

**К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ И ВОЗМОЖНОСТИ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ КОНСТАНТ  
ПРИ ОПИСАНИИ ПОВЕДЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СУБЪЕКТОВ**

Обсуждаются методологические предпосылки использования некоторых физических констант, в частности постоянных Планка и Больцмана, в целях формализации динамики поведения экономических субъектов, что соответствует общенаучной тенденции универсализации методов описания самых разнообразных процессов, происходящих в материальном мире.

*Ключевые слова:* поведение экономических субъектов, использование физических констант в качестве инструмента формализации поведения экономических субъектов.

T.V. Ogorodnikova

**TO THE ISSUE OF NECESSITY AND POSSIBILITY  
OF USING PHYSICAL CONSTANTS WHEN DESCRIBING BEHAVIOR  
OF ECONOMIC AGENTS**

The article discusses methodological backgrounds for using certain physical constants, particularly Planck's and Boltzmann's constants, to formalize the dynamics of economic agents' behaviour, which corresponds to the general scientific trend of universalizing methods of describing various processes in the material world.

*Keywords:* behaviour of economic agents, using physical constants as a tool of formalizing economic agents' behaviour.

Универсализация методов описания самых разнообразных процессов, происходящих в материальном мире, — актуальная тенденция развития современного научного знания. Экономическая теория, впитывающая в себя идеи и инструментарий нелинейной динамики, развивается вполне в русле данной тенденции. Современные экономические концепции предполагают достаточно высокую степень формализации. Совершенно очевидно, что «поставщиками» формальных методов экономического анализа являются естественные науки, и в первую очередь физика. В рамках данной статьи мы выскажем некоторые соображения о необходимости и возможности использования некоторых физических констант в целях моделирования экономического поведения взаимодействующих субъектов.

Прежде чем перейти к изложению наших взглядов на указанный предмет, позволим себе некоторый обзор общего характера. Так, всю окружающую нас материю можно условно представить в виде трех классов: неживая, живая неразумная, живая разумная. Наиболее полно исследована неживая материя, в которой выделяют два уровня — микро- и макромир; и четыре типа взаимодействий: сильные, слабые, гравитационные, электромагнитные. Все эти четыре типа взаимодействий обладают одной степенью общности — полевой структурой  $E$ . В то же время каждый тип взаимодействий оперирует специфическим набором качеств-

венных характеристик: исходными динамическими уравнениями; фундаментальными физическими константами.

К физическим константам микромира относятся:  $K$  — постоянная Больцмана;  $I$  — механический эквивалент тепла;  $H$  — постоянная Хаббла;  $\rho$  — средняя плотность вещества во Вселенной;  $\Lambda$  — космологическая постоянная.

В теориях, описывающих процессы макромира, используют следующие константы:  $c$  — скорость света;  $h$  — постоянная Планка;  $e$  — единица электрического заряда;  $m_p$  — масса покоя электрона;  $g_F$  — постоянная слабых взаимодействий;  $g_S$  — постоянная сильных взаимодействий.

Из всех перечисленных выше констант только две —  $c$  и  $h$  — носят общий характер, поскольку они фигурируют и в различных физических теориях, и в различных типах взаимодействий. Более того, именно эти постоянные участвуют в классификации всех физических процессов на классические и квантовые; релятивистские и нерелятивистские.

Мы видим, что набор фундаментальных физических констант, с одной стороны, определяет, а с другой — зависит от уровня наших знаний о природе материи. В настоящее время предпринимаются попытки объединения всех типов взаимодействий, что позволит определить состав единых физических фундаментальных констант.

Применительно к исследованию поведения живой разумной материи, в частности экономического поведения коллективов микросубъектов, обозначенная выше проблема представляется особенно актуальной в силу следующих причин: в традиционной экономической теории отсутствует само понятие «взаимодействие», причем как микро-, так и макросубъектов (объектов), отсутствует понятие поля экономических взаимодействий, не формализованы основные динамические уравнения, описывающие поведение микро- и макросубъектов в экономическом пространстве под воздействием соответствующих полей. Экономическая теория не оперирует никакими константами.

