

УДК 621.9

Ресурсный подход к обоснованию оценок эффективности энергопотребления технологических систем

Сальников Владимир Сергеевич vsalnikov.prof@yandex.ru
SPIN-код: 6950-5612

Трушин Николай Николаевич trunikolaj@yandex.ru
SPIN-код: 4466-7036

ТГУ, Тула, Россия

Аннотация. Рассмотрен системный подход к анализу взаимосвязи всех видов ресурсов, участвующих в производственном процессе на машиностроительном предприятии. Показано, что энергетические ресурсы представляют собой наиболее динамичную составляющую среди всех возможных видов ресурсов, которые тесно взаимодействуют с фактором времени. Энергетические ресурсы неразрывно связаны с другими видами ресурсов в их общем балансе, они находят наибольшее проявление в производственном процессе. В техническом отношении энергетические ресурсы можно рассматривать как аналог финансовых ресурсов. Такой подход позволяет рассматривать энергетические ресурсы машиностроительного предприятия как один из индикаторов качества функционирования всех технологических систем.

Ключевые слова: машиностроение, технологическая система, энергетические ресурсы

A resource - based approach to substantiating estimates of the energy efficiency of technological systems

Salnikov Vladimir Sergeevich vsalnikov.prof@yandex.ru
SPIN-code: 6950-5612

Trushin Nikolay Nikolaevich trunikolaj@yandex.ru
SPIN-code: 4466-7036

Tula State University, Tula, Russia

Abstract. A systematic approach to the analysis of the interrelationship of all types of resources involved in the production process at a machine-building enterprise is considered. It is shown that energy resources represent the most dynamic component among all possible types of resources that closely interact with the time factor. Energy resources are inextricably linked with other types of resources in their overall balance; they find their greatest manifestation in the production process. Technically, energy resources can be considered as an analogue of financial resources. This approach allows us to consider the energy resources of a machine-building enterprise as one of the indicators of the quality of functioning of all technological systems.

Keywords: machine building, technological system, energy resources

Введение. Стратегия повышения эффективности использования энергетических ресурсов при производстве механизмов и машин базируется на понимании отличительных особенностей рассматриваемого видов ресурсов. Эти особенности могут быть выявлены на основе классификации ресурсов, обеспечивающих работу технологической системы (ТС) предприятия. В соответствии с ГОСТ 27.004–85 под технологической системой понимается совокупность функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения, предметов производства и исполнителей для выполнения в регламентированных условиях производства заданных технологических процессов или операций. Существуют четыре иерархических уровня ТС: технологическая система предприятия, технологические системы производственных подразделений, технологические системы процессов обработки и технологические системы операций. В общем случае в состав технологической системы входят реализуемые в ней технологические процессы, предметы производства (материалы, заготовки, полуфабрикаты), основное и вспомогательное технологическое оборудование, обслуживающий персонал, транспортно-накопительная подсистема и подсистема управления.

Методы исследования. В соответствии с концепцией комплексного управления качеством объектами управления являются: материальные, финансовые, трудовые и информационные ресурсы. Такой подход изложен, в частности, в работах [1–3] и многих других. Поскольку в современной организации производства особое значение придается фактору «точно вовремя», то с этих позиций время выступает не только как текущая координата, но и как временной ресурс ТС на выпуск определенной продукции [4, 5]. Классификация ресурсов ТС по их назначению представлена на рис. 1.

Для выяснения технических возможностей управления энергопотреблением следует более подробно рассмотреть материальные ресурсы. Они делятся на три группы: 1) основные фонды (в т. ч. производственные здания и оборудование); 2) собственно материалы (основные и вспомогательные, комплектующие, инструмент, полуфабрикаты, продукция и т. д.); 3) энерго-ресурсы (топливо, энергия, вода и т. д.).

В ретроспективном аспекте все рассмотренные ресурсы можно ранжировать в соответствии с моментом включения их в производственный процесс. Это позволит понять природу их возникновения и динамику изменения их роли по мере совершенствования производства. Анализ процессов зарождения осознанной трудовой деятельности и перехода к современному производству позволяет построить следующую иерархическую лестницу вовлечения в нее соответствующих ресурсов (рис. 2).

В историческом плане можно выделить следующие шесть этапов вовлечения ресурсов в производственный процесс:

I — ручной труд для своих собственных нужд;

II — ручной труд с привлечением инструментов;

III — ручной труд с привлечением инструментов для обмена, фактор времени определяется рынком;

IV — механизированный труд, связанный с возникновением первых станков;

V — механизированный труд с привлечением, площадей, выделенных специально под производство;

VI — автоматизированный труд с привлечением внешних носителей энергии.

