

Анализ деятельности предприятия сферы ЖКХ на основе теории энтропии и теории ограничения систем

Analysis of the Balance in the Activities of Utility Companies
Based on the Entropy Theory and the Theory of Constraint

УДК 903.48



Коларж Вячеслав Вячеславович

аспирант Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета)

190013, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 26

Vyacheslav V. Kolarzh

St. Petersburg State Technological Institute (Technical University)

Moskovskiy Ave 26, St. Petersburg, Russian Federation, 190013

Настоящее исследование направлено на изучение возможности применения инструментов, основанных на теории мягких вычислений, для оценки эффективности предприятий сферы жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ).

Цель. Оценка эффективности действующего предприятия в сфере ЖКХ на основе методов теории энергоэнтропии

Задачи. Рассмотреть ключевые особенности энергоэнтропийного подхода к деятельности организации, наиболее эффективные методики расчета энтропии системы, провести расчет энтропии реально существующего предприятия сферы ЖКХ и оценить его эффективность.

Методология. В настоящей работе на основе общенаучных методов познания, а также методик оценки энтропии предприятия как системы, проведен расчет энтропии системы предприятия сферы ЖКХ, дана интерпретация полученных результатов.

Результаты. По итогам оценки энтропии исследуемого предприятия сферы ЖКХ за рассматриваемый период эффективность его деятельности менялась, что является результатом как изменений во внешней среде, так и управленческих решений руководства. На конец анализируемого периода уровень энтропии на предприятии достиг значения ниже уровня, отмеченного в начале исследуемого периода, что говорит о росте эффективности данной системы.

Выводы. Высокая неопределенность внутренних процессов для любой сложной системы так же опасна, как и слишком высокая их детерминированность. Предпринимательские структуры не являются исключением. Основанные на идеях теории энергоэнтропии методы оценки эффективности предприятия могут быть применены для оценки эффективности предприятия как системы. Сочетание современных теорий менеджмента и моделей, построенных на основе мягких вычислений, в значительной степени позволяет привести организацию к оптимальному состоянию.

Ключевые слова: энтропия, теория ограничений, мягкие вычисления, теория хаоса, предприятия сферы ЖКХ, энергоэнтропийный подход

This study investigates the possibility of using tools based on the theory of soft computing to estimate the efficiency of companies in the housing and utility sector.

Aim. This study aims to estimate the efficiency of an existing company in the housing and utility sector using the methods of the entropy theory.

Tasks. This study examines the key aspects of the energy-entropy approach to company activity and the most effective methods for the calculation of system entropy, calculates the entropy of an existing utility company, and estimates its efficiency.

Methods. This study uses general methods of scientific cognition and those for the estimation of company entropy as a system, calculates system entropy of a utility company, and interprets the obtained results.

Results. According to the entropy assessment conducted for the selected utility company over the period under review, its efficiency changed because of changes in both the external environment and decisions of the company management. By the end of the analyzed period, the level of entropy at the company dropped below the initial level, which indicates an increase in the efficiency of the system.

Conclusion. High uncertainty of internal processes is just as dangerous for a complex system as high determinacy; businesses are no exception to this. Methods for estimating system efficiency based on the ideas of the energy-entropy theory can be applied to estimate the efficiency of a company. The combination of modern management and model theories based on soft computing facilitates bringing the company to its optimal condition.

Keywords: entropy, theory of constraint, soft computing, chaos theory, companies in the housing and utility sector, energotropic approach

Для любой предпринимательской структуры как сложной системы способность к адаптации является ключевой характеристикой, обеспечивающей ее выживание на конкурентном рынке. Структура, утратившая адаптационные свойства, в скором времени начинает разрушаться, а затем прекращает свое существование. Соответственно, чем больше способов и направлений для приведения структуры к изменившимся условиям, тем выше вероятность выживания указанной системы.

Предпринимательство не является исключением. Чем шире инструментарий адаптации к изменившимся условиям, тем вероятнее сохранение и усиление позиций предприятия на рынке.

В условиях рыночной конкуренции и ускорения скорости обмена информацией огромное значение приобретает скорость реакции организации на изменения. Принятое с опозданием правильное решение может в значительной степени снизить его эффективность. Тем не менее в ряде отраслей некоторые способы ведения конкурентной борьбы невозможны либо в силу особенностей ведения бизнеса, либо в силу действующего законодательства.

Одним из таких направлений бизнеса является сфера жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ). Начиная с 2005 г. в России осуществляется реформа данной сферы, в ходе которой к оказанию данного вида услуг были допущены частные предпринимательские структуры. Предполагалось, что свободная конкуренция будет способствовать значительному повышению качества предоставляемых услуг.

