

МОСКОВСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ журнал 8/2021



Научная статья

Original article

УДК 330.35 (51-77)

doi: 10.24411/2413-046X-2021-10451

**РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ИЗ ТРЕХ МОДЕЛЕЙ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА
ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ**

**DEVELOPMENT OF A COMPLEX OF THREE HUMAN CAPITAL MODELS FOR
ASSESSING ECONOMIC DYNAMICS**

*Авторы благодарят Российский фонд фундаментальных исследований
за финансовую поддержку работы в рамках научного проекта №
19-29-07328*

Орехов Виктор Дмитриевич, канд. техн. наук, научный сотрудник,
факультет экономики, Университет «Синергия», 125190, РФ, г.
Москва, Ленинградский пр-т, д. 80, E-mail: vorehov@yandex.ru
тел.: 8 903 258 3075

Каранашев Анзор Хасанбиевич, доктор эконом. наук, проф.
кафедры, Кабардино-Балкарский гос. университет, 360004, РФ,
КБР, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173, E-mail:
kanzor77@mail.ru тел.: 8 928 691 5399

Orekhov Viktor Dmitrievich, Candidate of Technical Sciences,
Researcher, Faculty of Economics, Synergy University, 125190,

Russia, Moscow, Leningradsky Ave, 80

Karanashev Anzor Khasanbievich, Doctor of Economics, Professor, Kabardino-Balkarian state University, 360004, Russia, KBR, Nalchik, Chernyshevsky str., 173

Аннотация. Целью настоящей работы является разносторонний анализ динамики ВВП на душу населения с помощью трех новых моделей человеческого капитала.

Для разработки моделей человеческого капитала и оценки роста ВВП на душу населения используются три основные методики: индикативная диагностика образовательной компоненты человеческого капитала, регрессионный анализ комплекса глобальных индексов и когнитивное моделирование системы трудовой деятельности.

Разработанный комплекс моделей позволяет оценивать влияние большого количества факторов (до 22) на величину человеческого капитала и рост ВВП на душу населения на разные временные интервалы (до 30 лет и более). Показано, что наибольшее влияние на величину человеческого капитала оказывает доля специалистов с профессиональным (третичным) образованием. На величину ВВП на душу населения оказывают положительное влияние человеческий капитал, природные ресурсы и производительность труда, а также отрицательные факторы: износ основных фондов и факторы внешнего экономического окружения. Согласно когнитивной модели, на экономическую динамику наиболее сильно воздействуют управляющие факторы, стратегические программы и инновационное развитие. Работа может быть использована для стратегического планирования экономической динамики и роста человеческого капитала, а также при разработке новых моделей человеческого капитала.

Abstract. The purpose of this work is a comprehensive analysis of the dynamics of GDP per capita using three new models of human capital.

To develop models of human capital and assess the growth of

GDP per capita, three main methods are used: indicative diagnostics of the educational component of human capital, regression analysis of the complex of global indices, and cognitive modeling of the labor activity system.

The developed complex of models makes it possible to assess the influence of a large number of factors (up to 22) on the value of human capital and the growth of GDP per capita for different time intervals (up to 30 years and more). It is shown that the share of specialists with vocational (tertiary) education has the greatest influence on the value of human capital. The value of GDP per capita is positively influenced by human capital, natural resources and labor productivity, as well as negative factors: depreciation of fixed assets and factors of the external economic environment. According to the cognitive model, economic dynamics are most strongly influenced by control factors, strategic programs and innovative development. The work can be used for strategic planning of economic dynamics and growth of human capital, as well as in the development of new models of human capital.

Ключевые слова: экономическая динамика, прогнозирование, человеческий капитал, ВВП, когнитивное моделирование, глобальные индексы, образование, экстерналии

Key words: economic dynamics, forecasting, human capital, GDP, cognitive modeling, global indexes, education, externalities

Введение

Одной из важнейших социально-экономических систем современного общества является человеческий капитал (ЧК). Он включает в себе до 80% мирового богатства и является важным компонентом при прогнозировании экономической динамики. В настоящее время для его измерения широко используются стоимостные методы, основанные на учете доходов, получаемых от использования ЧК, или издержек, связанных с формированием ЧК [4]. Однако основанная на знаниях природа человеческого капитала создает

сложности при стоимостной оценке его величины. Поэтому стоимостные методы расчета ЧК достаточно сложны и используют ряд не вполне обоснованных предположений. Кроме того, эти методы не учитывают экстерналии, возникающие в результате использования образования, которые могут быть весьма значительными, поскольку именно знания и навыки, полученные в ходе обучения, являются двигателем технического прогресса. Поэтому исследователи разрабатывают новые методы оценки человеческого капитала. В числе таких новых методов следует отметить глобальные индексы человеческого капитала, разработанные Всемирным экономическим форумом [23] и Всемирным банком [25] и не имеющие стоимостной оценки, что требует их адаптации к использованию для прогноза роста ВВП.

Следует отметить, что экономическая динамика зависит от широкого круга факторов, действующих во взаимосвязи с человеческим капиталом, и попытки анализировать их влияние с использованием малого числа переменных и без учета всей сложности взаимосвязей дают повод к разработке более сложных и методически альтернативных моделей.

Поэтому в данной работе предпринята попытка разработки нескольких новых моделей человеческого капитала, которые в совокупности позволят проанализировать различные аспекты влияния на рост ВВП как человеческого капитала, так и других важных факторов.

В частности, по предположению авторов, использование широкого спектра глобальных агрегированных индексов позволяет более точно оценивать величину человеческого капитала и влияние различных факторов на экономическую динамику. Также авторами были проведены предварительные исследования по использованию для оценки человеческого капитала индикативных методов с дифференцированным учетом уровня обучения персонала [20], а также метода на основе когнитивного моделирования [7]. При широком спектре возможностей оценки человеческого капитала важно определить достоинства различных методов и области применимости, а также выявить взаимодополняющие выводы.

Целью настоящей работы является разносторонний анализ динамики ВВП на душу населения с помощью трех новых моделей человеческого капитала.

1. Литературный обзор

Вопросы изучения человеческого капитала стали важнейшим направлением экономических исследований, начиная с работ Теодора Шульца и Гэри Беккера, обосновавших, что уровень образования детерминирует и будущий уровень трудового дохода работника. Согласно современной экономической теории, человеческий капитал – это запас знаний, навыков и способностей людей, которые используются в производстве и других видах деятельности. Тысячи экономистов внесли вклад в разработку методов измерения человеческого капитала. Выделяют следующие основные подходы к решению проблемы оценки человеческого капитала [4]:

1. Основанный на учете инвестиций в ЧК (восстановительный) [5];
2. Стоимостной, основанный на капитализации получаемых доходов [15];
3. Стоимостный (дисконтный), основанный на том, что из расчета совокупного богатства страны дисконтным методом вычитают физический и природный капитал, а остаток принимают за величину человеческого капитала [11];
4. Индикаторный, основанный на натуральных характеристиках ЧК [10]. К числу лучших из них можно отнести индекс развития человеческого потенциала – ИРЧП [3].

Оценки капитализации ЧК используются прежде всего для прогноза экономической динамики. В работе Р. Дж. Барро «Экономический рост» [1] детально рассматриваются аспекты человеческого капитала, которые являются основой современного экономического роста. Он отмечает, что решением проблем с неудовлетворительностью стандартной неоклассической модели роста «было расширение концепции капитала за счет включения в него человеческого компонента с последующим предположением,

что у этого расширенного капитала отдача не убывает» [1].

Важным результатом работ по оценке ЧК является вывод J. Mincer [19] о том, что заработок работника экспоненциально зависит от числа лет (E) его образования $Y=Y_0e^{RE}$ (функция доходов).

Следует отметить еще одну модель прогнозирования экономического роста, которая базируется на использовании концепции ЧК с использованием подхода World Bank и разработана в макроэкономическом департаменте компании Pricewaterhouse Coopers [12]. Начиная с 2006 года PwC регулярно выпускает прогнозы ВВП крупнейших экономик мира на 2030-е, 2050-е годы.

Новый подход к определению индексов ЧК реализован Всемирным экономическим форумом [23] и Всемирным банком [25], причем в нем используют показатели, значительно отличающиеся друг от друга. Human Capital Index рассматривает в основном показатели, характеризующие здоровье ЧК: вероятность детей прожить более 5 лет, доля детей без отклонений в развитии, выживаемость работников до 60 лет и ожидаемое число лет обучения в школе до 18 лет. Global Human Capital берет в учет квалификацию персонала, в частности уровень образования людей, накопленные навыки, ноу-хау и рост квалификации.

