

УДК 332.1+330.4+339.9+502/504  
ББК 65.9(2Рос) +65.28  
П 82

П 82        **Труды Гранберговской конференции, 10–13 октября 2016 г., Новосибирск** : Междунар. конф. «Пространственный анализ социально-экономических систем: история и современность» : сб. докладов – Новосибирск : ИЭОПП СО РАН, 2017. – 526 с.

ISBN 978-5-89665-310-3

Сборник представляет доклады международной конференции "**Пространственный анализ социально-экономических систем: история и современность**", которая состоялась в ИЭОПП СО РАН 10-13 октября 2016 г. Доклады посвящены вопросам пространственного анализа и моделирования социально-экономических систем, использования новых методов и данных в этой области.

Конференция была посвящена памяти академика А.Г. Гранберга, внесшего неоценимый вклад в становление региональной науки в России. Публикуемые здесь труды ученых из разных регионов и стран, принадлежащих к разным научным школам, представляют современное состояние региональных исследований на постсоциалистическом пространстве.

Идеи и выводы авторов не обязательно отражают мнения представляемых ими организаций.

УДК 332.1+330.4+339.9+502/504  
ББК 65.9(2Рос) +65.28

ISBN 978-5-89665-310-3

© ИЭОПП СО РАН, 2017

Полная версия электронного издания расположена по адресу:

[http://lib.ieie.su/docs/2017/Trudy\\_Granbergovskoj\\_Konferencii/Trudy\\_Granbergovskoj\\_Konferencii.pdf](http://lib.ieie.su/docs/2017/Trudy_Granbergovskoj_Konferencii/Trudy_Granbergovskoj_Konferencii.pdf)

**ПОСТРОЕНИЕ БЛОКА ВОСПРОИЗВОДСТВА  
ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА  
В ДИНАМИЧЕСКОЙ МЕЖОТРАСЛЕВОЙ МОДЕЛИ**

*Аннотация*

*В математических моделях экономики представляется важным принятие во внимание помимо категории трудовых ресурсов, дающей в основном численную характеристику рабочей силы, категории человеческого капитала, помогающей учесть в некотором виде качественную дифференциацию трудовых ресурсов, причем не только по уровню образования, но и по уровню здравоохранения, культурных особенностей и т.п. Такой подход представляется эффективным для развития макроэкономических моделей в целях приближения их к реальной действительности и построения более точных прогнозов экономического развития. В работе представлено математическое описание расширенной динамической межотраслевой модели (ДММ) с включением блока человеческого капитала. Разработка модели ведется на основе ДММ в системе КАМИН, разработанной в Институте экономики и организации промышленного производства (ИЭОПП) СО РАН и в Новосибирском Государственном Университете. Полученная модель может быть использована для анализа и прогнозирования развития экономики России.*

*Ключевые слова:* межотраслевой анализ, динамическая межотраслевая модель, человеческий капитал.

Накопление человеческого капитала является важным фактором экономического роста. В макроэкономических математических моделях разного рода чаще всего дифференциация трудовых ресурсов по качеству учитывается на уровне разделения специалистов по некоторым типам: по уровню образования или по квалификации. Такой подход не учитывает важного влияния на производительность труда (а, значит, и на валовый выпуск) фактора здоровья рабочей силы, воспитания и культуры, а также некоторых других элементов показателя «человеческий капитал».

Развитие экономической теории в направлении анализа и оценки категории «человеческий капитал» началось во второй половине XX века. Несмотря на то, что идеи о человеческом капитале высказывались и ранее, считается, что Т. Шульц первым сформулировал и использовал понятие человеческого капитала в 1950-е гг.

Под человеческим капиталом Т. Шульц понимал «приобретенные человеком ценностные личностные качества, которые могут быть усилены соответствующими вложениями». Шульц обращает внимание, что, несмотря на то, что людям, очевидно, нужны полезные знания и навыки, совершенно неочевидно, что эти знания и навыки являются формой капитала. Человеческий капитал в работах Шульца трактуется как форма капитала, как воспроизводимое средство производства, а также как продукт инвестиций [10].

