

Индикативная диагностика образовательной компоненты человеческого капитала на основе математического моделирования

Viktor D. Orekhov,
International Institute of management LINK Russia,
140180, Zhukovsky, Mendeleev str., 11/4

Olga S. Prichina,
Russian State Social University Russia,
129226, Moscow, Wilhelm Pieck Street, 4/1

Alla V. Blinnikova,
State University of management, Russia,
109542, Moscow, Ryazan Avenue, 99

Elena A. Panfilova
Rostov State University of Economics,
344002, Rostov-on-don, Bolshaya Sadovaya street, 69

Elena S. Shchennikova,
Financial University under the Government of the Russian Federation,
125993, Leningradsky prosp., Moscow, 49

Abstract

Цель исследования заключается в разработке системы индикативной диагностики образовательной компоненты человеческого капитала (ЧК) на основе математической модели зависимости величины ВВП по паритету покупательной способности различных стран от уровня образования работников.

Показано, что индикативная диагностика образовательной компоненты ЧК, как базового фактора экономической динамики, обеспечивает удовлетворительную точность расчетов ВВП, которая характеризуется относительной стандартной погрешностью 9% для 7 крупнейших экономик.

В статье определены коэффициенты вклада в ВВП различных по образованию групп работников и подтверждено что они экспоненциально зависят от числа лет образования (E). Величина вклада специалистов уровня бакалавра за год составляет 196 тыс. межд. долл. Рост вклада в ВВП при увеличении образования на 1 год составляет 76%, что значительно больше, чем отдача от образования по величине зарплаты работников.

Предложена система индикативной диагностики образовательной компоненты ЧК содержащая два основных индикатора: эффективное число лет образования (E_{ef}) и коэффициент конверсии образовательного ЧК в ВВП ($C_{НС}$). Для большинства рассматриваемых в исследовании экономик ВВП по ППС прямо пропорционален E_{ef} .

Keywords: *человеческий капитал, индикативная диагностика, экономика труда, отдача от образования, функция заработка, экономическая динамика, ВВП, образование, наука, R&D-специалисты.*

Состояние литературы

Проблематика человеческого капитала вошла в качестве системного объекта научных исследований, начиная с работ Becker G.S. и Shultz T. В дальнейшем, разработки по оценке влияния ЧК на экономическую динамику превратились в широкий класс научных исследований, применяющих самые различные инструменты.

Одним из важнейших итогов исследований человеческого капитала является определение зависимости результатов труда от квалификации работников. Согласно функции заработка J. Mincer, доход работника (Y) выражается экспоненциальной зависимостью от числа лет (E) образования $Y = Y_0 e^{R \cdot E}$. В работах Barro, R.J., Lee, J.W. показано, что зависимость между средним числом лет образования населения и ВВП на душу населения различных стран хорошо аппроксимируется экспоненциальной зависимостью $J = 438 \cdot 10^{0,2E}$.

Вклад в литературу

В работе [Orekhov, 2015] на основе анализа вклада в ВВП по ППС работников четырех уровней образования показано, что размер их вклада также описывается уравнением экспоненты $J = 138 \cdot 10^{0,2E}$, но вклады специалистов разного уровня, в отличие от работ Barro, R.J., Lee, J.W., существенно отличаются.

В настоящей работе исследования продолжены в направлении изучения способов совершенствования методики, определения влияния временного дрейфа на показатели вклада в ВВП, формирование системы индикативной диагностики, позволяющей оценивать эффективность организации образования в разных странах.

В отличие от ранее проведенных исследований, обнаружен рост отдачи от образования до 76% за год обучения. Заложены основы создания нового метода расчета экономической динамики.

1. Введение

В современную эпоху, человеческий капитал (ЧК) стал важнейшим фактором производства составляет более 80% национального богатства большей части развитых и крупных развивающихся стран [Nesterov, 2003]. Именно страны, обладающие высоким уровнем ЧК, наиболее быстро развиваются и обеспечивают своему населению наилучший уровень жизни. Поэтому очень важно понимать, как ЧК влияет на рост благосостояния общества и как эффективно увеличивать его капитализацию.

Существует несколько подходов к расчету величины человеческого капитала:

- восстановительный, основанный на учете инвестиций в ЧК [Kendrick, 1976];
- капитализации отдачи от обучения [Becker, 1964; Mincer, 1994];
- учет натуральных индикаторов [Mulligan, 1995; Barro, 2001, Kary, 2015];
- дисконтный метод World Bank, опирающаяся на расчет национального богатства и его компонент [Dixon, 1997].

Также учет ЧК может вестись на различных уровнях: индивидуальном, в масштабах региона или компании и на макроуровне. В различных исследованиях используется широкий спектр количественных характеристик, влияющих на ЧК и его взаимосвязи с экономическим развитием, позволяющих с различных фокусов теоретической и практической направленности определить уровень вклада ЧК в экономическую динамику, а также структурировать инвестиционную значимость основных компонент человеческого капитала.

В тоже время для многих исследований характерна асимметрия позиций заинтересованных сторон в отношении оценок ЧК и его результатов. Она возникает в результате исходной ориентации авторов на целевые функций работника, его родителей,

работодателей, институтов общества или государства. В результате влияния этих позиций на учет уровня и компонент человеческого капитала, оценка ЧК, как базового фактора экономической динамики, происходит разновекторно и несопряженно по своим целевым, структурным и инструментально–методическим аспектам реализации.

В этой связи возникает научная и практическая потребность в индикативной диагностике вклада ЧК в экономическое развитие, имеющая минимальную целевую асимметрию заинтересованных сторон и дающая возможность прогнозировать экономическую динамику в зависимости от различных образовательных характеристик ЧК.

Применение индикативной диагностики образовательной компоненты ЧК, как базового фактора экономической динамики, дает возможность определять коэффициенты вклада в ВВП работников с различными уровнями образования, эффективное число лет образования для экономических систем и уровень использования человеческого капитала для генерации ВВП, что необходимо для повышения эффективности процессов капитализации ЧК.

2. Литературный обзор

Понимание важности человеческого капитала как базовой составляющей экономического и социального развития общества отмечалось еще в работах А. Смита, который полагал, что знания, умения и навыки относятся к «основному капиталу» индивида, являющемуся частью достояния общества, а также в работах А. Маршалла, который подчеркивал, что способности человека как «средства производства» индивида, выступают особым видом капитала.

Вопросы изучения человеческого капитала стали важнейшим направлением экономических исследований, начиная с работ Бекера [Becker, 1964] и Шульца [Shultz, 1968.], обосновавших, что уровень образования детерминирует и будущий уровень трудового дохода работника. В дальнейшем, разработки по оценке влияния ЧК на экономическую динамику превратились в широкий класс научных исследований, применяющих самые различные инструменты и методики диагностики развития человеческого капитала [McConnell, 2006; Korchagin, 2005; Koritsky, 2013] включая как прямые, так и косвенные методы оценки ЧК.