Между тем, если учесть, что названные выше физические константы  $c$ ,  $h$  пронизывают все типы взаимодействий, естественным будет предположить, что следует искать им место и в теории экономических взаимодействий.

В этой связи первоочередной методологической проблемой является проблема теоретической идентификации данного типа взаимодействий. Для ее решения выделим основные эпистемологические предпосылки:

- источником всех процессов на Земле является солнечная энергия, которая трансформируется в другие виды энергии, в том числе в информационную;
- микро- и макросубъекты находятся в постоянном информационном взаимодействии;
- поведение каждого микросубъекта экономики стохастично по своей природе;
- субъективная составляющая экономического поведения обуславливает появление дополнительной степени свободы;
- субъективные и объективные факторы, обуславливающие экономическое поведение, находятся в нелинейной взаимосвязи.

В 1982 г. Ю. Орлов обратил внимание на то, что в мотивации поведения человека проявляется некоторое сходство с квантовой механикой. Для описания процесса мотивации и принятия решения он предложил

использовать специальный термин «волновая логика». Б. Кадомцев в работе «Динамика и информация» развивает эти представления и вводит понятие «пространство намерений» с большим числом степеней свободы. Тогда процесс принятия решений соответствует собственному вектору  $\vec{a}$ , удовлетворяющему соотношению

$$\hat{\sigma} \vec{a} = \lambda \vec{a},$$

где

$$\lambda = \pm 1, \hat{\sigma} = \begin{vmatrix} +1 & 0 \\ 0 & -1 \end{vmatrix} \text{ — матрица}$$

«+» — соответствует решению «да»; «-» — нет.

В терминах квантовой механики принятие решения соответствует «коллапсу» вектора  $\vec{a}$  либо в вектор  $\{1, 0\}$ , либо в вектор  $\{0, 1\}$ . Сам вектор  $\vec{a}$  Кадомцев называет «намерением», превращающимся в решение в результате действия проекционного оператора  $\hat{P}$ , который проецирует вектор  $\vec{a}$  в состояние  $\{1, 0\}$  с вероятностью  $a_x^2$  либо в ортогональное ему состояние  $\{0, 1\}$  с вероятностью  $a_y^2$ . Вместо двумерного вектора  $\{a_x, a_y\}$  можно использовать комплексное число  $a = a_x + ia_y$ .

Таким образом, в теорию экономического выбора можно ввести комплексно-сопряженные числа и соответствующие операторы. Совокупность  $n$  комплексных чисел  $a_j$  образует вектор  $\vec{a} = \{a_1, \dots, a_n\}$  в комплексном  $n$ -мерном пространстве намерений.

Гипотезы, высказанные нами ранее [2], позволяют нам представить поведение микросубъектов экономики (движение в экономическом пространстве [3]) как постоянные колебания аргументов их волновых функций ( $Z_{1G}, Z_{2G}, Z_{1B}, Z_{2B}, Z_{1H}, Z_{2H}$ ), что будет соответствовать поворотам единичного вектора  $\vec{a} = \{a_1, \dots, a_n\}$  в  $n$ -мерном (6-мерном) экономическом пространстве. Эти повороты можно представить как результаты соответствующих унитарных преобразований:

$$\vec{a} = \hat{U} \vec{a}, \quad a_k^1 = \sum_j U_{kj} a_j,$$

где  $\hat{U}$  — унитарная матрица.

Если, например, после некоторых, непосредственно не связанных с процессом принятия решений конкретным экономическим субъектом, действий произойдут изменения его положения  $\hat{U}$  (например, в результате установления государством новой минимальной ставки заработной платы, что выразится в изменении объективной оценки индивидуального благосостояния  $Z_1$ ), а затем произойдут новые изменения положения микросубъекта —  $\hat{V}$  (например, изменение субъективной оценки благосостояния  $Z_2$ ), то в результате будем иметь вектор

$$\vec{a}'' = \hat{V} \hat{U} \vec{a},$$

где  $\hat{V} \hat{U}$  — произведение операторов, которое в общем случае некоммутативно, но переход  $\hat{V} \hat{U}$  является вполне допустимым.

