

Н.М. Баранова¹, С.Н. Ларин², Е.Ю. Хрусталёв³

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ТЕКУЩИХ И ПРОГНОЗНЫХ ЗНАЧЕНИЙ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА В РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКЕ

АННОТАЦИЯ

Исследования факторов устойчивого развития экономики в современных условиях имеют высокую актуальность для России по причине постоянного увеличения и ужесточения санкционных ограничений. Они оказывают негативное влияние на внедрение инновационных разработок и экономический рост, снижают конкурентоспособность российских предприятий и производимой ими продукции на мировых рынках. Одним из ключевых факторов противодействия санкционным ограничениям, повышения эффективности экономического развития и получения дополнительных конкурентных преимуществ отечественными предприятиями и экономикой в целом может стать человеческий капитал.

Оценка влияния человеческого капитала на устойчивое развитие экономики связана с определёнными трудностями, поскольку это одна из специфических форм капитала. При проведении соответствующих измерений учёные-экономисты опираются на ряд разработанных теоретических методов и подкрепляющий их практический инструментарий, что позволяет получать достаточно точные значения индекса развития человеческого капитала (показателя HDI) на основе статистических данных. Прежде всего, это действующая методика ООН по расчёту показателя HDI, а также современные программные комплексы OriginPro-8.6 и Eviews-10.0, обладающие достаточно совершенным функционалом для проведения вычислений.

Россия сегодня располагает всеми необходимыми предпосылками и возможностями для прогрессивного социально-экономического развития. Однако формирование эконометрических моделей поможет своевременно определять текущие и прогнозные значения уровня развития человеческого капитала как для отдельных предприятий, отраслей, так и экономики страны в целом.

В настоящей работе показано практическое применение эконометрического инструментария всех указанных выше подходов для получения расчётных значений показателя HDI для разных временных периодов и различных сценариев развития российской экономики. Полученные результаты подтвердили высокую практическую значимость применяемого инструментария и приемлемую точность проведённых расчётов. Но сами по себе текущие и прогнозные значения уровня развития человеческого капитала не смогут обеспечить эффективное развитие российской экономики. Наоборот, эффективное использование человеческого капитала при реализации стратегий импортозамещения и национальных проектов позволит нашей стране войти в число стран-лидеров мирового экономического развития.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: человеческий капитал, устойчивое развитие, эконометрические модели, учёт влияния факторов

¹ Российский университет дружбы народов, ул. Миклухо-Маклая, д. 6, 117198, Москва, Россия;
e-mail: nina.rudn@gmail.com

² Центральный экономико-математический институт РАН, Нахимовский пр-т, д. 47, 117418, Москва, Россия;
e-mail: sergey77707@rambler.ru

³ Центральный экономико-математический институт РАН, Нахимовский пр-т, д. 47, 117418, Москва, Россия;
e-mail: stalev777@yandex.ru

Nina M. Baranova¹, Sergey N. Larin², Evgeny Yu. Khrustalyov³

ECONOMETRIC MODELS FOR ESTIMATING CURRENT AND FORECAST VALUES OF THE LEVEL OF HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT IN THE RUSSIAN ECONOMY

ABSTRACT

Studies of factors of sustainable economic development in modern conditions are highly relevant for Russia due to the constant increase and tightening of sanctions restrictions. They have a negative impact on the introduction of innovative developments and economic growth, and reduce the competitiveness of Russian enterprises and their products on world markets. Human capital can become one of the key factors for countering sanctions restrictions, improving the efficiency of economic development and gaining additional competitive advantages for domestic enterprises and the economy as a whole.

Assessing the impact of human capital on the sustainable development of the economy is difficult, since it is one of the specific forms of capital. When making appropriate measurements, economic scientists rely on a number of developed theoretical methods and practical tools that support them, which allow us to obtain fairly accurate values of the human capital development index (HDI) based on statistical data. First of all, this is the current UN methodology for calculating the HDI indicator, as well as modern software systems OriginPro-8.6 and Eviews-10.0, which have sufficiently advanced functionality for performing calculations.

Russia today has all the necessary prerequisites and opportunities for progressive social and economic development. However, the formation of econometric models will help to timely determine the current and forecast values of the level of human capital development for individual enterprises, industries, and the country's economy as a whole.

This paper shows the practical application of the econometric tools of all the above approaches to obtain the calculated values of the HDI indicator for different time periods and different scenarios for the development of the Russian economy. The results obtained confirmed the high practical significance of the tools used and the acceptable accuracy of the calculations. However, the current and forecast values of the level of human capital development alone will not be able to ensure the effective development of the Russian economy. On the contrary, the effective use of human capital in the implementation of import substitution strategies and national projects will allow our country to become one of the world's leading economic development countries.

KEYWORDS: human capital, sustainable development, econometric model, including the influence of factors

ВВЕДЕНИЕ

Концепция устойчивого развития применительно к современным условиям трансформации мировой экономики предполагает переориентацию развития экономик отдельных стран на разработку и внедрение инновационных продуктов и технологий, созданных на основе новейших информационно-технологических платформ генерации и обмена знаниями при обеспечении охраны окружающей среды. В этой концепции чётко раскрыты два фундаментальных аспекта: первый из них направлен на решение проблем и удовлетворение

¹ Peoples' Friendship University of Russia, Miklouho-Maclay str., 6, 117198, Moscow, Russia;
e-mail: nina.rudn@gmail.com

² Central Economics and Mathematics Institute RAS, Nakhimovsky ave, 47, 117418, Moscow, Russia,
e-mail: sergey77707@rambler.ru

³ Central Economics and Mathematics Institute RAS, Nakhimovsky ave, 47, 117418, Moscow, Russia,
e-mail: stalev777@yandex.ru

потребностей современных поколений при условии обеспечения равных возможностей для всех; второй связан с прогнозированием во времени развития будущих поколений. Поэтому концепция устойчивого развития может рассматриваться как бесконечный во времени процесс, в котором развитие всегда должно быть направлено на обеспечение устойчивости национальных экономик как основы для развития всех поколений.

