

УДК 621.347.3

МЕТОД АНАЛОГИЙ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ЭКОНОМИКЕ ПРЕДПРИЯТИЙ

¹Портнов В.С., ²Юров В.М., ¹Турсунбаева А.К., ¹Маусымбаева А.Д., ¹Сергеев В.Я.

¹Карагандинский государственный технический университет,

Караганда, e-mail: *emo@kstu.kz*;

²Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова,

Караганда, e-mail: *exciton@list.ru*

В работе рассматриваются вопросы по использованию методов аналогии и термодинамики в экономике. Такой подход может быть использован для анализа и диагностики финансово-хозяйственной деятельности предприятия. С ростом базисного ресурса растет и связанный капитал. Он уменьшается при повышении цен на рынке. Чем больше связанный капитал, тем больше экономические потери (издержки) предприятия. Они уменьшаются с увеличением времени функционирования предприятия.

Ключевые слова: метод аналогий, термодинамика, экономика

METHOD OF ANALOGIES AND THE THERMODYNAMIC APPROACH TO A BUSINESS ECONOMICS

¹Portnov V.S., ²Yurov V.M., ¹Tursunbayeva A.K., ¹Maussymbayeva A.D., ¹Sergeyev V.Y.

¹Karaganda state technical university, Karaganda;

²Karaganda state university of E.A. Buketov, Karaganda, e-mail: *aliya_maussym@mail.ru*

In work questions on use of methods of analogy and thermodynamics in economy are considered. Such approach can be used for the analysis and diagnostics of financial and economic activity of the enterprise. With growth of a basic resource grows and the connected capital. It decreases at increase of the prices in the market. The more the connected capital, the more economic losses of the enterprise. They decrease with increase in time of functioning of the enterprise.

Keywords: method of analogies, thermodynamics, economy

Тенденция возникновения интегрирующих научных направлений на стыке уже устоявшихся наук, возникла достаточно давно. Существует множество примеров взаимопроникновения наук на стыках физика-химия, химия-биология, биология-медицина и т.д.

Междисциплинарный подход всегда имеет место, как в естественных, так и в гуманитарных науках, потому что практически любая серьезная научная проблема – комплексная и требует привлечения специалистов из множества областей.

Одно из последних интегрирующих направлений – синергетика, возникшая в конце XX века, изучает процессы самоорганизации, устойчивости и распада структур различной природы, формирующихся в системах, далеких от равновесия. Эти процессы характерны как для живой, так и неживой природы.

Существуют чрезвычайно простые и универсальные законы функционирования и развития физического мира. Выявление таких законов позволит создать метод для осуществления интеграции науки.

Перспективу интеграции научных знаний в последнее время связывают с методом аналогий, строгое обоснование которого еще не осуществлено.

В настоящей работе мы рассмотрим метод аналогий с примерами из физики и техники. Затем мы рассмотрим аналогию между термодинамикой и экономической и предложим термодинамический подход к решению экономических задач, стоящих перед предприятиями.

Поля – аналоги

В физике существует значительное количество примеров успешного использования метода аналогий. Дж. Максвелл [1] сопоставил созданную им классическую теорию электромагнетизма с гидродинамикой несжимаемых жидкостей и подчеркнул значение такого подхода в науке: «Для составления физических представлений следует освоиться с существованием физических аналогий. Под физической аналогией я понимаю то частное сходство между законами двух каких-нибудь областей науки, благодаря которому одна из них является иллюстрацией для другой».

Во многих областях техники и физики встречаются явления, представляющие собой прямые аналоги процессов в электрическом и магнитном поле.

Более 30 лет назад была начата работа, которая привела к возникновению еще одного крупного междисциплинарного на-

правления в геологии – электрогеохимии. Это направление сформировалось на стыках термодинамики и электрохимии, частично физики твердого тела, физики поверхностных явлений, учении о сорбции,

адгезии и катализе и многих других дисциплин, включая геологические.

В табл. 1 показана аналогия, существующая между величинами в различных скалярных потенциальных полях [2].

Таблица 1

Аналогия между величинами в потенциальных полях

| Параметр | Электростатическое поле | Электрического тока поле | Магнитостатическое поле | Тепловое поле |
|--|--|---------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Потенциал | Потенциал U | Потенциал U | Потенциал Ω | Температура T |
| Градиент | Напряженность электрического поля E | Напряженность электрического поля E | Напряженность магнитного поля H | Градиент температуры $grad T$ |
| Постоянная, характеризующая свойства среды | Диэлектрическая проницаемость ϵ | Электрическая проводимость σ | Магнитная проницаемость μ | Температуропроводность a |
| Плотность потока | Электрическое смещение D | Плотность тока j | Магнитная индукция B | Плотность теплового потока q |
| Интенсивность источника | Плотность заряда ρ_e | Плотность тока j | Плотность магнитной массы ρ_m | Плотность источника тепла Q |
| Проводимость поля | Емкость C | Электрическая проводимость G | Магнитная проводимость Λ | Тепловая проводимость |

В табл. 2 представлена аналогия между электрическими и акустическими переменными и параметрами [3].