Таким образом, эволюция вектора  $\vec{a}$  до принятия решения может быть вполне обратимой.

Вместе с тем процесс принятия субъектом конкретного экономического решения, что выразится в экономическом действии, влекущем за собой изменение соотношения объективной и субъективной оценок благосостояния, и является свидетельством коллапса волновой функции, является совершенно необратимым. В этой связи считаем необходимым отметить, что изучение конструктивной роли коллапса индивидуаль-

ных волновых функций микросубъектов экономики представляется важной теоретико-экономической задачей, имеющей фундаментальное значение для методологии волнового экономического поведения. Коллапс волновой функции микросубъекта экономики выполняет совершенно особую роль:

- осуществляет переход микросубъекта из микроэкономического мира в макромир путем превращения волны вероятности поведения микросубъекта в «механическую» макроэкономическую нелинейную волну мультипликационно-акселерационной природы;
- обеспечивает переход микросубъекта на другой уровень полной экономической энергии;
- обуславливает превращение потенциальной экономической энергии микросубъекта в энергию экономической активности;
- выполняет эволюционную и конструктивную роль, обеспечивая смену индивидуального и коллективного состояния микроэкономических субъектов.

Таким образом, коллапс волновой функции *микросубъекта* — источник нелинейного волнового процесса на *макроуровне*. Большой набор «механических» мультипликативно-акселерационных волн, порожденных в ходе коллапсирования индивидуальных волновых функций, вполне можно считать волновым хаосом. Это позволяет использовать для его описания методы статистической физики, в частности волновую функцию вида

$$\psi(x, t) = \sum_k a_k \exp(-i\omega_k t + i\vec{k}x),$$

где  $a_k$  — амплитуда волны с волновым числом  $\vec{k}$ ;  $\omega_k$  — соответствующая частота колебаний.

Целям описания *эволюции* волновой функции также может служить модифицированное уравнение Шредингера.

Итак, пусть каждому микросубъекту экономики соответствует волна с параметрами

$$(\omega, k) + (S, I),$$

где  $S = k_B \ln \Gamma$  — энтропия,  $S = -k_B I$ ;  $I = -\ln p = \ln \Gamma$  — информация;  $k_B$  — постоянная Больцмана;  $\Gamma$  — число возможных состояний микросубъекта экономики;  $p$  — вероятность попадания микросубъекта в одно из состояний.

Необходимость учета энтропии при описании волны поведения микросубъекта экономики обусловлена тем обстоятельством, что природа всех процессов на Земле (в том числе и экономических) имеет объективную составляющую, основанную на превращениях потоков солнечного излучения. Таким образом, каждый индивид, в поведении которого воплощаются объективные и субъективные элементы, постоянно находится под воздействием информационного потока, порожденного энтропией Солнца и «общества».

Тогда полную экономическую энергию и импульс экономического действия такого микросубъекта можно представить в следующем виде:

$$\begin{cases} E = \hbar\omega + ST, \\ p = \hbar k, \quad E = \frac{p^2}{2m}, \end{cases}$$

где  $T$  — градиент.

$$\begin{cases} \hbar\omega + ST = \frac{p^2}{2m} = \frac{\hbar^2 k^2}{2m} = \frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2}{\partial x^2}, \\ \omega = \omega_0 + v_{ep} \frac{\partial}{\partial x} = i \frac{\partial}{\partial t} + v_{ep} \frac{\partial}{\partial x}. \end{cases}$$

$$\left( \hbar\omega_0 + \hbar v_{ep} \frac{\partial}{\partial x} \right) \Psi + ST\Psi = \frac{p^2}{2m} \Delta\Psi.$$

В результате преобразований получаем уравнение Шредингера вида

$$i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} + \hbar v_{ep} \frac{\partial}{\partial x} \Psi = -\frac{p^2}{2m} \Delta\Psi - ST\Psi + M^k \Psi, \quad (1)$$

где  $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2}$ ,  $M^k$  — оператор коллапсов волновой функции микросубъекта экономики.

