

РАЗДЕЛ 3: ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Научная статья
Original article

Статистическое оценивание знаний в анализе экономической динамики и устойчивости промышленного предприятия

Чупров С.В.

Байкальский государственный университет, Иркутск, Россия
Автор-корреспондент: ChuprovSV@yandex.ru

Аннотация: Реалии становления и развития экономики знаний логично подводят к необходимости углубленного исследования природы и свойств информации в экономических системах. Приоритетное значение информационного ресурса и знаний в деятельности промышленных предприятий определяется как перспективами освоения наукоемкой продукции и ее конкурентоспособностью на мировом и отечественном рынках, так и стремлением к обеспечению устойчивой работы предприятия в высоко возмущенной бизнес-среде. С поиском и анализом зависимостей протекающих в них производственных и финансово-экономических процессов от управляющей информации раскрывается системное взаимодействие ресурсов предприятия и динамика ключевых показателей деятельности промышленных предприятий. Основанная на воззрениях и формализмах термодинамики, статистической физики и теории информации, концепция В.А. Трапезникова в отношении нелинейной (экспоненциальной) экономической динамики деятельности предприятия находит свое развитие в модельных отображениях ее зависимости от количества накопленной на предприятии управляющей информации. В рамках аналитики статистического оценивания этой динамики интерпретируется математическое выражение связи количества управляющей информации с неопределенностью (энтропией) функционирования предприятия и достигнутыми на нем эффектом и уровнем знаний, пропорциональным показателям производительности труда (по чистой продукции) и фондоотдачи предприятия. Излагается условие устойчивости показателя эффекта деятельности предприятия, обеспечиваемое соответствующим количеством поступившей в него управляющей информации. Наряду с этим представлена модель зависимости финансово-экономических показателей работы предприятия от количества накопленной на нем управляющей информации и обосновано математическое условие для диапазона варьирования уровня знаний промышленных предприятий.

Ключевые слова: знание, информация, модель, промышленность, устойчивость, финансово-экономические показатели, энтропия.

Для цитирования: Чупров С.В. Статистическое оценивание знаний в анализе экономической динамики и устойчивости промышленного предприятия. Умная цифровая экономика. 2023. Т.3, №2, с. 123-134

Statistical assessment of knowledge in analysis economic dynamics and stability of an industrial enterprise

Chuprov S.V.

Baikal State University, Irkutsk, Russia

Corresponding author: ChuprovSV@yandex.ru.

Abstract: The realities of the formation and development of the knowledge economy logically lead to the need for an in-depth study of the nature and properties of information in economic systems. The priority importance of the information resource and knowledge in the activities of industrial enterprises is determined both by the prospects for the development of high-tech products and their competitiveness in the global and domestic markets, and by the desire to ensure the stable operation of the enterprise in a highly disturbed business environment. With the search and analysis of the dependences of the production and financial and economic processes occurring in them on control information, the systemic interaction of enterprise resources and the dynamics of key performance indicators of industrial enterprises are revealed. Based on the views and formalisms of thermodynamics, statistical physics and information theory, the concept of V.A. Trapeznikov in relation to the non-linear (exponential) economic dynamics of the enterprise's activity finds its development in model representations of its dependence on the amount of control information accumulated at the enterprise. As part of the analytics of the statistical evaluation of this dynamics, a mathematical expression is interpreted for the relationship between the amount of control information and the uncertainty (entropy) of the operation of the enterprise and the effect and level of knowledge achieved on it, which are proportional to the indicators of labor productivity (in terms of net output) and the return on assets of the enterprise. The condition for the stability of the indicator of the effect of the enterprise's activity, provided by the corresponding amount of control information received by it, is stated. Along with this, a model is presented for the dependence of the financial and economic indicators of an enterprise on the amount of control information accumulated on it, and a mathematical condition is substantiated for the range of variation in the level of knowledge of industrial enterprises.

Keywords: knowledge, information, model, industry, stability, financial and economic indicators, entropy.

