Общий подход к экономико-математическому моделированию человеческого капитала

И.Г. Каменев[1,2]

[1] Вычислительный центр им. А.А. Дородницына Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук, г. Москва, Россия
[2] Негосударственное частное образовательное учреждение высшего образования «Синергия», г. Москва, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы моделирования человеческого капитала как фактора производства в постиндустриальной экономике. Исследуется внутренняя структура человеческого капитала и предлагается метод ее моделирования в краткосрочном и долгосрочном периоде, включая механизм инвестиций в человеческий капитал и перенос человеческого капитала между временными периодами. Предлагается обобщенная структура модели человеческого капитала и ставится ряд дополнительных проблем, решение которых необходимо для построения полноценной модели человеческого капитала.

Ключевые слова: *человеческий капитал, математическое моделирование, рынок образования, рынок здравоохранения, рынок труда.*
DOI: 10.14357/20790279180208

Введение

Современная постиндустриальная экономика – это экономика знаний и информации. В ней человек выступает в качестве носителя знаний и обеспечивает функционирование сферы услуг. Необходима разработка общих подходов к построению экономических моделей, в которых не физический, а человеческий капитал играл бы ключевую роль. Целью данного исследования является выработка общего подхода к моделированию человеческого капитала и в этой сфере.

Мы рассматриваем человеческий капитал как современную интерпретацию фактора производства «труд», включая предпринимательскую способность, а также информацию, существующую в сознании человека, и рассматриваемый как капитал, т.е. продукт труда. Инвестиции в него происходят в процессе домашнего труда, а также в секторах образования, здравоохранения, рекреации и т.д. (отрасли, составляющие «пятеричный сектор экономики» [1]). В отличие от социального и нематериального капитала, человек-носитель человеческого капитала обладает исключительной собственностью на него и способен самостоятельно им распоряжаться, в том числе сдаваться в аренду работодателю и использоваться самостоятельно.

1. Внутренняя структура человеческого капитала

С учетом существующих подходов к человеческому капиталу [3, 5] в его состав можно включить квалификацию (Е), способности (А), здоровье (Н) и мотивацию (М). Построение его модели требует установления взаимосвязей между ними. Общая полезность, которую производитель получает от человека, формируется из производительности человека в единицу времени и времени работы. В краткосрочном периоде она определяется формулой:

$$ПЧК = Н* Е*М, \quad (1)$$

где Н – количество часов, которое человек физиологически может работать (человеко-часы); Е – мультипликатор квалификации (образования), указывающий, скольким часам работы неквалифицированного человека соответствует час работы данного человека (безразмерный); М – мультипликатор интенсивности (мотивации), указывающий, в какой степени человек использует свое время для продуктивного труда, а не отдыха, развлечения, решения непроизводственных задач и др. (безразмерный).

ПЧК – продуктивный человеческий капитал (человеко-часы) может быть напрямую применен в производственной функции:

$$Y = ПЧК\alpha*К(1-\alpha)\ , \quad (2)$$

где К – физический капитал.

Н также может рассматриваться как диапазон [0,1] (от здорового человека до нетрудоспособного человека), где количество человеко-часов, которые может отработать здоровый человек, принято за 1. Тогда ПЧК сам превращается в безразмерный мультиплика-

тор, который должен умножаться на число сотрудников соответствующего уровня квалификации.

В краткосрочном периоде образование и здоровье работника представляют собой внешне заданные константы, в то время как мотивация – переменная-управление.

2. Инвестиции в человеческий капитал

Человеческий капитал представляет собой продукт труда и объект инвестирования [2]. его динамика в долгосрочном периоде определяется инвестициями со стороны работников, фирм, государства, которые осуществляются через рыночный (рынки образования, здравоохранения, рекреации) и плановый (внутрифирменное обучение, отдых и т.д.) экономические механизмы. В масштабах национальной экономики от разницы между ними можно абстрагироваться.

Динамика здоровья человека может быть описана через инвестиции в его здоровье (HI) в разных возрастах, влияющие на общую (ожидаемую) продолжительность жизни, как это принято в демографических исследованиях [4] (рис. 1):

$$ОПЖ = \tau c + \tau m + \tau s, \quad (3)$$

где: τc – продолжительность детства; τm – продолжительность взрослой жизни; τs – продолжительность жизни с хроническими болезнями, старения (старшего возраста).

Продолжительность детства возрастает с ростом общей продолжительности жизни, т.е. отношение τc к ОПЖ может быть представлено как константа, принадлежащая диапазону (0,1].