Прямые методы оценки ЧК опираются на данные образовательной статистики, включая уровень образования [David, 2013], количество лет обучения по различным ступеням [Polachek, 2013] и др. Косвенные методы оценки человеческого капитала строятся на более широком охвате характеристик ЧК и детерминант взаимосвязи, включая неформальное образование [Igaune, 2016], уровень образования родителей и родительский альтруизм [Soares, 2006], жизненный цикл и опыт индивида [Serneels, 2008], взаимосвязь с индексом счастья, экологическая эффективность [Bubis, 2014] и т.д. Все это приводит к тому, что оценки ЧК строятся на различных принципах, несут в себе различную количественно-качественную определенность, имеют различный объем оценочной информации, доступности, открытости, полноты баз данных, а также обладают различными функциональными ограничениями применения. Совокупность всех этих факторов вызывает ряд вопросов относительно корректности разработанных методов расчета ЧК [Kiryanov, 2011].

Взгляд на трудовую деятельность с точки зрения системного подхода [Meadows, 2008; Спицнадель, 2000] показывает, что кроме интересов самого работника, инвестирующего средства в свое образование и стремящегося получать адекватную заработную плату [Fischer, 1988], есть и другие заинтересованные стороны, которые имеют собственные целевые функции, влияющие на формирование и отдачу компонент ЧК. Так, для работодателя важна высокая производительность труда, и ему важно получать прибыль от своей деятельности. Для общества важна высокая производительность труда и рост ВВП на душу населения, а также социальная стабильность. Есть много людей, которые не могут или не хотят работать, но их необходимо обеспечивать средствами для существования, чтобы сохранить стабильность общества. В результате возникает ситуация конкуренции за результаты труда, которая делает уязвимыми ряд предположений, используемых в методах расчета ЧК. Поэтому

важной представляется задача минимизации влияния целевой асимметрии заинтересованных сторон на диагностику образовательной компоненты человеческого капитала.

Ключевым для формирования индикативной диагностики является определение зависимости результатов труда от квалификации работников, важнейшей характеристикой которой является количество лет образования. Согласно известной функции заработка J. Mincer [Mincer, 1974], заработок работника (Y) экспоненциально зависит $Y = Y_0 e^{R \cdot E}$ от количества лет образования (E), где Y_0 – заработок без образования, R – норма отдачи от образования за один год. Кроме традиционного образования J. Mincer ввел в формулу заработка параметры обучения на работе [Berndt, 1991], что не меняет экспоненциального типа зависимости от продолжительности обучения.

Другим примером оценки результатов трудовой деятельности является зависимость между средним числом лет образования населения и ВВП по ППС на душу населения (J) для различных стран, представленная в работе [Barro, 2001]. Статистические данные для работников старше 25 лет и в этом случае хорошо аппроксимируется экспоненциальной зависимостью $J = 438 \cdot 10^{0,2E}$ (в междунар. долл. 2017 г.). Однако используемый параметр среднего числа лет образования неявно означает, что вклад в ВВП обучения разного уровня учитывается с одинаковым весом, что требует уточнения.

Приведенные примеры демонстрируют наличие экспоненциальной зависимости результатов трудовой деятельности от продолжительности образования. Столь сильное влияние уровня образования является очень важным фактором с точки зрения экономической динамики и поэтому необходимо исследовать его более детально применительно к современному состоянию крупнейших мировых экономик.

3. Цели и задачи исследования

Основная цель данной работы состоит в разработке системы индикативной диагностики образовательной компоненты человеческого капитала, с минимальной целевой асимметрией заинтересованных сторон и отражающей вклад человеческого капитала в экономическое развитие различных стран. Представляется, что ВВП по ППС, как параметр, обобщенно количественно характеризующий результаты трудовой деятельности общества и удобный для анализа экономической динамики, относится к наиболее непродвинутому с точки зрения различных заинтересованных сторон.

Однако ВВП характеризует состояние общества только с экономической стороны и это также является фактором асимметрии. Поэтому большое значение имеет нацеленность данной работы на определение индикаторов, характеризующих интеллектуальное (образовательное) состояние общества, являющихся системообразующими в трудовой деятельности и, во многом, определяющими величину ВВП.

Таким образом, исходными для данной работы являются следующие позиции:

- симметричный учет интересов различных заинтересованных сторон общества и использование в качестве одного из ключевых показателей параметра ВВП по ППС (G);
- использование индикаторной модели человеческого капитала, как потенциально имеющей минимальные недостатки асимметрии заинтересованных сторон;
- использование при формировании математической модели известного факта доминирования человеческого капитала в национальном богатстве большинства развитых и развивающихся экономик (кроме богатых сырьевыми ресурсами);
- ключевое значение образования для роста величины человеческого капитала;
- быстрый рост (предположительно экспоненциальный) вклада специалистов в ВВП от числа лет образования;
- нацеленность на выявление интегральных индикаторов образовательной компоненты человеческого капитала (ЧК).

В числе конкретных задач, которые были поставлены перед данной работой, отметим следующие:

1. Подтверждение факта экспоненциальной зависимости вклада специалистов в ВВП от числа лет образования.
2. Определение коэффициентов вклада в ВВП различных по образованию групп работников в настоящий временной период (2017 г.).
3. Увеличение количества рассматриваемых групп в области среднего образования.
4. Расширение спектра базовых экономик, по данным которых определяются коэффициенты вклада в ВВП.
5. Проверка возможности прогнозирования величины ВВП по образовательным данным на синхронный временной период, т.е. с учетом работников только что получивших образование.
6. Определение возможностей использования разрабатываемой модели для характеристики эффективности структуры образования в различных странах.

Сравнительный анализ исследования охватывает данные 19 экономик (United States, European Union 23, China, Japan, Brazil, Turkey, Mexico, Indonesia, Germany, United Kingdom, France, Italy, Spain, Canada, India, Russia, Korea, Rep., Australia, Israel).

В соответствии с основной целью работы важным также является вопрос проверки различных других характеристик используемой математической модели.

4. Методика исследования

Ключевой гипотезой, основанной на приведенных выше позициях, на которой базируется исследуемая математическая модель, является существование индикатора образовательного ЧК (I_{HC}), связанного с ВВП на душу населения зависимостью (1).

$$G/N_C \approx K \cdot I_{HC} \quad (1)$$

Компоненты ВВП, генерируемые физическим и природным капиталами входят, как фактор, увеличивающий коэффициент K и составляют для большинства стран (исключая богатых природными ресурсами) порядка 15% его величины [Нестеров, 2003].

Вторым основанием исследуемой модели является предположение, что величина индикатора I_{HC} может быть вычислена суммированием вкладов работников с различным уровнем образования (2).

$$I_{HC} = \sum K_i \cdot D_i \quad (2)$$

Здесь D_i – доля каждой группы работников среди населения трудоспособного возраста (25–64 года), а K_i – коэффициенты вклада в ВВП. Для определенности нормируем их к вкладу специалистов уровня бакалавра, для которых $K_i = 1$.