Таблица 2

Аналогия между электрическими и акустическими переменными и параметрами

| Электрическая система | Акустическая система |
|-----------------------|-------------------------------------|
| Напряжение U | Давление P |
| Ток I | Скорость частиц v |
| Заряд e | Смещение u |
| Индуктивность L | Плотность среды ρ |
| Емкость C | Акустическая емкость $C_A = 1/\tau$ |
| Сопротивление R | Акустическое сопротивление R_A |

И таких примеров можно привести множество. Частным случаем метода аналогий является теория подобия, развитая академиком Л.И. Седовым [4].

Термодинамика и экономика

В последние годы число работ по использованию методов термодинамики в экономике начало резко возрастать. Как отмечают швейцарские ученые А. Краузе и Р. Райхлин: «Сходство между макроэкономикой и термодинамикой поражает. Перспектива использования достижений термодинамики в исследованиях по экономике представляется многообещающей. Успех применения

термодинамики в других, находящихся за пределами физики областях, таких как теория информации или биология, демонстрирует применимость термодинамики в другой области, при условии что базовые понятия последней строго определены» [5].

В работах Меркулова В.И. (Новосибирск) делается попытка воспользоваться методами термодинамики применительно к экономическим процессам. При этом он отмечает, что появляется возможность не только описать и глубже понять известные экономические процессы, но и получить для них количественные зависимости, допускающие более широкое применение [6]. Академик РАЕН В.М. Сергеев публикует монографию: «Пределы рациональности. Термодинамический подход к проблеме экономического равновесия» [7]. Публикуются статьи, монографии, уже защищаются кандидатские и докторские диссертации.

Вернемся теперь к методу аналогий. В работе А. Краузе и Р. Райхлина предлагается следующая аналогия между термодинамикой и экономикой (табл. 3).

В монографии А.М. Цирлина [8] приводится аналогия между термодинамикой и микроэкономической системой (табл. 4).

Различия между табл. 3 и 4 связаны: во-первых, с различием между макроэкономической и микроэкономической системами; во-вторых, с различным подходом при выявлении аналогий. А. Краузе и Р. Райхлин исходили в своих рассуждениях из цикла Карно, а А.М. Цирлин – из второго начала термодинамики.

Таблица 3
Сравнение понятий термодинамики
и экономики

| Термодинамика | Экономика |
|---------------|---|
| Энергия | Потенциальные материальные приобретения |
| Энтропия | Вариативность материальных приобретений |
| Температура | Размер потенциальных материальных приобретений |
| Давление | Готовность индивидов к разработке потенциальных материальных приобретений |
| Сила | Индивиды, стремящиеся к материальным приобретениям |
| Работа | Реализованные материальные приобретения |
| Тепло | Потери при распределении |

Однако, как и в случае аналогии между потенциальными полями (см. табл. 1),

можно провести такую же аналогию и для табл. 3 и 4.

Используя данные табл. 1 и 4 мы можем построить следующую аналогию между полем электрического тока, термодинамикой и микроэкономикой (табл. 6).

Табл. 6 может быть использована для анализа и диагностики финансово-хозяйственной деятельности предприятия. В частности, базисный ресурс пропорционален квадрату цены товара, а не просто цене, как это обычно учитывается при подсчета имеющихся ресурсов предприятия.

Цена периодически изменяется, но конечно по более сложному закону, чем это показано в табл. 6. С ростом базисного ресурса растет и связанный капитал. Он уменьшается при повышении цен на рынке. Чем больше связанный капитал, тем больше экономические потери (издержки) предприятия. Они уменьшаются с увеличением времени функционирования предприятия.

Таблица 4
Аналогии между термодинамическими и микроэкономическими системами
и характеризующими их переменными

| Термодинамическая система | | Микроэкономическая система | |
|------------------------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------|
| Название | Обозначение | Название | Обозначение |
| Резервуар (обратимый теплообмен) | T_1 | Экономический резервуар | p_1 |
| Резервуар (необратимый теплообмен) | $q = \alpha(T - T_1)$ | Монопольный рынок | $n = \alpha(c - p)$ |
| Количество вещества | N | Запас ресурса | N |
| Химический потенциал | $H(N)$ | ЭА, оценка ресурса | $p(N)$ |
| Тепловая машина, температура | $T(t)$ | Цена | $c(t)$ |
| Свободная энергия, работа | A | Базисный ресурс | M |
| Работоспособность системы | E | Прибыльность системы | E |
| Энтропия системы | S | Связанный капитал | F |
| Производство энтропии | σ | Диссипация капитала | σ |
| Внутренняя энергия | U | Полный капитал | $U = M + F$ |

Таблица 5
Аналогии между термодинамическими, макроэкономическими
и микроэкономическими системами

| Термодинамика | Макроэкономика | Микроэкономика |
|--------------------------------|---|------------------------------|
| Энергия A | Потенциальные материальные приобретения | Базисный ресурс M |
| Энтропия S | Вариативность материальных приобретений | Связанный капитал F |
| Температура $T(t)$ | Размер потенциальных материальных приобретений | Цена $c(t)$ |
| Давление | Готовность индивидов к разработке потенциальных материальных приобретений | - |
| Сила | Индивиды, стремящиеся к материальным приобретениям | - |
| Работа E | Реализованные материальные приобретения | Прибыль E |
| Производство энтропии σ | Потери при распределении | Диссипация капитала σ |