Исходя из существующей сегодня статистики здоровья населения России, мы можем использовать соотношение $\tau c/\tau m/\tau s$ как 2/3/2 при ОПЖ=70. Однако для других стран и разных периодов времени данный расчет нуждается в корректировке. Если в период τm трудоспособность человека H равна 100%, то в период τs она убывает со скоростью $1/(\tau s)$ ежегодно. H зависит от τs и τm, которые

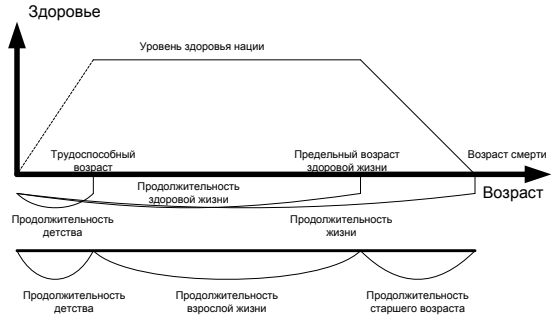

Рис. 1. Здоровье работников и периодизация их жизни

зависят от ОПЖ, зависящей от инвестиций в здоровье HI. Из всей цепочки связей остается описать соотношение HI и ОПЖ:

$$ОПЖ = \mu H*HI, \quad (4)$$

где μH – коэффициент, определяющий потенциал (уровень развития институтов и инфраструктуры) системы здравоохранения; $\mu H<<1$.

Квалификация (образование) человека тоже может быть рассмотрена на трех периодах. В период τc происходит формирование способностей человека, в период τm – развитие его квалификации, а в период τs она перестает увеличиваться. Инвестиции в образование могут быть представлены в двух переменных: EmaxI –инвестиции в способности (за годы младшего возраста τc); EI – инвестиции в квалификацию (за годы трудоспособного возраста τm:

$$Emax = \mu Emax*EmaxI \quad (5)$$

$$E = \min(Emax, \mu E*EI) \quad (6)$$

$$M = \mu M(MI), \quad (7)$$

где μM представляет собой нелинейную функцию.

Изменения человеческого капитала во времени связаны также с его потерей. Его хранение можно описать через скорость уменьшения и через расходы на поддержание. Этот способ позволяет сопоставлять сохраненный и вновь созданный человеческий капитал в каждом периоде. Тогда для каждого периода времени t и для каждого компонента человеческого капитала (H, E, Emax, M) перенос в новый период требует амортизационных расходов (HA, EA, EmaxA, MA), получаемых делением компонента на коэффициент (γH, γE, $\gamma Emax$, γM).

3. Обобщенная схема модели человеческого капитала

Рассмотрев основные проблемы моделирования человеческого капитала, мы можем представить обобщенную схему модели (рис. 2). Она должна включать в себя:

- субъекты: человек (работник), семья (родители), государство, работодатель;
- рынки: образования, здравоохранения, труда;
- активы (запасы): здоровье, способности, квалификация, мотивация;
- периоды: детство, трудоспособный возраст, старший возраст;
- управления (потоки): расходы (субъектов) на активы;
- экзогенные переменные: коэффициенты эффективности инвестиций и амортизации для рынков труда, образования и здравоохранения.

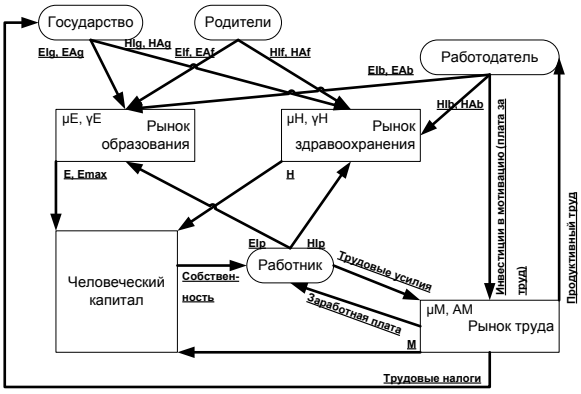

Рис. 2. Общая схема моделирования человеческого капитала

Особенностью описанного подхода к моделированию человеческого капитала является рассмотрение рынков образования, здравоохранения и труда как абстрактных механизмов, характеризуемых набором переменных (μ, γ). В модели не описывается и не устанавливается равновесие на этих рынках, а только равновесное количество актива (H, Emax, E, M). Подробное моделирование этих рынков остается задачей следующего этапа развития модели.

Заключение

Представленный анализ существующих моделей и известных проблем показывает, что моделирование человеческого капитала должно происходить с учетом основных его форм: квалификации и способностей, здоровья, мотивации к труду. Инвестиции в них осуществляются на рынке образования, здравоохранения и труда. Продуктивный человеческий капитал определяется величиной этих форм и находится во владении и распоряжении человека-носителя. Для всех субъектов инвестирования, кроме самого человека, вложенные средства не порождают прав собственности. На рынках образования и здравоохранения они носят безвозвратный характер, и только на рынке труда вложения работодателя в мотивацию напрямую трансформируются в используемый продуктивный человеческий капитал.

