

Анализ организационно-технологических комплексов предприятий на основе аналитического метода оценки эффективности сложных систем

Ковалев Д.И., Туева Е.В., Клименко А.В.

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева,
г. Красноярск

Аннотация.

В работе рассматривается применение метода DEA и его модификации для анализа эффективности функционирования организационно-технологических комплексов предприятий отрасли переработки бытовых отходов. Задача оценки эффективности функционирования предприятия разбивается на две подзадачи. Первая подзадача представляет собой определение эффективности предприятия, обеспечивающего максимальный выпуск набора полезных продуктов и материалов. Вторая подзадача заключается в том, чтобы определить эффективность предприятия переработки, имеющего выход, который необходимо минимизировать. Предложенная двухэтапная схема может быть использована для повышения эффективности работы организационно-технологических комплексов или производственных объектов, а также представляет собой применение гипотезы в оценивании эффективности промышленных объектов в разных сферах хозяйственной деятельности.

Ключевые слова. Организационно-технологический комплекс, переработка бытовых отходов, анализ эффективности, метод DEA, граница эффективности, многоатрибутивное принятие решения.

Введение.

Проблема анализа эффективности функционирования предприятий очень остро встает в последние годы во многих сферах производства и сбыта продукции. Часто возникают задачи сравнения между собой и упорядочивания структурных подразделений и предприятий или организаций в целом по некоторому свойству, не поддающемуся непосредственному измерению. При этом общее представление о степени проявления этого анализируемого латентного свойства складывается как результат определенного суммирования целого ряда частных характеристик, от которых зависит, в конечном счете, это свойство. Главным понятием является понятие эффективности [1,2]. «Эффективность - наиболее общее, определяющее свойство любой целенаправленной деятельности, которое с познавательной точки зрения раскрывается через категорию цели и объективно выражается степенью достижения цели с учетом затрат, ресурсов и времени». Поэтому оценка эффективности функционирования предприятий и организаций является очень важной для принятия верных управленческих решений.

В данной работе рассматривается аналитический метод оценки эффективности сложных систем на основе DEA-подхода [3,4], его модификация [5] и реализация для организационно-технологических комплексов (ОТК) предприятий, в частности, предприятий по переработке твердых бытовых отходов [6]. Метод DEA основан на построении границы эффективности. Эта граница имеет форму выпуклой оболочки. Граница эффективности используется в качестве эталона для получения численного значения оценки эффективности каждого из объектов в исследуемой совокупности организационно-технических систем.

Введем понятие границы *отставания* по аналогии с границей эффективности. Граница отставания используется в качестве эталона для получения численного значения оценки отставания каждого из объектов [5].

Анализ организационно-технологических комплексов предприятий.

Предлагается рассмотреть применение метода DEA и его модификации для сортирующих заводов отрасли переработки бытовых отходов. Это обусловлено тем, что задача оценки эффективности функционирования предприятия разбивается на две подзадачи. Первая подзадача представляет собой определение эффективности предприятия, обеспечивающего максимальный выпуск набора полезных продуктов и материалов. Для этого применяется метод DEA.

Вторая подзадача заключается в том, чтобы определить эффективность предприятия переработки, имеющего выход, который необходимо минимизировать. Чтобы решить вторую подзадачу, используется модификация метода DEA [3,6].

Рассмотрим специфику метода DEA и его модификации, а затем представим его реализацию в организационно-технических системах. Метод DEA основан на построении границы эффективности, которая и является аналогом производственной функции для случая, когда выпуск является не скалярным, а векторным, то есть когда выпускается несколько видов продукции. Эта граница имеет форму выпуклой оболочки или выпуклого конуса в пространстве входных и выходных переменных, описывающих каждый объект в исследуемой совокупности. Как это следует из названия метода, граница эффективности как бы огибает, или обертывает точки, соответствующие исследуемым объектам в многомерном пространстве (envelopment – обертывание). Граница эффективности используется в качестве эталона («точки отсчета») для получения численного значения оценки эффективности каждого из объектов в исследуемой совокупности. Степень эффективности объектов определяется степенью их близости к границе эффективности в многомерном пространстве входов/выходов. Способ построения границы эффективности – многократное решение задачи линейного программирования [1,2].