Здесь мы принимаем предположение, что другие компоненты ЧК (здравоохранение, демография и др.) частично отражаются показателем текущей численности населения – N_C , а частично не будут учтены и увеличат погрешность расчетов. Однако поскольку считается, что уровень здоровья людей только на 8-10% зависит от здравоохранения, а здоровье в благополучии человека составляет около 10% [Kiryanov, 2011], то и в ЧК они вносят относительно малый вклад.

4.1. Метод определения коэффициентов вклада специалистов в ВВП

Для определения весовых коэффициентов K_i вклада специалистов с различным уровнем образования в ВВП по ППС страны используется следующий алгоритм.

1. Формируется несколько базовых групп крупнейших экономик (стран). Именно размер накопленного ЧК по мнению Саймона Кузнеца определяет удачное применение накопленного опыта передовых стран.
2. Выделяется пять образовательных групп (E_i) работников, характеризующихся продолжительностью обучения, от неполного среднего образования до уровня R&D-специалистов.

3. Считается, что специалисты каждой образовательной группы характеризуется определенным количественным вкладом в ВВП по ППС страны (K_i), не зависящим от страны. Коэффициент K_i , соответствующий уровня бакалавра, $K_4 = 1$.
4. Для каждой экономики определяется доля специалистов (D_i) трудоспособного возраста (25–64 года), относящихся к различным образовательным группам.
5. Определяется средняя для каждой экономики величина индикатора образовательного ЧК – $I_{НС}$ (2) при вариативных коэффициентах K_i , а в дальнейшем при определенных в исследовании коэффициентах.
6. Для каждой экономики определяется прогнозная вариативная величина ВВП по ППС (G_V), согласно формуле (1), а также ее отношение к реальному ВВП страны (G_C/G_V).
7. При вариации коэффициентов K_i определяются их значения, при которых обеспечивается минимальное относительное стандартное отклонение величины G_C/G_V ($\Delta(G_C/G_V)$) и соответствующее математическое ожидание этой величины ($M = M(G_C/G_V)$).
8. Анализируются комбинации K_i для различных групп базовых экономик и выбирается наиболее адекватная группа.
9. Определяется вклад в ВВП специалистов с различным уровнем образования и общая зависимость ВВП от E_i .

Более детально параметры математической модели описаны в следующем разделе.

4.2. Параметры исследуемой математической модели

В данной работе были рассмотрены четыре группы базовых экономик:

1. United States, European Union 23, China (3 экономики).
2. United States, European Union 23, China и композиция из суммарных характеристик пяти стран: Japan, Brazil, Turkey, Mexico, Indonesia (условно, 4 экономики).
3. United States, European Union 23, China, Japan, Brazil, Turkey, Mexico, Indonesia (8 экономик).
4. United States, European Union 23, China, Japan, Brazil, Turkey, Mexico, Indonesia, Germany, United Kingdom, France, Italy, Spain, Canada (14 экономик).

Также были рассмотрены пять образовательных уровней, представленных в таблице 2 в соответствии с международной классификацией ISCED 2011 [UIS UNESCO, 2013]. Пятый из них относится непосредственно к научной деятельности, поскольку именно наука, а не ученая степень дают реальный вклад в ВВП. Следует отметить, что одним и тем же уровням образования в разных странах соответствует разное число лет обучения, поэтому здесь использованы усредненные по странам значения.

Таблица 2. Рассмотренные образовательные группы работников

Уровень	Международное название уровня образования	Российское название уровня образования	Е, лет обучения	ISCED 2011
E_1	Below upper secondary education	Неполное среднее	~6	1–2
E_2	Upper secondary education	Среднее образование	11	3–4
E_3	Short-cycle tertiary education	Среднее специальное	13	5
E_4	Bachelor, Master (tertiary education)	Высшее образование	16	6, 7
E_5	R&D-specialist	Научная деятельность	22	8

В работе использовалась информация о доле специалистов с различными уровнями образования согласно [OECD.Stat., 2018.]; данные о количестве R&D–специалистов [Researchers in R&D, 2015]; и данные о ВВП по ППС стран в 2017 году [Indicators, 2018]. Используемые в работе данные представлены в таблице 3.

Таблица 3. Использованные в работе данные по вкладу образования в ВВП

Country Name	Code	G _C , \$	D ₁ , %	D ₂ , %	D ₃ , %	D ₄ , %	D ₅ , %	N _C , млн	E _{ef} , лет	C _{HC}
European Union 23	EUU	20986	18,7	46,3	5,4	28,9	0,70	510	10	0,95
United States	USA	19391	8,5	44,3	10,9	35,5	0,85	326,5	12,7	1,07
China	CHN	23301	53,4	30	10,1	6,5	0,24	1388	3,8	1,01
Japan	JPN	5487		48,6	21,2	30,2	1,05	126,0	13,6	0,88
Brazil	BRA	3241	51,1	34,1		14,8	0,14	211,2	4,0	0,80
Turkey	TUR	2140	60,7	19,3	5,5	14,5	0,23	80,4	4,9	1,30
Mexico	MEX	2358	62,3	20,2	0,5	16,9	0,05	130,2	4,2	0,94
Indonesia	IDN	3243	62,1	26	2,8	9,1	0,02	263,5	2,6	1,04
Germany	DEU	4187	12,6	57,9	0,5	28,1	0,89	80,6	9,9	1,18
United Kingdom	GBR	2857	18,0	35,4	10	35,7	0,89	65,5	12,7	0,79
France	FRA	2857	20,8	43,2	14,2	21	0,83	64,9	9,8	1,02
Italy	ITA	2387	38,7	42,2		18,7	0,40	59,8	5,9	1,52
Spain	ESP	1770	40,4	22,7	11,2	25,2	0,53	46,1	9,2	0,95
Canada	CAN	1714	8,0	34,4	25,5	31,2	0,90	36,6	13,8	0,81

Данные о доле различных уровней образования D_i относятся к населению в возрасте (25–64 года). Количество исследователей также приведено к аналогичной (50%) доле населения, а не ко всему населению. Здесь N_C – численность населения стран. Величина ВВП по ППС (G_C) для каждой страны приведена к международным долларам 2017 года согласно [Deflator, 2018]. Данные по Индии, России и Южной Корее при оптимизации коэффициентов K_i не использовались в виду того, что, как показали предыдущие исследования [Orekhov, 2015], они дают существенно выпадающие результаты.