Выделим ряд ключевых особенностей, оказывающих влияние на осуществление предпринимательской деятельности в сфере ЖКХ. В первую очередь, в силу высокой значимости деятельности, осуществляемой в ее рамках, большое влияние на предпринимательские структуры оказывает существующая законодательная база, регулирующая фактически любую деятельность компаний, включая порядок предоставления услуг. В то же время несовершенство действующего законодательства зачастую приводит к тому, что услуги не отвечают интересам потребителя и управляющей организации, но соответствуют «букве закона».

С точки зрения прогнозирования деятельности организации в рамках обслуживания ЖКХ характеризуется высоким уровнем прогнозирования в области как поступающего денежного потока (платежи от жителей), так и исходящего (большинство мероприятий запланировано заранее, и стоимость их в значительной степени просчитана и учтена). С другой стороны, деятельность управляющих компаний (УК) во многом носит реактивный характер, так как значительной частью (от 50 до 70%) их деятельности является текущее аварийное обслуживание жилого фонда. Еще один важный фактор — ограничение стоимости оказываемых услуг при одновременном отсутствии ограничений на рост их себестоимости. Т.е. при ограничении роста стоимости услуг ЖКХ стоимости необходимых комплекующих растут как минимум на величину инфляции.

Расширение объемов выручки возможно до определенной степени за счет расширения обслуживаемых площадей. Следует отметить, что экстенсивное расширение ограничено как самим рынком (количество домов в районе действия УК ограничено), так и нелинейным характером роста затрат организации. Таким образом, способы ценовой конкуренции для организаций сферы ЖКХ возможны лишь в части сокращения себестоимости оказываемых услуг. Данный путь конкуренции имеет пределы, так как качество предоставляемых услуг регламентируется законодательством.

Более предпочтительным направлением конкуренции в сфере ЖКХ является использование неценовых методов конкурентной борьбы, таких как повышение качества предоставляемых услуг и улучшение качества обслуживания клиентов. Более того, в высоком качестве предоставляемых услуг заинтересованы и УК. В случае предоставления услуг высокого качества в текущем периоде снижается вероятность наступления аварийной ситуации в будущем, что снижает затраты на обслуживание объекта. В результате при сохранении объема выручки увеличивается норма прибыли организации.

Частные предприятия сферы ЖКХ, обладая высокой устойчивостью, в результате нескольких последовательных неэффективных решений могут быстро утратить ее. Поэтому обеспечение устойчивости предприятия как предпринимательской структуры представляет собой важную и сложную задачу.

Практическое решение для сохранения устойчивости и равновесия предприятия было разработано Э.Голдраттом и оформлено в теорию ограничений системы [1]. Согласно Голдратту, любая система имеет ряд ограничений, которые не позволяют ей использовать свой потенциал в полной мере. Снятие этих ограничений позволяет увеличить прибыль организации, что является ключевой целью ведения предпринимательской деятельности.

Организация как система может быть охарактеризована посредством трех параметров [2]:

- T — *Throughput* (производительность по денежному потоку или скорость генерации дохода системой в результате продаж);
- I — *Inventory* (вложения или денежные средства, инвестированные в объекты, предназначенные для переработки и дальнейшей продажи);
- OE — *OperationalExpense* (денежные средства, используемые системы для превращения вложений в производительность по денежному потоку).

Данные параметры необходимо рассматривать в совокупности. Рассмотрение любого из них вне связи с остальными снижает в конечном итоге эффективность системы. Так, максимальное снижение I и OE будет достигнуто при остановке деятельности организации и ее банкротстве. Что касается T , то теоретически рост данного параметра не ограничен. Тем не менее существуют объективные границы, такие как емкость рынка и платежеспособный спрос. Такие границы для рынка услуг ЖКХ были описаны выше. Более того, увеличение T рано или поздно неизбежно ведет к росту I и OE , причем характер их роста не линейен и в ряде случаев превышает темпы роста потока.

Таким образом, необходимо балансирование системы с точки зрения рыночного спроса и мощности используемых ресурсов. Однако необходимо учитывать, что идеальная балансировка, во-первых, не достижима в силу невозможности полного прогнозирования всех существующих факторов, а во-вторых, ведет к снижению потока от продаж. Аналогично полная разбалансировка ведет к росту I и OE , причем рано или поздно они превысят T . Поэтому для успешного функционирования системы предприятию требуется некоторая доля неопределенности, несовершенства [1; 2].

Оценка данного параметра является комплексной, многофакторной задачей, но теория мягких вычислений в состоянии предложить решение, сочетающее в себе относительную простоту и приемлемую точность. Особенность моделей, основанных на мягких вычислениях, может быть сформулирована следующим образом: для принятия решения системе не требуется вся существующая информация. Более того, избыточная информация ведет к снижению точности модели [3].