Ключевым фактором активно реализуемой в России смены модели экономического развития предстоит стать такому конкурентному преимуществу национальной экономики, которое, во-первых, не может утратить свою ценность даже под воздействием неблагоприятных внешних факторов в виде разного рода санкционных ограничений, а во-вторых, обладает ярко выраженной способностью всё более полно проявляться по мере реализации структурных изменений в российской экономике. Этим конкурентным преимуществом, бесспорно, является человеческий капитал (ЧК). По мнению авторов, применительно к деятельности предприятия под человеческим капиталом следует понимать его управленческий и производственный персонал, обладающий совокупностью знаний и компетенций, необходимых и достаточных для организации производственной деятельности предприятия. При помощи целенаправленного роста этой совокупности знаний и компетенций персонал предприятия реализует свои возможности для производства продукции и получения дополнительных конкурентных преимуществ. В современных условиях его формирование и рациональное использование становится одной из определяющих тенденций успешного развития экономики России.

Теория человеческого капитала была основана на частных экономических выгодах, поскольку лучше образованные люди в экономическом плане проявляют большую активность и, тем самым, принимают непосредственное участие в формировании потенциальных источников увеличения доходов как в масштабах отдельного предприятия, так и в масштабах национальной экономики. Исследование, которое было проведено ОЭСР, показывает, что увеличение ЧК на 10 % приводит к увеличению роста капитала в пределах от 4 до 7 %¹. Следовательно, инвестиции в ЧК могут приносить пользу экономике в целом. Именно поэтому в последние годы многие исследователи пытались выявить влияние повышения качества ЧК на показатели экономического роста с тем, чтобы доказать, что ЧК в целом и его качественный уровень оказывают важное воздействие на повышение национального богатства.

Для поддержки конкурентоспособности и повышения устойчивости национальных экономик необходимо инвестировать средства в создание тех конкурентных преимуществ, которые обеспечат им лидерство в ведущих направлениях экономического развития. Однако, расширение сфер применения инновационных технологий не привело к появлению новых драйверов развития мировой экономики. Недостаточно быстро развиваются институты безопасности и имущественных прав. Всё это сдерживает развитие национальных экономик. В этих условиях продолжает возрастать роль человеческого капитала как ключевого конкурентного преимущества экономического развития.

Основная цель статьи заключается в обосновании указанных выше положений, а также возможного применения существующего и нового эконометрического инструментария для формирования моделей и получения расчётных значений текущих и прогнозных оценок уровня развития человеческого капитала в различных временных периодах.

Обзор литературы

Трансформация социально-экономических отношений во многих странах мира в 60-е гг. прошлого века способствовала повышению гуманитарной составляющей процессов производства. Её результатом стало признание большинством учёных и экономистов идеи «человеческой ценности» в производственной деятельности предприятий разных форм

¹ OECD. Stat. Average annual wages. Web resource: <https://stats.oecd.org/Index.aspx?> (accessed 15.12.2019)

собственности и отраслевой принадлежности. К этому периоду относится становление теории человеческого капитала в качестве самостоятельного направления научных исследований. Её основателями стали американские экономисты Т. Шульц и Г. Беккер, получившие Нобелевскую премию в 1979 и 1992 гг. соответственно.

Первое определение человеческого капитала принадлежит Т. Шульцу [*Schulz*, 1960, р. 25], отождествившему его с источником дополнительного дохода, который человек может получить через приобретение новых знаний, навыков и развитие профессиональных способностей в результате своего образования. Приобретённые способности человека могут быть усилены соответствующими вложениями; они считаются человеческим капиталом [*Schultz, Theodor*, 1971].

Существенный вклад в развитие теории человеческого капитала внёс Г. Беккер, который признан всем научным сообществом экономистов как создатель новой школы в рамках этой теории. Он выделял три основных структурных составляющих человеческого капитала — общие знания, специальные знания и прочие виды знаний [*Беккер*, 2003]. При этом под общими знаниями он понимал общий человеческий капитал, который формируется через реализацию функций воспитания и образования.

Последователями классической теории человеческого капитала стали К. Ланкастер [*Lancaster*, 1966], Р. Уиллис [*Willis*, 1974, р. 25–75] и ряд других учёных-экономистов, которые обосновали институциональную теорию человеческого капитала. Исследования этих экономистов были направлены на изучение возможности получения экономической отдачи человеческого капитала в условиях функционирования институтов и процессов развития институционального пространства. Им удалось доказать целесообразность применения институционального подхода в теории человеческого капитала.

В настоящее время за рубежом проводятся интенсивные исследования наличия влияния внеэкономических факторов на структурные составляющие человеческого капитала. Они представлены в работах таких учёных, как D. Coen-Pirani [2015], V. Gille [2015], J. Bershin и D. Agarwal [2015], Н.Ж. Faria, Н.М. Montesinos-Yufa, D.R. Morales и С.Е. Navarro [2016], М. Delogu, F. Docquier, J. Machado [2018] и др.

Рыночное реформирование российской экономики подтолкнуло отечественных учёных к проведению целого ряда фундаментальных исследований в рамках теории человеческого капитала в 90-х гг. прошлого века. В этом направлении следует отметить работы А.И. Добрынина и С.А. Дятлова, И.В. Ильинского, Р.И. Капелюшниковой, М.М. Критского [*Критский*, 1991, с. 17], В.Т. Марцинкевича, Симкиной Л.Г., Цыреновой А.А. и др.

По мнению А.И. Добрынина, С.А. Дятлова и С.А. Курганского, человеческий капитал представляет собой «сформированный в результате инвестиций и накопленный человеком определенный запас знаний, навыков и способностей, которые целесообразно используются в той или иной сфере общественного воспроизводства, содействуют росту производительности труда и эффективности производства и тем самым влияют на рост доходов данного человека» [*Добрынин и др.*, 1999, с. 10].

Л.Г. Симкина предлагает рассматривать человеческий капитал как важный фактор развития инновационной экономики и роста значения интеллектуальной деятельности. При оценке человеческого капитала она исходит из того, что человеческий капитал одновременно является источником производительных сил и определяющим фактором общественного потребления [*Симкина*, 2002, с. 48].

Наиболее комплексное определение человеческого капитала, отражающее влияние процессов развития институциональной среды, дано в работе А.А. Цыреновой [2006, с. 32]. В условиях трансформируемой экономики человеческий капитал предлагается понимать, как «...накопленный запас здоровья, знаний, навыков, мотиваций, профессионального опыта, адаптационных, коммуникативных и нравственных свойств личности, формируемый путем инвестиций в условиях изменяющихся социальных институтов, адекватный

состоянию трансформируемой институциональной среды и активно влияющий на характер происходящих изменений».

