

Секция научно–педагогических и практических работников

**АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ И СИСТЕМЫ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ
НА УРОВЕНЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГО И
РЕСУРСОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Анисимова Валерия Юрьевна¹, Гредасова Елена Евгеньевна²
Самарский университет, г. Самара

Аннотация. В статье рассмотрены основные принципы повышения эффективности использования ресурсов производственной компании, проанализирована общемировая динамика соотношения удельных затрат на ресурсы и оплату труда. Также представлены количественные методы оценки эффективности ресурсопотребления и три этапа ее повышения, чтобы охватить всю цепочку создания стоимости продукта. Дана характеристика основным критериям оценки ресурсо- и энергопотребления промышленных предприятий.

Ключевые слова: эффективность, энергопотребление, ресурсопотребление, промышленность, промышленное предприятие.

**ANALYSIS OF CRITERIA AND A SYSTEM OF FACTORS
AFFECTING THE LEVEL OF EFFICIENCY OF ENERGY AND
RESOURCE CONSUMPTION OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE**

Anisimova V.Yu., Gredasova E.E.
Samara University, Samara

Abstract. The article discusses the basic principles of increasing the efficiency of using the resources of a manufacturing company, analyzes the global dynamics of the ratio of unit costs for resources and labor remuneration. Quantitative methods for assessing the efficiency of resource consumption and three stages of its improvement are also presented in order to cover the entire value chain of the product. The characteristic of the main criteria for assessing the resource and energy consumption of industrial enterprises is given.

¹Кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики инноваций Самарского университета.

²Кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики инноваций Самарского университета.

Keywords: efficiency, energy consumption, resource consumption, industry, industrial enterprise.

Основная цель промышленного предприятия в рыночной экономике – это получение прибыли и сохранение конкурентоспособности. Одна из задач, решение которой позволяет достичь этой цели – эффективность использования ресурсов и энергии. Анализ эффективности потребления энергетических и материальных ресурсов относится к одним из обязательных условий успешного функционирования производственных предприятий.

Ресурсы и энергия, будучи основой производства, образуют материальную сущность выпускаемого продукта и обеспечивают процесс создания добавленной стоимости. Выпускаемый товар направляется на удовлетворение потребностей социума. Уровень качества жизни общества напрямую взаимосвязан с тем, как применяются имеющиеся ресурсы, с эффективностью создания товаров в аспекте потребления энергии и материалов.

Эффективность использования ресурсов производственной компании (или отдельного производственного процесса) - это соотношение между выпуском продукции и затратами ресурсов. Она характеризует то, насколько рационально используются ресурсы для формирования экономической ценности. В условиях растущего дефицита природных ресурсов и удорожания важнейших видов сырья и ресурсов, эффективность использования ресурсов является важным вопросом для сохранения конкурентоспособности производственных предприятий.

Повышение эффективности использования ресурсов в производстве также является перспективным. Производственные предприятия тратят в среднем 40% своих затрат на сырье и материалы, а затраты на энергию и воду достигают 50% от общих производственных затрат. При этом доля затрат на оплату труда составляет всего 20%. Поэтому ресурсосберегающие продукты и процессы положительно влияют на процветание любого производственного предприятия.



Рисунок 1 - Общемировая динамика соотношения удельных затрат на ресурсы и оплату труда [8]

Организации, которые включают эффективность использования ресурсов в свою основную стратегию и действия, могут обеспечить рост доходов, снижение затрат, более эффективное управление рисками и улучшение бренда и репутации [8].