Для Китая имеются данные OECD об уровнях образования населения только до 2010 г. Согласно работе [Карпенко, 2008] в Китае в 2005 году число студентов высшего образования (уровень 6–7 согласно ISCED 2011) составляло 10,8 млн чел. Данные по общему количеству студентов третичного образования довольно неоднозначны. В работе [Altbach, 2013] приводится цифра 29,3 млн. чел., а согласно работе [Donetskaya, 2018] в 2016 г. число студентов равно 28,9 млн. чел., хотя рост числа студентов после 2011 года составлял 0,8 млн. в год. Для оценки динамики работников с третичным образованием в Китае была принята модель линейного роста, причем с учетом продолжительности обучения фактически оценки опирались на число студентов в 2012 году. Считалось также, что годовой прирост доли работников с высшим образованием составляет 90% от числа поступивших. В расчетах использовались данные World Bank о числе трудоспособного населения в Китае. Оценки доли работников с высшим образованием приведены в таблице 4.

Таблица 4. Оценка динамики третичного образования в Китае в 2010–2017 годах

1.	Уровень образования (ISCED 2011)	5	6, 7	Всего
2.	Доля работников с третичным образованием в 2010 г., %	5,8%	3,9%	9,7%
3.	Число студентов в 2012 г., млн.	11	14	25
4.	Лет обучения	2	4,2	
5.	Выпускников за год, млн.	4,8	2,9	7,8
6.	Доля работников с третичным образованием в 2017 г., %	10,1%	6,5%	16,6%

По результатам предыдущих исследований [Orekhov, 2015] следует, что вклад специалиста с высшим образованием ($K_4 = 1$, $E = 16$ лет) в ВВП по ППС составляет $J_4 = 137 \cdot 10^{E/5} = 137 \cdot 10^{3,2} \approx 218\,000$ долл. 2017 года в год (3).

$$J_4 = 218\,000 \text{ долл. в год} \quad (3)$$

Значение (4) было взято в качестве предварительного для расчетов, в ходе которых, для каждой страны определялась расчетная (вариативная) величина ВВП по ППС с использованием формулы (4).

$$G_V = 0,5 \cdot J_4 \cdot I_{HC} \cdot N_C \quad (4)$$

Здесь коэффициент 0,5 взят для того, чтобы учесть, что примерно 50% населения страны не вносит вклад в ВВП. Можно было бы учитывать долю трудоспособного населения, но кроме того есть еще безработные и люди с неполной занятостью. При этом в странах с большой долей трудоспособного населения, как правило, много безработных. Поэтому, чтобы не усложнять расчетную схему, все отклонения от 50% отнесены к индивидуальным результатам стран.

Далее для каждой экономики вычислялось отношение G_C/G_V , а затем производился поиск значений K_i , обеспечивающих минимальное относительное стандартное отклонение $\Delta(G_C/G_V)$ для всей группы базовых экономик, а также значение математического ожидания $M = M(G_C/G_V)$. Такие вычисления производились для каждой из четырех групп базовых экономик.

5. Результаты

В результате вычислений были получены значения коэффициентов K_i для исследованных групп экономик (таблица 5).

Таблица 5. Результаты оптимизации коэффициентов вклада образования в ВВП

	Число экономик				Сред- нее		Число экономик				Сред- нее
	3	4	8	14			3	4	8	14	
M	0,320	0,488	0,897	0,892	0,65	$\Delta(G_C/G_V)$	8,2%	6,5%	15,2%	14,3%	11,0
K_1	0,05	0,04	0,002	0,04	0,033	$K_1 \cdot M$	0,016	0,020	0,002	0,036	0,02
K_2	0,025	0,050	0,025	0,22	0,08	$K_2 \cdot M$	0,008	0,024	0,022	0,196	0,06
K_3	0,50	0,520	0,58	0,03	0,41	$K_3 \cdot M$	0,158	0,254	0,520	0,027	0,24
K_4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	$K_4 \cdot M$	0,316	0,488	0,897	0,892	0,65
K_5	140	70,0	16,0	12,0	60	$K_5 \cdot M$	44,2	34,2	14,4	10,7	25,9

5.1. Результаты оценки вклада в ВВП различных уровней образования

Чтобы использовать вычисленные значения K_i для прогнозирования расчетной величины ВВП (G_p) воспользуемся выражением (5), а также тем, что $G_C/G_V \approx M$, а, следовательно,

$$G_p \approx G_C \approx G_V \cdot M = 0,5 \cdot J_4 \cdot (I_{HC} \cdot M) \cdot N_C \quad (5)$$

Поскольку математическое ожидание M различно для разных групп экономик, то, из формулы (5) видно, что для сравнения уровней вклада в ВВП по данным разных групп экономик, важны не сами значения K_i , а их произведения с математическим ожиданием $K_i \cdot M$, которые приведены в таблице 5.

Графически полученные значения комплекса $K_i \cdot M$ представлены на рис. 1. Пунктиром дан экспоненциальный тренд для варианта 8-и экономик ($R^2 = 0,95$), а сплошной линией – приближенно осредненная зависимость для всех вариантов. Видно, что они заметно расходятся, в основном, при минимальных значениях образования.

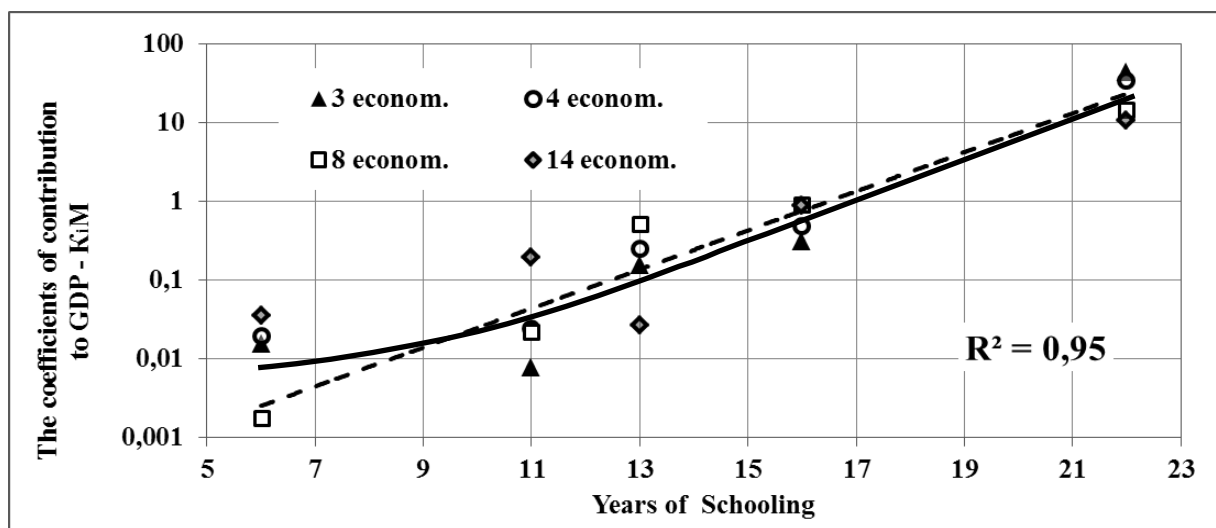


Рис. 1. Результаты расчета коэффициентов вклада образования в ВВП – $K_i M$

Для того чтобы перевести полученные коэффициенты $K_i \cdot M$ в величину вклада специалистов различных уровней в ВВП страны (6) их нужно умножить на представленный выше коэффициент J_4 (4). Полученные значения вклада в ВВП по ППС в международных долларах 2017 года представлены в таблице 6, а соответствующий график для 8 экономик дан на рис. 2. Экспонента, аппроксимирующая расчетные точки на рис. 2, имеет вид (6).