Теория хаоса — раздел теории мягких вычислений, посвященный закономерностям развития динамических систем. Изначально она описывала динамические процессы в метеорологии и других физических системах; в настоящее время ее элементы все чаще применяются к другим системам, таким как организации и предприятия [4].

Инструментом для определения той самой неопределенности, необходимой для функционирования системы по Э.Голдратту, является энтропия системы. Изначально термин «энтропия» возник в термодинамике и характеризовал меру необратимости самопроизвольных процессов термодинамической системы в ходе возврата к тепловому равновесию. В равновесных же системах отсутствует какая-либо упорядоченность (энтропия максимальна) [5].

С точки зрения теории систем под энтропией понимается часть внутренней энергии системы, которая не может быть преобразована в полезную работу. С позиции теории ограничения систем показатель энтропии состоит из потенциала, который можно

Скорости выпуска различных видов продукции	Мощности различных видов энергоносителей					
	$N_{\tau 1}$	$N_{\tau 2}$	...	$N_{\tau j}$	...	$N_{\tau m}$
$\omega_{\pi 1}$	$\frac{\eta_{11}(\tau)}{e_{\tau 11}} N_{\tau 11}$	$\frac{\eta_{12}(\tau)}{e_{\tau 12}} N_{\tau 12}$	...	$\frac{\eta_{1j}(\tau)}{e_{\tau 1j}} N_{\tau 1j}$	...	$\frac{\eta_{1m}(\tau)}{e_{\tau 1m}} N_{\tau 1m}$
$\omega_{\pi 2}$	$\frac{\eta_{21}(\tau)}{e_{\tau 21}} N_{\tau 21}$	$\frac{\eta_{22}(\tau)}{e_{\tau 22}} N_{\tau 22}$	...	$\frac{\eta_{2j}(\tau)}{e_{\tau 2j}} N_{\tau 2j}$	...	$\frac{\eta_{2m}(\tau)}{e_{\tau 2m}} N_{\tau 2m}$
...	...	...	...	...	...	...
$\omega_{\pi i}$	$\frac{\eta_{i1}(\tau)}{e_{\tau i1}} N_{\tau i1}$	$\frac{\eta_{i2}(\tau)}{e_{\tau i2}} N_{\tau i2}$	...	$\frac{\eta_{ij}(\tau)}{e_{\tau ij}} N_{\tau ij}$	...	$\frac{\eta_{im}(\tau)}{e_{\tau im}} N_{\tau im}$
...	...	...	...	...	...	...
$\omega_{\pi n}$	$\frac{\eta_{n1}(\tau)}{e_{\tau n1}} N_{\tau n1}$	$\frac{\eta_{n2}(\tau)}{e_{\tau n2}} N_{\tau n2}$	...	$\frac{\eta_{nj}(\tau)}{e_{\tau nj}} N_{\tau nj}$	...	$\frac{\eta_{nm}(\tau)}{e_{\tau nm}} N_{\tau nm}$

Рис. 1. Энергетический баланс по П. Г. Кузнецову

реализовать при наиболее эффективном использовании входящих ресурсов, а также неснижаемых потерь энергии в системе [6].

Первым шагом для оценки энтропии системы необходимо исследовать «подводимую» мощность и «полезную» мощность каждого из факторов, используемых на производстве, которые удобно выражать в денежной форме. Таким образом, достигается соизмеримость различных факторов, натуральное выражение которых несопоставимо.

«Закон эволюции», согласно которому технические и организационные системы в процессе своего развития все более удаляются от состояния равновесия, есть, по существу, третий закон энергоэнтропии. По «закону эволюции» у этих систем растет способность к совершению работы. С точки зрения предприятия данный факт говорит о росте эффективности использования ограниченных ресурсов. В частности, П. Г. Кузнецов на основе «закона эволюции аномальных физических систем» разработал метод составления «итогового энергетического баланса всего общественного производства страны» [7].

Любой производственный процесс можно представить в виде процесса, происходящего в преобразователе энергии. Обозначим N_T полную подводимую к производственному объекту (предприятию, производству и т. п.) энергию в единицу времени (мощность), а N_s — теряемую мощность. Тогда разность $(N_T - N_s)$ и будет мощностью, ове­ществляемой в продукте производства. Отсюда можно определить скорость выпуска продукта:

$$\omega_{\pi} = (N_T - N_s)/e_{\tau}$$

или

$$\omega_{\pi} = (\eta_i(\tau)/e_{\tau})N_T,$$

где $\eta_i(\tau)$ — коэффициент совершенства используемой технологии, измеряемый в долях, рассчитываемый как отношение теоретически необходимого расхода энергии к фактическому расходу энергии, кВт · час; e_m — теоретически необходимый расход энергии на производство данного продукта, кВт · час.