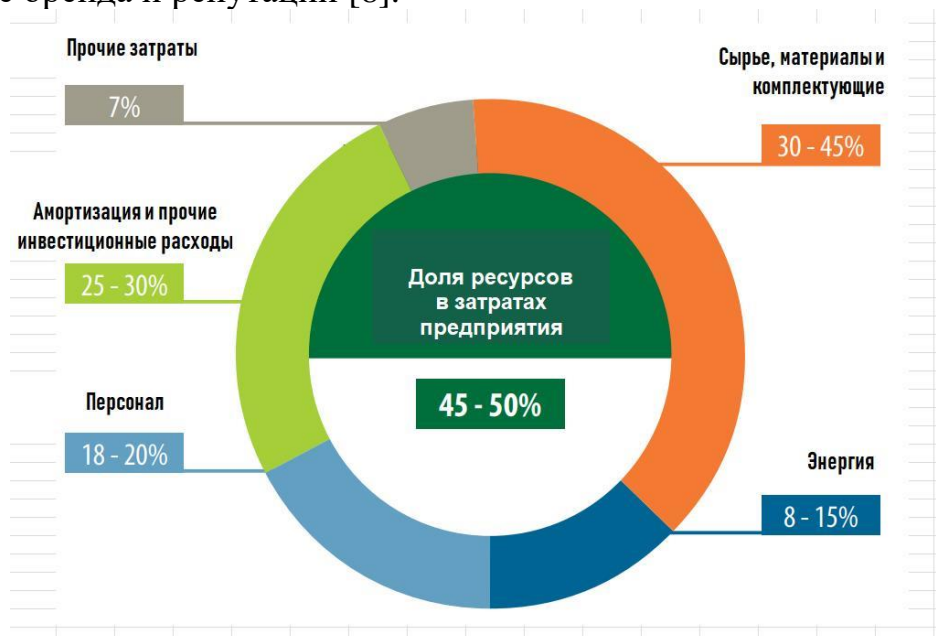


Рисунок 2 - Доля ресурсов в затратах предприятий [9]

Повышение эффективности ресурсопотребления экономит энергию и снижает потребление первичных ресурсов, а также уменьшает объем

отходов [1]. Она, к примеру, может быть количественно определена как соотношение веса конечного продукта к исходному весу материала, предполагая, что выходной вес всегда ниже входного веса. Таким образом, ненужное использование материала или материальные потери в определенной системе могут быть количественно оценены как процентная доля, например, в автоматизированных процессах при производстве партии деталей.

Еще одна возможность количественной оценки эффективности материалов заключается в использовании показателя нормы. При этом вес материала соотносится с другой единицей измерения, например, количеством произведенной продукции.

Аналогично материальной эффективности, энергоэффективность может быть количественно определена, как коэффициент или соотношение. Норма потребления энергии предлагается ISO как соотношение “между всей энергией, потребляемой в производственном цикле, и произведенным количеством” [2]. Этот показатель предоставляет информацию о том, сколько энергии потребляется на производимую деталь.

Учитывая энергопотребление процесса автоматизированной обработки, можно определить различные режимы работы [3]. При этом общее потребление машины можно разделить на потребление дополнительной энергии, например фрезерные операции и базовое энергопотребление станка, как показано на рисунке 3.