Человеческий капитал аналогичен физическому капиталу, т.к. он также является благом длительного пользования, требует расходов на ремонт и содержание, подвержен амортизации, может устаревать раньше непосредственного физического износа. Однако, есть и отличительные признаки: человеческий капитал может приносить как денежный, так и неденежный доход, кроме того человеческий капитал неотделим от личности своего носителя. Поэтому цены на него не существуют, есть только стоимость «аренды» – заработная плата.

Г. Беккер существенно развил теорию человеческого капитала. Так же, как и Шульц, Беккер предлагает анализировать человеческий капитал с помощью инвестиций. Он рассматривает человеческий капитал не только со стороны образования: им также отмечена важность инвестиций в здравоохранение, миграционные процессы и др.

Беккер в 1992 получил Нобелевскую премию по экономике за работы по теории человеческого капитала. Примерно с этого времени возрос интерес к данной теме и у отечественных экономистов. Был опубликован ряд работ, посвященных исследованию человеческого капитала, в т.ч. и в России, его значимости для современной экономики [2]. Следует отметить, что идеи человеческого капитала в СССР и России изначально развивались в контексте понятий «рабочая сила», «трудовые ресурсы», «трудовой потенциал». Самостоятельное развитие и актуальность они получили только с 90-х годов XX в.

В настоящее время продолжается изучение различных аспектов данной категории, в т. ч. и вопросы метода учета и анализа человеческого капитала. Существовали и существуют разные трактовки понятия «человеческий капитал». Так, например, по мнению Л. Туроу, человеческий капитал определяется способностью индивидуума к производству товаров и услуг, а У. Боуэн считал, что человеческий капитал состоит из приобретенных знаний, навыков, мотивации и энергии, которыми наделены человеческие существа и которые могут использоваться в течение определенного периода времени в целях производства товаров и услуг [4].

Группа отечественных авторов [2] отмечают, что в экономической литературе под человеческим капиталом обычно понимают имеющийся у человека, запас здоровья, знаний, навыков, опыта, используемых в производстве с целью получения высокого уровня заработков.

Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) определяет человеческий капитал как знания, навыки, компетенции и отличительные черты, воплощенные в индивидах, и которые способствуют созданию личностного, социального и экономического благополучия [9].

Daron Acemoglu и David Autor [8] считают, что наиболее часто под человеческим капиталом подразумевается набор характеристик и умений, которые обеспечивают рост производительности труда рабочей силы.

Г.А. Хмелева обобщает подходы к определению человеческого капитала в 4 группы:

- человеческий капитал как инвестиции (сторонники такого подхода – Т. Шульц, Г. Беккер и др.);
- как запас навыков, умений, способностей, который может приносить доход (Э. Доллан, Дж. Линдсей и др.);
- как совокупность активов (Х. Ксенофонтова);
- как фактор производства (Ю. Корчагин, Д. Тимчишин и др.) [7].

Инвестиционный подход берет свое начало от работ Шульца и Беккера; он является наиболее распространенным и в настоящее время. Рассмотрение человеческого капитала как запаса тесно связано с инвестиционным подходом, с тем дополнением, что доход от человеческого капитала можно получать только при накоплении некоторого запаса капитала на уровне, требуемого на рынке. Человеческий капитал как активы трактуется как совокупность интеллектуальных, психофизиологических, мотивационных активов человека, сформированных в результате инвестиций в него и влияющих на результаты его производственной деятельности, условия и образ жизни [5]. И, наконец, человеческий капитал рассматривается в качестве современного фактора производства, ввиду его важности, эффективности для самого процесса воспроизводства в экономике. Однако, также отмечается, что формируется данный фактор производства за счет соответствующих инвестиций в образование, здравоохранение, культуру и т.п. [7].