Дальнейшее совершенствование производственного процесса связано с перераспределением долевого участия различных ресурсов.



Рис. 1. Классификация ресурсов ТС по их назначению

I	T+M+Инф.
II	T+M+Инф+И.
III	T+M+Инф+И+В.
IV	T+M+Инф+И+В+O(+Ф).
V	T+M+Инф+И+В+O+П+Ф.
VI	T+M+Инф+И+В+O+П+Ф+Э.

Рис. 2. Последовательность вовлечения ресурсов в производственный процесс:

П — производственные площади, являются наиболее информативным параметром производственных зданий; О — оборудование, включает в себя все виды оборудования, задействованного в производственном процессе, а не только технологическое; М — материальная составляющая ресурсов, связанная со всеми видами материалов используемых в производственном процессе, за исключением инструмента; И — инструмент, требует отдельного выделения, поскольку процедура его многократного использования в отличие от других материалов достаточно широко используется; Э — энергоресурсы; В — время, в данном случае выступает как ресурс в смысле периода времени, отведенного внешней средой — рынком на выполнение конкретного ее заказа; Т — трудовые ресурсы (люди) или собственно труд; Ф — финансовые ресурсы; Ин — информация

Приведенная структура не претендует на полноту и достоверность хронологической последовательности. Она показывает наращивание разновидностей ресурсов, используемых в производственном процессе. Важно отметить роль информации в процессах производства. Она существовала всегда и по мере его совершенствования все более превращалась в производительную силу. Интересно также проанализировать и роль временных ресурсов. Вероятно, их включение в производство следует связать с появлением рынка товаров и необходимостью их обмена. Последние три уровня трудно разделить во временной области, они возникли практически в одно и то же время. Такие ресурсы как оборудование, производственные площади и финансы в историческом плане вступили в цикл производства практически одновременно. Энергия внешних источников оказалась самым последним ресурсом, включенным в процессы изготовления товаров, предназначенных для продажи. Это подтверждается некоторым непониманием ее роли на всех уровнях управления. Если считать, что труд — это работа, а работа — это энергия, то можно говорить о том, что единица измерения энергии является единицей измерения труда. Энергия, таким образом, является естественной мерой овеществленного труда. Вероятно, если бы понимание энергии и способов ее измерения возникло раньше необходимости обмена товарами, то отпала бы необходимость введения такого искусственного эквивалента, как денежные единицы. При таком рассмотрении можно выдвинуть две гипотезы:

- общий объем всех видов ресурсов, необходимых для изготовления конкретного продукта постоянен (закон сохранения); тогда переход от одной стадии развития к другой говорит о перераспределении долевого участия различных видов ресурсов;

- происходит постоянное наращивание общего объема ресурсов при совершенствовании производственного процесса за счет включения в него новых видов ресурсов и их перераспределения.

Предпочтение, вероятно, следует отдать второй гипотезе, поскольку включение в производство новых видов ресурсов придает новые ранее не достигаемые свойства предметам труда. Доля трудовых и сырьевых ресурсов постоянно уменьшается за счет автоматизации работ и снижения материалоемкости продукции. Тенденция на постоянный рост ресурсоемкости неразрывно связана с ростом энерговооруженности и информационной насыщенности производства. Долевой состав различных видов ресурсов находится в постоянном динамическом единстве.

Ресурсы не являются самостоятельными и взаимно независимыми факторами производства. Они оказывают влияние и дополняют друг на друга, ни один из них не является самодостаточным. Производственные площади и фактор времени образуют некоторую систему координат, в которой все прочие ресурсы организуют собственно процесс производства. Схема такого ресурсного представления ТС показана на рис. 3.

На рис. 3 видно, что все ресурсы, не входящие в систему координат, можно разбить на две группы. Одна включает в себя трудовые, финансовые

и информационные ресурсы, вторая — оборудование, энергоресурсы, сырье и материалы.

Первая группа является основой социальной компоненты, вторая технической компоненты единой социопроизводственной системы, представляющей производственный процесс [1, 2, 4]. Следует, однако, отметить, что информация постепенно все глубже и глубже напрямую проникает в техническую сферу в виде самообучающихся автоматизированных систем управления и проектирования. Она выступает не только инициализатором, но и управляющим и координирующим элементом обеих подсистем. При этом в рамках установившегося производственного процесса, если не затрагивать весь механизм влияния финансовых ресурсов, можно в техническом плане ограничиться их ролью мотиваторов трудовых ресурсов или движителя социальной среды. Тогда энергоресурсы, в свою очередь, выступают движителем соответственно оборудования и сырьевых ресурсов, т. е. технической среды. В этом аспекте не следует отдавать предпочтение ни одной из подсистем. Ни один мотив, ни один социальный порыв не преодолеют технических трудностей, если техническая компонента не обладает соответствующими возможностями. И наоборот технические трудности даже при наличии возможностей не могут быть преодолены без соответствующей на это мотивации трудовых ресурсов.