2. Материалы и методы

В трех разделах работы использованы три различные методики определения человеческого капитала.

В первом разделе используется подход индикативной диагностики для определения зависимости ВВП на душу населения от образовательных характеристик работников с использованием математических методов, применительно к крупнейшим мировым экономикам. Во втором разделе используется корреляционно-регрессионный анализ зависимости индекса человеческого капитала от широкого спектра агрегированных глобальных индексов, представленных в таблице 1. В третьем разделе используется метод когнитивного моделирования [6] системы трудовой деятельности, включающей в себя 22 концепта,

применительно к России.

Таблица 1. Глобальные индексы, используемые в работе

i	Полное название	Сокращение
1.	Index of Economic Freedom [14]	IEF
2.	Ease of Doing Business Ranking	EDB
3.	Worldwide Governance Indicators [16]	WGI
4.	Global Competitiveness Index [22]	GCI
5.	Mean Years of Schooling [27]	MYS
6.	R&D Expenditure [17]	ERD
7.	World Happiness Index [13]	WHI
8.	ВВП на душу населения (World Bank)	ВВП/Д
9.	The Legatum Prosperity Index [18]	LPI
10.	Corruption Perception Index [26]	CPI
11.	The Social Progress Index [24]	SPI
12.	Life Expectancy Index [27]	LEI
13.	KOF Index of Globalization [21]	KIG
14.	Global Human Capital [23]	GHC
15.	Human Capital Index [25]	HCI

Для того чтобы не разрывать описание разных методов исследования от раздела, в котором они применяются, детально эти методы и используемые материалы представлены в соответствующих разделах.

3. Результаты

3.1. Измерение человеческого капитала на основе уровня образования

Вследствие того, что человеческий капитал представляет собой материализованные в человека знания, навыки и способности людей, а они приобретаются в процессе образования, то логично предположить, что вклад специалистов в ВВП зависит, в основном, от числа лет их образования. Факторы численности работников и их здоровья отражаются показателем численности населения – N_c . С другой стороны, уровень здоровья людей только на 8–10% зависит от здравоохранения, поэтому и в ЧК оно вносит относительно малый вклад [2].

В этом разделе будем считать, что ВВП на душу населения по паритету покупательной способности (ВВП/Д по ППС) зависит

только от числа лет образования специалистов и коэффициента, характеризующего страну, – M_c . Будем рассматривать только работоспособное население в возрасте 25–64 лет, считая в первом приближении, что их доля равна 50%. Выделим среди них n образовательных групп населения и будем считать, что вклад в ВВП/Д специалистов из группы n пропорционален $10^5 \cdot K_n \cdot D_n \cdot M_c$, где D_n – доля специалистов с этим уровнем образования, а K_n – весовой коэффициент вклада каждой группы, причем для специалистов с высшим образованием $K_n = 1$. Суммируя вклады всех специалистов, получим выражение для удельного индекса образовательного ЧК (S_{HC}).

$$S_{HC} = \sum K_n \cdot D_n \quad (1)$$

Соответственно, величина ВВП/Д в международных долларах 2017 года выражается формулой (2)

$$\text{ВВП/Д} \approx 10^5 \cdot M_c \cdot S_{HC} \quad (2)$$

Будем рассматривать пять уровней образования, продолжительностью примерно 8, 12, 14, 17 и 22 года, причем в составе последней группы будем учитывать численность работников НИОКР, вне зависимости от реальной продолжительности образования. Значения K_n определим из условия минимума коэффициента вариации параметра M_c , для восьми экономик, данные которых представлены в таблице 2.

Данные по Индии и России при оптимизации не будут использоваться, поскольку, согласно предыдущим исследованиям [8], они дают результаты, существенно отклоняющиеся от восьми указанных экономик. Для сглаживания небольших отклонений ВВП/Д и D_n использовались их средние значения за 2015–2017 годы.

Таблица 2. Характеристики рассматриваемых экономик

Страна	D ₁ , %	D ₂ , %	D ₃ , %	D ₄ , %	D ₅ , %	ВВП/Д, тыс. долл.	S _{НС} , %	M _С
ЕС-23	19,1	46,3	5,4	28,4	0,80	42,7	48,24	0,89
США	9,4	44,3	11,0	34,4	0,88	60,3	61,27	0,99
Китай	53,9	30,0	7,9	7,9	0,26	14,4	20,57	0,7
Япония		47,5	20,8	30,6	1,07	40,6	70,69	0,57
Бразилия	48,9	34,1		16,8	0,18	14,6	20,09	0,73
Турция	55,5	19,3	5,4	19,6	0,25	27,6	29,54	0,93
Мексика	57,1	20,2	0,33	22,3	0,063	19,7	23,85	0,83
Индонезия	61,6	26,0	3,0	9,3	0,043	11,0	13,16	0,83
Индия	71	18	0,8	10,1	0,047	6,1	11,8	0,52
Россия	5	20	25	29,6	0,541	26,2	64,3	0,40

Значения коэффициентов K_n , полученные при оптимизации, составляют: $K_1 = 0,001$, $K_2 = 0,003$, $K_3 = 0,5$, $K_4 = 1,0$, $K_5 = 20$. При этом коэффициент вариации для восьми экономик равен $15,9 \pm 0,05\%$, а для трех крупнейших – $11,6\%$. Характерна сильная зависимость коэффициентов K_n от числа лет обучения – E . Если аппроксимировать значения коэффициентов $K_3 - K_5$ экспоненциальной зависимостью, то формула примет вид

$$K_n = 0,000487 \cdot 10^{0,206 \cdot E} \quad (3)$$

При использовании данной модели для прогноза экономической динамики возникают сложности прогнозирования значений D_n . Поэтому модель коэффициентов можно упростить, поскольку K_1 и $K_2 \gg 0$, а $K_3 \gg K_4$. Проведя с этими условиями повторно оптимизацию коэффициентов, получим, что $K_3 = K_4 = 1$, а $K_5 = 18$. Значения $S_{НС}$ и M_C для этого случая приведены в последних двух столбцах таблицы 2. При этом среднее значение $M_C = 0,81$.

Полученные значения K_n и M_C позволяют прогнозировать рост ВВП

стран при наличии прогнозов темпов роста населения, доли специалистов с профессиональным образованием ($D_p = D_3 + D_4$), а также количества работников НИОКР (N_s) на миллиард долларов ВВП по ППС (G). Проведенные исследования показали, что параметр N_s/G изменяется достаточно монотонно и для крупнейших экономик стремится к среднему мировому значению, равному 91 специалисту на миллиард долларов 2017 года ВВП по ППС.

Темп прироста доли специалистов с профессиональным образованием (ΔD_p) меняется медленно, его значения в среднем с 2015 по 2019 год представлены в таблице 3. Для большинства крупнейших экономик $\Delta D_p = 0,8 \pm 0,2\%$ в год и сохраняется примерно до $D_p = 50\%$, а затем плавно стремится к значению $D_p = 75\%$.

Таблица 3. Темп прироста доли специалистов с профессиональным образованием за год, %

Страна	Китай	США	EU-22	Индия	Япония	Россия	Бразилия	Турция	Индонезия	Германия	Великобрит.	Ирландия	Ю. Корея	Мексика
$\Delta D_p, \%$	1,06	0,8	0,8	1,0	0,6	0,6	0,8	1,0	0,8	0,6	1,0	1,4	1,4	0

Для проверки достоверности разработанной модели определения индекса человеческого капитала (S_{nc}) с ее использованием было выполнено прогнозирование величины ВВП по ППС крупнейших экономик до 2050 года и сравнение с прогнозами, выполненными компанией PricewaterhouseCoopers [12]. Вначале в процессе прогнозирования определялись данные об образовательном уровне работников на расчетный период. Значения M_c изменялись линейно от уровня, представленного в таблице 2, до конечного значения в 2100 году – M_{cf} . Численность населения стран соответствовала среднему прогнозу ООН. Параметр N_s/G изменялся линейно от начального значения, соответствующего 2017 году, до I_s , которое могло быть либо среднемировым (91), либо более высоким, при

наличии прогностических оснований. Далее определялась величина ВВП/Д, при которой потребное значение S_{HC} (согласно формуле (2)) не превышает то, которое обеспечено уровнем образования работников в данный период времени.

Расчетные значения ВВП в 2050 году, полученные в данной работе (ViC 21), приведены на рис. 1, в сравнении с прогнозом, опубликованным компанией PwC в 2017 году. Места, которые занимают в 2050 году шесть наиболее крупных и две наименьшие экономики, одинаковы в соответствии с обоими методами расчета. Несовпадение занимаемых мест наблюдается только среди четырех экономик с близкими по величине ВВП, который лежит в диапазоне 5,0–7,3 трлн долл.