$$J_E = 20,5 \cdot 10^{0,246 E} \quad (6)$$

Таблица 6. Вклад в ВВП специалистов с различным уровнем образования

Образовательная группа	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5
Образование, лет	6	11	13	16	22
Коэффициенты вклада в ВВП – $K_i \cdot M$	0,0018	0,0224	0,520	0,897	14,36
Вклад в ВВП по ППС, тыс. долл.	0,39	4,89	113,5	195,6	3 130

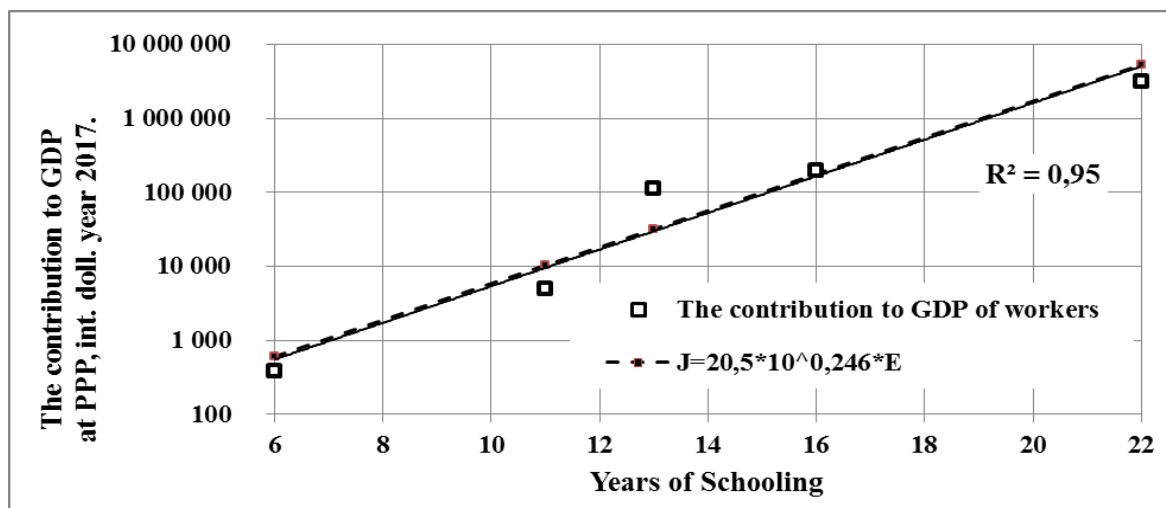


Рис. 2. Вклад в ВВП по ППС работников с различным образованием для 8 экономик

Отмеченное выше отклонение от экспоненты на уровне среднего образования следует рассматривать с учетом малого количества базовых экономик, которые уместно использовать, что приводит к проявлению индивидуальных особенностей различных стран. В частности, в варианте 3-х экономик это приводит к относительно малому вкладу в ВВП полного среднего образования.

На уровне гипотезы можно предположить, что это является следствием того, что в Китае, где много специалистов с незаконченным средним образованием, сумели организовать эффективную работу таких специалистов за счет догоняющего развития и высокой трудовой нагрузки. В противоположность Китаю, в США и Европе многочисленные (45%) специалисты с полным средним образованием, видимо, используются не эффективнее, чем имеющие неполное среднее образование. В результате, выявляется несоответствие между эффективностью использования различных групп работников со средним образованием в трех крупнейших экономиках.

Отметим также, что вариант 14 экономик, где значительный вес имеют средние по размерам развитые страны, демонстрирует, что краткосрочное третичное образование (E_3) оказывается малоэффективным по сравнению с высококачественным и многочисленным средним образованием. Впрочем, веса коэффициентов в этих образовательных группах относительно малы по величине и на ВВП развитых стран влияют довольно слабо. Соответственно погрешности определения этих коэффициентов относительно велики.

Важно также отметить дифференциацию по доле вклада науки (E_5) в вариантах 3–4 ведущих экономик, и 8–14 экономик, в которых коэффициент вклада науки примерно в три раза меньше (таблица 5). Это, вероятно, соответствует реальному соотношению мощности научных школ в этих группах экономик и, соответственно, вкладу науки в ВВП [Shinkareva, 2018].

На рис. 3 дано сравнение исследований, проведенных по данным за 2017 г., с предыдущими (за 2011 г.) для четырех экономик [Orekhov, 2015]. Видно, что результаты, полученные по данным за разные годы, достаточно хорошо согласованы, за исключением среднего образования. Дифференциация его на два уровня проявила тот факт, что полное среднее образование не дает увеличения вклада в ВВП по сравнению с незаконченным средним.

