среди матрицы рисков	$E_{rc} = \min_i \max_j r_{ij}$	Обеспечение минимального риска
3	Критерий обобщенного максимина (критерий Гурвица)	Усредненное значение между оптимистичным и пессимистичным вариантами	$E_{iz} = \max \{ k \min_j e_{ij} + (1-k) \max_j e_{ij} \}$, где $0 \leq k \leq 1$	Обеспечение баланса между оптимистичным и пессимистичным вариантами

дает однозначных гарантий избегания ошибок в рискованных ситуациях. Во-первых, эти критерии применимы только в ситуации полной неопределенности, когда не известна вероятность наступления того или иного состояния среды. Во-вторых, существует также большое количество других критериев и методов принятия решений, например, оптимальность по Парето, линейное программирование, которые мы не приводим здесь ввиду ограниченности места.

Следует также отметить, что методы количественных оценок не должны быть самоцелью, равно как и их сложность не может быть гарантом безусловной правильности решений, принятых с их помощью.

Предложенная система показателей эколого-экономической эффективности организации про-

мышленного производства включает в себя показатели, характеризующие степень экономико-технологической нагрузки на состояние окружающей среды, а также показатели, ориентированные на оценку экономической эффективности экологических мероприятий с учетом неопределенности и риска, что позволяет прогнозировать результаты экологически опасных проектов и моделировать экологически безопасное поведение хозяйствующих субъектов.

¹ Мингалева Г.Ф. Эффективность ресурсосбережения: учеб. пособие. 2-е изд. Казань, 2006.

² Белик И.С. Теоретико-методологические основы управления эколого-экономическим развитием региона: автореф. дис. ... канд. экон. наук. Екатеринбург, 2009.

Поступила в редакцию 05.04.2010 г.