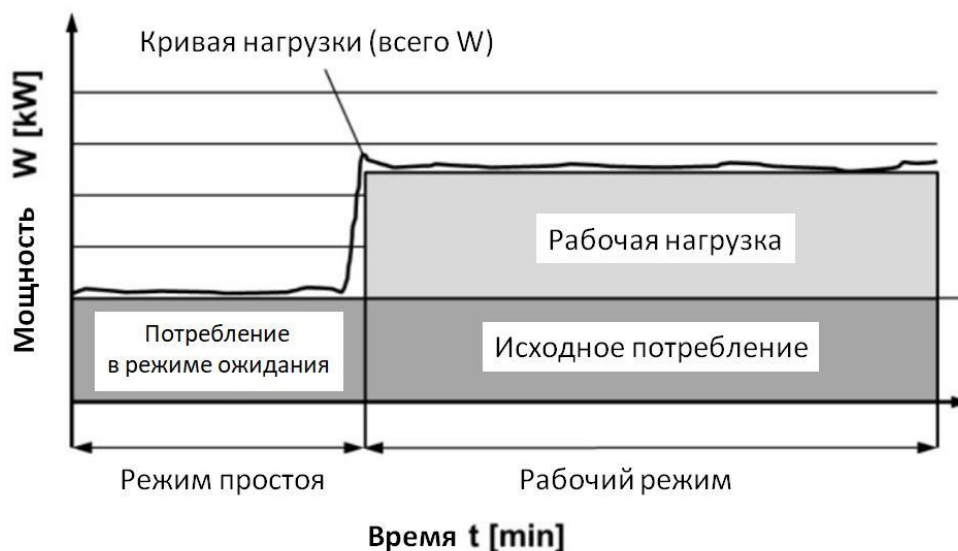


Рисунок 3 - Кривая нагрузки и разбивка общего потребления станка
Базовое (исходное) потребление представляет собой потребление в режиме ожидания и должно быть сведено к минимуму. Соответственно, энергоэффективность оборудования может быть выражена как отношение, а именно отношение потребления энергии к добавленной стоимости

(рабочей нагрузки на рисунке 3) к общему потреблению (сумма режима простоя и потребления в производственном режиме на рисунке 3). В большинстве случаев для автоматизированного оборудования необходимо индивидуальное измерение мощности и характеристика профиля потребления энергии, чтобы различать рабочую нагрузку и базовое потребление, поскольку автоматизированный мониторинг энергии на практике не всегда применяется. Кроме того, всегда существует субъективное представление о том, что следует рассматривать как добавляющую ценность. Можно утверждать, что вся энергия, которая используется во время операций по добавлению стоимости, фактически увеличивает стоимость, т. е. включая то, что обозначено как "базовое потребление" на рисунке 3. Следовательно, важно достичь консенсуса в отношении четкого определения, чтобы правильно интерпретировать показатель энергоэффективности.

Общий способ количественной оценки эффективности использования ресурсов предложен Шалтеггером [4]. Используя показатель нормы и взяв соотношение экономических показателей с единицей использования ресурсов, можно рассчитать ресурсоэффективность продукта, процесса или производственной функции.

Ресурсоэффективность функции может, например, быть «маржей» вклада, разделенной на использование ресурсов на продукт сборки или автоматизированной системы, работающей в производстве. Это определение позволяет рассматривать все виды ресурсов с точки зрения их экономического воздействия.

За последние несколько десятилетий область критериев эффективности производственных систем неуклонно перешла от традиционного финансового измерения к довольно многомерной ориентации показателей. После 1960 года внимание переключилось со стоимостных показателей на показатели общей производительности, поскольку они давали более подробное представление об общей эффективности деятельности организации. Впоследствии вопросы качества имели большое значение с переходом на стандарты ISO 9000 до тех пор, пока не развился довольно многомерный взгляд, который первоначально был представлен сбалансированной системой показателей в 1992 году [5]. Следовательно, сегодняшнее понимание хорошо функционирующей системы оценки сочетает в себе довольно сбалансированный набор измерителей, отделяющих внутренние мнения от внешних, а также финансовые точки зрения от нефинансовых, что приводит к более широкой общей перспективе. При этом, ликвидируется риск принятия решений узкой направленности [6].

Существует три основных уровня, на которых может быть улучшена эффективность использования ресурсов, чтобы охватить всю цепочку создания стоимости продукта: эффективная конструкция продукта, ресурсосберегающие производственные процессы на заводском уровне и комплексная оптимизация производственной цепочки создания стоимости. На типичном производственном предприятии такие меры часто начинаются с улучшения производственной эффективности.

Производственные процессы превращают сырье и другие исходные материалы в готовую продукцию, и на большинстве производств всегда существуют широкие возможности для повышения эффективности использования энергии и материалов.