Академик РАН А. Аганбегян считает, что внутренние ресурсы России позволяют перейти к социально-экономическому росту до 4–6 % ежегодно, то есть расти в 1,5 р. быстрее общемирового тренда. В таком случае Россия к 2030 г. сможет выйти на лидирующие позиции в мире. Основным источником роста, по мнению А. Аганбегяна, должен стать человеческий капитал [Аганбегян, 2017, с. 362].

Представленный выше материал показывает, что зарубежные и российские учёные уделяют большое внимание проблеме человеческого капитала и его структурным составляющим. Вместе с тем, представленные результаты анализа свидетельствуют о том, что в экономической литературе не существует единого подхода к определению экономической сущности этой категории. Применительно к современным условиям человеческий капитал является ключевым нематериальным ресурсом и фактором, способствующим эффективному развитию предприятия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По данным рейтинга WEF «О глобальной конкурентоспособности»¹, Россия находится на 43-м месте (в качестве сравнения, например, у КНР — 28 место). Таким образом, российская экономика по целому ряду направлений не выдерживает конкуренции на мировых рынках товаров и услуг. При этом макроэкономическая среда в нашей стране за анализируемый период существенно улучшилась, что нашло своё выражение в снижении инфляции до 3 %, улучшении инновационного потенциала (32-е место), повышении качества исследовательских институтов (9-е место), росту расходов на НИОКР на 1,1 % ВВП (34-е место) и внедрения ИКТ (22-е место), а также быстрой диффузии Интернета среди населения (81 %, 39-е место). Менее позитивны позиции России в квалификационной базе человеческого капитала (54-е место). В то время как образовательный уровень остаётся относительно высоким (38-е место), качество образования не соответствует потребностям современной экономики. К сожалению, постепенно становится заметен дефицит квалифицированных специалистов на предприятиях стратегических и инфраструктурных отраслей.

Обобщая приведённые выше данные, можно сделать вывод о том, что решающее значение для повышения конкурентоспособности российской экономики будет иметь поиск баланса между технологической интеграцией и инвестициями в человеческий капитал. Безусловно, технологическое отставание может привести экономику страны к зависимости от высокотехнологичных разработок развитых стран, следствием чего становится практически неизбежным снижение безопасности и утрата суверенитета. Об этом неоднократно говорил в своих выступлениях Президент России В.В. Путин. Отставание в экономическом развитии влечёт за собой общее снижение качества ЧК страны.

Для решения указанных проблем Президентом России был издан Указ, в котором определены приоритетные цели национального развития нашей страны на период до 2024 г.² В этом документе, а также в Послании Федеральному собранию³, Президент поручил Правительству создать все необходимые условия для достижения целей национального развития. Кроме этого, представляется целесообразным разработать программу для привлечения высококвалифицированных иностранных специалистов на работу в Россию, а также

¹ Schwab K. Global Competitiveness Report 2019. World Economic Forum. Web resource: http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf (accessed 15.12.2019)

² Указ Президента РФ от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации до 2024 г.». Электронный ресурс: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения 15.12.2019)

³ Послание Президента Федеральному Собранию от 01.03.2018. Электронный ресурс: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/56957> (дата обращения 15.12.2019)

по созданию условий для возвращения высококвалифицированных российских специалистов из-за рубежа и ограничения их выезда за границу [Комарова, 2017].

С точки зрения предприятия для того, чтобы обеспечить учёт влияния ЧК, необходимо иметь определённый инструментарий для его измерения. Это означает, что заранее определённая информация должна собираться и периодически обновляться. Естественно, что в собираемой предприятиями информации должны присутствовать данные по ряду показателей, касающихся отдельных компонентов и частных индикаторов ЧК. В числе этих данных могут быть показатели, характеризующие:

- количество работников предприятия, в разрезе их уровня образования и получаемой ими заработной платы;
- расходы предприятия на развитие, при помощи которых его сотрудники повышают свою квалификацию, приобретают новые навыки и методы работы, позволяющие им внести свой вклад в реализацию стратегии развития предприятия;
- расходы предприятия на обучение, включающие периодическое профессиональное образование с отрывом от производства, позволяющие обеспечить подготовку сотрудников к практическому внедрению новаций в производственные процессы;
- расходы предприятия на обучение без отрыва от производства с целью накопления необходимого опыта сотрудниками на новых рабочих местах для заданной производительности труда (наставничество, коучинг) [Ларин и др., 2016].

Указанные показатели определяются на основе информации из бухгалтерского и особенно управленческого учёта, при условии качественного функционирования системы бюджетирования на предприятии, важной частью которой является бюджет ЧК.

Для расчёта оценки ЧК на уровне национальной экономики необходима информация двух типов:

- 1) информация с отраслевых и региональных уровней;
- 2) наличие статистической информации в разрезе отраслей и регионов.

Таким образом, для расчёта оценки ЧК используются два вида учётных показателей: на уровне отдельных предприятий и на уровне отраслей и регионов в масштабах национальной экономики. При этом следует особо отметить, что методология комплексной оценки и принципы построения индекса социального развития российских регионов базируется на производственных, экологических, социально-экономических, демографических, научно-образовательных и некоторых других важнейших показателях, определяющих темпы и тенденции регионального и общенационального прогресса [Тикунов, Черешня, 2018].

Нам представляется, что оценка уровня развития ЧК должна проводиться с определённой периодичностью, например, по мере поступления и обработки учётной информации, на каждом из указанных выше уровней. Для определения величины ЧК в масштабах страны принято рассчитывать такой показатель, как индекс человеческого развития (HDI), измерение которого осуществляется согласно методике ООН путём использования системы данных и организационных правил, которые переводят значимую статистическую информацию в набор критериальных показателей для определения результирующего значения. В качестве таких показателей в этой методике используются: индекс ожидаемой продолжительности жизни, совокупный индекс образования, индекс дохода на душу населения.

С 2010 г. для расчёта показателя HDI для каждого из критериальных показателей были установлены новые минимальные и максимальные значения¹. В отличие от предыдущей версии методики ООН по расчёту показателя HDI, новая версия методики использует средние геометрические значения критериальных показателей и их составляющих. Такой подход позволяет принимать во внимание различия в значениях по всем составляющим.

¹ Human Development Report (2018), Work for Human Development. UNDP. Web resource: https://gtmarket.ru/files/research/human-development-index/Human_Development_Report_2018.pdf (accessed 15.12.2019)

Поэтому низкие значения составляющих показателей по одному из измеряемых направлений больше не могут линейно компенсироваться более высокими достижениями по другим измеряемым направлениям.