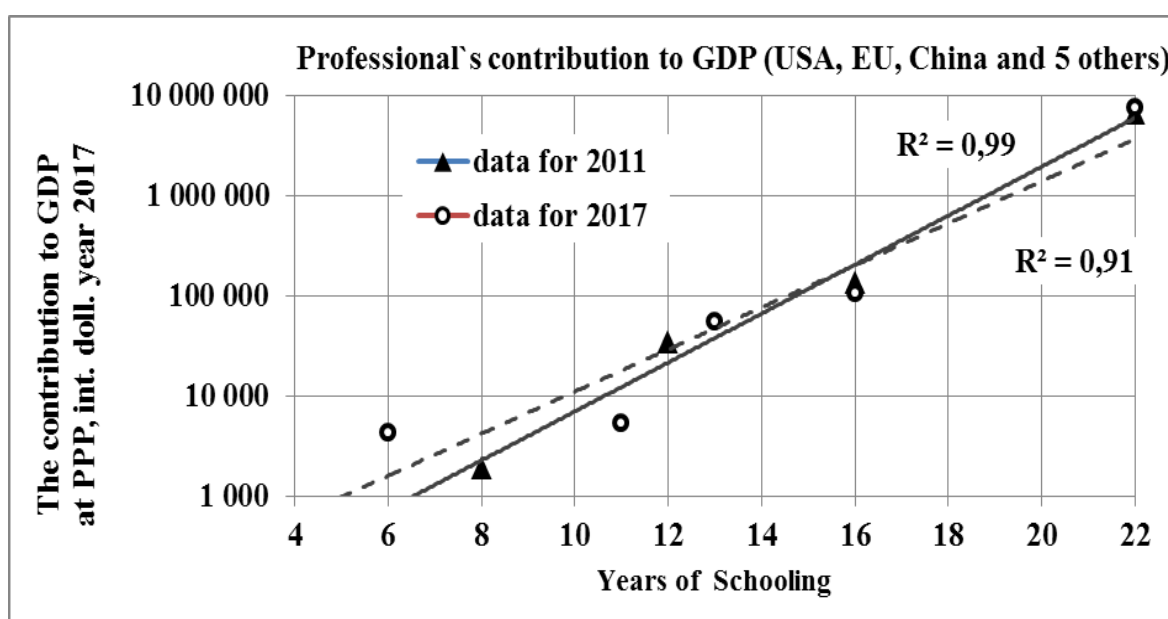


Рис. 3. Вклад работников в ВВП по данным за 2011 и 2017 годы для 4 экономик

Для использования полученных результатов в дальнейшем требуется выбрать наиболее адекватный вариант базовых экономик. Как видно из рис. 1 и приведенного выше анализа, и вариант 3-4 экономик и 14-и экономик обладают значительной спецификой, отличающейся от средних закономерностей. Представляется, что наиболее подходящим является вариант 8-и экономик, поскольку он в наибольшей степени лишен ориентации на ограниченное число крупнейших экономик, а также большого числа относительно небольших развитых экономик.

Также положительным является то, что полученные значения коэффициентов $K_i \cdot M$ для этого варианта достаточно хорошо аппроксимируются экспоненциальной зависимостью с коэффициентом детерминации ($R^2 = 0,95$).

Величина вклада в ВВП по ППС специалистов с высшим образованием (6, 7 уровень ISCED 2011) для варианта 8 экономик составила $J_4 = 195,6$ тыс. долл., что меньше, предыдущих результатов (15) на 11%, хотя данные исследования проводились при значительно отличающихся от предыдущих условиях. Однако показатель отдачи от образования в течение одного года выше, чем в предыдущих исследованиях и составляет $10^{0,246} - 1 \approx 76,2\%$. Полученные значения коэффициентов вклада в ВВП в варианте 8 экономик характеризуются величиной относительного стандартного отклонения $\Delta(G_C/G_V) = 15\%$ для 8 экономик, 6,3% для трех крупнейших экономик и 21% для 14 экономик.

5.2. Показатели влияния образования на вклад в ВВП различных стран

Полученные коэффициенты $M \cdot K_i$ позволяют вычислять суммарные показатели влияния образования на вклад в ВВП. В качестве первого из них можно использовать произведение $M \cdot I_{HC}$, а в качестве второго – отношение G_C/G_P (реальный ВВП по ППС стран в 2017 году к расчетной величине при определенных ранее значениях $M \cdot K_i$).

Первый показатель характеризует эффективный, с точки зрения производства ВВП, уровень образовательного ЧК работников страны в соответствии с осредненными коэффициентами вклада в ВВП (по 8 экономикам). Он оценивает только образовательную компоненту и не нацелен на рассмотрение индивидуальных особенностей страны.

Второй показатель характеризует индивидуальную для страны эффективность конверсии образовательного ЧК в ВВП. Вычисляется по отношению к расчетному (осредненному) параметру (G_P), который дает возможность определить первый показатель.

Для удобства использования, эффективный уровень образования можно представить в виде эффективного числа лет обучения работников – E_{ef} . С этой целью необходимо выбрать коэффициент перехода от величины $M \cdot I_{HC}$ к E_{ef} . Если этот коэффициент приравнять к 25 (7), то осредненные среднее и эффективное число лет обучения будут равными для крупнейшей развитой экономики (США), что удобно в качестве ориентира.

$$E_{ef} = 25 \cdot M \cdot I_{HC} \quad (7)$$

Значения E_{ef} для рассмотренных стран приведены выше в таблице 3. На рис. 4. дано сравнение значений средней арифметической (E_m) и эффективной (E_{ef}) продолжительности обучения для 19 экономик, представленных в таблицах 3, 7. Черным цветом выделены точки для следующих стран (последовательно слева направо): Китай, Европейский Союз, Россия, США и Израиль.

Таблица 7. Данные по вкладу образования в ВВП стран, не включенных в базовые

Country Name	Code	G_C , \$	D_1 , %	D_2 , %	D_3 , %	D_4 , %	D_5 , %	N_C , млн	E_{ef} , лет	C_{HC}
Russia	RUS	3817	5,4	40,9	25,1	28	0,626	143,4	12,0	0,51
India	IND	9449	71,3	18,1	0,8	9,8	0,043	1342	2,6	0,62
Korea, Rep.	KOR	1973	11,0	39,9	13,5	34,2	1,417	50,7	14,7	0,60
Israel	ISR	333	10,9	36,5	14,3	36,6	1,651	8,3	16,2	0,56
Australia	AUS	1192	18,1	35,6	11,5	33,9	0,906	24,6	12,6	0,88

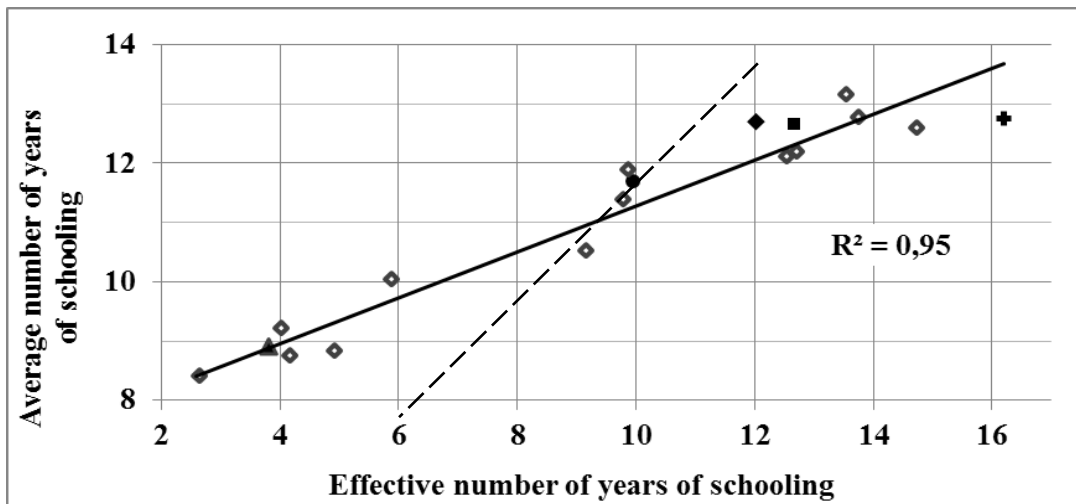


Рис. 4. Сравнение среднего и эффективного количество лет образования

Видно, что эффективное, с точки зрения формирования ВВП по ППС, значение числа лет образования существенно отличается от среднего арифметического. Для уровней образования ниже 12-ти лет, эффективные значения меньше средних. Для низких уровней образования (~ 9 лет) эффективное значение может быть меньше среднего до 3-х раз, а для высоких – больше в 1,3 раза. Аппроксимационная зависимость между средним и эффективным значениями лет образования имеет вид (8).

$$E_{ef} = 2,6 \cdot (E_m - 7,4) \quad (8)$$

Из нее следует, что при значениях среднего количества лет образования менее 7,4, эффективное значение числа лет образования близко нулю. Хотя данный вывод является приближенным, но отражает тот факт, что работники с низким уровнем образования вносят, как правило, крайне малый вклад в ВВП.