Значение технической эффективности не может превышать единицы [7,8]. При проектировании неэффективного объекта на границу эффективности для него формируется целевой гипотетический объект, который является эффективным. Этот целевой гипотетический объект в математическом смысле представляет собой линейную комбинацию реальных эффективных объектов (под реальным объектом в данном случае, естественно, подразумевается точка в многомерном пространстве). Число объектов, входящих в эту комбинацию, зависит от ряда факторов, в том числе, от количества входных и выходных переменных, описывающих объекты, и от значений этих переменных. Значения входных и выходных переменных целевого объекта и служат целями для неэффективного объекта.

Те объекты, для которых значение показателя эффективности оказалось равным единице, находятся на границе эффективности. Для объектов, у которых показатель эффективности оказался меньше единицы, могут быть выданы рекомендации, заключающиеся в выведении таких объектов на границу эффективности за счет пропорционального сокращения объемов затрачиваемых ими ресурсов при сохранении значений выходных переменных на прежнем уровне. Приведенная модель называется моделью, ориентированной на вход.

Для модели метода DEA, построенной в предположении постоянного эффекта масштаба, граница эффективности огибает точки, соответствующие эффективным объектам. Можно построить такую же границу, но наоборот. Это и есть граница отставания [5]. Граница отставания будет показывать убыточные или отстающие от основной части выборки объекты. Таким образом, мы выявляем степень отставания всех изучаемых объектов. И ищем наиболее отстающие объекты.

Применив к исследуемой выборке объектов метод DEA и его модификацию, мы получим два показателя:

- меру эффективности;
- меру отставания/убыточности объектов.

В рамках комбинированного подхода мы можем их объединить для получения одной единственной оценки, характеризующей каждый из объектов, применяя один из методов многокритериальной (многоатрибутивной [9]) поддержки принятия решений с учетом того, что критерии (атрибуты) в нашем случае будут противоречивы.

Особенности организационно-технических систем, обеспечивающие возможность применения при оценке их эффективности методологии DEA, следующие:

- входные параметры характеризуют сырье, энергию, вложения труда (персонал);

- выходные параметры характеризуют переработанный полезный продукт, остатки (то, что осталось от создания полезного продукта), экологическое влияние на внешнюю среду;
- алгоритмизация объектов (в нашем случае производственного характера) может проводиться на разных уровнях детализации, начиная от системы, взаимодействующей с внешней средой и факторами, заканчивая локальным технологическим процессом [7,8].

Кроме того, можно выделить особенности ОТК отрасли переработки твердых бытовых отходов, в частности, сортирующих заводов [6]:

- в качестве сырья используется, в основном, смешанная многокомпонентная масса;
- входами служат трудовые и энергетические затраты;
- в результате сортировки остаются компоненты, которые не удастся рассортировать или они не поддаются использованию;
- эффективность заводов определяется по нескольким критериям и поэтому укладывается в рамки задачи метода DEA и его модификации с границей отставания.

Детализируем входы и выходы, которые применяются для анализа ОТК сортирующего завода на основе метода DEA:

- затраты на содержание рабочих (может использоваться комплексный векторный вход, учитывающий затраты на каждого работника);
- затраты энергии на переработку – сортировку (либо общие затраты, либо по отдельным машинам и агрегатам);
- объем сортируемых отходов;
- рассортированные отходы, например, ПЭТ-бутылки, полиэтилен ПВД и ПНД (высокого и низкого давления), бумага, картон, стеклотара, стеклобой, алюминиевая банка, жестяная банка;
- объем так называемых «хвостов», не отсортированных и неприменимых при имеющихся технологиях и мощностях, т.е. отходов, идущих на полигоны для временного или постоянного хранения (обезвреживания).