В соответствии с инвестициями в человеческий капитал можно выделить виды последнего: капитал здоровья, капитал образования, капитал культуры.

В целом структура человеческого капитала определяется большим количеством элементов [1]:

- капитал здоровья и здорового образа жизни;
- капитал образования (общие и специальные знания);
- капитал подготовки специалистов на производстве (навыки, производственный опыт, квалификация);
- научный капитал (изобретения, инновации, исследования);
- капитал миграции;
- обладание экономически значимой информацией;
- мотивация экономической деятельности.

В текущей работе под *человеческим капиталом* будет пониматься совокупность знаний, навыков, способностей человека, формирующихся в результате инвестиций в образование, здравоохранение и культуру. Таким образом объединяется подход к трактованию понятия «человеческий капитал» как инвестиций и как запаса навыков, знаний и т. п. Представляется наиболее объективно и эффективно оценивать человеческий капитал со стороны расходов (инвестиций). Такой подход, на наш взгляд, позволяет получить более точные оценки по сравнению с другими подходами (например, в случае с капиталом образования, когда можно оценить человеческий капитал в т. ч. по длительности обучения. Однако, при одинаковой длительности обучения, затраты на образование могут существенно отличаться у разных образовательных организаций).

Кроме того, при использовании показателя «человеческий капитал» не стоит отказываться от использования показателя «трудовые ресурсы», поскольку последний позволит учесть численную характеристику рабочей силы. На наш взгляд, анализируемые категории не могут быть разделены. Обе из них характеризуют важный фактор производства – труд – с разных сторон, а разные качественные и количественные характеристики данного фактора по-разному влияют на процесс воспроизводства валового выпуска в экономике. Поэтому представляется важным использовать в моделях обе категории для анализа процесса воспроизводства валового продукта. Синтез данных показателей представляется эффективным для построения моделей, более точно описывающих экономику. Такие модели могут быть более полезны для построения прогнозов экономического развития, а также для планирования наиболее эффективной структуры экономики, в том числе по показателю трудовых ресурсов и инвестиций в человеческий капитал.

Показатель человеческого капитала в динамической межотраслевой модели может формироваться аналогично показателю основного капитала. Таким образом, блок воспроизводства человеческого капитала в ДЖММ может быть описана следующим образом.

Базовая ДММ впервые была описана в работе [6], различные ее модификации даны в работе [3]. В данной работе приводится описание только блока воспроизводства человеческого капитала, встроенного в базовую ДММ.

Введем основные обозначения и параметры, необходимые для дополненной модели с учетом человеческого капитала.

В модель включено  $n$  отраслей, из них  $1 \leq j \leq k$  – отрасли, производящие основные фонды;  $k < j \leq \tilde{l}$  – отрасли, формирующие человеческий капитал,  $\tilde{l} < j \leq m$  – нефондосоздающие отрасли I подразделения,  $m < j \leq n$  – отрасли II подразделения, где:

- $n$  – число отраслей экономики;
- $m$  – число отраслей первого подразделения ( $m < n$ );
- $k$  – число фондосоздающих отраслей;
- $l$  – количество видов трудовых ресурсов, выделяемых в экономике;
- $\tilde{l}$  – общее количество видов инвестиций в человеческий капитал;
- $T$  – число лет прогнозного периода.

Кроме того, в расширенной модели используются следующие параметры.

$h_{ij}(t)$  – фондоемкость по человеческому капиталу вида  $i$  (в соответствии с видом инвестиций, лежащих в его основе) валового выпуска по отрасли  $j$ ;

$\tilde{\theta}_{ij}$  – лаг формирования  $i$ -го вида человеческого капитала в  $j$ -й отрасли;

$\tau_{ij}$  – годы, в которые происходит обучение, лечение и т.п. человеческого капитала в  $j$ -й отрасли,  $0 \leq \tau \leq \tilde{\theta}_i$ ;

$\tilde{k}_{ij}(t)$  – коэффициент выбытия человеческого капитала  $i$ -го вида в  $j$ -й отрасли в году  $t$ .