For citation: Chuprov S.V. Statistical assessment of knowledge in the analysis of economic dynamics and stability of an industrial enterprise. Smart digital economy. 2023. Vol. 3, №2, p. 123-134

Введение

Гармонизация финансово-экономических процессов в промышленности находится под нарастающим влиянием потока информации, ресурс которой становится главенствующим для обеспечения благоприятных условий их устойчивости и укрепления конкурентных позиций. Переживаемые российской индустрией институциональные трансформации под напором мощного потока деструктивных и инновационных возмущений побуждают исследовать не только характер и доминирующие тенденции бизнес-среды, но и формировать механизм адаптивного управления отечественных предприятий. При этом ускоряющийся темп изменения бизнес-среды и овладение инструментарием управления развитием предприятий в глобализирующемся мире резонно фокусируют внимание менеджеров на аналитике экономической динамики, повышении эффективности и устойчивости деятельности предприятий в осуществляемой ими инновационной модернизации.



Актуальность осмысления и статистического оценивания информационного и финансово-экономического взаимодействия в деятельности предприятия возрастает еще больше, если признать, то обстоятельство, что зависимость эффективной и платежеспособной деятельности предприятий от объема накопленной информации и уровня знаний еще не нашла углубленной теоретической и методологической проработки. Тем выше значимость публикуемых научных результатов как в концептуальном, так и прикладном аспектах, для познания нелинейной природы и экономической динамики функционирования промышленных предприятий в контексте адаптивного управления ими с целеполаганием инновационного развития.

Постановка проблемы

Современная экономика знаний формируется в пространстве мировых вызовов и угроз, насыщаемом бурным потоком технологических инноваций, кардинально преобразующих облик индустриальных производств. Отягощающие и мотивирующие возмущения возбуждают бизнес-среду и диктуют необходимость коренной модернизации хозяйственных структур и широкого освоения наукоемких средств изготовления промышленной продукции и оказания услуг. Организационно-управленческие и конструкторско-технологические нововведения ныне не только определяют конкурентоспособность производимой продукции, но и с наращиванием информационного и инновационного ресурсов предприятий повышают устойчивость их деятельности в возмущенной конкурентной среде

Всемерное использование и вовлечение знаний в контуры управления и производственные процессы объективно и не встречало каких-либо принципиальных возражений, поскольку служили революционизирующему воздействию на смену поколений технической базы предприятия, информационно-интеллектуальную среды и алгоритмизацию эвристических моделей управления предприятиями. Ведь и прогрессивность технологических способов производства изделий и оказания услуг, и совершенство управленческих решений в конечном счете определяется заключенной в них ценной информацией. Вместе с тем безальтернативный вектор на продвижение драйверов инновационной экономики нуждается в развитии теоретико-методологических инструментов анализа динамики функционирования промышленного предприятия под углом зрения влияния информации и знаний на эффективность и устойчивость его деятельности.

Цель и задачи исследования

Замысел проводимого исследования состоит в выяснении природы информационного воздействия на функционирование промышленного предприятия, проведении анализа и статистического оценивания влияния уровня знаний на экономическую динамику и устойчивость его деятельности, достижимый с выполнением следующих задач:

1. Симбиоза комплементарных экономических и естественно-научных концепций для обоснования аналитического инструментария интерпретации и оценивания энтропийно-информационного влияния на показатели деятельности промышленного предприятия;

2. Формализации и проведения анализа модельного отображения статистической зависимости эффекта функционирования промышленного предприятия от величины располагаемого им информационного ресурса;

3. Поиска и оценивания статистической связи управляющей информации в экономической системе промышленного предприятия с уровнем совершенства управления этой системой;

4. Аргументации статистического условия устойчивости величины эффекта деятельности промышленного предприятия с позиций введенного в него количества управляющей информации;

5. Построения и толкования модели экономической динамики и финансовой устойчивости промышленного предприятия в зависимости от его уровня знаний и фиксирования границ изменения последнего.

Методы

Методологическое подспорье в решении сформулированных задач составили методы эволюционной экономики, инновационного и производственного менеджмента в логичном синтезе с научными воззрениями физических и кибернетических учений.