Отношение $G_C/G_p = C_{HC}$ реального ВВП по ППС стран к расчетной величине ($G_p = 0,5 \cdot J_4 \cdot (I_{HC} \cdot M) \cdot N_C$) можно трактовать, как коэффициент конверсии образовательного ЧК (9), характеризованного величиной I_{HC} или E_{ef} , в ВВП по ППС.

$$C_{HC} = G_C/G_p = (G_C/N_C)/(4370 \cdot E_{ef}) \quad (9)$$

Как видно из выражения (9) он равен отношению ВВП на душу населения к величине, характеризующей образовательный ЧК. Значения параметра конверсии ЧК – C_{HC} приведены в таблицах 3, 7. По этому показателю лидируют: Италия (1,52), Турция (1,3), Германия (1,18), США (1,07), а относительно низкие показатели имеют Великобритания (0,79), Бразилия (0,8) и Канада (0,81). Если же рассмотреть страны, не включенные в число базовых (таблица 7), то среди них можно заметить страны, имеющие высокий эффективный уровень образования, определенный по общим закономерностям (7, 8), такие как Россия, Израиль и Южная Корея, но низкий уровень конверсии этого ЧК, на уровне $C_{HC} = 0,5-0,6$, что можно рассматривать, и как потенциальный резерв. Распределение рассмотренных 19 экономик в индикативной плоскости $E_{ef} - C_{HC}$ приведено на рис. 5.

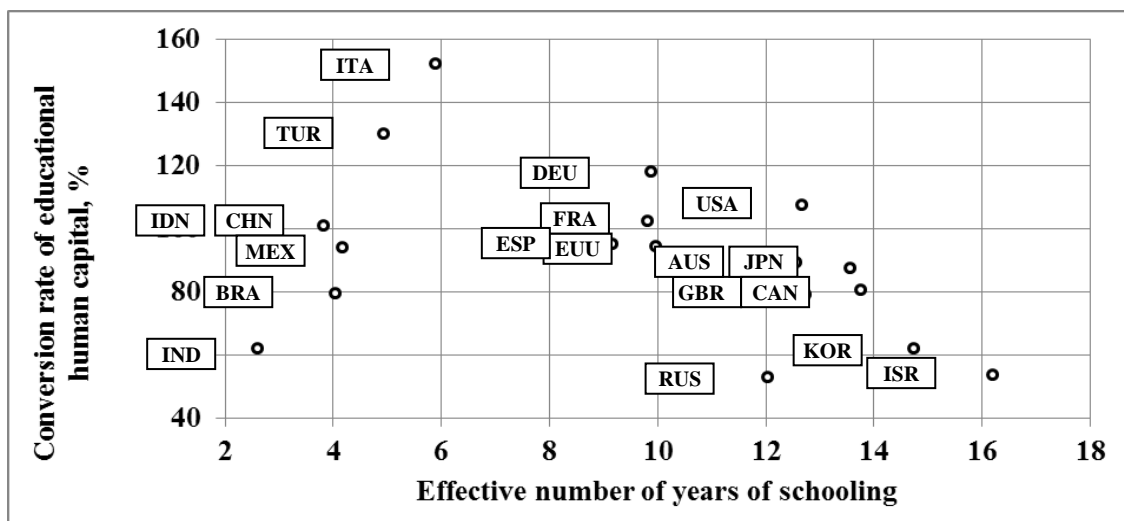


Рис. 5. Эффективный уровень образования и коэффициент его конверсии в ВВП

Видно, что хотя для ряда крупнейших экономик (EUU, USA, CHN, JPN, IDN, MEX), составляющих 67% мирового ВВП, величина коэффициент конверсии ЧК – $C_{HC} \approx 100\%$, но есть и страны, значительно отклоняющиеся из этой закономерности. Среди них можно отметить страны с высоким уровнем образования (RUS, KOR, ISR, GBR, CAN), которые дистанцированы от основного цивилизационного ядра. К ним же можно отнести также Индию и, отчасти, Бразилию. Положительное отклонение конверсии образовательного ЧК характерно для стран, имеющих относительно низкий уровень E_{ef} и расположенные вблизи центра Европы (Италия, Турция и Германия).

С методической точки зрения важно, что среди выбранных 8-ми базовых экономик довольно незначительная доля имеет коэффициент конверсии существенно отличающийся от 100% (Турция и Бразилия). Среднее для 8-и экономик базовой группы значение $C_{HC} = 99,8\%$, а относительное стандартное отклонение – 15,2%. Значительную часть отклонения в данном случае создает высокое C_{HC} Турции. Если исключить ее из данной базовой группы, то относительное стандартное отклонение уменьшается до 10%, а если оптимизировать коэффициенты K_i , до 8,8%. При этом изменение коэффициентов вклада в ВВП происходит только в отношении науки, для который увеличивается до $M \cdot K_5 = 18,2$.

Сравнительно малая величина относительного стандартного отклонения означает, что другие погрешности (кроме особенностей некоторых экономик) относительно малы. В частности, это означает, что подтверждается ключевое предположение о том, что компоненты физического и природного капитала, не пропорциональные ЧК, малы и формула (1) достаточно корректна.

6. Обсуждение

Выбор базовой группы экономик для расчета коэффициентов вклада в ВВП различных групп работников является не вполне однозначным моментом в данном подходе. Ограниченная образовательная статистика по ряду развивающихся стран, в частности по Китаю, также осложняют рассматриваемую проблему. Однако представляется, что указанные помехи генерируют относительно приемлемую погрешность, причем и другие методы расчета величины человеческого капитала подвержены влиянию сходных проблем.

Продолжительность обучения на различных уровнях образования, принятых в данной работе может вызывать вопросы, поскольку в разных странах она разная и в данной работе нет ориентации на прототипы развитых стран, в которых эти цифры смещены в большую сторону. Кроме того следует учитывать, что эти цифры увеличиваются со временем, но необходимо корректно учитывать значительное число работников, которые учились в предыдущее время и до сих пор работают. Также недостаточно отражено то, что существует значимая часть

специалистов с более длительным сроком высшего образования уровня магистратуры. Однако, в результате экспоненциального характера зависимостей и относительно большого разброса данных, данный фактор не оказывает существенного влияния на данном этапе исследования.

7. Заключение

Предложенная модель индикативной диагностики образовательной компоненты человеческого капитала как базового фактора экономической динамики показала, что большая часть ВВП стран формируется за счет ЧК работников с различным уровнем образования. Природный и физический капиталы рассматриваются, как поправочные параметры, в значительной мере пропорциональные ЧК. Относительное стандартное отклонение расчетной величины ВВП по ППС составляет согласно базовой модели из 8 экономик – 15%, а для 7 экономик – 9%.