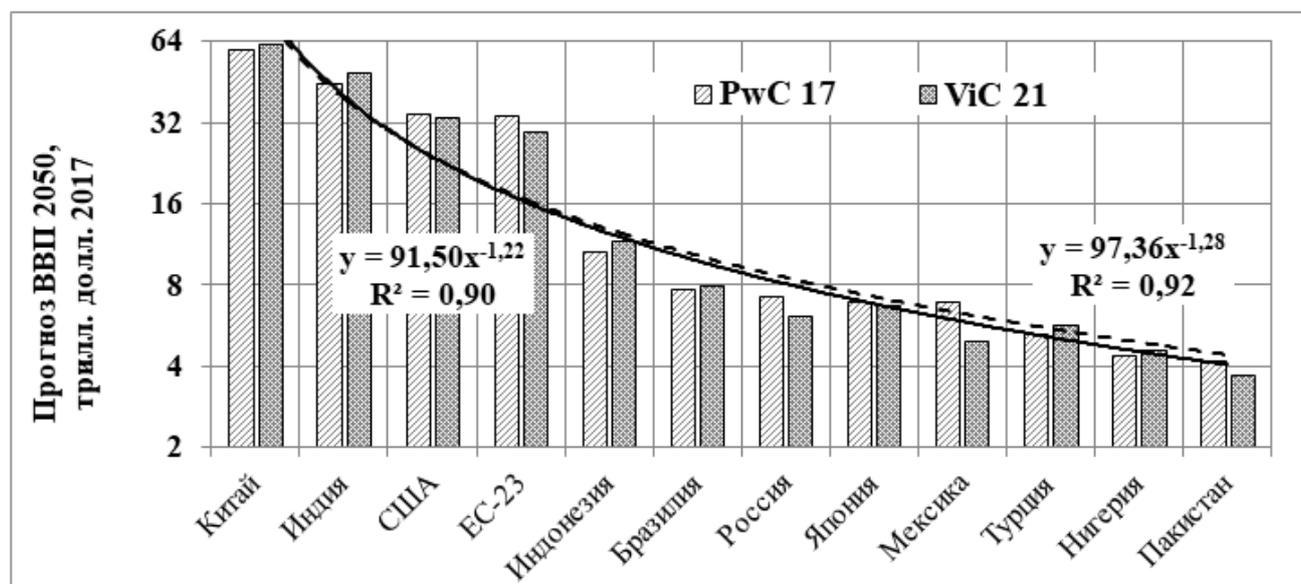


Рис. 1. Сравнение прогнозов ВВП в 2050 году по методу PwC и ViC

Тренды для обоих методов расчета на рис. 1 близки друг к другу (пунктир – PwC). Среднее арифметическое значение разности значений ВВП по двум прогнозам равно 3%, а среднеквадратичное отклонение – 12%. Это позволяет утверждать, что эти два прогноза дают в целом близкие значения GDP крупнейших экономик.

В таблице 4 приведено сравнение относительного разброса (в %) значений прогноза PwC 17 от ViC 21 с разбросом между значениями PwC 2011–2017 годов.

Относительный разброс значений	China	India	USA	EU-23	Indonesia	Brazil	Russia	Japan	Mexico	Turkey	Nigeria	Среднее
$PwC^{17}-ViC^{21}, \%$	5	9	3	13	9	4	15	3	28	8	4	9
$PwC^{11}-PwC^{17}, \%$	13	16	20	18	61	36	19	24	17	13	61	27

Таблица 4. Относительный разброс значений прогнозов GDP, согласно PwC и ViC, в %

Видно, что относительный разброс прогнозов ВВП, выполненных PwC в разные годы, в среднем в три раза больше, чем отличие прогноза PwC 17 от ViC 21. Только по Мексике отличие прогнозов PwC от ViC больше, чем между прогнозами PwC, что связано с высокой неопределенностью темпа роста образования в Мексике (таблица 3). Это позволяет утверждать, что выполненный в данной работе прогноз с использованием методики ViC имеет достаточно высокую достоверность в сравнении с прогнозом PwC.

Достоинством разработанного авторами метода измерения человеческого капитала является то, что удельный индекс ЧК (S_{HC}) является эндогенным и опирается на характеристики роста численности и образования населения. При этом коэффициент, характеризующий страну (M_C), зависит от внешней среды, но это объективный фактор данной ситуации. В противоположность этому метод, используемый компанией PwC, является экзогенным и формируется на основе догоняющего развития стран относительно США, что ограничивает его применение для прогноза на длительный промежуток времени.

3.2. Оценка человеческого капитала с использованием глобальных индексов

Предложенные Всемирным экономическим форумом и Всемирным банком индексы дают оценки, не связанные с денежными или образовательными единицами, и оценивают ЧК в долях единицы или процентах. Для того чтобы понять связь этих индексов с денежными единицами, целесообразно рассмотреть их корреляцию с ВВП на душу населения.

В связи с проблематичностью сравнения стран, значительно

отличающихся по размеру ВВП, используем серию выборок, включающих в себя различное количество экономик, ранжированных по размеру ВВП. В зависимости от числа стран они обозначались: С6, С12, С24, С48, С72. Оптимизация предикторов ВВП/Д производилась с ориентацией на среднее по этим пяти выборкам значение погрешности регрессии ($\Delta R^2 = 1 - R^2$), которое обозначалось индексом m или mid .

На рис. 2 приведена зависимость погрешности регрессии ВВП/Д от числа стран в выборке для предикторов человеческого капитала, включающих в себя различное сочетание GHC и HCI. Видно, что погрешность регрессии от рассмотренных предикторов достаточно велика, а средние по 5 выборкам ее значения составляют $\Delta Rm^2 = 15,5-22,9\%$. Погрешность ΔR^2 меньше для HCI в зоне выборок С12–С72. Для наименьшей выборки С6 минимальную погрешность до 9,6% обеспечивает GHC. Наименьшее значение средней по пяти выборкам погрешности регрессии составляет $\Delta Rm^2 = 15,5\%$ с предиктором, включающим в себя 40% GHC и 60% HCI.

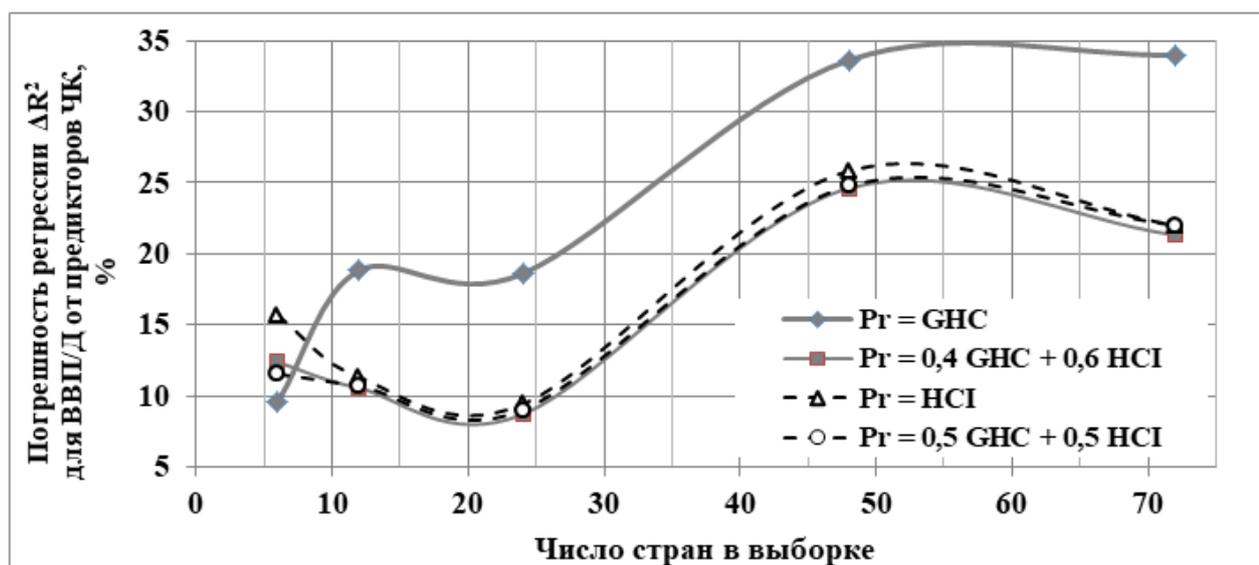


Рис. 2. Погрешности регрессии для ВВП/Д от различных предикторов и выборок, %

Сформируем новый индекс человеческого капитала (ИЧК), который будет иметь наименьшую погрешность регрессии с ВВП/Д, на основе рассмотренных выше двух индексов ЧК, по формуле (4).

$$\text{ИЧК} = 0,4 \cdot \text{GHC} + 0,6 \cdot \text{HCI} \quad (4)$$

Зависимость ВВП/Д по ППС в тыс. долл. 2017 года от ИЧК приведена на рис. 3 для выборки С24. Характерно, что при формате индекса человеческого капитала, рассматриваемом в данном разделе, ВВП/Д очень сильно зависит от показателя человеческого капитала – экспоненциально или пропорционально степени 3,5 (пунктир).