Свои постулаты теория информации черпает из фундаментальных представлений и аналитического аппарата термодинамики и статистической физики о поведении макроскопических физических систем, которые находятся в состоянии равновесия и переходят из него в другие состояния. Основополагающими исследованиями Р. Клаузиуса [1], Л. Больцмана [1], Дж. Гиббса [2], М. Смолуховского [1] создавалась и развивалась наука о природе и законах термодинамических процессов, достаточно универсальных для широкого класса систем. Динамическая картина их характеризуется мерой вероятности какого-либо состояния макроскопической системы, или ее энтропией. В частности, предоставленная самой себе закрытая система с течением времени необратимо приходит к равновесному состоянию с максимальной энтропией. Энтропийное толкование поведения систем в последующем прочно вошло в научный обиход не только физиков, но и их коллег, занятых изучением динамических процессов социоэкономических систем.

Обсуждение и результаты

Логичная взаимосвязь энтропии, организованности и количества информации в системе была подвергнута анализу классиками кибернетики. Как количество информации в системе, полагал Н. Винер, есть мера ее организованности, тогда как энтропия системы есть мера ее дезорганизованности [7, с. 56]. Такую трактовку атрибутов динамической системы нашли правдоподобной и успешно развивали в своих трудах Л. фон Берталанфи [2], С. Бир [4], Л. Бриллюэн [5], К. Шеннон [9], У. Эшби [10] и др.

Статистическая физика не только связала энтропию системы с вероятностью ее макроскопического состояния, но и учитывает флуктуации, при которых системы переходят из более вероятных состояний в менее вероятные, когда энтропия системы уменьшается [11, с. 904]. Приведенное толкование энтропии послужило введению понятия информационной



энтропии как оценки неопределенности сообщения, описываемых множеством величин с соответствующими вероятностями их появления в нем.

В теории информации К. Шеннона [9] каналы коммуникаций стохастичны и также могут отличаться неопределенностью поведения, и ее снижение воспринимается добыванием информации о функционировании системы. Тем самым если исходная энтропия H^* системы в процессе наблюдения за ней уменьшается до величины H , количество извлекаемой при этом информации I равно разности между ними:

$$H^* - H = I$$

Для экономической системы с присущей ей в той или иной степени неупорядоченностью поведения (сбои в поставках или перемещении ресурсов, отказы оборудования, рассогласование действий персонала, нарушение исполнительской дисциплины, простои, технологический брак и т.п.) насыщение управляющей информацией способно нейтрализовать или купировать помехи, погашает аномальные возмущения и потому повышает координацию деятельности персонала и ведет к увеличению эффекта функционирования системы.

Известно, что в воззрениях статистической физики многоэлементная система подвержена влиянию хаотических процессов, вследствие чего ее поведение подчинено вероятностным закономерностям и описывается в терминах энтропийного языка. Перенос этого постулата на класс экономических систем дает возможность соотнести свойственные им в той или иной мере энтропию и неупорядоченность с эффектом поведения этих систем. При этом искомая формализация причинно-следственной связи эффекта с неупорядоченностью функционирования этих систем аргументирована В.А. Трапезниковым [7] и выражается экспоненциальной зависимостью эффекта экономической системы (управляемого комплекса) от введенной в нее управляющей информации, поступление которой нацелено на вытеснение энтропии и подавление неупорядоченности, свойственной процессам экономических систем:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\max} \left[1 - B_0 e^{-\frac{I}{I_0}} \right], \quad (1)$$

где \mathcal{E} – эффект функционирующей экономической системы; \mathcal{E}_{\max} – эффект идеально функционирующей этой системы (предельно возможный эффект); B_0 – неупорядоченность экономической системы в исходном состоянии; I_0 – количество информации, характерное для данной системы; I – количество управляющей информации (часть информации i вводится человеком-оператором) в этой экономической системе.

Визуализирует статистическую зависимость эффекта \mathcal{E} функционирования экономической системы от количества введенной в нее управляющей информации (1) график кривой на рис. 1.