Для оценки уровня развития ЧК предприятий целесообразно использовать более функциональные программные продукты, позволяющие учесть влияние большего числа факторов при определении расчётных текущих и прогнозных значений исследуемого показателя. В работах авторов статей [Баранова, Сорокин, 2017; Ларин и др., 2016] для выявления влияния на уровень развития человеческого капитала был использован ряд факторов, а именно: доля городского населения, инвестиции в образование, качество образовательных моделей и технологий, доход от экспорта продукции высокотехнологичных предприятий и/или отраслей и др. Исследование проводилось с использованием программы OriginPro-8.6. В развитие этого исследования представляется целесообразным воспользоваться более совершенным функционалом современной программы Eviews-10.0 [Матюшок и др., 2015], который позволяет формировать эконометрические модели для получения текущих и прогнозных значений развития ЧК России по различным сценариям посредством расчёта значений показателя HDI.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Определение расчётных текущих и прогнозных значений уровня развития ЧК проведено с применением 2-х из 3-х указанных выше методов — методики ООН и программного пакета Eviews-10.0 с построением эконометрических моделей на основе статистических данных.

На первом этапе исследования покажем применение последней версии методики ООН для расчёта показателя HDI на основе установленных целевых показателей национального развития в Указе № 204 и Послании Президента Федеральному собранию (см. выше). Расчёт ожидаемых значений показателя HDI в целом по России на 2025 и 2030 гг. был выполнен на основе целевых показателей Указа Президента, а именно:

1) рост ожидаемой продолжительности жизни населения к 2025 г. должен составить 78 лет, а к 2030 г. — 80 лет;

2) рост реальных доходов граждан должен увеличиться в 1,5 р. к 2025 г. — с 23837,3 до 35755,95 \$ США, а к 2030 г. — в 2 р.: с 35755,95 до 47674,6 \$ США;

3) рост конкурентоспособности российского образования будет обеспечен за счёт увеличения средней продолжительности с 11,6 до 13 лет и ожидаемой продолжительности обучения — с 14,6 до 17 лет к 2025 г., а также увеличения аналогичных показателей с 13 до 13,2 лет и с 17 до 20 лет к 2030 г. (Указ Президента № 204, см. выше).

Используя значения критериальных показателей и их составляющих, определим расчётные величины и ожидаемые результирующие значения показателя HDI к 2025 и 2030 гг. соответственно по формулам, приведённым в последней версии методики ООН по расчёту этого показателя.

Для 2025 г. имеем:

индекс ожидаемой продолжительности жизни (LEI) = $(78-20) / (85-20) = 0,8928$;

индекс дохода (II) = $(\ln 35755,95 - \ln 100) / (\ln 75000 - \ln 100) = 0,8882$;

индекс образования (EI) = $(13/15 + 17/18) / 2 = 0,9056$;

$HDI_{2025} = 0,8953$.

Проведя аналогичные расчёты для 2030 г., получим ожидаемое результирующее значение показателя HDI:

$HDI_{2030} = 0,9506$.

Достижение ожидаемых результирующих значений показателя HDI к 2025 и 2030 гг. соответственно будет способствовать «вхождению России в пятёрку ведущих мировых экономик, с темпами экономического роста выше мировых и уровнем инфляции не более 4 %» (Указ № 204).

Однако достичь ожидаемых результирующих значений показателя HDI к 2025 и 2030 гг. соответственно будет не так просто, поскольку:

- 1) могут измениться методика расчёта и установленные границы значений для составляющих критериальных показателей при расчёте показателя HDI;
- 2) ожидаемый рост доходов населения в 1,5 р. к 2025 г. и в 2 р. к 2030 г. может не достичь запланированных значений;
- 3) остаётся открытым вопрос — каким образом будет реализована стратегия модернизации системы образования¹.

Исследуем, как достижение целей национального развития, определённых в Указе № 204 и Послании Президента Федеральному собранию (см. выше), может повлиять на уровень развития ЧК России в будущем.

Для этого используем функциональные возможности программного пакета Eviews-10.0 и статистические данные для построения на их основе эконометрических моделей.

Построение линейной эконометрической модели

На втором этапе нашего исследования сформируем эконометрическую модель при условии линейной зависимости включённых в неё факторов, оказывающих влияние на значения показателя HDI. При этом объясняемой переменной Y выберем сам показатель HDI, а в качестве независимых переменных будем использовать следующие факторы:

X_1 (INV_EDU) — инвестиции в образование, % от ВВП (1);

X_2 (URBAN_SHARE) — доля городского населения, % от общего населения (2);

X_3 (HIGH_TECH_EXP) — доход от реализации высокотехнологичной продукции на экспорт, в млрд \$ США (3);

X_4 (R_D_INV) — инвестиции в НИОКР, % от ВВП (4);

X_5 (UNEMPLOYMENT_RATE) — уровень безработицы, % (5);

X_6 (INFLATION_RATE) — уровень инфляции, % (6).

Выборка для исследования была произведена за период 1996–2016 гг. на основе данных официальных сайтов (UNDP, OECD (см. выше), World Bank²).

Расчётные значения коэффициентов и оценка параметров уравнения формируемой линейной модели расчётного значения показателя HDI свидетельствуют о том, что уравнение линейной модели значимо ($F_{\text{stat}} = 86,39$; p -значение = 0,0001), коэффициент детерминации $R^2 = 0,9689$.

Однако при используемом для формирования линейной модели сочетании экзогенных переменных X_1 – X_6 , значимыми из них оказались только переменные X_1 ($t_{\text{stat}} = 7,92$; p -значение = 0,0005) и X_2 ($t_{\text{stat}} = 6,16$; p -значение = 0,0003). Вместе с тем при исключении незначимых переменных было принято решение оставить в составе полученного уравнения переменную X_3 ($t_{\text{stat}} = 2,09$; p -значение = 0,0491) (табл. 1).