Рассмотренный в первом разделе вариант удельного индекса человеческого капитала S_{HC} был связан с ВВП/Д линейной зависимостью. Однако весовые коэффициенты K_n вклада различных групп специалистов в ВВП/Д экспоненциально зависели (3) от числа лет обучения специалистов. Таким образом, экспоненциальная зависимость ВВП/Д от индекса человеческого капитала проявляется в обоих случаях, и это соответствует функции доходов J. Mincer [19].

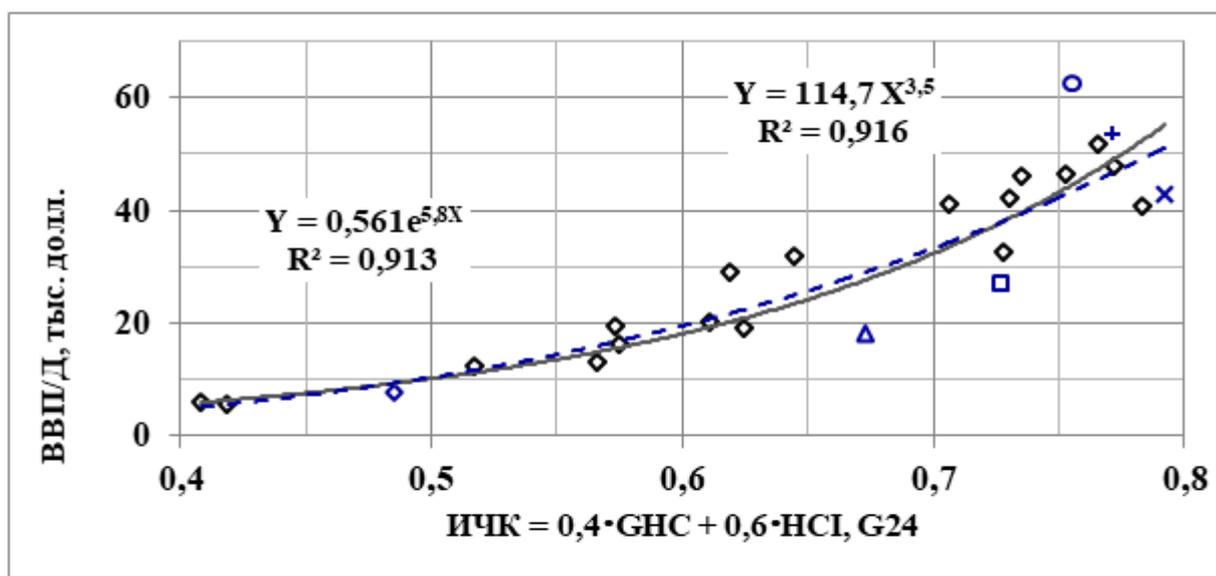


Рис. 3. Зависимость ВВП/Д от индекса человеческого капитала

Альтернативный формуле (4) метод измерения ИЧК можно получить с использованием регрессионного анализа в зависимости от других глобальных индексов ЧК, представленных в таблице 1. С этой целью вначале определим погрешность регрессии ИЧК от каждого из этих индексов индивидуально. Соответствующие

результаты с трендом в виде кубического полинома приведены в таблице 5. Наименьшую погрешность регрессии обеспечивают индексы GDP/C ($\Delta Rm^2 = 11\%$) и MYS (14%).

Таблица 5. Погрешность регрессии ИЧК от глобальных индексов, %

	G6	G12	G24	G48	G72	mid		G6	G12	G24	G48	G72	mid
IEF	0,8	53	40	47	47	38	GDP/C	0,7	6,8	7,2	22	19	11
EDB	11	26	28	32	39	27	LPI	15	26	14	18	15	17
WGI	17	18	29	36	33	27	CPI	0,2	28	14	9	36	18
GCI	10	17	13	22	20	16	SPI	0,9	25	12	26	21	17
MYS	3,7	11	11	24	20	14	LEI	14	30	18	25	27	23
RDE	12	34	29	15	39	26	KIG	6,7	23	21	29	25	21
WHI	1,7	46	54	49	45	39							

В таблице 6 представлена погрешность регрессии ИЧК от лучших парных оптимальных предикторов в паре с GDP/C или MYS. Видно, что наиболее сильное влияние на человеческий капитал в парах оказывает Global Competitiveness Index [22]. Так, погрешность регрессии предиктора $0,4 \cdot \text{MYS} + 0,6 \cdot \text{GCI}$ составила $\Delta Rm^2 = 6,2\%$, что почти вдвое меньше, чем у лучшего индивидуально индекса влияния на человеческий капитал – GDP/C, для которого $\Delta Rm^2 = 11\%$. Следует отметить, что GCI кроме индикаторов конкурентоспособности экономики также содержит характерные для человеческого капитала компоненты: здоровье, образование и рынок труда.

Таблица 6. Погрешность регрессии ИЧК от парных оптимальных предикторов, %

Пары	k8 – k5	G6	G12	G24	G48	G72	mid	
GDP/C	EDB	0,80	0,5	4,7	5,4	19,7	16,8	9,4
	GCI	0,60	0,6	3,9	3,6	18,2	15,3	8,3
	LPI	0,65	0,1	7,8	5,2	17,2	14,5	9,0
	CPI	0,90	0,0	4,7	5,8	21,9	17,8	10,0
MYS	EDB	0,75	3,4	9,3	4,8	17,0	13,3	9,6
	GCI	0,40	0,9	3,2	2,9	13,5	10,7	6,2
	ERD	0,70	1,3	3,0	7,0	17,5	13,2	8,4
	CPI	0,70	1,1	2,5	5,5	18,2	14,8	8,4

Получение характеристик регрессии ИЧК с парными предикторами позволяет перейти к поиску оптимального комплексного предиктора (CP) для человеческого капитала. Оптимизация осуществлялась путем вариации коэффициентов вклада различных глобальных индексов в комплексный предиктор k_i и поиска их значений, обеспечивающих минимальное среднее по пяти выборкам значения погрешности регрессии. Полученные оптимальные значения коэффициентов CP приведены в таблице 7. Для данного предиктора $\Delta Rm^2 = 5,5\%$, по сравнению с $6,2\%$ для лучшего парного предиктора. Третьим по величине влияния на ИЧК ожидаемо оказался ВВП/Д, а влияние остальных незначительно.

Таблица 7. Компоненты оптимального комплексного предиктора для ИЧК

Весовые коэффициенты	k ₂	k ₄	k ₅	k ₆	k ₇	k ₈	k ₁₀	k ₁₂
Индексы	EDB	GCI	MYS	ERD	WHI	GDP/C	CPI	LEI
Оптимальные значения	0,03	0,4	0,3	0,02	0,03	0,15	0,05	0,02

В рассмотренном в первом разделе варианте измерения человеческого капитала мы выявили, что величина ВВП/Д зависит не только от индекса S_{HC} , зависящего от уровня образования, но и от параметра M_c , характеризующего страну. Здесь мы получили аналогичный результат. ИЧК и, соответственно, ВВП/Д зависят от

образовательного уровня ЧК, который характеризуется индексом MYS, и индекса конкурентоспособности – GCI. При этом GCI влияет даже сильнее. Влияние GDP/C на ИЧК показывает, что более богатые страны могут обеспечить лучшие условия образования, но это влияние достаточно мало.

Среди других индексов относительно большой вклад (5%) вносит Corruption Perception Index (CPI). Хотя его вклад и мал, но применительно к России это может иметь существенное значение. Так, для России CPI = 29%, а для США – 71%, тогда как величина GCI для них дифференцирована значительно меньше – 67% и 84% соответственно.