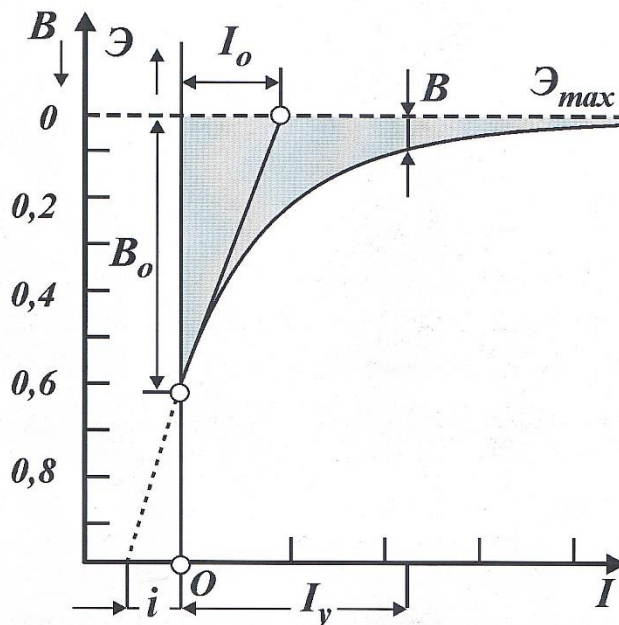


Рисунок 1 - Эффект экономической системы в зависимости от количества поступившей в нее управляющей информации [7, с. 8]

Экспоненциальная зависимость эффекта функционирования экономической системы (производительность, доход предприятия и др.) от количества поступившей в нее управляющей информации констатирует существенную особенность экономической динамики деятельности промышленного предприятия с разными темпами прироста эффекта. Сначала он почти пропорционален количеству введенной информации, но после области наибольшей кривизны экспоненты быстро и монотонно падает, и поэтому уровень эффекта в зоне его малых значений требует меньше приращения управляющей информации, в отличие от поля больших величин. Причем, с приближением уровня эффекта к предельно

\mathcal{E}

возможному ($\mathcal{E} \rightarrow \mathcal{E}_{max}$ или $\mathcal{E}_{max} \rightarrow 1$) количество необходимой дополнительно вводимой управляющей информации на предприятии стремительно возрастает, чем оправдывает взвешенный подход к уменьшению энтропии в деятельности промышленного предприятия и вложениям ресурсов в реализацию проекта максимизации эффекта его деятельности.

В развитие этого нетривиального вывода найдем статистическое условие устойчивости показателя эффекта, имея в виду изменение его величины в фиксированном и некритичном диапазоне при действии на предприятие дестабилизирующих его функционирование помех.

Примем, что относительному показателю $\frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_{\max}}$ будет свойственна устойчивость, если величина этой дроби вопреки влиянию вредных возмущений остается в допустимом интервале значений от нижней $K_{\mathcal{E}}^H$ до верхней $K_{\mathcal{E}}^G$ границы.

С преобразованием формулы (1) находим искомое статистическое условие устойчивости показателя эффекта деятельности предприятия [12]:

$$\ln(1 - K_{\mathcal{E}}^H)^{-1} \leq \frac{I}{I_0} \leq \ln(1 - K_{\mathcal{E}}^G)^{-1}.$$

Из этого неравенства вытекает ожидаемая нелинейная экономическая динамика: обеспечение устойчивости величины эффекта в области его малых значений является менее ресурсоемким, чем в области больших значений. Например, сравнивая диапазоны одинаковой длины, но в различающихся точках числовой оси, убеждаемся, что при переходе от

допустимого диапазона $0,4 \div 0,5$ (при $0,4 \leq \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_{\max}} \leq 0,5$) к «дальнему» диапазону $0,8 \div 0,9$, требуется обеспечить ввод на предприятие количество управляющей информации более, чем в 3 раза (для нижних пределов в 3,16 и верхних пределов 3,33 раза). А это влечет за собой привлечение дополнительных ресурсов для сбора, передачи, обработки и хранения массивов информации, усложнение системы управления предприятием с оснащением ее инновационными компьютерными технологиями.