При реализации модели DEA для анализа организационно-технических систем сортирующих предприятий твердых бытовых отходов ставится и решается два типа задач: задача определения максимального выхода (-ов) и задача определения минимального нежелательного выхода.

Согласно методологии, берется выборка нескольких объектов (в нашем случае сортирующих или перерабатывающих отходы заводов), анализируются наборы их входных и выходных параметров. Определяются эффективные объекты, и составляется граница эффективности из них на основании модели. Далее граница служит для остальных объектов набором эталонов, с помощью которых появляется возможность выдавать неэффективным и слабо эффективным объектам рекомендации по корректировке их параметров.

С помощью границы отставания, которая строится по аналогии, но на основе модели по выходу, получаем границу неэффективных объектов. В этом случае анализируется выход, характеризующий остатки, которые идут на полигоны, то есть не участвуют в дальнейшей в хозяйственной деятельности и являются отрицательным фактором. Данный фактор требует минимизации с целью повышения полезных продуктов.

Критериями оценки заводов как организационно-технических систем будут: энергоэффективность, оптимальность работы технологической линии, степень автоматизации производства и некоторые другие. В связи с критериями определяются направления по улучшению производства, повышению его эффективности, которые сформулированы ниже.

1. Затрачивая один и тот же объем отходов, производить больший процент рассортированных компонентов.
2. Минимизировать затраты энергии на сортировку одной тонны отходов.
3. Сократить и более эффективно использовать труд рабочих путем повышения технологических параметров за счет модернизации производства.

4. Определить лидеров неэффективности и выявить причины.

Заключение.

В данной работе представлена двухэтапная схема исследования по изучению эффективности функционирования организационно-технологических комплексов предприятий с помощью метода DEA. Проблема разбита на две подзадачи. Для решения первой применяется классическая модель DEA, ориентированная на организационно-технические объекты. Решение второй подзадачи обеспечивается применением модификации метода DEA. В результате предложенная схема может быть использована для повышения эффективности работы организационно-технологических комплексов или объектов управления, а также представляет собой применение гипотезы в оценивании эффективности промышленных объектов в разных сферах хозяйственной деятельности. Для ряда практических приложений в работах [3-6] рассмотрена конкретизация предложенной схемы исследования.

Библиографический список

1. Моргунов, Е. П. Многомерная классификация на основе аналитического метода оценки эффективности сложных систем.– Красноярск: НИИ СУВПТ, 2003, 160 с.
2. Coelli, T. An introduction to efficiency and productivity analysis/ T. Coelli, D.S. Prasada Rao, G.E. Battese. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998.
3. Ковалев И.В., Новожилов А.А., Рукавицына Т.А. Анализ эффективности организационно-технологических комплексов предприятий. Системы управления и информационные технологии. 2010. Т. 42. № 4. С. 36-39.
4. Ковалев И.В., Новожилов А.А., Рукавицына Т.А. Принятие управленческих решений на основе анализа эффективности организационно-технологических комплексов предприятий Экономика и менеджмент систем управления. 2011. Т. 1. № 1. С. 36-42.
5. Рукавицына Т.А. Развитие модели методологии DEA // Вестник СибГАУ. - Вып. №3(24).- 2010.- С. 74-77.
6. Новожилов А.А. Метод DEA для анализа функционирования предприятий по переработке твердых бытовых отходов // Информатика и системы управления, 2010. - №1. – С.98-103.
7. Ковалев И.В., Лосев В.В., Каретников К.В. К вопросу повышения эффективности функционирования информационного обеспечения АСУ ТП. Промышленные АСУ и контроллеры. 2010. № 8. С. 1-4.
8. Ковалев И.В., Лосев В.В. Реинжиниринг информационного обеспечения интегрированных систем управления производством. Приборы. 2010. С. 31-36.
9. Ковалев И.В., Завьялова О.И., Сисько В.Е., Царев М.Ю. Многоатрибутивное формирование оптимальных по составу высоконадежных сложных систем: монография. Красноярский государственный аграрный университет. Красноярск, 2009.