Результаты расчётов по линейной эконометрической модели

Полученное нами уравнение линейной модели для расчёта значения показателя HDI значимо, поскольку его ключевые характеристики находятся в допустимых пределах ($F_{\text{stat}} = 165,2478$, p -значение = 0,000, $R^2 = 0,9668$). Следовательно, расчётные значения коэффициентов регрессии при рассматриваемых переменных можно использовать для анализа взаимосвязи между ними. В нашем случае ее интерпретацию можно представить таким образом. Если соблюдается равенство всех прочих условий, то:

1) увеличение инвестиций в образование на 1 % ежегодно в среднем увеличивает значение показателя HDI на 0,036 ед.;

2) повышение доли городского населения на 1 % ежегодно в среднем увеличивает значение показателя HDI на 0,077 ед.;

¹ Двенадцать решений для нового образования. Доклад центра стратегических разработок и высшей школы экономики. М.: НИУ ВШЭ, 2018. Электронный ресурс: https://www.hse.ru/data/2018/04/06/1164671180/Doklad_obrazovanie_Web.pdf (дата обращения 15.12.2019)

² World Bank (2016). World Development Indicators. Web resource: <http://data.worldbank.org/indicator/> (accessed 15.12.2019)

3) рост реализации высокотехнологичной продукции на экспорт на 1 млрд. долл. США ежегодно в среднем увеличивает значение показателя HDI на 0,003 ед.;

4) свободный коэффициент уравнения (C) не имеет явно выраженной интерпретации, поскольку для целей анализа влияющий фактор не может принимать значения меньше 0.

Табл. 1. Повторная оценка параметров уравнения сформированной линейной модели
(рассчитано авторами)
Table 1. Re-estimation of the equation parameters of the formed linear model
(estimated by the authors)

Dependent Variable: HDI				
Method: Least Squares				
Date: 15/12/19 Time: 14:10				
Sample: 1 21				
Included observations: 21				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
INV_EDU	0.036437	0.004598	7.918707	0.0005
URBAN_SHARE	0.076591	0.012457	6.161692	0.0003
HIGH TECH EXP	2.69E-12	1.26E-12	2.096289	0.0491
C	-5.026012	0.906138	-5.546488	0.0000
R-squared	0.966818	Mean dependent var	0.757102	
Adjusted R-squared	0.960982	S.D. dependent var	0.036543	
S.E. of regression	0.007225	Akaike info criterion	-6.855361	
Sum squared resid	0.000879	Schwarz criterion	-6.656397	
Log likelihood	75.98092	Hannan-Quinn criter.	-6.812184	
F-statistic	165.2478	Durbin-Watson stat	1.757359	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Таким образом, полученное нами уравнение линейной модели для расчёта значения показателя HDI имеет вид¹:

$$\text{HDI} = -5,03 + 0,036 \times X_1 + 0,077 \times X_2 + 0,003 \times X_3 \quad (7).$$

Тесноту связей между переменными уравнения (7) можно установить на основе матрицы парных корреляций. Наибольшее значение коэффициента парной линейной корреляции наблюдается между Y(HDI) и фактором X₂(URBAN_SHARE) — его величина составляет R_{YX₂} = 0,89; значение коэффициента парной линейной корреляции между Y(HDI) и X₃(HIGH_TECH_EXP) составляет R_{YX₃} = 0,81; наконец, значение коэффициента парной линейной корреляции между Y(HDI) и X₁(INV_EDU) составляет R_{YX₁} = 0,76. Независимые переменные также коррелируют между собой: наиболее сильная связь наблюдается между X₂ и X₃ (R_{X₂X₃} = 0,85), что косвенно свидетельствует о том, что рост доли городского населения, занятого выпуском высокотехнологичной продукции, влечёт за собой увеличение дохода от её реализации на экспорт.

Коэффициент Тейла, значение которого составляет 0,0042 → 0, и величина средней относительной ошибки аппроксимации — 0,723 %, позволяют утверждать, что полученное

¹ В табл. 1 коэффициент при X₃(HIGH_TECH_EXP) = 2,71E-12, а в уравнении (7) для удобства расчёта данные (World Bank) были уменьшены в 10⁹ р., чему соответствует значение 0,003

нами уравнение линейной модели для расчёта значения показателя HDI имеет высокую адекватность, а сама модель (7) позволяет получать расчётные результаты с хорошей точностью (рис. 1).

Построение нелинейной эконометрической модели и результаты расчётов по ней

На третьем этапе нашего исследования сформируем эконометрическую модель при условии нелинейной зависимости включённых в неё факторов, оказывающих влияние на значения показателя HDI. Объясняемой переменной Y по-прежнему будет показатель HDI, а в качестве независимых переменных будем использовать три фактора, задействованные в модели (7):

X_1 (INV_EDU) — инвестиции в образование, % от ВВП;

X_2 (URBAN_SHARE) — доля городского населения, % от общего населения;

X_3 (HIGH_TECH_EXP) — доход от реализации высокотехнологичной продукции на экспорт, в млрд \$ США.

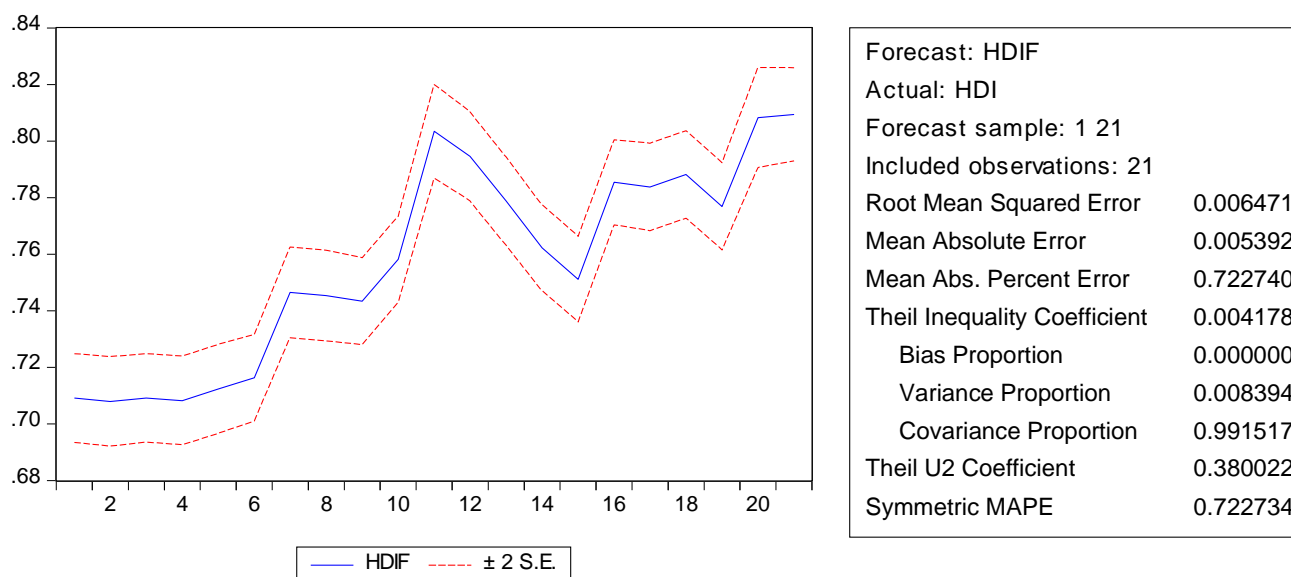


Рис. 1. График и доверительный интервал расчётных значений показателя HDI (рассчитано авторами)