$BH_{ij}(t)$  – выпуск студентов и школьников (уровень образования  $i$ ), после завершения обучения поступивших на работу в год  $t$  и дополнивших новый человеческий капитал вида  $i$  в  $j$ -й отрасли;

$H_{ij}(t, t + \tau)$  – инвестиции в человеческий капитал  $i$ -го вида в  $j$ -й отрасли в году  $t$  в выпуск студентов и школьников в году  $t + \tau$ ;

$H_{ij}(t)$  – объем инвестиций в человеческий капитал вида  $i$  в  $j$ -й отрасли в году  $t$ ;

$HC_{ij}(t)$  – величина человеческого капитала вида  $i$  в  $j$ -й отрасли на конец года  $t$ ;

$NH_{ij}(t)$  – человеческий капитал  $i$ -го вида в  $j$ -й отрасли, находящийся в процессе обучения (в т.ч. «культурного», а также получающий услуги для улучшения здоровья) на конец периода  $t$ .

Добавим в основную модель уравнения, позволяющие моделировать воспроизводство человеческого капитала.

Выпуск студентов и школьников  $BH_{ij}(t)$  (с уровнем образования  $i$ ), после завершения обучения поступивших на работу в год  $t$  и сформировавших ввод в действие нового человеческого капитала вида  $i$  в  $j$ -й отрасли, формируется из использованных инвестиций вида  $i$  в человеческий капитал в данной отрасли:

$$BH_{ij}(t) = \sum_{\tau=0}^{\tilde{\theta}_{ij}-1} H_{ij}(t - \tau, t) = \sum_{\tau=0}^{\tilde{\theta}_{ij}-1} \tilde{\eta}_{ij}(\tau) \cdot H_{ij}(t - \tau) \quad (1)$$

где  $H_{ij}(t - \tau, t)$  объем инвестиций в человеческий капитал вида  $i$ , вложенных в  $j$ -й отрасли в году  $t - \tau$ , обеспечивших ввод в действие человеческого капитала в году  $t$  в  $j$ -й отрасли;

$\tilde{\eta}_{ij}$  – доля инвестиций в человеческий капитал прошлых лет ( $t - \tau$ ) вида  $i$  в  $j$ -й отрасли, которая обеспечивает ввод в действие человеческого капитала того же вида в отрасли  $j$  в году  $t$  и:

$\tilde{\eta}_{ij} \in [0, 1]$  для любого  $\tau$ ;

$$\sum_{\tau=0}^{\tilde{\theta}_{ij}-1} \tilde{\eta}_{ij}(\tau) = 1.$$

$H_{ij}(t - \tau)$  – инвестиций в человеческий капитал вида  $i$ , вложенные в  $j$ -й отрасли в году  $t - \tau$ ;

$\tau \geq 0$ , хотя, как правило, поступившие на обучение не выпускаются в тот же год, но возможны и более короткие периоды обучения (например, в случае курсов повышения квалификации); кроме того, более короткие лаги возможны в сфере здравоохранения.

Объем инвестиции в человеческий капитал  $i$ -го вида в  $j$ -й отрасли, который будет выпущен в году  $t + \tau$ , определяются следующим образом:

$$H_{ij}(t, t + \tau) = \sum_{\tau=0}^{\bar{\theta}_{ij}-1} \tilde{\mu}_{ij}(\tau) \cdot BH_{ij}(t + \tau) \quad (2),$$

где  $t$  – год поступления инвестиций, а  $(t + \tau)$  представляет собой год выпуска студентов и школьников, поступающих на работу (а также всех остальных, кто, например, прошел лечение и может вернуться к работе, т.е. годы выпуска человеческого капитала);

$\tilde{\mu}_{ij}(\tau)$  – коэффициент, показывающий, какая доля выпуска человеческого капитала в  $j$ -й отрасли в период времени  $t + \tau$  формируется за счет инвестиций  $i$ -го вида периода  $t$  и:

$\tilde{\mu}_{ij}(\tau) \in [0, 1]$  для любого  $\tau$ ;

$$\sum_{\tau=0}^{\bar{\theta}_{ij}-1} \tilde{\mu}_{ij}(\tau) = 1.$$

Рекуррентные соотношения, описывающие человеческий капитал  $i$ -го вида в отрасли  $j$ , находящийся на обучении/лечении и т.п.  $NH_{ij}(t)$  (т.е. «незавершенного»):

$$\begin{aligned} NH_{ij}(t) &= NH_{ij}(t-1) - \sum_{\tau=1}^{\bar{\theta}_{ij}-1} H_{ij}(t-\tau, t) + \sum_{\tau=1}^{\bar{\theta}_{ij}-1} H_{ij}(t, t+\tau) = \\ &= NH_{ij}(t-1) - \sum_{\tau=1}^{\bar{\theta}_{ij}-1} \tilde{\eta}_{ij}(\tau) \cdot H_{ij}(t-\tau) + \sum_{\tau=1}^{\bar{\theta}_{ij}-1} \tilde{\mu}_{ij}(\tau) \cdot BH_{ij}(t+\tau) \end{aligned} \quad (3),$$

т.е., объем неготового человеческого капитала равен неготовому человеческому капиталу, оставшемуся с прошлых периодов ( $NH_{ij}(t-1)$ ), за вычетом выпущенного человеческого капитала (представляющего собой инвестиции, осуществленные в прошлых периодах  $t - \tau$ , которые обеспечили выпуск человеческого капитала в год  $t$ ), с учетом новых инвестиций, осуществленных в текущем году  $t$  для обеспечения ввода нового человеческого капитала в будущих периодах  $t + \tau$ .

Объем человеческого капитала  $i$ -го вида в  $j$ -й отрасли на конец периода  $t$  будет равен:

$$HC_{ij}(t) = BH_{ij}(t) + HC_i(t-1) \cdot (1 - \tilde{k}_{ij}(t)) \quad (4)$$

Кроме вышеперечисленных уравнений в модель добавляется дополнительное ограничение по человеческому капиталу вида:

$$\sum_{j=1}^n h_{ij}(t) \cdot x_j(t) \leq HC_i(t) \quad (5).$$

Как и в стандартной модели, обозначим через  $\Omega$  траекторию развития экономической системы  $x_i(t)$ , удовлетворяющую в каждый период времени  $t$  всем стандартным ограничениям, а также ограничениям по человеческому капиталу 1–5, представленных в данной работе. Нахождение траектории  $\Omega$  при вводах в действие основных фондов  $B_{ij}(t)$ , трудовых ресурсах  $L_k(t)$ , объеме человеческого капитала  $HC_{ij}(t)$ , а также нормативах  $\tilde{\eta}_{ij}(\tau)$ ,  $\tilde{\mu}_{ij}(\tau)$ ,  $h_{ij}(t)$  и др. (представленных в основной модели), для каждого периода времени из  $[0; T]$ , дает систему показателей развития экономической

системы, включая выпуск продукта  $x_i(t)$ , инвестиции в основной капитал  $K_{ij}^*(t)$ , инвестиции в человеческий капитал  $H_{ij}(t)$ , вводы в действие основных фондов  $V_{ij}(t)$ , выпуск человеческого капитала  $BH_{ij}(t)$  и основные фонды на конец каждого периода времени.

При разработке блока воспроизводства человеческого капитала в ДММ возникает вопрос о разграничении фондосоздающих и нефондосоздающих отраслей. Представляется сложным провести четкую границу между фондосоздающей и нефондосоздающей частью отраслей, формирующих человеческий капитал. Такие отрасли, с одной стороны, являются фондосоздающими, так как формируют человеческий капитал, но с другой стороны, они также формируют промежуточное потребление (например, курсы повышения квалификации в отрасли образования), которое тоже в конечном итоге формирует человеческий капитал. Учебные заведения могут выпускать как специалистов в различных отраслях, так и преподавателей (отрасль образования, фондосоздающая, поскольку преподаватели напрямую участвуют в формировании человеческого капитала), причем специалисты тоже могут в дальнейшем учить на практике новое поколение специалистов, тем самым фактически участвуя в формировании человеческого капитала. Еще сложнее разделить фондосоздающую и нефондосоздающую отрасль здравоохранения.