Рис. 3. Схема ресурсного представления ТС

Обсуждение полученных результатов. Актуальность данной работы состоит в исследовании именно технических возможностей технологической системы, создающих условия для преодоления трудностей, возникающих при использовании энергоресурсов. Рассмотренные выше классификационные признаки дают стационарные картины взаимовлияния ресурсов. С точки зрения оценки эффективности управления энергопотреблением этого уже недостаточно. Здесь необходимо использовать принципы процессного подхода [1, 2, 4].

В соответствии с концепцией комплексного управления качеством основными логически последовательными элементами любого производствен-

ного процесса являются вход в процесс — сам производственный процесс, его результат, обратная связь [1, 2]. Модель производственного процесса типа «Вход–Выход» показана на рис. 4.

В принятой постановке, безусловно, все рассмотренные ресурсы находят проявление в том или другом виде во всех ее элементах. Важно определить точки наибольшего их соприкосновения, места основных видоизменений и существенного влияния на результаты деятельности предприятия.

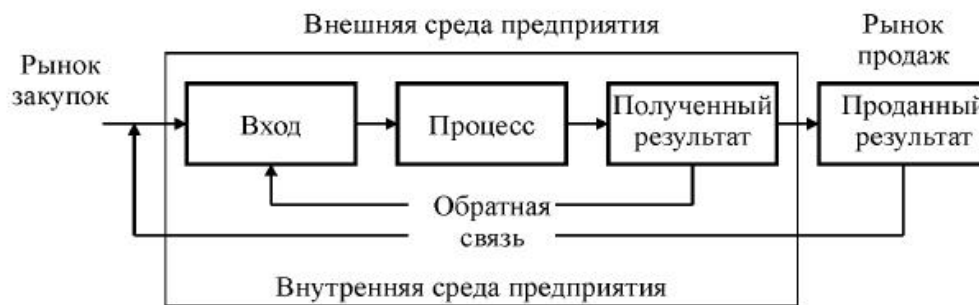


Рис. 4. Вход-выходная модель производственного процесса

Одним из основных классификационных признаков ресурсов с внутренней точки зрения является их отношение к движению или видоизменению. Например, в неизменных условиях функционирования ТС за определенные промежутки времени постоянными можно считать производственные площади, оборудование, трудовые и финансовые ресурсы. Тогда движение системы обеспечивается информационными, материальными и энергетическими потоками. Эти потоки и определяют основные текущие затраты ТС.

Интересным моментом для классификации и поиска отличительных черт ресурсов является определение мест их использования или преобразования в иерархической структуре ТС и во вход-выходной модели производственного процесса. Иерархическая структура ТС охватывает с технической точки зрения все пять уровней: воздействие, технологический процесс, машина (исполнительный орган), система машин (станок, технологическое оборудование), комплекс систем машин (производственное подразделение). Схема, отражающая точки взаимного соприкосновения и влияния ресурсов, показана на рисунке 5. В приведенной схеме не отражены информационные ресурсы, поскольку они используются на всех иерархических уровнях и во всех элементах ТС.

Анализ вышеприведенной схемы показывает, что энергетические ресурсы оказывают влияние на все иерархические уровни ТС, где находят соприкосновение практически со всеми другими видами ресурсов, за исключением финансовых. В этом аспекте энергоресурсы наиболее тесно связаны с временными ресурсами. Финансовые ресурсы непосредственно взаимодействуют с энергоресурсами только на входе в производственный процесс. Собственно, процесс определяет область соприкосновения таких ресурсов как оборудование, производственные площади, трудовые и временные ресурсы,

а через вход с сырьевыми, энергетическими и финансовыми ресурсами. Таким образом, именно процесс определяет их баланс и в значительной степени эффективность использования. Заметим, что энергоресурсы находят выражение в процессе не только через вход, но и опосредовано через временные ресурсы. Изменение их объема неизбежно влечет за собой нарушение общего баланса ресурсов, а, следовательно, и изменения долевого участия ресурсов других видов.