Fig. 1. Chart and confidence interval for calculated HDI values (estimated by the authors)

Поскольку методология расчёта и используемый нами инструментарий остались прежними, то для подтверждения проведённых расчётов представим данные в табл. 2. Уравнение самой нелинейной модели для расчёта значения показателя HDI с использованием переменных X_1 – X_3 будет иметь следующий вид:

$$\ln(\text{HDI}) = -32,0 + 0,154 \times \ln X_1 + 7,340 \times \ln X_2 + 0,021 \times \ln X_3 \quad (8).$$

Приведенные в табл. 2 расчётные результаты, полученные при помощи программы Eviews-10.0, показывают, что уравнение нелинейной модели (8) и его коэффициенты значимы ($F_{\text{stat}} = 185,83$, p -значение = 0,000). Исходя из предположения неизменности прочих факторов, значения коэффициентов уравнения (8) можно интерпретировать таким образом:

1) увеличение инвестиций в образование на 1 % ежегодно в среднем приводит к росту значения показателя HDI на 0,154 %;

2) повышение доли городского населения на 1 % ежегодно в среднем увеличивает значение показателя HDI на 7,340 %;

3) рост реализации высокотехнологичной продукции на экспорт на 1 % ежегодно в среднем увеличивает значение показателя HDI на 0,021 %;

4) свободный коэффициент уравнения (8) не имеет чётко выраженного экономического смысла, поскольку влияющий фактор не может принимать значения меньше 0.

Значения показателей R^2 для уравнения нелинейной модели (8) — 0,9657 и линейной модели регрессий (7) — 0,9668 практически равны между собой. Скорректированный коэффициент детерминации позволяет сравнивать сформированные модели с одинаковым числом объясняющих переменных, при этом $R^2(7) = 0,9668 > R^2(8) = 0,9657$. Параметры оценки полученных нами уравнений линейной и нелинейной моделей для расчёта значения показателя HDI приведены в табл. 3.

По данным табл. 3 параметры оценки уравнения нелинейной модели (8) определяют её среднюю ошибку аппроксимации в размере 0,68 %, тогда как в уравнении линейной модели (7) этот же показатель имеет значение 0,72 %. Из этого можно сделать вывод, что уравнение нелинейной модели (8) более адекватно реальным данным.

Проверка тестов Уайта и Голдфелда-Квандта нелинейной модели (8) на гетероскедастичность подтвердила её отсутствие. Гипотеза о наличии положительной автокорреляции остатков отвергается по критерию Дарбина-Уотсона, поскольку при количестве наблюдений $n = 21$ и 3-х регрессионных переменных верхняя граница статистики Дарбина-Уотсона $Dw = 1,76$ на 5 % уровне значимости (табл. 3).

Таким образом, обе сформированные модели (7) и (8) адекватны и могут использоваться для расчетов HDI на ближайшую перспективу по различным сценариям.

*Табл. 2. Коэффициенты и оценки уравнения (8)
(рассчитано авторами)
Table 2. The coefficients and estimates of equation (8)
(estimated by the authors)*

Dependent Variable: LOG(HDI)

Method: Least Squares

Date: 15/12/19 Time: 18:29

Sample: 1 21

Included observations: 21

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(INV_EDU)	0.154689	0.022495	6.829787	0.0000
LOG(URBAN_SHARE)	7.339793	0.983864	7.097969	0.0000
LOG(HIGH_TECH_EXP)	0.020981	0.008227	2.549779	0.0197
C	-31.98957	4.198758	-7.577984	0.0000
R-squared	0.965785	Mean dependent var		-0.276159
Adjusted R-squared	0.935647	S.D. dependent var		0.047642
S.E. of regression	0.008985	Akaike info criterion		-6.397563
Sum squared resid	0.001349	Schwarz criterion		-6.198770
Log likelihood	70.98763	Hannan-Quinn criter.		-6.354068
F-statistic	185.8260	Durbin-Watson stat		1.758496
Prob(F-statistic)	0.000000			

Результаты расчётов по данным из открытых источников

На четвёртом этапе исследования выполним расчёт показателя HDI на основании открытых статистических данных, собранных из разных источников, на период 2017–2018 гг.

По данным Росстата¹ численность населения России на конец 2018 г. составила 146,9 млн чел., из них 109,3 млн чел. — городское население и 37,6 млн чел. — сельское население (что, соответственно, составляет 74 и 26 % от общей численности населения).

Инвестиции в образование в России за 1996–2016 гг. изменялись неравномерно. До 2011 г. наблюдался их рост с 2,94 до 4,1 % ВВП. Однако за период 2012–2016 гг. отмечено их незначительное снижение до 3,79 % (данные WorldBank, см. выше). Российские источники статистической информации свидетельствуют, что в 2017–2018 гг. объём инвестиций в образование в России снова вырос до уровня 2011 г. и составил 4,1 % (данные Росстата¹).

*Табл. 3. Параметры сравнительной оценки моделей (7) и (8)
(рассчитано авторами)*

*Table 3. Parameters of comparative evaluation of models (7) and (8)
(estimated by the authors)*

Forecast: HDIF		Forecast: LOG_HDIF	
Actual: HDI		Actual: HDI	
Forecast sample: 1 21		Forecast sample: 1 21	
Included observations: 21		Included observations: 21	
Root Mean Squared Error	0,006471	Root Mean Squared Error	0,006111
Mean Absolute Error	0,005392	Mean Absolute Error	0,005029
Mean Abs. Percent Error	0,722740	Mean Abs. Percent Error	0,677420
Theil Inequality Coefficient	0,004178	Theil Inequality Coefficient	0,004085
Bias Proportion	0,000000	Bias Proportion	0,000017
Variance Proportion	0,008394	Variance Proportion	0,005891
Covariance Proportion	0,991517	Covariance Proportion	0,993577
Theil U2 Coefficient	0,380022	Theil U2 Coefficient	0,361229
Simmetric MAPE	0,722734	Simmetric MAPE	0,676914

Также неоднозначно менялось значение величины дохода от реализации высокотехнологической продукции на экспорт. В период 1996–2015 гг. значения этого показателя то снижались до минимального значения в 2,23 млрд \$ США, то увеличивались до максимального значения в 9,8 млрд \$ США. В 2016 г. доходы от реализации российской высокотехнологической продукции на экспорт вновь сократились и составили 6,7 млрд \$ США (данные WorldBank). На конец 2018 г. экспорт высокотехнологической продукции в среднем показал ежегодный рост более чем на 5 % (данные Росстата¹).