Аналогично может быть рассчитан показатель скорости выпуска продукции для иных ресурсов, используемых в производстве, например, трудовых и материальных ресурсов.

Энергетический баланс составляется в виде таблицы (рис. 1). В ней по вертикали записываются мощности различных видов энергоносителей, а по гори-

зонтали — скорости выпуска соответствующих видов продукции. В таком виде таблица выражает расходную часть энергетического баланса.

В каждой клетке таблицы представлены значения расходуемой мощности ресурса, коэффициента совершенства технологии и теоретически необходимого расхода ресурса для создания продукта. Также посредством энергетического баланса можно установить состояния, при которых использование какого-либо ресурса не сбалансировано.

Из комбинации данных значений можно выяснить фактически расходуемую полную мощность ресурса, полезную мощность ресурса и коэффициент полезного действия от использования ресурса.

Непосредственно оценка энтропии для предприятия предложена в работе А. Н. Голубенцева «Термодинамика процесса производства» [8]. Изначально методика оценки энергоэнтропии была разработана для физических и химических процессов. Поэтому при сопоставлении эффективности различных ресурсов предприятия возникает ряд сложностей. Для организации универсальной мерой оценки эффективности будет являться денежная оценка указанных ресурсов.

Основу «экономической термодинамики» составляет идея К. Маркса о том, что различные эпохи отличаются друг от друга тем, каким способом создается продукт и какие средства труда при этом используются [9].

Таким образом, первый закон термодинамики сохранит свой вид, но для предприятия будут использованы иные параметры [5]:

$$Q = \Delta u + Az^* \Delta p,$$

где Q — полные затраты труда при расширенном воспроизводстве, человеко-часы; Δu — прирост затрат труда на выпуск продукции, человеко · часы; $\Delta u = z^* \Delta p + \Delta z^* p$, где z^* — «вектор» величины удельных затрат общественно необходимого труда, человеко · часы/шт.; $Az = z^*/z^* K$ — коэффициент трудоемкости, человеко · часы/шт.; $z^* K$ — количество средств производства, необходимых для прироста единицы производственной мощности, в долях; $Az^* \Delta p$ — дополнительные затраты общественно необходимого труда, человеко · часы.

Энтропия экономического процесса это и есть, в общем виде, отношение приращения полных затрат труда Q к абстрактной численности персонала T , участвующего в выпуске продукции данной отрасли производства.

Таблица 1

Расходная часть энергетического баланса по материальным ресурсам, руб./м²

Показатели использования материальных ресурсов	Эксплуатация жилого фонда	Эксплуатация нежилого фонда	Платные услуги населению	Прочие услуги	Итого
Теоретический расход	162,61	5,61	0,54	0,32	169,08
Фактический расход	165,45	5,61	0,66	0,49	172,20
Коэффициент интенсивности использования	0,9830	1,0000	0,8143	0,6579	0,9820
Интенсивно используемые мощности	53 919,53	1860,20	187,90	120,73	56 088,36
Потери мощности во времени, %	5,00	1,00	0,00	0,70	6,70
Полная подводимая мощность	54 860,28	1860,20	217,97	161,88	57 100,33
Интегральный коэффициент использования мощности	0,934	0,990	0,814	0,653	0,916
Фактическая полезная мощность	51 223,55	1841,60	177,50	105,75	53 348,41

Таблица 2

Приходная часть энергетического баланса по материальным ресурсам, руб./м²

Показатели использования материальных ресурсов	Эксплуатация жилого фонда	Эксплуатация нежилого фонда	Платные услуги населению	Прочие услуги	Итого
Теоретический расход	161,2403	5,5635	0,5500	0,3300	167,6800
Фактический расход	161,4139	5,5675	0,6500	0,4800	168,1200
Коэффициент интенсивности использования	0,99892	0,99928	0,84100	0,67900	0,99740
Интенсивно используемые мощности	55 382,820	1910,960	188,490	113,009	57 595,360
Потери мощности во времени, %	5,000	1,000	0,000	0,700	6,700
Полная подводимая мощность	55 442,45	1912,33	224,13	166,506	57 745,47
Интегральный коэффициент использования мощности	0,949	0,989	0,841	0,674	0,931
Фактическая полезная мощность	52 613,68	1891,85	188,49	112,3	53 736,47

Данная методика была применена к одной из УК в сфере ЖКХ, действующих на территории муниципального образования Сосновоборский городской округ Ленинградской области¹. На территории муниципального образования находится 337 жилых домов общей жилой площадью 1 663 400 м². Обслуживанием жилого фонда занимаются 11 компаний, однако на долю четырех крупнейших (в число которых входит исследуемая компания) приходится 92,88% рынка. Таким образом, в последующем анализе исследуются только четыре крупнейшие компании.