В операторном виде уравнение Шредингера (1) можно записать следующим образом:

$$i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = \hat{H}_A \Psi + \hat{H}_B \Psi + \hat{H}_{AB} \Psi + \hat{H}^{колл} \Psi, \quad (2)$$

где  $\hat{H}_A$  — оператор объективных динамических составляющих экономического поведения микросубъекта;  $\hat{H}_B$  — оператор информационных составляющих экономического поведения микросубъекта;  $\hat{H}_{AB}$  — оператор взаимодействия составляющих A и B;  $\hat{H}^{колл}$  — оператор коллапсов волновых функций микроэкономического субъекта.

Существует мнение [1], что в условиях естественной природной конкуренции операторы динамического поведения сложных систем на Земле начнут проигрывать операторам, описывающим эволюцию их информационных свойств. Другими словами, наибольший темп развития и самоорганизации получает живая разумная материя (в сравнении с неживой) в силу появления дополнительной степени свободы ее организации — информационной. Модифицированное уравнение Шредингера (2) позволяет описывать поведение микросубъектов в экономическом пространстве с учетом влияния на него энтропии информации, а также коллапса волновой функции, происходящего в момент принятия решения, переводящего микросубъекта на новый энергетический уровень. В этой связи можно утверждать, что по крайней мере две фундаментальные физические константы ( $\hbar$  — постоянная Планка и  $k_B$  — постоянная Больцмана) могут и должны присутствовать при описании процессов, происходящих в экономическом пространстве. Позволим себе высказать мнение о существовании совершенно объективной основы для использования физических констант в качестве инструмента формализации субъективного экономического поведения человека: «Мыслить, а значит принимать экономическое решение быстрее, чем идут биохимические процессы в его организме, человек не может».

#### Список использованной литературы

1. Кадомцев Б.Б. Динамика и информация / Б.Б. Кадомцев. — 2-е изд. — М.: Ред. журн. «Успехи физ. наук», 1999. — 345 с.
2. Огородникова Т.В. Волновой характер поведения микросубъектов экономики: релятивистский взгляд / Т.В. Огородникова // Вестник Иркутского регионального отделения АВШ России. — 2004. — № 2 (5). — С. 82–87.

3. Огородникова Т.В. Концептуальная модель экономического пространства / Т. Огородникова // Социально-экономические проблемы развития экономики России в условиях реформ. — Иркутск: Изд-во БГУЭП, 2004. — С. 162–169.

#### Referenses

1. Kadomtsev B.B. Dinamika i informatsiya / B.B. Kadomtsev. — 2-e izd. — M.: Red. zhurn. «Uspekhi fiz. nauk», 1999. — 345 s.

2. Ogorodnikova T. V. Volnovoi kharakter povedeniya mikrosub'ektov ekonomiki: relyativistskii vzglyad / T.V. Ogorodnikova // Vestnik Irkutskogo regional'nogo otdeleniya AVSh Rossii. — 2004. — № 2 (5). — S. 82–87.

3. Ogorodnikova T.V. Kontseptual'naya model' ekonomicheskogo prostranstva / T. Ogorodnikova // Sotsial'no-ekonomicheskie problemy razvitiya ekonomiki Rossii v usloviyakh reform. — Irkutsk: Izd-vo BGUEP, 2004. — S. 162–169.

#### Информация об авторе

*Огородникова Татьяна Владимировна* — доктор экономических наук, доцент, декан факультета экономики предприятия и управления бизнесом, Байкальский государственный университет экономики и права, г. Иркутск, e-mail: ogort@mail.ru.

#### Author

*Ogorodnikova Tatyana Vladimirovna* — Doctor of Economics, Associate Professor, Dean, Dep-t of Enterprise Economy and Business Management, Baikal State University of Economics and Law, Irkutsk, e-mail: ogort@mail.ru.