На основе приведенных выше данных рассчитаем значения показателя HDI на 2017–2018 гг. для моделей (7) и (8) по разным сценариям развития российской экономики.

Для оптимистичного сценария будем использовать максимальные значения переменных ($X_1 = 4,1$; $X_2 = 74,2$ и $X_3 = 7$). Подставляя эти значения в уравнения (7) и (8), получим расчётные значения показателя HDI для оптимистического сценария по каждому из уравнений, соответственно, $HDI_7 = 0,826$; $HDI_8 = 0,828$.

Для пессимистичного сценария, будем использовать минимальные значения переменных ($X_1 = 3,5$; $X_2 = 74,2$ и $X_3 = 6,2$). Подставляя эти значения в уравнения (7) и (8), получим расчётные значения показателя HDI для пессимистического сценария по каждому из уравнений, соответственно, $HDI_7 = 0,802$; $HDI_8 = 0,805$.

¹ Федеральная служба государственной статистики. Электронный ресурс: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/ (дата обращения 15.12.2019)

ВЫВОДЫ

У России имеются все предпосылки и возможности для ускоренного социально-экономического развития: наша страна имеет высокие уровни развития образования (0,86) и человеческого капитала $HDI = 0,804$; по индексу темпов развития цифровой экономики (3,43) Россия занимает 5-е место в мировом рейтинге после Китая, Малайзии, Боливии, Кении. Однако только по прошествии некоторого времени можно будет оценить, насколько успешно воспользуется наша страна своими возможностями и сможет ли российская экономика стать одним из лидеров мирового экономического развития на основе эффективного использования человеческого капитала.

Измерение влияния человеческого капитала на устойчивое развитие экономики связано с определёнными трудностями, поскольку это одна из специфических форм капитала, подверженная воздействию многих психологических факторов, учёт которых на уровне предприятий практически не ведётся. Однако сегодня в распоряжении учёных-экономистов имеются некоторые теоретические методы и разработан практический инструментарий, позволяющие получать достаточно точные значения показателя HDI с использованием статистических данных. Кроме того, в настоящее время действует методика ООН по расчёту показателя HDI .

Полученные нами расчётные значения показателя HDI для разных сценариев развития российской экономики с использованием сформированных эконометрических моделей для его определения свидетельствуют о том, что используемый нами инструментарий и значения статистических данных позволяют с достаточной точностью определить значения этого показателя. Кроме того, независимо от использования линейной или нелинейной модели изменения включённых в них переменных как в сторону повышения, так и в сторону снижения, будут вызывать соответствующие изменения самого показателя HDI вне зависимости от того, при помощи какой из моделей он был рассчитан. Учитывая данные матрицы парных корреляций, можно утверждать, что влияние переменных X_1 , X_2 и X_3 на значения показателя HDI будут более значительными при увеличении их корреляционной зависимости.

Прогнозные значения показателя HDI , отражающего уровень развития человеческого капитала, могут определяться как для отдельных стран, так и для отраслей экономики, а также отдельных предприятий. Для этого целесообразно использовать данные бухгалтерского и управленческого учёта, агрегированные по уровням управления от отдельного предприятия до экономики страны в целом. Однако определение индекса развития ЧК на уровне предприятия в данной статье не проводилось по причине ограничения её объёма.

Необходимость повышения качества человеческого капитала становится всё более значимой составляющей экономического развития нашей страны. Устойчивое развитие российской экономики в современных условиях во многом зависит от качества человеческого капитала и повышения эффективности его использования, начиная от предприятия, продолжая на отраслевом уровне и заканчивая на уровне экономики всей страны.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при поддержке РФФИ, проект № 19-29-07168мк.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was funded by the Russian Foundation of Basic Research, grant No 19-29-07168mk.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аганбегян А.Г.* Инвестиции в основной капитал и человеческий капитал: два взаимосвязанных фактора социально-экономического роста. Исследования экономического развития России, 2017. Т. 28. № 4. С. 361–363.
2. *Баранова Н.М., Сорокин Л.В.* Влияние человеческого капитала на устойчивое развитие экономики. Национальные интересы: приоритеты и безопасность, 2017. Т. 13. № 9 (354). С. 1641–1655. DOI: <https://doi.org/10.24891/ni.13.9.1641>.
3. *Беккер Г.С.* Человеческое поведение: экономический подход. М.: ГУ ВШЭ, 2003. 672 с.
4. Двенадцать решений для нового образования. Доклад центра стратегических разработок и высшей школы экономики. М.: НИУ ВШЭ, 2018. Электронный ресурс: www.hse.ru/data/2018/04/06/1164671180/Doklad_obrazovanie_Web.pdf (дата обращения 15.12. 2019).
5. *Добрынин А.И., Дятлов С.А., Курганский С.А.* Методология человеческого капитала. Экономика образования. Международный периодический журнал. Кострома, 1999. № 1. С. 10.
6. *Комарова Т.В.* Государственная политика РФ в сфере образования: тенденция и проблемы. Экономическая наука современной России, 2017. № 4 (79). С. 118–126.
7. *Критский М.М.* Человеческий капитал. Л.: Издательство Ленинградского университета, 1991. 117 с.
8. *Ларин С.Н., Хрусталёв Е.Ю., Стебеняева Т.В., Лазарева Л.Ю.* Современные педагогические технологии как инновационный инструмент повышения эффективности образовательного процесса. Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ, 2016. № 3. С. 128–140.
9. *Матюшок В.М., Балашова С.А., Лазанюк И.В.* Основы эконометрического моделирования с использованием Eviews: учебное пособие, 3-е изд., перераб. и доп.; электронные текстовые данные. М.: РУДН (Российский университет дружбы народов), 2015. 223 с.
10. *Симкина Л.Г.* Человеческий капитал в инновационной экономике. СПб.: СПбГИЭА (С.-Петербург. государств. инженер.-экон. академия), 2000. 151 с.
11. *Тикунов В.С., Черешня О.Ю.* Региональная оценка экономического развития. ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. М.: Издательство Московского университета, 2018. Т. 24. Ч. 1. С. 44–53. DOI: [10.35595/2414-9179-2018-1-24-44-53](https://doi.org/10.35595/2414-9179-2018-1-24-44-53).
12. *Цыренова А.А.* Развитие человеческого капитала в условиях трансформации институциональной среды. Улан-Удэ: Издательство ВСГТУ (Вост.-Сиб. гос. технологич. университет), 2006. 88 с.
13. *Bershin J., Agarwal D.* Global human capital trends. Deloit: Deloit University Press, 2015. 112 p.
14. *Coen-Pirani D.* Human capital accumulation in a federation. European Economic Review, 2015. No 76. P. 104–124. DOI: [10.1016/j.euroecorev.2015.02.002](https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2015.02.002).
15. *Delogu M., Docquier F., Machado J.* Globalizing labor and the world economy: the role of human capital. Journal of Economic Growth, 2018. No 23 (2). P. 223–258.
16. *Faria H.J., Montesinos-Yufa H.M., Morales D.R., Navarro C.E.* Unbundling the roles of human capital and institutions in economic development. European Journal of Political Economy, 2016. No 45. P. 108–128.
17. *Gille V.* Distribution of human capital and income: an empirical study on Indian States. Journal of Macroeconomics, 2015. No 43. P. 239–256. DOI: [10.1016/j.jmacro.2014.11.003](https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2014.11.003).
18. *Lancaster K.* Change and innovation in the technology of consumption. American Economic Review, 1966. V. LVI. No 2. P. 14–23.
19. *Schulz T.* Capital formation by education. Journal of Political Economy, 1960. V. 68. No 6. P. 571–583.
20. *Schultz T., Theodor W.* Investment in human capital: the role of education and of research. New York: The Free Press; London: Collier-Macmillan Limited, 1971. 272 p. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0770451800009829>.