Исследуемая компания обеспечивает услугами ЖКХ 26,71% рынка, что эквивалентно 90 домам. Для организации были рассчитаны расходные и приходные энергетические балансы за период 2013–2015 гг. для двух ресурсов, являющихся ключевыми для организации: трудовых и материальных. Энергетические балансы за 2013 г. представлены в табл. 1 и 2.

Исходя из данных, представленных в табл. 1, можно сделать вывод, что наиболее высокий уровень эффективности затрат отмечается в направлениях деятельности «Эксплуатация нежилого фонда» и «Эксплуатация жилого фонда» (интегральный коэффициент использования мощности равен 0,99 и 0,934 соответственно). Причиной столь высоких характеристик эффективности использования ресурсов является достаточно достоверное прогнозирование и планирование предстоящих работ и связанных с ними

затрат. Направления «Платные услуги населению» и «Прочие услуги» характеризуются значительно более низкими уровнями эффективности использования мощности (0,814 и 0,653 соответственно), так как работы, подлежащие исполнению в рамках данных видов деятельности, практически не подлежат предварительному планированию. В целом по предприятию эффективность использования мощности характеризуется как высокая, о чем говорит величина коэффициента использования мощности, равная 0,916.

Так же как и в случае расходной части энергетического баланса, наибольшей эффективностью характеризуются направления «Эксплуатация нежилого фонда» и «Эксплуатация жилого фонда», величины интегральных коэффициентов использования мощности которых равны 0,989 и 0,949 соответственно. Оставшиеся виды деятельности, «Платные услуги населению» и «Прочие услуги», так же как и в случае с расходной частью энергетического баланса, имеют более низкий коэффициент использования мощности (0,841 и 0,674 соответственно). В целом по предприятию эффективность использования мощности может быть охарактеризована как высокая, о чем говорит величина коэффициента использования мощности, равная 0,931.

Примечателен тот факт, что из рассматриваемых видов деятельности, кроме «Эксплуатации нежилого фонда», интегральный коэффициент использования мощности по приходной части выше, чем для расходной. Данный факт говорит о том, что в ходе оказания данного вида услуг существуют определенные

¹ Здесь и далее используются материалы сайта «Реформа ЖКХ» [10].

Таблица 3

Энергетический баланс по материальным ресурсам, в относительном выражении

Полезная мощность	Затраты полезной энергии				Итого
	Эксплуатация жилого фонда	Эксплуатация нежилого фонда	Платные услуги населению	Прочие услуги	
Всего	1,016	0,999	1,033	1,032	1,016

Таблица 4

Расходная часть энергетического баланса по трудовым ресурсам, человеко · часы/м²

Показатели использования трудовых ресурсов	Эксплуатация жилого фонда	Эксплуатация нежилого фонда	Платные услуги населению	Прочие услуги	Итого
Теоретический расход	162,6090	5,6099	0,5400	0,3200	169,0800
Фактический расход	165,4461	5,6099	0,6600	0,4900	172,2000
Коэффициент интенсивности использования	0,98285	1,00000	0,81400	0,65800	0,98180
Интенсивно используемые мощности, руб.	53 919,53	1860,20	177,50	106,50	56 063,73
Потери мощности во времени, %	7,35	3,70	1,00	2,40	14,45
Полная подводимая мощность, руб.	54 860,28	1860,20	217,97	161,88	57 100,33
Интегральный коэффициент использования мощности	0,911	0,963	0,806	0,642	0,840
Фактическая полезная мощность, руб.	49 956,44	1791,37	175,73	103,94	47 962,52

потери, отнимающие дополнительные ресурсы из системы.

При объединении результатов табл. 1 и табл. 2 составляется энергетический баланс, представленный в табл. 3. В результате анализа соотношений затрат полезной энергии и полезной мощности по каждому из видов деятельности отмечается наиболее высокое соотношение в видах деятельности «Платные услуги населению» и «Прочие услуги» (1,033 и 1,032 соответственно). Эти два направления представляются наиболее перспективными для развития с точки зрения энергоэнтروпийного подхода. По «Эксплуатации жилого фонда» значение рассматриваемого показателя также превышает 1, что говорит об эффективности системы с позиций теории энергоэнтропии. Тем не менее высокий удельный вес и точность в прогнозировании данного вида деятельности оставляют низкий потенциал для развития.