На рис. 4 приведена регрессионная зависимость ИЧК от оптимального комплексного предиктора CP для выборки G24. Точки, соответствующие выборке Сб, обозначены на рис. 4 особыми значками увеличенного размера (слева направо: Индия, Китай, Россия – квадрат, Япония, Германия, США – круг). Видно, что точки выборок Сб и С24 достаточно хорошо согласованы с трендом. При росте предиктора CP до уровня 0,8 величина ИЧК выходит «на полку» и достигает значения около 0,8. Поэтому экспоненциальная зависимость ВВП/Д от ИЧК не приведет к чрезмерному росту ВВП/Д согласно тренду.

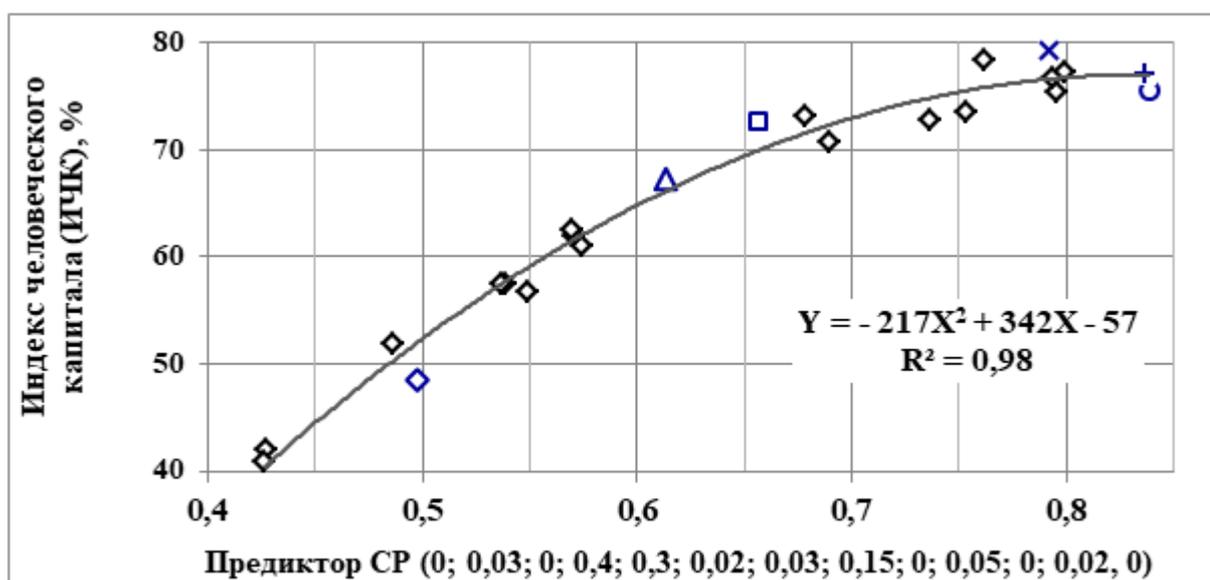


Рис. 4. Регрессия ИЧК от комплексного предиктора CP, G24

Таким образом, в данном разделе предложено усовершенствование

второго подхода к определению индекса человеческого капитала и показано, как можно измерять ИЧК не только через индексы ГНС и НСИ, но и через индексы GCI, MYS, ВВП/Д и другие. Сравнение факторов, влияющих на эти индексы, позволяет выявить новые закономерности.

3.3. Когнитивный метод оценки человеческого капитала

Понятие «человеческий капитал» было введено вследствие возникших противоречий при разработке моделей экономической динамики. В сущности, важным результатом этих расчетов являются оценки потока доходов от работы людей. Этот поток доходов удобно оценивать вкладом в ВВП страны. Ясно также, что поток доходов зависит не только от квалификации работников, но и от других факторов, которые важно оценить.

В данном разделе мы сформируем такую модель с использованием когнитивного метода [6], что позволит учесть влияние не только хорошо измеримых факторов, но и тех, которые можно только оценивать по величине. Следуя методике когнитивного моделирования, сформируем основные группы концептов, действующих в данной системе трудовой деятельности и влияющих на рост ВВП, применительно к России [7]. Проведенный анализ показал, что большая часть концептов является экономическими, а остальные относятся к социальным, технологическим и политическим. Список концептов представлен в левом столбце таблицы 8.

Далее выявим связи между концептами и уровень их влияния на другие. Для измерения силы связи использовалась шкала от +1 до -1, она была разбита на квартили (четверти), которые, соответственно, нумеровались цифрами от +4 до -4. На основе этих данных была сформирована нечеткая когнитивная карта (Fuzzy Cognitive Map – FCM) системы трудовой деятельности, представленная в таблице 8.

На основе выявленных связей и при помощи системы поддержки принятия решений «ИГЛА» [9] был проведен анализ матрицы

когнитивного диссонанса, которая демонстрирует меру доверия к концептам FCM, показывает, что она характеризуется низким диссонансом со средним значением 26%. Наибольший диссонанс наблюдается по уровню безработицы – 65% и социально-трудовым институтам – 62%, стимулам к образованию – 53%, деловому образованию – 51% и уровню образования персонала – 47%.

Таблица 8. Нечеткая когнитивная матрица трудовой деятельности

(квартили)

Воздействующие концепты	Концепты, на которые оказывается воздействие																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1. Человеческий капитал										3												
2. Уровень образования персонала	3				3		2												-1			
3. Стимулы к образованию		3		2																		
4. Деловое образование					3		2															
5. Производительность труда										3												
6. Инфраструктура	1				3																	
7. Инновационная деятельность								3														
8. НТП					3														3			
9. НИОКР								3			1								1			
10. ВВП на душу населения						3						-3										2
11. Природные ресурсы										3												
12. Изношенность основных фондов			-3		-3					-3												
13. Макроэкономическая стабильн.							2						3					-2				3
14. Финансовые институты и рынки							3					-2										
15. Расходы на науку									3													
16. Глобализация						2	2														-2	
17. Расходы на систему ВПО		3																				
18. Уровень безработицы			2							-2												
19. Стратегические программы						2						-3			3		3					3
20. Межстрановые барьеры										-3						1						-3
21. Затраты на обороноспособность									2				3									
22. Институты социально-трудовые	3					2														-2		

На рис. 5 приведен альфа-срез концептов на уровне отсечения 75% для взаимного влияния концептов, причем положительные влияния обозначены сплошными линиями, а отрицательные – пунктиром (концепты, связанные с отрицательным влиянием, выделены курсивом).

Эта схема дает возможность выделить основные узлы прямого влияния на целевой концепт «ВВП на душу населения». Среди основных из них три взаимно-положительных: человеческий капитал, природные ресурсы и производительность труда, а также два взаимно-отрицательных: изношенность основных фондов и

межстрановые барьеры. В свою очередь человеческий капитал зависит от уровня образования и социально-трудовых институтов, а производительность труда – от стратегических программ, образования персонала, научно-технического прогресса, инфраструктуры и финансовых институтов.



Рис. 5. Схема взаимного влияния концептов FCM

Данная модель дает возможность динамического моделирования развития системы. В качестве целевого концепта при этом использовался ВВП на душу населения с целевым уровнем – очень высокий (100%). В качестве управляющих параметров были выбраны концепты, которыми можно реально управлять: стратегические программы, инновационная деятельность, деловое образование и расходы на систему ВПО. На первом шаге по условному времени значения одного из концептов получают управляющий импульс и далее происходит изменение всех концептов системы.

На рис. 6 представлена динамика целевого фактора и группы концептов вследствие импульсного увеличения в начальный момент управляющего концепта «Инновационная деятельность» с уровня 20% до 50%.

Видно, что после начального импульса первым начинает расти

концепт «стратегические программы». Затем и остальные концепты начинают быстро расти, а затем выходят «на полку», причем инновационная деятельность – на уровень 87%, деловое образование – 70%, а остальные стремятся к 100%. Целевой концепт при таком управляющем воздействии достигает 100% на 14-м шаге. Отметим, что инновационная деятельность влияет, согласно когнитивной карте (таблица 8), только на НТП, а он, в свою очередь, влияет на стратегические программы. Далее уже стратегические программы воздействуют на весь комплекс концептов, включая производительность труда, и приводят к их росту и достижению целевого значения.