В рамках понимания того, что результаты трудовой деятельности имеют закономерно экспоненциальный характер показано, что их рост может существенно превышать величину, характерную для роста заработной платы, и достигать 76% за год обучения, применительно к показателю – рост вклада работника в ВВП по ППС.

Обобщенная зависимость вклада в ВВП по ППС от числа лет образования имеет вид $J_E = 20,5 \cdot 10^{0,246 E}$. Вклада в ВВП специалистов уровня бакалавра за год составляет 196 тыс. межд. долл. 2017 года; работников с краткосрочным высшим образованием – 114 тыс. долл., а R&D–специалистов – 3 130 тыс. долл.

В модели индикативной диагностики образовательной компоненты ЧК предложена система из двух основных индикаторов: эффективное число лет образования – E_{ef} и коэффициент конверсии образовательного ЧК в ВВП – C_{HC} . Для большинства стран ВВП по ППС прямо пропорционален эффективному числу лет образования – E_{ef} которое связано со средним числом лет образования аппроксимационной зависимостью $E_{ef} = 2,6 \cdot (E_m - 7,4)$. Коэффициент конверсии для отдельных стран, в частности, с очень высоким уровнем образования, может значительно снижать рассчитанную по E_{ef} величину ВВП (до 50%), что необходимо учитывать для повышения процессов капитализации ЧК.

Ссылки

1. Altbach F.G., Kuzminov Ya.I., Yudkevich M.M. et al. (2013) The future of higher education and the academic profession. BRIC countries and the USA. - Moscow
2. Barro, R.J., Lee, J.W. (2001) International Data on Education and Attainment: Updates and Implications, Oxford Economic Papers, 2001, Vol. 53, No. 3; World Development Indicators. Washington: World Bank, 2005.
3. Becker, G.S. (1964). Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis. N.Y.:Columbia University Press for NBER.
4. Berndt E.R. (1991) .The Practice of Econometrics: Classic and Contemporary. Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
5. Bubis, I.V., Gilyazetdinova, KR, Dyukina, T.O. (2014) On the relationship between GDP per capita, happiness index, human development index and environmental efficiency index // Mathematics application in economic and technical research. Magnitogorsk: Magnitogorsk Publishing House. state tech. un-that them. G.I. Nosova, № 4 (4). Pp. 57-61.
6. David P. (2013) Knowledge, Capabilities and HumanCapital Formation in Economic Growth//Treasury Working Paper Series from New Zealand Treasury No 01/13
7. Deflator. WorldBank. (2018). URL: <https://data.worldbank.org>
8. Dixon J., Bakkes J., Hamilton K., Kunte A., Lutz E., Pagiolle S., Hie J. (1997). Expanding the Measure of Wealth Indicators of Environmentally Sustainable. Development.

- Environmentally Sustainable Development. Studies and Monographs, Ser. No 17. Wash., The World Bank.
9. Donetskaya S.S, Qiannan Ji. (2018) Reforming the system of higher education in China: modern results // Higher education in Russia. Vol. 27. No. 12. P. 79-92.
 10. Igaune, I , Liepa-Balode Ilze Agnese H (2016) The Mutual Reciprocity of Education, Non-Formal Cultural Education and Social Capital //Economics and Culture, 2016, vol. 13, issue 2, 35-43 DOI: <https://doi.org/10.1515/jec-2016-0018>
 11. Fischer S., Dornbusch R, Schmalensee. (1988). Economics. –2nd ed, McGraw-Hill.
 12. Indicators. WorldBank. (2018). URL: <https://data.worldbank.org/indicator>
 13. Karpenko OM, Bershadskaya MD, Voznesenskaya Yu.A. (2008) Indicators of the level of education of the population in the countries of the world: an analysis of international statistics data // Sociology of Education. — №6. - <http://www.demoscope.ru/weekly>
 14. Kary A.V., Afinogenova I.N. (2015) Human Development Index in the System of Country Development Indicators // Science Territory .. No. 4. P. 75-78.
 15. Kendrick, J. W. (1976) Economic Growth and Total Capital Formation: A Study. U.S. Congress. Joint Economic Committee -.
 16. Kiryanov D.A., Sukhareva T.N. (2011). Assessment method of human capital: Theory and practice of social development. Ed. house "Horse", No. 3, p. 337-340.
 17. Korchagin UA (2005) Russian human capital: a factor of development or degradation ?: Monograph. - Voronezh,
 18. Koritsky, A.V. (2013). The Impact of Human Capital on Economic Growth. Novosibirsk
 19. Mulligan C.B. X.Sala-i-Martin. (1995). Measuring Aggregate Human Capital. - Working Paper of the NBER, No 5016.
 20. McConnell, S. and Bru, S. (2006) Economics. McGraw-Hill Companies, Ink.
 21. Meadows D.H. (2008) Thinking in Systems: a primer. Chelsea Green Publishing, Vermont, 2008.
 22. Mincer J. (1974), Schooling, Experience and Earnings, New York: Columbia University Press for the National Bureau of Economic Research.
 23. Mincer J. (1994) The Production of Human Capital and The Lifecycle of Earnings: Variations on a Theme. - Working Paper of the NBER, No 4838.
 24. Nesterov L., Ashirova G. (2003) National wealth and human capital. // Questions of Economics, № 2.
 25. OECD.Stat. (2018). Educational attainment and labor-force status. URL: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EAG_NEAC
 26. Orekhov, V.D. (2015). Forecasting the Development of Mankind, Taking into Account the Factor of Knowledge: Monograph. Zhukovsky: MIM LINK. (p. 210).
 27. Polachek, S (2013) Heterogeneity in the Production of Human Capital// Discussion Papers from Institute for the Study of Labor (IZA) No 7335
 28. Researchers in R & D. Indicator. Worldbank, (2015). URL: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.SCIE.RD.P6?view=chart>
 29. Serneels P. (2008) Human capital revisited: The role of experience and education when controlling for performance and cognitive skills //Labour Economics, vol. 15, issue 6, 1143-1161.
 30. Shinkareva O., Orekhov V., Soloduha P., Prichina O., Gizyatova A. (2018). Multifactor Assessment of Indicators on Dynamic Modeling of Programs for Managin the Perfomance of Scientific Labor. International Journal of Civil Engineering and Technology, V. 9, Is. 13, pp. 303–317.
 31. Shultz, T. (1968). Human Capital. In International Encyclopedia of Social Sciences (Vol. 6). New York.

32. Soares J. (2006) Borrowing Constraints, Parental Altruism and Human Capital Accumulation
// Meeting Papers from Society for Economic Dynamics No 516
33. Spitsnadel V.N. (2000). Basics of system analysis. - SPb.: Business press.
34. UIS UNESCO. International Standard Classification of Education. 2013. URL:
<http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/isced-2011-ru.pdf>.