Опираясь на относительной величиной экономического эффекта $\frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_{\max}}$, резюмируем, что по ней можно судить о степени погашения помех, повышения упорядоченности (снижения энтропии) в функционировании промышленного предприятия, а стало быть, достигнутом

качестве его менеджмента. В концепции В.А. Трапезникова отношение $\frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_{\max}}$ определяется количеством вводимой управляющей информации, ее полезностью и оценивает уровень совершенства управления предприятием Y_u [7, с. 51]. Отражая по этим соображениям результативность деятельности его руководящего персонала, принимается, что

$$Y_u = \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_{\max}}$$

Теперь формализуем зависимость количества управляющей информации I в экономической системе от уровня совершенства управления им Y_u [12]. Опуская математические выкладки, приведу окончательный вид формулы:

$$I = I_0 \ln \left(\frac{B_0}{1 - Y_y} \right), \quad (2)$$

где B_0 – неупорядоченность экономической системы в исходном состоянии.

Полученное равенство (2) иллюстрирует график на рис. 2, отображающий нелинейную связь между количеством управляющей информации в экономической системе и уровнем совершенства управления ею.

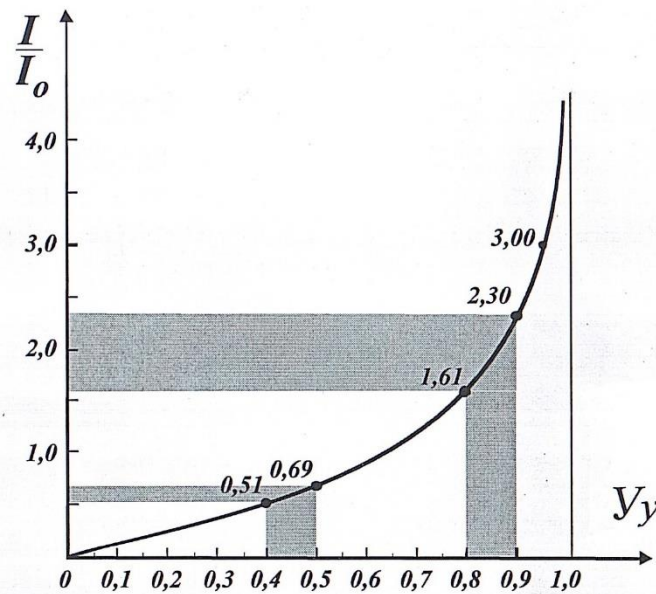


Рисунок 2 - Зависимость между относительными величинами количества управляющей информации в экономической системе и уровнем совершенства управления этой системой

С точки зрения анализа экономической динамики подтверждено: количество вводимой в экономическую систему информации I логарифмически связано с ее неупорядоченностью B_0 и уровнем совершенства управления Y_y этой системой. В стремлении обеспечить повышение уровня Y_y проще добиться увеличения I , если неупорядоченность системы B_0 достаточно низкая. И наоборот, когда B_0 довольно велика, сложнее наращивать уровень Y_y , поскольку для снижения энтропии требуется наращивать количество информации I .

По расчетам автора, по формуле (2), если количество управляющей информации I в экономической системе равно первоначальной I_0 , то при исходной неупорядоченности $B_0 =$

0,50 уровень совершенства управления $Y_u = 0,82$, а при более высокой неупорядоченности $B_0 = 0,75$ величина Y_u ниже ($Y_u = 0,72$). С ростом количества управляющей информации I расхождение между значениями Y_u при различных B_0 уменьшается. Так, если в экономической системе количество управляющей информации I в 5 раз больше, чем было до ее поступления ($I = 5 I_0$), то при прежних B_0 (0,50 и 0,75) величины Y_u совпадают до сотых значений (0,99).