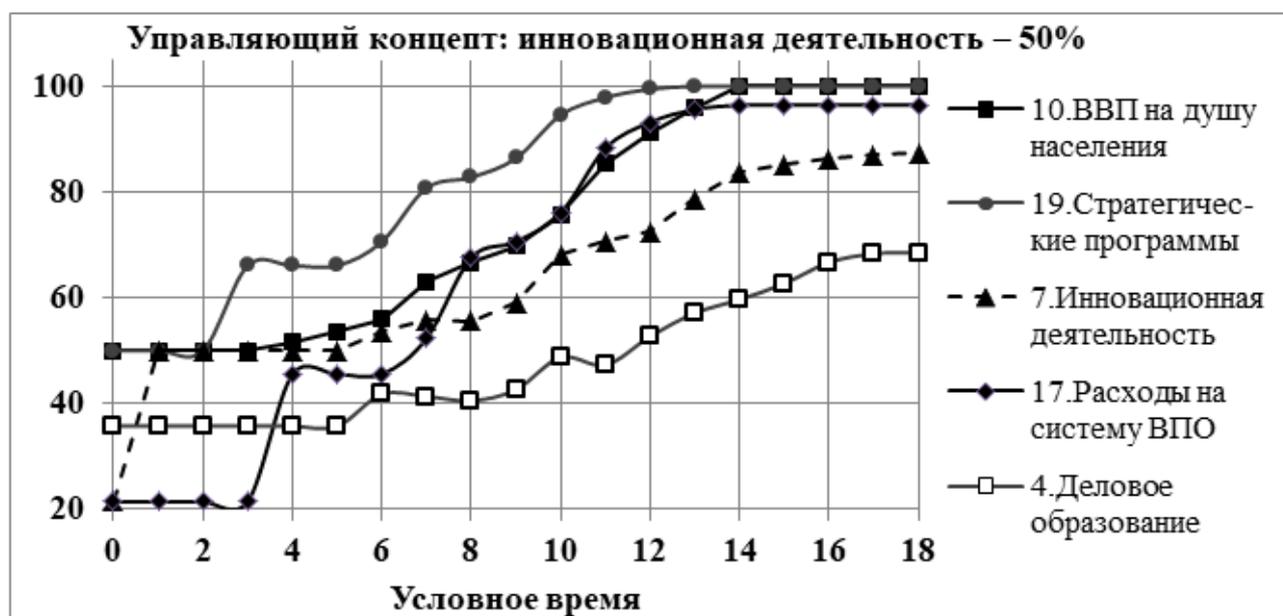


Рис. 6. Влияние инновационной деятельности на концепты системы

На рис. 7 представлено поведение концептов, связанных с производительностью труда, включая человеческий капитал, при том же инновационном управляющем воздействии.

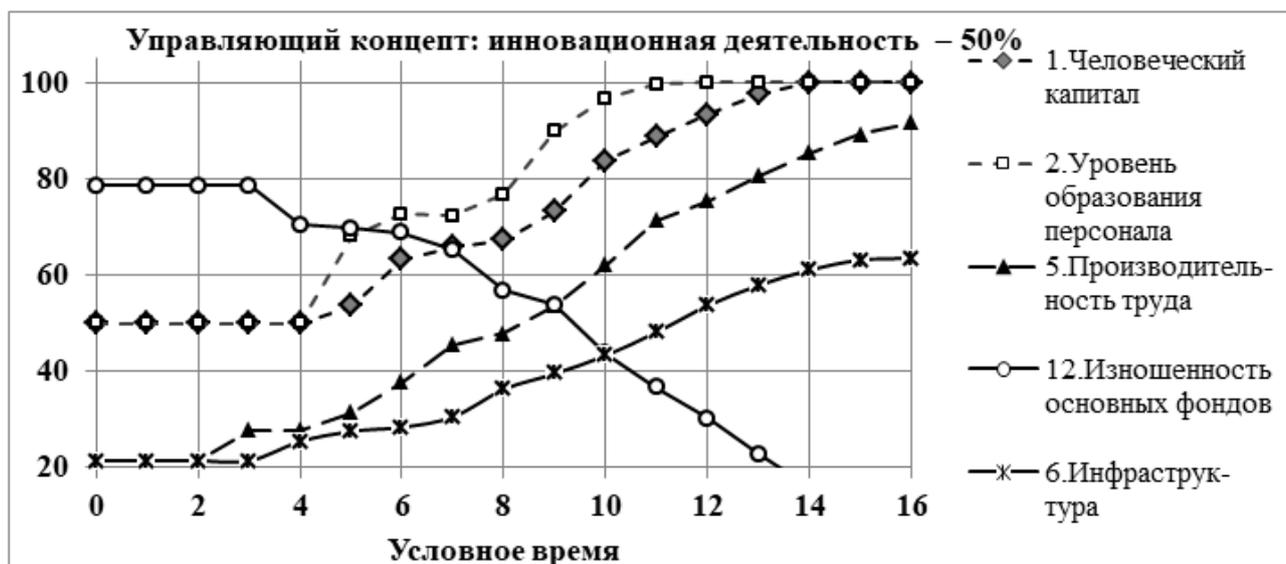


Рис. 7. Динамика концептов, связанных с производительностью труда

Видно, что наиболее быстро, хотя и медленнее, чем «Стратегические программы», реагирует на управляющее воздействие «Производительность труда», затем «Изношенность основных фондов» и «Инфраструктура». Далее в рост идет «Уровень образования», а затем «Человеческий капитал». При этом уровня в 100% первым достигает «Уровень образования», а затем «Человеческий капитал». Примерно столь же быстро снижается «Изношенность основных фондов».

На рис. 8 представлена динамика концептов, влияющих на рост ВВП/Д, при увеличении управляющего концепта «Стратегические программы» с 50% до 64%.

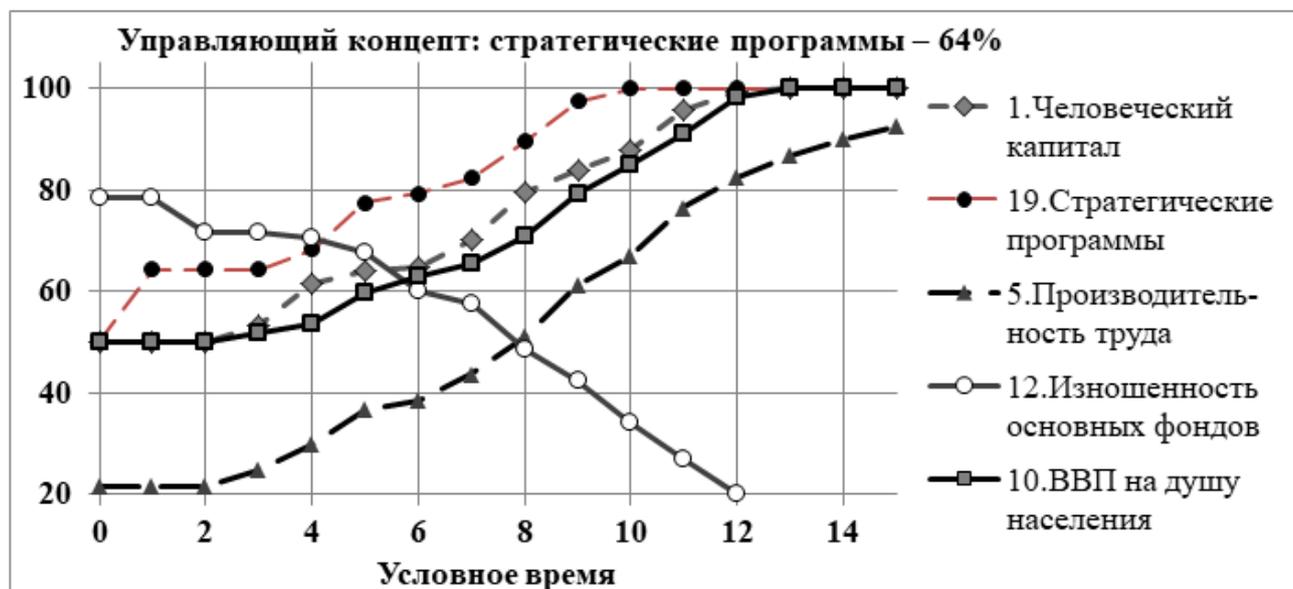


Рис. 8. Динамика концептов под влиянием «Стратегических программ»

Вслед за «Стратегическими программами», обгоняя их, растет «Человеческий капитал», а за ним ВВП/Д. Производительность труда растет относительно медленно, что сдерживается «Изношенностью основных фондов». При управляющем концепте «Стратегические программы» целевое значение ВВП/Д = 100% достигается на 13-м шаге, то есть примерно так же быстро, как под воздействием управляющего концепта «Инновационная деятельность».

В целом результаты динамического анализа социально-экономической системы показывают, что инновационная деятельность и стратегические программы, как управляющие факторы, значительно быстрее влияют на достижение целевым параметром ВВП/Д целевого уровня 100%, чем расходы на систему ВПО или деловое образование.