Относительно небольшие изменения в производственном процессе могут оказать большое влияние на использование ресурсов. Выявление "низко висящих плодов" - недорогих мер, которые могут снизить как воздействие на окружающую среду, так и затраты на производство - является беспроигрышной ситуацией. Типичные меры по улучшению могут включать:

- Оптимизация рабочих параметров;
- Сокращение количества брака и отходов;
- Сокращение использования эксплуатационных жидкостей и материалов, включая воду;
- Совершенствование процессов очистки и кондиционирования;
- Переработка отходов производства;
- Улучшение хранения и логистики.

Более масштабные изменения также весьма перспективны: хотя они могут потребовать некоторых инвестиций, они обычно окупаются менее чем за год. Изменения, которые могут быть осуществлены, включают такие меры, как:

- Применение инновационного оборудования потребляющего меньше энергии и позволяющего сокращать отходы производства;
- Минимизация износа инструмента за счет использования современных инструментальных материалов;
- Внедрение концепций безотходного производства за счет усовершенствованного восстановления, повторного производства и переработки;
- Использование современных или возобновляемых ресурсов;
- Внедрение улучшенного контроля процесса и поточной инспекции, систем с предварительным прогнозированием обработки.

Конструкция изделия определяет его жизненный цикл, начиная с выбора материалов и заканчивая возможностью переработки в конце срока

службы. Проектные решения оказывают огромное влияние на потребление ресурсов и затраты на изготовление и на прибыль производителя. Инновационные конструкторские решения в продукции также имеют логику, которая выходит за рамки снижение производственных затрат; потребители все больше осознают воздействие на окружающую среду продуктов, которые они покупают, и реагируют соответствующим образом.

Меры обычно включают: оптимизацию потребления ресурсов на этапе производства и использования; оптимизация дизайна продукта для повышения эффективности производства; снижение веса и компонентов и использование альтернативных (предпочтительно возобновляемых) материалов; оптимизация конструкции, позволяющая обеспечить высокую степень повторного использования или переработки в конце срока службы продукта (концепция "замкнутого цикла" производства).

Более глубокое понимание взаимосвязи между свойствами изделия (такими характеристиками как защита от коррозии) и соответствующими технологическими процессами должно быть в центре внимания будущих разработок. Это приведет к появлению передовых вариантов конструкции продукции и руководств по производству новых продуктов с высокой добавленной стоимостью и индивидуальными свойствами. Специальные инструменты проектирования могут помочь в выборе материалов и поддержать минимизацию использования ресурсов в процессе производства. Разработки в этой области должны включать:

- Передовые производственные информационные системы для проектирования продукции и улучшения эффективности использования ресурсов продукции на протяжении всего ее жизненного цикла.

- Передовые решения для моделирования стоимости продукции.

Оценка эффективности использования ресурсов и оценка эффективности объединяются для достижения всеобъемлющей картины и возможности проведения комплексного анализа. Поскольку группа всех показателей охватывает множество единиц измерения, необходима единая шкала для обеспечения сопоставимости и анализа причинно-следственных связей. В этом отношении экономические значения считаются подходящими, поскольку их значение позволяет судить о конкурентоспособности на уровне производственной системы.

При этом критерии эффективности и результативности детализируются и анализируются с учетом их экономического воздействия как компонентов общей стоимости системы. На уровне процесса эффективность операционных ресурсов оценивается в соответствии с критериями добавленной стоимости и отходов. Оценка эффективности учитывает результаты на уровне производственной системы, для чего также

требуются агрегированные данные оценки эффективности ресурсов. На следующем этапе обе оценки интегрируются на основе экономических значений, которые представляют общую стоимость системы.

Для того чтобы обеспечить единый порядок шагов и комплексную оценку для различных типов предприятий, определены и включены в один подход следующие пять шагов, последовательно ведущих от любой начальной производственной системы к оценке ресурсной эффективности и результативности.