Между тем очевидно, что успешная финансово-экономическая деятельность промышленного предприятия опирается не только на циркулирующую управляющую информацию, но и на компетентное применение накопленных обществом знаний, материализованных в технической базе (конструкции машин, агрегатов, аппаратуры, их комплексов и т.д.) и технологии предприятия, которые определяют уровень совершенства системы Y_c . Чем больше современных наукоемких конструктивно-технологических решений воплощено в производственном оборудовании предприятия, тем выше его возможности в изготовлении конкурентоспособной продукции, адаптивность и устойчивость в бизнес-среде. Агрегированный показатель, объединяющий уровни Y_u и Y_c , по В.А. Трапезникову характеризует уровень используемых знаний и умения, или коротко, уровень знаний Y и математически есть произведение $Y = Y_u Y_c$ [7, с. 25, 51].

В этом теоретическом подходе на уровне знаний Y сказывается влияние трудовых (квалификации и умений работников), социально-психологических (целеустремленности, настойчивости работающих, дисциплинированности и др.) факторов. В формальном отношении величина Y пропорциональна произведению показателей производительности труда ПТч, измеренному по выработанному чистому продукту, и фондоотдачи Φ [7, с. 25-26, 36-37]. Поскольку введенный в формулу определения Y коэффициент, учитывающий отраслевые условия, для экономики страны и большинства отраслей принимается равным 1,0 [7, с. 27], можно записать выражение для расчета уровня знаний: $Y = \text{ПТч}\Phi$ (руб./чел.).

Теперь сконцентрируем внимание на формализации и анализе статистической связи уровня знаний, накопленных в экономической системе промышленного предприятия, с его характеристиками эффективности работы и финансовой устойчивости, что позволяет обнаружить примечательную экономическую динамику деятельности предприятия.

Для этого воспользуемся предложенной моделью зависимости одного из основных показателей финансовой устойчивости предприятия – его коэффициента автономии от ряда показателей функционирования предприятия [12]:

$$K_{c.c} = Y \frac{K_{o.\phi}}{ПТ_ч Э_{c.c}},$$

где $K_{c.c}$ – коэффициент автономии,

Y – уровень знаний на предприятии,

$K_{o.\phi}$ – удельный вес основных производственных фондов и нормируемых оборотных средств в стоимости имущества предприятия,

$ПТ_ч$ – производительность труда по чистой продукции,

$Э_{c.c}$ – эффективность (оборачиваемость) собственных средств предприятия (отношение выручки от реализации продукции к стоимости собственных средств предприятия).

Несмотря на прямую зависимость коэффициента автономии $K_{c.c}$ от уровня знаний Y , в действительности тенденция изменения их величин носила преимущественно противоположный характер (лишь изредка они имели однонаправленное изменение) ввиду того, что прирост производительности труда $ПТ_ч$ был весьма ощутимым и сопровождался сравнительно низкой неравномерностью показателей эффективности (оборачиваемости) собственных средств $Э_{c.c}$ и доли основных производственных фондов и нормируемых оборотных средств $K_{o.\phi}$. При этом показатели $ПТ_ч$ и $Э_{c.c}$ испытывали положительное воздействие повышения уровня знаний Y (насыщения управляющей информацией как следствия наращивания технических средств и программных продуктов для целей управления) системы управления предприятием, а $K_{c.c}$ – сдерживающее влияние накопления краткосрочных пассивов.

Наряду с этим для уточнения динамики величины уровня знаний Y уместен вопрос и о том, в каких пределах он варьирует. С учетом того, что по определению величины коэффициентов $K_{c.c} \leq 1,0$ и $K_{o.\phi} \leq 1,0$ ограничены единицей, несложные математические преобразования приводят к неравенству, которое фиксирует пределы изменения уровня знаний Y [12]:

$$K_{c.c} ПТ_ч Э_{c.c} \leq Y \leq \frac{ПТ_ч Э_{c.c}}{K_{o.\phi}}.$$

По нему видно, что при достигнутых значениях $ПТ_ч$ и $Э_{с.с}$ нижняя граница уровня знаний $У$ на промышленном предприятии определяется коэффициентом $K_{с.с}$, а верхняя граница – коэффициентом $K_{о.ф}$. Тем самым характеристика финансовой устойчивости предприятия $K_{с.с}$, обобщающая результативность управленческой деятельности, структуру и отдачу ресурсов предприятия, задает минимум уровня знаний $У$. В то же время его максимум лимитируется коэффициентом $K_{о.ф}$, при этом, чем он меньше, тем дальше отодвигается верхняя граница величины $У$ и расширяется диапазон для наращивания уровня знаний. Тем самым благодаря умелому управлению и наполнению полезной информацией промышленному предприятию удастся повысить эффект своей деятельности при снижающейся доли основных производственных фондов и нормируемых оборотных средств, выражаемых коэффициентом $K_{о.ф}$.