Другим важным ограничением на использование такой модели может стать невозможность получения достаточно подробной статистической информации. Особенно актуальна эта проблема для отраслей здравоохранения и культуры: помимо прочего, в них довольно трудно, в отличие от отрасли образования, четко структурировать лаги. Эти и некоторые другие, связанные с ними, вопросы остаются предметом дальнейшего исследования.

### Список источников

1. Гагарина Г.Ю. Роль человеческого и социального капиталов в обеспечении конкурентоспособности российских регионов // Территория и планирование. – 2012. – № 5 (41).
2. Добрынин А.И., Дятлов С.А., Цыренова Е.Д. Человеческий капитал в транзитивной экономике: формирование, оценка, эффективность использования. – СПб: Наука, 1999. – 309 с.
3. Исследование экономики России с использованием моделей с нечеткими параметрами / отв. ред. А.О. Баранов, В.Н. Павлов; Новосиб. гос. ун-т, ИЭОПП СО РАН. – Новосибирск, 2009.
4. Касаева Т.В. Расширительная трактовка структуры человеческого капитала // Terra Economicus. – 2013. – Т. 11. – № 2 ч. 2. – С. 21–27.
5. Ксенофонтова Х.З. Научные взгляды на развитие человеческого капитала // Вестник Воронежского государственного университета. – 2010. – № 1. – С. 9–14.
6. Озеров В.К., Павлов В.Н., Баранов А.О. Динамическая межотраслевая модель с учетом длительности периода воспроизводства основных фондов // Экономика и математические методы. – 1987. – Т. XXIII, вып. 1. – С. 87–94.
7. Хмелева Г.А. Человеческий капитал как условие формирования инновационной экономики региона. – Самара: САГМУ, 2012. – 170 с.
8. Acemoglu D., Autor D. Lectures in Labor Economics manuscript, MIT, 2011.
9. OECD The Well-Being of Nations: the Role of Human and Social Capital. – Paris: OECD, 2001.
10. Schultz T. Investment in Human Capital // The American Economic Review. – 1961. – Vol. 1. – No. 51. – pp. 1–17.

### Информация об авторах

**Баранов Александр Олегович** (Россия, г. Новосибирск) – д.э.н., профессор, заведующий кафедрой Экономической теории, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет (630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2; baranov@ieie.nsc.ru)

**Слепенкова Юлия Михайловна** (Россия, г. Новосибирск) – ассистент кафедры Экономической теории, Новосибирский национальный исследовательский государственный университет (630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2; juliaslepenkova@yandex.com)

**Baranov A.O., Slepenkova Yu.M.**

### CONSTRUCTION OF A DYNAMIC INPUT-OUTPUT MODEL WITH A HUMAN CAPITAL BLOCK

#### *Abstract*

*It seems to be important to use not only a "labor force" as an economic model's parameter giving a quantitative characteristic of the workforce, but also a human capital, which can be very helpful to define quality difference of the workforce. The approach can be useful to construct macroeconomic models that are more reliable. The article presents a mathematical description of the extended dynamic input-output model (DIOM) with a human capital block. The extended DIOM is based on the I-O model from The KAMIN system (the System of Integrated Analyses of Interindustrial Information) developed at the Institute of Economics and Industrial Engineering of the Siberian Branch of the Academy of Sciences of the Russian Federation and at the Novosibirsk State University. The extended input-output model can be used in future researches to analyze and to forecast Russian economy's development.*

*Keywords: input-output analysis, dynamic input-output model, human capital*