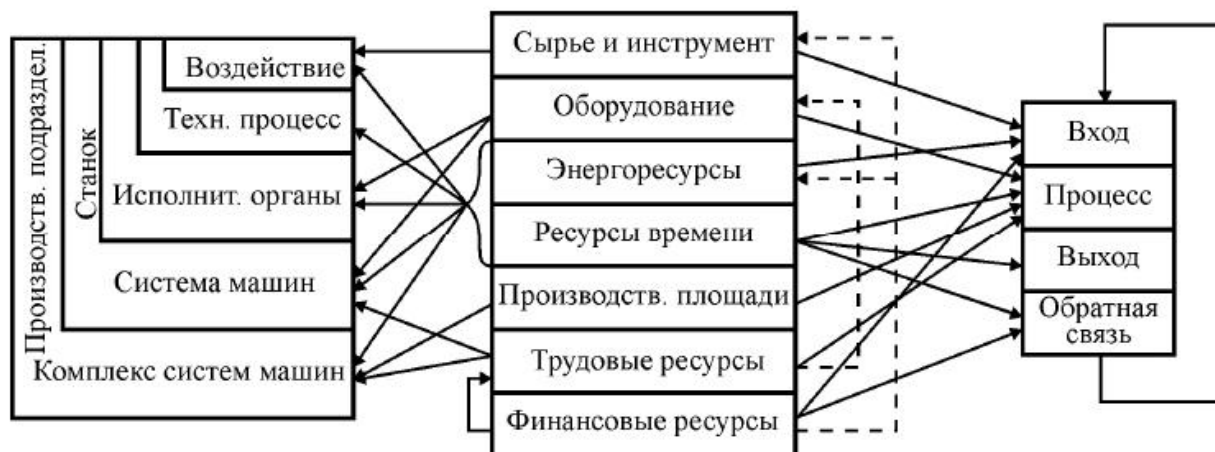


Рис. 5. Схема взаимного влияния ресурсов

Результаты. На основании проведенных классификаций можно сделать следующий вывод: энергоресурсы представляют собой наиболее динамичную составляющую ресурсов, тесно взаимодействующую с фактором времени. Они неразрывно связаны с другими видами в общем балансе ресурсов, находят наибольшее проявление в производственном процессе и представляют собой в техническом отношении аналог финансовых ресурсов.

К перечисленным особенностям энергоресурсов следует добавить [6]:

- в отличие от материальных ресурсов энергоресурсы практически не восстанавливаемы и не обратимы, т. е. потери невозполнимы и наносят вред окружающей среде, к ним практически не применима кластер-технология и рециркуляция;
- в отличие от других ресурсных потоков энергоресурсы не допускают накапливания, хранения и резервирования;
- энергоресурсы имеют постоянные составляющие затрат, независимые от объемов производства и даже от того функционирует ТС или нет;
- узкий ассортимент энергоносителей ограничивает в этом плане возможности маневра;
- внешние условия накладывают ограничения на график потребления энергоресурсов, его нарушение приводит к дополнительным затратам, например в виде штрафов;
- интенсивность расходования энергоресурсов определяется самим потребителем (проявляется в виде переменной нагрузки на электросети);

– энергоресурсы допускают преобразование в другие виды ресурсов;
– на рынке поставщиков энергоресурсов, особенно электроэнергии, не всегда имеет место добросовестная конкуренция.

Заключение. Выявленные особенности энергетических ресурсов подтверждают, что стратегия управления энергопотреблением может иметь определенные отличия от общей стратегии управления ресурсами, которую предлагает комплексная система управления качеством. Это позволяет рассматривать их как индикатор качества функционирования технологических систем и формирования оптимальной организационно-технологической структуры предприятия [7]. Данное обстоятельство делает необходимым проведения анализа факторов, влияющих на эффективность использования энергоресурсов на предприятиях.

Список источников

- [1] Гиссин В.И. *Управление качеством продукции*. Ростов-на-Дону, Феникс, 2000, 256 с.
- [2] Глудкин О.П., Горбунов Н.М., Гуров А.И., Зорин Ю.В. *Всеобщее управление качеством*. Москва, Радио и связь, 1999, 600 с.
- [3] ГОСТ ИСО9004–1. *Система качества. Термины и определения*. Москва, Стандартинформ, 2019, 62 с.
- [4] *Управление эффективностью и качеством: модульная программа. Т. I. Повышение эффективности и качества: концепции, процессы и методы*. Москва, Дело, 2001, 799 с.
- [5] *Управление эффективностью и качеством: модульная программа. Т. II. Направления деятельности с большим потенциалом повышения эффективности и качества*. Москва, Дело, 2001, 607 с.
- [6] Сальников В.С. *Технологические основы эффективного энергопотребления производственных систем*. Тула, Изд-во «Тульский полиграфист», 2003, 187 с.
- [7] Трушин Н.Н. *Организационно-технологическая структура производственного процесса на машиностроительном предприятии*. Тула, Изд-во «Тульский полиграфист», 2003, 230 с.