Для направления «Эксплуатация нежилого фонда» соотношение затрат полезной энергии и полезной мощности составляет 0,999. Поэтому оно может быть охарактеризовано как менее эффективное, чем остальные. Предприятию рекомендуется обратить внимание на данное направление деятельности, так как согласно теории ограничений здесь существует риск сокращения «протока», что впоследствии может привести к снижению эффективности системы в целом. Соотношение затрат энергии и полезной мощности в целом по предприятию составляет 1,016. Данный показатель близок по значению к соотношению по «Эксплуатации жилого фонда», который имеет наибольший удельный вес в структуре деятельности предприятия.

В соответствии с анализом расходной части энергетического баланса по трудовым ресурсам (табл. 4) наиболее эффективными направлениями с точки зрения использования полезной мощности являются виды деятельности «Эксплуатации нежилого фонда» и «Эксплуатации жилого фонда» (0,963 и 0,911 соответственно). Эффективность направлений «Платные услуги населению» и «Прочие услуги» при оценке их

с помощью интегрального коэффициента использования мощности ниже (0,814 и 0,653 соответственно), чем у двух других направлений (так же как и в случае материальных ресурсов). В целом по предприятию эффективность использования мощности в разрезе трудовых ресурсов характеризуется как высокая (коэффициент использования мощности равен 0,84). Тем не менее данный показатель ниже, чем аналогичный параметр, рассчитанный для материальных ресурсов.

Анализ данных, представленных в табл. 5, позволяет сделать вывод о сохранении наблюдаемой тенденции, когда виды деятельности, имеющие высокую точность прогнозирования и планирования, имеют более высокую эффективность, чем менее предсказуемые виды деятельности. Однако если в случае с приходной частью баланса по материальным ресурсам лишь «Эксплуатация нежилого фонда» показывала результаты, ниже чем по расходной части, то по трудовым ресурсам фактически все виды деятельности демонстрируют отставание интегральных коэффициентов использования мощности по приходной части от расходной части энергетического баланса. Данный факт говорит о наличии ряда проблем в использовании трудовых ресурсов, несущих угрозу для всей системы. Об этом свидетельствует довольно низкий уровень интегрального коэффициента эффективности использования мощности всего предприятия по приходной части энергетического баланса (0,721).

При составлении энергетического баланса по трудовым ресурсам, представленного в табл. 6, было выявлено серьезное отставание в соотношении затрат полезной энергии и полезной мощности. Фактически использование трудовых ресурсов внутри системы «рассеивается», а потому используется не полностью. Критичным является тот факт, что наибольшие потери в полезном использовании трудовых ресурсов отмечаются в «Эксплуатации жилого фонда», имеющего наибольший удельный вес в структуре деятельности предприятия. Повышение эффектив-

Приходная часть энергетического баланса по трудовым ресурсам, человеко · часы/м²

Показатели использования трудовых ресурсов	Эксплуатация жилого фонда	Эксплуатация нежилого фонда	Платные услуги населению	Прочие услуги	Итого
Теоретический расход	432,16	21,02	9,34	4,67	467,20
Фактический расход	510,14	24,10	12,87	7,43	554,53
Коэффициент интенсивности использования	0,847000000	0,872486656	0,726300000	0,628700000	0,843000000
Интенсивно используемые мощности	143 301,00	7233,16	3398,35	1784,21	155 716,72
Потери мощности во времени, %	7,35	3,70	1,00	2,40	14,45
Полная подводимая мощность	169 155,87	7990,27	4265,92	2463,94	183 876,00
Интегральный коэффициент использования мощности	0,785	0,840	0,719	0,614	0,721
Фактическая полезная мощность	132 768,38	6713,46	3067,42	1512,02	144 061,27

Таблица 6

Энергетический баланс по трудовым ресурсам, в относительном выражении

Полезная мощность	Затраты полезной энергии				Итого
	Эксплуатация жилого фонда	Эксплуатация нежилого фонда	Платные услуги населению	Прочие услуги	
Всего	0,862	0,872	0,892	0,955	0,858

Таблица 7

Расчет энтропии исследуемой организации

Год	Выручка, тыс. руб.	ОПФ, тыс. руб.	Удельный вес полезных материальных затрат	Удельный вес полезных трудовых затрат	Энтропия, тыс. руб.	Энтропия на человека, тыс. руб./чел.
2012	—	10 262	0,7900	0,2100	—	—
2013	78 267,87	9447	0,6500	0,2440	54,81	0,66
2014	83 231,33	9150	0,3020	0,5680	159,38	1,92
2015	92 547,09	8983	0,2576	0,6168	3,83	0,04

ности использования трудовых ресурсов по данному направлению должно являться одним из приоритетных направлений управления на предприятии. Используя терминологию Э.Голдратта, здесь и лежит ограничение в развитии всей системы, снятие которого открывает существенный потенциал роста для системы.