Моделирование человеческого капитала на микроэкономическом уровне представляется сложной задачей, требующей рассмотрения вопросов мобильности и взаимозаменяемости человеческого капитала. На макроэкономическом же уровне эти противоречия значительно смягчаются, что позволяет использовать предложенную нами структуру модели при межстрановых сравнениях. Наряду с моделированием рынков образования и здравоохранения существуют и другие проблемы, подробное рассмотрение которых необходимо при выработке общего подхода к моделированию человеческого капитала. К ним относится:

1. Использование человеческого капитала и его внешняя (отраслевая) структура.
2. Секторальная структура человеческого капитала.
3. Разграничение человеческого капитала и потребления.
4. Движение человеческого капитала.
5. Соотношение человеческого капитала, человеческого потенциала и социального капитала.

Литература

1. *Foote N., Hatt P.* Social Mobility and Economic Advancement //American Economic Review. – 1953. – May. – Vol.43. – P. 364–378.
2. *Каменев И.Г.* К вопросу о структуре инвестиций в человеческие ресурсы // Креативная экономика, 2014. №5 (89). С. 4-5.
3. *Корчагин Ю.А.* Человеческий капитал – интенсивный социально-экономический фактор развития личности, экономики, общества и государственности. М.: НИУ ВШЭ, 2011.
4. *Рамонов А.В.* Ожидаемая продолжительность здоровой жизни как интегральная оценка здоровья россиян // Экономический журнал Высшей школы экономики, 2011. №4. С.497-518.
5. *Солодухина О.И.* Человеческий капитал: понятие, особенности, структура // Новый университет. Серия: Экономика и право. 2015. № 8-9 (54-55). С.4-7.

Каменев Иван Георгиевич. Вычислительный центр им. А.А. Дородницына ФИЦ ИУ РАН, г. Москва, Россия. Негосударственное частное образовательное учреждение высшего образования «Синергия», г. Москва, Россия. Младший научный сотрудник, доцент. Кандидат экономических наук. Количество печатных работ: 23. Область научных интересов: экономика труда. E-mail: igekam@gmail.com

General approach to the human capital economico-mathematical modeling

I.G. Kamenev[1,2]

[1] Federal research center of Informatics and Management Dorodnicyn Computing centre of the Russian science academy

[2] Private Educational Institution of Higher Education «Synergy»

Abstract. The article describes modeling process and features of human capital as an input in postindustrial economy. We propose methods for human capital structure modeling in the short and long term, including the mechanisms of investment and transfer of human capital between time periods. A generalized structure of the human capital model is described along with several problems, which are critical for a complete human capital model.

Keywords: *human capital, mathematical modeling, education market, health market, labor market.*

DOI: 10.14357/20790279180208

References

1. *Foote N., Hatt P.* Social Mobility and Economic Advancement //American Economic Review. — 1953. – May. – Vol.43. — P. 364–378.
2. *Kamenev I.G.* K voprosu o strukture investitsiy v chelovecheskie resursyi [Human resources investment Structure] // Kreativnaya ekonomika [Creative Economy], 2014. – #5 (89). – S. 4-5.
3. *Korchagin Yu.A.* Chelovecheskiy kapital – intensivnyiy sotsialno-ekonomicheskiy faktor razvitiya lichnosti, ekonomiki, obschestva i gosudarstvennosti [Human capital is an intensive factor of social and economic individual, economy, society and statehood development] – M.: NIU VShE, 2011.
4. *Ramonov A.V.* Ozhidaemaya prodolzhitelnost zdorovoy zhizni kak integralnaya otsenka zdorovya rossiyan [Expected duration of healthy life is integral assessment of Russians health] // Ekonomicheskiy zhurnal Vyisshey shkolyi ekonomiki [Higher School of Economics Economic Journal], 2011. #4. – S.497-518.
5. *Soloduhina O.I.* Chelovecheskiy kapital: ponyatie, osobennosti, struktura [Human Capital: Concept, Features, Structure] // Novyiy universitet. Seriya: Ekonomika i parvo [New University. Series: Economics and Law], 2015. No 8-9 (54-55). S.4-7.

Kamenev Ivan Georgievich. Federal Research Center of Informatics and Management of the RAS, Moscow, Russia, Vavilova str, 40. Junior Research Fellow. Ph.D. in Economic. Private Higher Educational Institution «Synergy», Moscow, Russia, Izmailovsky val str., 2. Lecturer. Publications number: 23. Scientific interests: labor economics. igekam@gmail.com