3.4. Сравнение трех моделей измерения человеческого капитала

Выше были рассмотрены три разные модели человеческого капитала. Эти модели предназначены для определения величины человеческого капитала и генерируемого им ВВП на душу населения. Также они могут использоваться для прогнозирования экономической динамики. Основные особенности моделей представлены в таблице 9.

Эти модели существенно различаются по своей сложности и возможностям оценки человеческого капитала и прогнозирования экономической динамики. Так, модель на основе уровня образования учитывает только образовательный уровень работников, долю работников НИОКР и косвенно влияние внешней среды. Но она позволяет относительно хорошо прогнозировать экономическую динамику на долгосрочный период – с достоверностью, подтвержденной сравнением с прогнозом компании PwC. Достоинством модели является то, что она позволяет определить уровень вклада в ВВП/Д специалистов с различным уровнем образования, а также берет в учет экстернальные эффекты. Важно, что она является эндогенной.

Таблица 9. Сравнение трех моделей человеческого капитала

Название модели	Основные аргументы для ВВП/Д	Прогнозирование экономической динамики	Обоснование достоверности
1. Индикативная модель на основе уровня образования	<ul style="list-style-type: none"> • доля работников с третичным образованием • доля работников НИОКР • влияние внешней среды (M_c) 	Долговременное прогнозирование ВВП и уровня образования стран	Высокая до 2050 года; на основе сравнения с прогнозом PwC
2. Модель на основе глобальных индексов	<ul style="list-style-type: none"> • Global Competitiveness Index – 40% • число лет обучения работников – 30% 	Не разработано	Модель на основе глобальных индексов, разработанных World Bank и WEF
3. Модель на основе когнитивного моделирования	<ul style="list-style-type: none"> • человеческий капитал • производительность труда • износ основных фондов • природные ресурсы • межстрановые барьеры 	В относительных единицах, среднесрочное, многопараметрическое	Нечеткая когнитивная модель с 22 концептами

Модель на основе глобальных индексов позволяет определять величину индекса человеческого капитала, как на основе

линейной комбинации индексов Global Human Capital и Human Capital Index, так и на основе более широкого спектра глобальных индексов, причем с достаточно низкой погрешностью регрессии – $\Delta Rm^2 = 5,5\%$. Выявленное влияние индекса Global Competitiveness Index указывает на то, что влияние внешней среды (коэффициент M_c), которое обнаружено в модели на основе уровня образования, может быть оценено с помощью индекса конкурентоспособности. Однако методы прогнозирования экономической динамики для данной модели пока не разработаны, хотя могут быть сформированы на основе глобальных индексов, которые определяются ежегодно.

Модель на основе когнитивного моделирования наиболее сложна и учитывает 22 фактора, причем учитывает сложные транзитивные взаимодействия. Но именно поэтому результаты, которые она позволяет получить, являются относительно нечеткими. Тем не менее она позволила обнаружить, что рост ВВП/Д зависит не только от человеческого капитала, но и от износа основных фондов, природных ресурсов и межстрановых барьеров. В других моделях не было возможности исследовать данные факторы, а они оказывают значительное влияние в отдельных случаях. Модель разработана применительно к современной России, для которой эти факторы важны. Также она позволяет приблизительно оценить влияние на экономическую динамику в среднесрочной перспективе таких факторов, как стратегические программы и инновационное развитие. Обнаруженное влияние на рост ВВП/Д межстрановых барьеров указывает на еще один действующий фактор, связанный с влиянием внешней среды и конкурентоспособности стран, которое было обнаружено в рамках других моделей.

Таким образом, разработанные три модели дополняют друг друга в вопросах измерения человеческого капитала и ВВП/Д. Они также позволяют в точках пересечения обнаружить новые эффекты, существенно влияющие на успешность прогнозирования экономической динамики.

4. Обсуждение

Разработанные модели нацелены на одну и ту же задачу оценки величины человеческого капитала и ВВП на душу населения. Однако непосредственная стыковка этих моделей не реализована, что связано с разным количеством учитываемых в них факторов. В будущем важно более тесно состыковать эти модели, в частности когнитивную и основанную на учете глобальных индексов, поскольку они имеют меньшее различие по количеству учитываемых факторов.

Представляется, что можно разработать еще одну модель, нацеленную на оценку величины ВВП на душу населения с использованием широкого спектра глобальных индексов, без формирования модели человеческого капитала. Это позволит более точно определить факторы влияния на ВВП/Д без отвлечения на рассмотрение индекса человеческого капитала, поскольку в такой модели возникает конкуренция целей создания модели.

5. Заключение

1. Разработан комплекс из трех моделей, позволяющих оценивать влияние различных факторов на величину человеческого капитала (ЧК) и рост ВВП на душу населения (ВВП/Д).
2. Достоинствами модели индикативной диагностики на основе дифференцированного учета образовательного уровня работников является ее приспособленность к долгосрочному прогнозированию экономической динамики, свойство эндогенности, учет вклада эстернальных факторов и достаточно высокая достоверность. Наибольшее влияние на величину человеческого капитала, согласно данной модели, оказывает доля специалистов, имеющих высшее и среднее профессиональное образование.
3. Модель на основе глобальных индексов позволяет оценивать влияние на человеческий капитал и рост ВВП/Д широкого спектра (15) глобальных индексов. Показано, что большое влияние на величину эффективности человеческого капитала оказывает среднее число лет обучения работников и Global Competitiveness Index.

4. Модель на основе когнитивного моделирования отличается возможностью наиболее широкого учета факторов (22), влияющих на рост ЧК и ВВП/Д, причем и таких, которые нельзя точно описать количественно и которые влияют друг на друга транзитивно. Показано, что основными узлами прямого влияния на величину ВВП/Д являются человеческий капитал, природные ресурсы и производительность труда, а также два отрицательных фактора: изношенность основных фондов и межстрановые барьеры. На экономическую динамику наиболее сильно влияют управляющие факторы: стратегические программы и инновационное развитие.
5. Все три модели указывают на то, что на рост ВВП/Д, кроме фактора «человеческий капитал», зависящего от образования, существенное влияние оказывает внешнее окружение, которое в разных моделях проявляется через фактор конкурентоспособности страны или межстрановых барьеров.

Список источников

1. Барро Р. Дж, Сала-и-Мартин Х. Экономический рост. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. 824 с.
2. Игнатьева Л.П. Факторы, влияющие на здоровье: учебное пособие / Л. П. Игнатьева, М. В. Чирцова, М. О. Потапова; ГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава России, Кафедра коммунальной гигиены и гигиены детей и подростков. – Иркутск: ИГМУ, 2014.
3. Индекс развития человеческого потенциала. Гуманитарная энциклопедия: Исследования. Центр гуманитарных технологий. 2018. URL:<https://gtmarket.ru/ratings/human-development-index/human-development-index-info>
4. Капелюшников Р.И. Сколько стоит человеческий капитал в России? – М., препр. WP3/2012/06, Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики», М., 2012.
5. Кендрик Дж. Совокупный капитал США и его формирование. М., Прогресс, 1980.

6. Захарова А.А., Подвесовский А.Г., Исаев Р.А. Нечеткие когнитивные модели в управлении слабоструктурированными социально-экономическими системами // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2020. – № 4 (20). – С. 5–23. DOI: 10.38028/ESI.2020.20.4.001
7. Мельник М.С., Орехов В.Д., Причина О.С. Моделирование тенденций и закономерностей трудовой деятельности в России: когнитивный подход. М., Юр-ВАК. Проблемы экономики и юридической практики. 2018. № 3. С. 94–101.
8. Орехов В.Д. Прогнозирование развития человечества с учетом фактора знания: Монография. Жуковский: МИМ ЛИНК. – 2015. URL:<http://world-evolution.ru/monograph/monography.pdf>
9. Подвесовский А.Г., Лагереv Д.Г., Коростелев Д.А. СППР «ИГЛА». (Свидетельство отраслевого фонда алгоритмов и программ Росстата № 50200701348). URL: <http://iipo.tu-bryansk.ru/quill/developers.html>
10. David P. (2013) Knowledge, Capabilities and Human Capital Formation in Economic Growth //Treasury Working Paper Series from New Zealand Treasury No 01/13
11. Dixon J., Bakkes J., Hamilton K. et al. Expanding the Measure of Wealth Indicators of Environmentally Sustainable Development. Environmentally Sustainable Development. Studies and Monographs, Ser. No 17. Wash., The World Bank, 1997.
12. Hawksworth J., Audino H., Clarry R. (2017). The World in 2050. The long view: how will the global economic order change by 2050? PwC Economics & Policy services. URL: <http://www.pwc.com/world2050>
13. Helliwell, J., Layard, R., Sachs, J.: World happiness report 2019, New York: Sustainable Development Solutions Network. (2019).
14. Heritage Foundation: 2020 index of economic freedom. URL: https://www.heritage.org/index/pdf/2020/book/index_2020.pdf. Accessed: 27.06.2020. (2020).
15. Jorgenson D.W., Fraumeni B.M. The Accumulation of Human