Результаты нашего исследования позволяют сделать вывод о том, что эффективность использования трудовых ресурсов значительно уступает эффективности использования материальных ресурсов. Учитывая характер деятельности, повышение эффективности в части трудовых ресурсов является одним из приоритетных направлений деятельности. Для этого в рассматриваемом периоде были предприняты мероприятия, направленные на рост эффективности использования трудовых ресурсов. В результате увеличилась стоимость использования трудовых ресурсов, но материальные затраты в целом сократились. Показатели энтропии за 2013–2015 гг. представлены в табл. 7.

Из представленных в табл. 7 данных следует, что предпринимавшиеся меры позволили значительно сократить энтропию системы за счет роста качества обслуживания. Рост энтропии в 2014 г. стал результатом как изменений во внешней среде, так и их «усвоения». К 2015 г. изменения были успешно применены, поэтому энтропия в исследуемой системе была снижена; при этом она находится на более

низком уровне, чем в период, предшествовавший изменениям.

С позиции теории ограничений Э.Голдратта происходит расширение параметра T , выраженного в выручке организации. Одновременно возросли показатели I и OE , но темпы их прироста оказались более низкими. Таким образом, изменения, проводимые организацией, являются эффективными. Аналогичным образом на основе открытых источников информации был рассчитан показатель энтропии за рассматриваемый период по рынку. Результаты сравнения представлены на рис. 2.

Из данных, представленных на рис. 2, следует, что организационный тренд изменения энтропии совпадает с системным. В то же время энтропия в организации значительно ниже, чем на рынке, что говорит о более эффективном использовании ею ограниченных ресурсов.

В результате проведенного исследования можно сделать вывод о том, что благодаря энергоэнтропийному подходу к деятельности организации, применяемому в совокупности с теорией ограничений системы, были выявлены проблемы или ограничения, «тормозящие» развитие предприятия. Кроме того, нам удалось установить направления деятельности, создающие потенциал для роста, развитие которых после устранения других ограничений позволит создать новые возможности для развития предприятия.

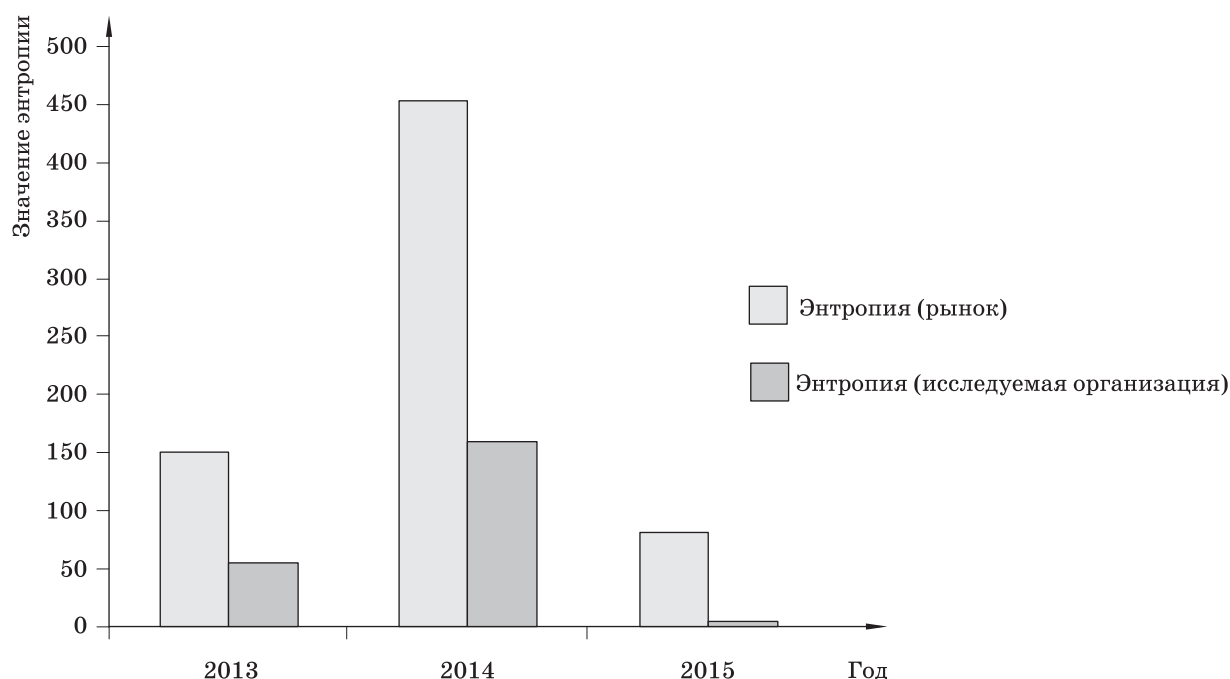


Рис.2. Показатель энтропии по отрасли и в организации

Своевременное выявление и практическое решение проблем, выявленных посредством энергоэнтропийного подхода, представленного в данном исследовании, позволили в значительной степени повысить устойчивость предприятия в условиях неопределенности внешней среды, а также сохранить существующие темпы роста системы.