Шаг 1: Конкретизация производственной системы

Начиная с исходной ситуации в производстве, необходимо определить объект исследования. Это означает уточнить, что именно подлежит оценке. Следовательно, устанавливается граница системы. После определения объекта исследования детализируется содержание производственной системы, а также продолжительность оценки. Это означает определения количество материалов, энергопотребляющих устройств, персонала сотрудников и оборудования в пределах определенной границы системы и периода времени исследования.

Шаг 2: Оценка эффективности использования ресурсов

Измерение потребления ресурсов измеряется для каждого операционного ресурса в пределах установленной границы с использованием концепций для расчета энергоэффективности, эффективности материалов и др. Полученные значения агрегируются на уровне производственной системы.

Шаг 3: Оценка результативности

Измерения эффективности, состоящие из показателей, представляют собой результат работы производственной системы в течение определенного периода времени исследования.

Шаг 4: Увязка оценки эффективности ресурсов и результативности

Оценка эффективности ресурсов и оценка результативности связываются и соотносятся с экономическими оценками общей шкалой.

Шаг 5: Комплексная оценка системы

На основе предыдущих оценок вся система может быть оценена, с использованием экономических оценок в качестве основных критериев. Следовательно, может быть рассчитана общая стоимость системы, что позволяет определить инициативы по улучшению с учетом целей предприятия.

Список использованных источников

1 Worrell, E., 1997. Potentials and Policy Implications of Energy and Material Efficiency Improvement, United Nations, New York. URL:

- https://books.google.ru/books/about/Potentials_and_policy_implications_of_en.html?id=QqCZAAAIAAJ&redir_esc=y (дата обращения 10.11.2021)
- 2 International Standard Organization, 2013. ISO20140: Automation systems and integration - Evaluating energy efficiency and other factors of manufacturing systems that influence the environment (draft). URL: <https://www.iso.org/standard/54809.html> (дата обращения 10.11.2021)
- 3 Westkämper, E., 2006. Introduction to production organization (Einführung in die Organisation der Produktion) (in German). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/3-540-30764-8> (дата обращения 10.11.2021)
- 4 Schaltegger, S., Bennett, M., Burritt, R. L. & Jasch, C., 2009. Environmental Management Accounting (EMA) as a Support for Cleaner Production. ECO-Efficiency in Industry and Science, 24(I), стр. 3-26. URL: https://www.researchgate.net/publication/226894530_Environmental_Management_Accounting_EMA_as_a_Support_for_Cleaner_Production (дата обращения 10.11.2021)
- 5 Kaplan, R. & Norton, D., 1992. The balanced scorecard - measures that drive performance. Harvard Business Review, Jan-Feb, стр. 71-79. URL: <https://hbr.org/1992/01/the-balanced-scorecard-measures-that-drive-performance-2> (дата обращения 10.11.2021)
- 6 Neely, A. et al., 1997. Designing performance measures: a structured approach. International Journal of Operations & Production Management, 17(11), стр. 1131-1152. URL: https://www.researchgate.net/publication/242021562_Designing_performance_measures_A_structured_approach (дата обращения 10.11.2021)
- 7 Erlach, K. & Westkämper, E., 2009. Energy value stream mapping: A roadmap towards energy efficient plants (Energiewertstrom: Der Weg zur energieeffizienten Fabrik) (in German). Stuttgart: Fraunhofer Verlag. URL: https://www.researchgate.net/publication/43184638_Energiewertstrom_Der_Weg_zur_energieeffizienten_Fabrik (дата обращения 10.11.2021)
- 8 More with Less: Scaling Sustainable Consumption and Resource Efficiency. Материалы Всемирного экономического форума 2012. URL: <http://apki.net/wp-content/uploads/2012/06/More-With-Less-Scaling-Sustainable-Consumption-Resource-Efficiency.pdf> (дата обращения 10.11.2021)
- 9 ENVIRONMENT Eco-innovation Action Plan. URL: https://ec.europa.eu/environment/eoap/indicators/index_en (дата обращения 10.11.2021)