- and Nonhuman Capital, 1948–1984 / R.E. Lipsey, H.S. Tice (eds.). The Measurement of Savings, Investment and Wealth. Chicago: The University of Chicago Press, 1989.
16. Kaufmann, D., Kraay, A, Mastruzzi, M.: The worldwide governance indicators: Methodology and analytical issues.
 17. Knoema: R&D Expenditure as a share of GDP. (2017). URL: <https://knoema.com/atlas/topics/Research-and-Development/RandD-Expenditure/RandD-expenditure-as-a-share-of-GDP>.
 18. Legatum Institute: The Legatum prosperity index, 2019. URL: <https://www.prosperity.com/rankings>.
 19. Mincer J. (1994) The Production of Human Capital and The Lifecycle of Earnings: Variations on a Theme. – Working Paper of the NBER, No 4838.
 20. Orekhov, V.D., Prichina, O.S., Blinnikova, A.V., Panfilova, E.A., Shchennikova, E.S.: Indicative diagnostics of the educational component of human capital based on mathematical modeling. Opción. Año 35, 20, 2337-2365. (2019).
 21. Savina, G., Haelg, F., Potrafke, N., Sturm, J.E.: The KOF globalisation index – revisited. Review of International Organizations, 14(3), 543-557. (2019).
 22. Schwab, K., World Economic Forum: The global competitiveness report 2019. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf
 23. Schwab, K.: The global human capital report. World Economic Forum. Cologny/Geneva Switzerland. 2019. URL: [WEF_The Global Competitiveness Report2019.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf)
 24. Stern, S., Wares, A., Epner, T.: Social progress index methodology report. URL: <https://www.socialprogress.org/assets/downloads/resources/2018/2018-Social-Progress-Index-Methodology.pdf>.
 25. World Bank Group: The changing nature of work. World development report 2019. Washington, DC 20433.
 26. Transparency International: Corruption perception index. URL: <https://www.transparency.org/en/cpi>.

27. UNDP: Human development indexes and indicators: 2018 statistical update.
URL: http://hdr.undp.org/sites/default/files/2018_human_development_statistical_update.pdf.

References

1. Barro R. Dzh, Sala-i-Martin X. E`konomicheskiy rost. M.: BINOM. Laboratoriya znaniy, 2017. 824 s.
2. Ignat`eva L.P. Faktory`, vliyayushhie na zdorov`e: uchebnoe posobie / L. P. Ignat`eva, M. V. Chirczova, M. O. Potapova; GBOU VPO IGMU Minzdrava Rossii, Kafedra kommunal`noj gigieny` i gigieny` detej i podrostkov. – Irkutsk: IGMU, 2014.
3. Indeks razvitiya chelovecheskogo potenciala. Gumanitarnaya e`nciklopediya: Issledovaniya. Centr gumanitarny`x texnologij. 2018. URL: <https://gtmarket.ru/ratings/human-development-index/human-development-index-info>
4. Kapelyushnikov R.I. Skol`ko stoit chelovecheskiy kapital v Rossii? – M., prepr. WP3/2012/06, Nacz. issled. un-t «Vy`sshaya shkola e`konomiki», M., 2012.
5. Kendrik Dzh. Sovokupny`j kapital SShA i ego formirovanie. M., Progress, 1980.
6. Zaxarova A.A., Podvesovskij A.G., Isaev R.A. Nechetkie kognitivny`e modeli v upravlenii slabostrukturirovanny`mi social`no-e`konomicheskimi sistemami // Informacionny`e i matematicheskie texnologii v nauke i upravlenii. – 2020. – № 4 (20). – S. 5–23. DOI: 10.38028/ESI.2020.20.4.001
7. Mel`nik M.S., Orexov V.D., Prichina O.S. Modelirovanie tendencij i zakonomernostej trudovoj deyatel`nosti v Rossii: kognitivny`j podxod. M., Yur-VAK. Problemy` e`konomiki i yuridicheskoy praktiki. 2018. № 3. S. 94–101.
8. Orexov V.D. Prognozirovanie razvitiya chelovechestva s uchetom faktora znaniya: Monografiya. Zhukovskij: MIM

LINK. – 2015. URL:

<http://world-evolution.ru/monograph/monography.pdf>

9. Podvesovskij A.G., Lagerev D.G., Korostelev D.A. SPPR «IGLA». (Svidetel`stvo otraslevogo fonda algoritmov i programm Rosstata № 50200701348). 2018. URL: <http://iipo.tu-bryansk.ru/quill/developers.html>
10. David P. (2013) Knowledge, Capabilities and Human Capital Formation in Economic Growth //Treasury Working Paper Series from New Zealand Treasury No 01/13
11. Dixon J., Bakkes J., Hamilton K. et al. Expanding the Measure of Wealth Indicators of Environmentally Sustainable Development. Environmentally Sustainable Development. Studies and Monographs, Ser. No 17. Wash., The World Bank, 1997.
12. Hawksworth J., Audino H., Clarry R. (2017). The World in 2050. The long view: how will the global economic order change by 2050? PwC Economics & Policy services. URL: <http://www.pwc.com/world2050>
13. Helliwell, J., Layard, R., Sachs, J.: World happiness report 2019, New York: Sustainable Development Solutions Network. (2019).
14. Heritage Foundation: 2020 index of economic freedom. URL: https://www.heritage.org/index/pdf/2020/book/index_2020.pdf. Accessed: 27.06.2020. (2020).
15. Jorgenson D.W., Fraumeni B.M. The Accumulation of Human and Nonhuman Capital, 1948–1984 / R.E. Lipsey, H.S. Tice (eds.). The Measurement of Savings, Investment and Wealth. Chicago: The University of Chicago Press, 1989.
16. Kaufmann, D., Kraay, A, Mastruzzi, M.: The worldwide governance indicators: Methodology and analytical issues.
17. Knoema: R&D Expenditure as a share of GDP. (2017). URL: <https://knoema.com/atlas/topics/Research-and-Development/RandD-Expenditure/RandD-expenditure-as-a-share-of-GDP>.
18. Legatum Institute: The Legatum prosperity index, 2019. URL: <https://www.prosperity.com/rankings>.

19. Mincer J. (1994) The Production of Human Capital and The Lifecycle of Earnings: Variations on a Theme. – Working Paper of the NBER, No 4838.
20. Orekhov, V.D., Prichina, O.S., Blinnikova, A.V., Panfilova, E.A., Shchennikova, E.S.: Indicative diagnostics of the educational component of human capital based on mathematical modeling. *Opción*. Año 35, 20, 2337-2365. (2019).
21. Savina, G., Haelg, F., Potrafke, N., Sturm, J.E.: The KOF globalisation index – revisited. *Review of International Organizations*, 14(3), 543-557. (2019).
22. Schwab, K., World Economic Forum: The global competitiveness report 2019. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf
23. Schwab, K.: The global human capital report. World Economic Forum. Cologny/Geneva Switzerland. 2019. URL: [WEF_The Global Competitiveness Report2019.pdf](http://www.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf)
24. Stern, S., Wares, A., Epner, T.: Social progress index methodology report. URL: <https://www.socialprogress.org/assets/downloads/resources/2018/2018-Social-Progress-Index-Methodology.pdf>.
25. World Bank Group: The changing nature of work. World development report 2019. Washington, DC 20433.
26. Transparency International: Corruption perception index. URL: <https://www.transparency.org/en/cpi>.
27. UNDP: Human development indexes and indicators: 2018 statistical update. URL: http://hdr.undp.org/sites/default/files/2018_human_development_statistical_update.pdf.

Для цитирования: Орехов В.Д., Каранашев А.Х. Разработка комплекса из трех моделей человеческого капитала для оценки экономической динамики // Московский экономический журнал. 2021. № 8. URL: <https://qje.su/ekonomicheskaya-teoriya/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-8-2021-3/>

© Орехов В.Д., Каранашев А.Х., 2021. Московский экономический журнал, 2021, № 8.