Таким образом, использование теории энергоэнтропии является перспективным и эффективным инструментом, позволяющим рассмотреть деятельность организации как сложной системы и обеспечить ее устойчивое развитие в условиях неопределенности внешней среды.

Литература

1. Голдратт Э. М., Кокс Дж. Цель: процесс непрерывного улучшения / Пер. с англ. Е. Федурко. Минск: Попурри, 2016. 400 с.
2. Детмер У. Теория ограничений Голдратта. Системный подход к непрерывному совершенствованию / Пер. с англ. У. В. Саламатова. 4-е изд. М.: Альпина Паблишер, 2012. 443 с.
3. Кричевский М. Л. Финансовые риски: Учеб. пособие. М.: КноРус, 2012. 248 с.
4. Глейк Дж. Хаос. Создание новой науки / Пер. с англ. М. С. Нахмансона, Е. С. Барашковой. СПб.: Амфора, 2001. 396 с.
5. Физическая энциклопедия в пяти томах / Под ред. А. М. Прохорова. М.: Сов. энцикл., 1988.
6. Большой энциклопедический словарь / Под ред. А. М. Прохорова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Большая Рос. энцикл., 1998. 1456 с.
7. Кузнецов П. Г. Искусственный интеллект и разум человеческой популяции: [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://lib.uni-dubna.ru/search/files/ur_kuz_razum/~ur_kuz_razum.htm.
8. Голубенцев А. Н. Термодинамика процесса производства. Киев: Техника, 1969. 160 с.

9. Маркс К. Капитал: критика политической экономии / Под ред. М. В. Трушкова. М.: Эксмо, 2011. 1200 с.
10. Реформа ЖКХ: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.reformagkh.ru/>.

References

1. Goldratt E. M., Cox J. *The goal: A process of ongoing improvement*. Great Barrington, North River Press Publ., 2014. 362 p. (Russ. ed.: Goldratt E. M., Koks Dzh. *Tsel': protsess nepreryvnogo uluchsheniya*. Minsk, Popurri Publ., 2016. 400 p.).
2. Detmer W. *Goldratt's theory of constraints: A systems approach to continuous improvement*. Milwaukee, WI, ASQ Quality Press Publ., 1997. 378 p. (Russ. ed.: Detmer U. *Teoriya ogranicheniy Goldratta. Sistemnyy podkhod k nepreryvnomu sovershenstvovaniyu*. Moscow, Al'pina Publ., 2012. 443 p.).
3. Krichevskiy M. L. *Finansovye riski* [Financial risks]. Moscow, KnoRus Publ., 2012. 248 p.
4. Gleick J. *Chaos. Making a new science*. New York, Penguin Books Publ., 2000. 384 p. (Russ. ed.: Gleyk Dzh. *Khaos. Sozdanie novoy nauki*. St. Petersburg, Amfora Publ., 2001. 396 p.).
5. Prokhorov A. M., ed. *Fizicheskaya entsiklopediya v 5-ti t.* [Physical encyclopedia in 5 vols.]. Moscow, Soviet Encyclopedia Publ., 1988.
6. Prokhorov A. M., ed. *Bol'shoy entsiklopedicheskiy slovar'* [Great encyclopedic dictionary]. Moscow, Great Russian Encyclopedia Publ., 1998. 1456 p.
7. Kuznetsov P. G. *Artificial intelligence and the mind of the human population*. Available at: http://lib.uni-dubna.ru/search/files/ur_kuz_razum/~ur_kuz_razum.htm. (in Russ.).
8. Golubentsev A. N. *Termodinamika protsessa proizvodstva* [Thermodynamics of the production process]. Kiev, Tekhnika Publ., 1969. 160 p.
9. Marx K. *Kapital: kritika politicheskoy ekonomii* [Capital: A critique of political economy]. Moscow, Eksmo Publ., 2011. 1200 p.
10. *The website "Housing and Communal Services Reform"*. Available at: <https://www.reformagkh.ru/>. (in Russ.).