Заключение

Феномены глобальных вызовов и угроз в среде стремительного развития высокотехнологичного производства порождают в пространстве национальных экономик неординарные динамичные процессы, обязывающие адаптировать промышленные предприятия к ошеломительным возмущениям окружения. Ввиду этого встраивание их в инновационную экономику и обретение устойчивости востребовали как поиск и внедрение новейших производственных и управленческих технологий, так и широкое применение в экономических исследованиях симбиоза естественных и общественных областей науки.

Откликом на возрастающее влияние информационного ресурса и продуцирования знаний на повышение конкурентоспособности и эффективности деятельности промышленных предприятий стали обращение к системным парадигмам и применению универсальных закономерностей поведения макроскопических структур. Раскрывая особенности экономической динамики предприятий, они обогащают теоретические представления, методы и модели анализа и информационного обеспечения эффекта функционирования предприятия. Привлекая воззрения и аналитику термодинамики, статистической физики, кибернетики и теории информации, удастся придать энтропийную интерпретацию информационному ресурсу предприятия и развивать концепцию В.А. Трапезникова о взаимосвязи энтропии, информации, уровня знаний и эффекта функционирования экономической системы предприятия.

Аналитическая ценность предложенных в статье подхода и модельных построений состоит в том, что они позволяют оценить меру и понять природу влияния информационного ресурса и уровня знаний на экономическую динамику и устойчивость эффективной деятельности промышленного предприятия.

Список литературы

1. Больцман Л. Статьи и речи / Л. Больцман. — М. : Наука, 1970. — 406 с.
2. Гиббс Дж. В. Термодинамика. Статистическая механика / Дж. В. Гиббс. — М. : Наука, 1982. — 584 с.
3. Бергаланфи Л. фон. Общая теория систем – обзор проблем и результатов / Л. фон Бергаланфи // Системные исследования. Ежегодник. – М. : Наука, 1969. – С. 30-54.
4. Бир С. Кибернетика и управление производством / С. Бир. : пер. с англ. В. Я. Алтаева ; под ред. А. Б. Челюсткина ; с предисл. А. И. Берга. – 2-е изд. , доп. – М. : Наука, 1965. – 391 с.
5. Бриллюэн Л. Научная неопределенность и информация : пер. с англ. / Л. Бриллюэн. – М. : Мир, 1966. – 271 с.
6. Второе начало термодинамики / С. Карно, У. Томсон (лорд Кельвин), Р. Клаузиус, Л. Больцман, М. Смолуховский ; под ред. А. К. Тимирязева. — 2-е изд. — М. : Изд-во ЛКИ, 2007. — 312 с.
7. Винер Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине : пер. с англ. / Н. Винер. – 2-е изд. – М. : Наука, 1983. – 341 с.
8. Трапезников В. А. Управление и научно-технический прогресс / В. А. Трапезников. — М. : Наука, 1983. — 224 с.
9. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике : пер. с англ. / К. Шеннон. – М. : Изд-во иностр. лит., 1963. – 829 с.
10. Эшби У. Р. Введение в кибернетику : пер. с англ. / У. Р. Эшби. — М. : Изд-во иностр. лит., 1959. — 432 с.
11. Физический энциклопедический словарь / Гл. ред. А. М. Прохоров. – М. : Сов. энциклопедия, 1983. – 928 с.
12. Chuprov S.V. Knowledge in the model of dynamics and stability of an industrial enterprise. Northern Sustainable Development Forum 2020SHS. Web of Conferences. 2021, 112.00034.