21. *Willis R.J.* Economic theory of fertility behavior. Economics of the family. Chicago – London: University of Chicago Press, 1974. P. 25–75.

REFERENCES

1. *Aganbegyan A.G.* Investments in fixed assets and human capital: two interconnected drivers of socioeconomic growth. Research on the economic development of Russia, 2017. V. 28. No 4. P. 361–363 (in Russian).
2. *Baranova N.M., Sorokin L.V.* Influence of human capital on sustainable economic development. National interests: priorities and security, 2017. V. 13. No 9 (354). P. 1641–1655. DOI: <https://doi.org/10.24891/ni.13.9.1641> (in Russian).
3. *Becker G.S.* Human behavior: an economic approach. Moscow: HSE (High School of Economics), 2003. 672 p. (in Russian).
4. *Bershin J., Agarwal D.* Global human capital trends. Deloit: Deloit University Press, 2015. 112 p.
5. *Coen-Pirani D.* Human capital accumulation in a federation. European Economic Review, 2015. No 76. P. 104–124. DOI: [10.1016/j.euroecorev.2015.02.002](https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2015.02.002).
6. *Delogu M., Docquier F., Machado J.* Globalizing labor and the world economy: the role of human capital. Journal of Economic Growth, 2018. No 23 (2). P. 223–258.
7. *Dobrynin A.I., Dyatlov S.A., Kurgansky S.A.* Methodology of human capital. Economics of education. International periodical journal. Kostroma, 1999. No 1. P. 10 (in Russian).
8. *Faria H.J., Montesinos-Yufa H.M., Morales D.R., Navarro C.E.* Unbundling the roles of human capital and institutions in economic development. European Journal of Political Economy, 2016. No 45. P. 108–128.
9. *Gille V.* Distribution of human capital and income: an empirical study on Indian States. Journal of Macroeconomics, 2015. No 43. P. 239–256. DOI: [10.1016/j.jmacro.2014.11.003](https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2014.11.003).
10. *Komarova T.V.* State policy of the Russian Federation in the field of education: trends and problems. Economic science of modern Russia, 2017. No 4 (79). P. 118–126 (in Russian).
11. *Kritsky M.M.* Human capital. Leningrad: Publishing house of Leningrad State University, 1991. 117 p. (in Russian).
12. *Lancaster K.* Change and innovation in the technology of consumption. American Economic Review, 1966. V. LVI. No 2. P. 14–23.
13. *Larin S.N., Khrustalyov E.Yu., Stebenyaeva T.V., Lazareva L.Yu.* Modern pedagogical technologies as an innovative tool for improving the efficiency of the educational process. Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University, 2016. No 3. P. 128–140 (in Russian).
14. *Matyushok V.M., Balashova S.A., Lazanyuk I.V.* Fundamentals of econometric modeling using Eviews: textbook. 3-rd ed., Rev. and add.; electronic text data. Moscow: RUDN University (Peoples' Friendship University of Russia), 2015. 223 p. (in Russian).
15. *Schulz T.* Capital formation by education. Journal of Political Economy, 1960. V. 68. No 6. P. 571–583.
16. *Schultz T., Theodor W.* Investment in human capital: the role of education and of research. New York: The Free Press; London: Collier-Macmillan Limited, 1971. 272 p. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0770451800009829>.
17. *Simkina L.G.* Human capital in an innovative economy. Saint-Petersburg: SPbSEEA (St. Petersburg State Engineer-Economics Academy), 2002. 151 p. (in Russian).
18. *Tikunov V.S., Chereshnya O.Yu.* Regional assessment of economic development. InterCarto. InterGIS. GI support of sustainable development of territories: Proceedings of the International conference. Moscow: Moscow University Press, 2018. V. 24. Part 1. P. 44–53. DOI: [10.35595/2414-9179-2018-1-24-44-53](https://doi.org/10.35595/2414-9179-2018-1-24-44-53) (in Russian).

19. *Tsyrenova A.A.* Development of human capital in the conditions of transformation of the institutional environment. Ulan-Ude: Publishing House of ESSTU (East Siberian State Technological University), 2006. 88 p. (in Russian).
 20. Twelve solutions for new education. Report of the center for strategic research and the higher school of Economics. Moscow: NRU HSE (National Research University High School of Economics), 2018. Electronic resource: www.hse.ru/data/2018/04/06/1164671180/Doklad_obrazovanie_Web.pdf (accessed 15.12. 2019) (in Russian).
 21. *Willis R.J.* Economic theory of fertility behavior. Economics of the family. Chicago – London: University of Chicago Press, 1974. P. 25–75.
-