Таблица 6

Аналогии между термодинамическими, электрическими и микроэкономическими системами

| Термодинамика | Электрического тока поле | Микроэкономика |
|--------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Энергия A | Энергия поля $A = CU^2/2$ | Базисный ресурс $M = \alpha c^2(t)/2$ |
| Энтропия S | Энтропия поля $S = NU^2/2kT^2$ | Связанный капитал $F = \beta M/c(t)$ |
| Температура $T(t)$ | Потенциал $U(t) = U_0 \sin \omega t$ | Цена $c(t) = c_0 \sin \omega t$ |
| Производство энтропии σ | Производство энтропии $\sigma = S/t$ | Диссипация капитала $\sigma = F/t$ |

Метод аналогий и динамика цен

Наблюдения за динамикой цен в период Великой депрессии позволили Дж.М. Кейнсу сделать вывод о том, что цены подвержены сравнительно небольшим колебаниям [9]. Однако реальный ВВП за 1929–1933 гг. сократился более чем на 40%. Как следствие Кейнс решил, что цены могут не меняться в течении длительного времени, а выпуск продукции может своевременно реагировать на изменение конъюнктуры. Смысл такого поведения фирм заключается в следующем: они могут купить необходимые факторы производства для дополнительного производства при сложившихся ценах. Такое возможно при неполном использовании факторов производства и при безработице.

При малых колебаниях цен из табл. 6 следует:

$$c(t) = c_0 \sin \omega t \sim 2\pi c_0 t / T,$$

где T – жизненный цикл предприятия (продукции). Из приведенного выражения следует, что цена со временем увеличивается по линейному закону. Тангенс угла графика этой зависимости определяет скорость увеличения цены – $v_c = 2\pi c_0 / T$.

Метод аналогий и денежные потоки

В практике управления коммерческим предприятием широко используется такой инструмент управления, как движение денежного потока. Суть его заключается в составлении таблицы, в которой отражаются все операции по расчетным счетам предприятия и кассовые операции. Иными словами, все те операции (поступления и расходы), которые включают в себя реальные, «живые» деньги.

Независимо от величины прибыли, хотя эта величина, безусловно, остается основной целью предприятия, величина конечного сальдо движения денежного потока играет основную роль. Более того, в мировой практике кредитования кредиторы все большее уделяют внимание конечному сальдо денежного потока, как по месяцам, так и за год.

Из табл. 4 и 6 находим, что скорость денежного потока v_d пропорциональна цене производимой продукции $c(t) = c_0 \sin \omega t$ и базисному ресурсу M . С течением времени, как и цена, скорость денежного потока v_d может изменяться.

Термодинамический подход к экономическим задачам

Пользуясь методом аналогий и подходом, развитым нами в [10], для эффективности экономической деятельности предприятия находим:

$$\eta = \frac{\tau}{2\sigma U} \cdot \left(\frac{M}{N} - E \right),$$

где σ – диссипация капитала (издержки производства); τ – время производственного цикла; E – прибыльность предприятия; M – базисный ресурс; N – запас ресурса; U – полный капитал ($U = M + F$).

Из полученного выражения видно, что эффективность экономической деятельности предприятия зависит от небольшого числа основных параметров. Это дает возможность анализа финансово-хозяйственной деятельности предприятия на коротком и длительном интервале времени производственного процесса.

Заключение

Выше мы затронули лишь небольшую часть вопросов, связанных с применением метода аналогий и термодинамического подхода к экономическому анализу финансово-хозяйственной деятельности предприятия. В целом видна перспектива использования предложенного подхода в решении практических экономических задач.

Список литературы

1. Максвелл Дж.К. Статьи и речи. – М.: Наука, 1968. – 422 с.
2. Бинс К., Лауренсон П. Анализ и расчет электрических и магнитных полей. – М.: Энергия, 1970. – 376 с.
3. Ольсон Г. Динамические аналогии. – М.: ИЛ, 1947. – 276 с.
4. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. – М.: Наука, 1977. – 440 с.
5. Краузе А., Райхлин Р. Экономика как необратимая (нереверсивная) термодинамическая система. – URL: <http://finansbibl.ru/bibl/biblioteka/1.htm>.
6. Меркулов В.И. Опыт применения термодинамических методов в экономике. – URL: www.cemi.rssi.ru/emmm/abst38.htm.
7. Сергеев В.М. Пределы рациональности. Термодинамический подход к проблеме экономического равновесия. – М.: Изд-во Фазис, 1999. – 146 с.
8. Цирлин А.М. Математические модели и оптимальные процессы в макросистемах. – М.: Наука, 2006. – 500 с.
9. Моисеев С.Р. Макроэкономика. – М.: КНОРУС, 2008. – 320 с.
10. Яворский В.В., Юров В.М. Прикладные задачи термодинамического анализа неравновесных систем. – М.: Энергоатомиздат, 2008. – 336 с.