

Научная статья  
УДК 330.147+330.43  
DOI: 10.25683/VOLBI.2024.68.1087

Dmitry Viktorovich Shimanovsky  
Candidate of Economics,  
Associate Professor of the Department  
of Information Systems  
and Mathematical Methods in Economics,  
Perm State University  
Perm, Russian Federation  
shimanovskiyd@econ.psu.ru

Дмитрий Викторович Шимановский  
канд. экон. наук,  
доцент кафедры информационных систем  
и математических методов в экономике,  
Пермский государственный национальный  
исследовательский университет  
Пермь, Российская Федерация  
shimanovskiyd@econ.psu.ru

## ВЛИЯНИЕ МИГРАЦИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА НА ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РОСТ РЕГИОНОВ РОССИИ: ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

5.2.2 — Математические, статистические и инструментальные методы в экономике

**Аннотация.** Современный этап развития большинства стран мира характеризуется возрастающей мобильностью капитала и трудовых ресурсов. В частности, во многих государствах наблюдается процесс переезда высокопроизводительных работников из депрессивных регионов страны в наиболее благополучные. Эту тенденцию можно трактовать как миграцию человеческого капитала между различными территориями в рамках одного государства. В связи с этим возникает задача оценки вклада процесса миграции наиболее талантливых работников в динамику дивергенции социально-экономического развития регионов одной страны. Данная статья является одной из попыток решения обозначенной задачи для Российской Федерации за период с 2014 по 2021 г. Цель настоящего исследования — подтвердить или опровергнуть гипотезу о том, что процесс миграции талантливой молодёжи между регионами России в 2014—2021 гг. оказывал существенное влияние на рост неравенства в социально-экономическом развитии различных субъектов Российской Федерации. При проведении исследования

использовались эконометрические методы и аппарат теории производственных функций. В частности, был проведён сравнительный анализ нескольких моделей с фиксированными эффектами с точки зрения их качества и статистической значимости. Исследование наглядно демонстрирует, что миграция талантливой молодёжи между российскими регионами не оказывает существенного влияния на дивергенцию в социально-экономическом развитии различных регионов России. Более того, рост человеческого капитала в большинстве регионов России происходит по большей части не за счёт переезда высокопроизводительных работников в наиболее благополучные регионы страны, а под воздействием других факторов.

**Ключевые слова:** человеческий капитал, моделирование экономического роста, модель с фиксированными эффектами, сценарное прогнозирование, производственная функция Кобба — Дугласа, миграция человеческого капитала, нормированные показатели, факторы миграции молодёжи, модель на основе панельных данных, рост ВРП регионов России

**Для цитирования:** Шимановский Д. В. Влияние миграции человеческого капитала на экономический рост регионов России: эконометрический анализ // Бизнес. Образование. Право. 2024. № 3(68). С. 153—163. DOI: 10.25683/VOLBI.2024.68.1087.

### Original article

## INFLUENCE OF HUMAN CAPITAL MIGRATION ON THE ECONOMIC GROWTH OF RUSSIAN REGIONS: ECONOMETRIC ANALYSIS

5.2.2 — Mathematical, statistical and instrumental methods in economics

**Abstract.** The current development stage in most countries of the world is characterized by the increasing mobility of capital and labor resources. In particular, in many countries, highly productive workers tend to move from depressed regions to the most affluent ones. This tendency can be regarded as the migration of human capital between different territories within one state. Therefore, an important task is to assess the contribution of the migration of the most talented workers to the divergence dynamics of socio-economic development of regions within one country. The present paper is one of the attempts to solve the identified problem for the Russian Federation for the period from 2014 to 2021. The study aims to confirm or reject the hypothesis that the migration of talented youth between Russian regions in 2014–2021 significantly influenced the growth of inequality in the socio-economic development of various subjects within the federation. The study used econometric meth-

ods and tools of the theory of production functions. In particular, the author conducted a comparative analysis of several fixed-effects models in terms of their quality and statistical significance. The study clearly demonstrates that the migration of talented youth between regions of the Russian Federation does not have a significant impact on the divergence in the socio-economic development of different regions of the Russian Federation. Moreover, the growth of human capital in most regions of Russia occurs for the most part not due to the relocation of highly productive workers to most affluent regions of the country, but under the influence of other factors.

**Keywords:** human capital, economic growth modeling, fixed effects model, scenario forecasting, Cobb-Douglas production function, migration of human capital, normalized indicators, factors of youth migration, model based on panel data, GRP growth in Russian regions

**For citation:** Shimanovsky D. V. Influence of human capital migration on the economic growth of Russian regions: econometric analysis. *Biznes. Obrazovanie. Pravo = Business. Education. Law*. 2024;3(68):153—163. DOI: 10.25683/VOLBI.2024.68.1087.

### Введение

**Актуальность.** В условиях постиндустриального уровня развития экономики, на котором в настоящее время находятся наиболее развитые страны, возрастает роль нематериальных факторов достижения экономического роста. Прежде всего к ним относятся инновации и накопление совокупного объёма человеческого капитала.

Основы теории человеческого капитала были заложены американским учёным, лауреатом Нобелевской премии Г. Беккером в конце 1960-х гг. [1] и получили существенное развитие в трудах зарубежных и отечественных авторов. Под «человеческим капиталом» конкретного индивида обычно понимают его индивидуальные характеристики, которые могут оказывать воздействие на уровень трудовой эффективности: совокупность накопленных знаний и практических навыков; состояние здоровья; уровень культуры и ответственности и некоторые другие личные качества.

Совокупный объём накопленного человеческого капитала какой-либо страны или её региона становится важным фактором её экономического развития ввиду того, что численность населения наиболее развитых стран относительно стабильна в последние десятилетия, а объём физического капитала хоть и имеет постоянный прирост, но вследствие его существенно накопления растёт уже не так быстро. Отсюда понятно, что такие источники развития, как рост населения и инвестиции в физический капитал, уже не являются наиболее важными для роста экономики передовых стран. Следовательно, возрастает роль нематериальных факторов роста: инноваций и накопления человеческого капитала.

В последние десятилетия большие надежды возлагаются на рост экономики за счёт инвестиций в человеческий капитал: развитие образования, здравоохранения, культуры, повышение ответственности населения. Вместе с тем, на взгляд автора, тезис о том, что накопление этого вида капитала возможно не только за счёт инвестиций в него, но и благодаря иммиграции высокопроизводительных работников из других стран или регионов, не получил существенного отражения в отечественной научной литературе.

**Цель** настоящего исследования — изучение вклада накопления человеческого капитала за счёт миграции высокопроизводительной молодёжи в рост ВРП различных регионов России. Если же миграционные процессы оказывают существенное позитивное влияние на экономическое развитие наиболее благополучных субъектов Федерации, то можно говорить о том, что они способствуют усилению экономического неравенства регионов Российской Федерации.

**Изученность проблемы.** Основы теории человеческого капитала были заложены в 1960-е гг. и получили существенное развитие в дальнейшем. Далее сделаем краткий обзор трудов отечественных и зарубежных авторов, связанных с анализом динамики накопления человеческих ресурсов различными территориями и условий последних с точки зрения привлечения высокопроизводительных работников из других регионов.

Ряд отечественных исследователей отмечает, что начиная с 1990-х гг. для России характерны процессы эмиграции высокоинтеллектуальных и высокопроизводительных работников и иммиграции иностранных граждан с относительно невысоким производительным потенциалом. Так, Е. К. Алдошина указывает, что в России по состоянию

на 2018 г. около 90 % недавних иммигрантов заняты низкоквалифицированным и низкооплачиваемым трудом [2].

В работе другого отечественного исследователя, Е. Х. Тухтаровой, вычислены коэффициенты корреляции между интенсивностью миграции иностранной рабочей силы в различных субъектах Российской Федерации и индексом развития их человеческого потенциала (который оценивает объём накопленных человеческих активов) [3]. В результате исследования автор пришла к выводу, что за период с 2011 по 2019 г. между этими показателями наблюдалась довольно тесная прямая зависимость.

Вместе с тем несколько авторов указывают на неоднородность регионов России в плане привлечения высокоинтеллектуальных работников. Так, в работе коллектива авторов под руководством Е. Е. Письменной отмечается, что всего девять российских регионов являются основными центрами притяжения мигрантов с высшим образованием (прежде всего это Московская и Ленинградская области) [4]. Д. В. Юрков и Н. М. Габдуллин также выдвигают тезис, согласно которому среди всех федеральных округов страны основным реципиентом выступает Центральный федеральный округ [5]. Авторы этой статьи нашли значимую корреляционную зависимость между миграционным приростом в регионе и уровнем доходов его населения по отношению к среднероссийскому.

Сходную проблематику затрагивает работа, написанная коллективом авторов под руководством А. Г. Атаевой [6]. В этом исследовании отмечается, что часть регионов Приволжского федерального округа характеризуются существенной утратой человеческого капитала ввиду эмиграции молодёжи в более благополучные регионы с целью получения качественного высшего образования. Следовательно, совершенствование образовательной системы может стать важным инструментом конкуренции регионов за молодёжь с высоким интеллектуальным потенциалом.

Некоторые исследователи сосредоточились на международных аспектах миграции человеческого капитала. Например, в работе О. В. Грибковой отмечается, что по состоянию на 2015 г. основными странами — донорами высокоинтеллектуальных работников являются Китай, Индия и Россия [7].

При этом следует отметить, что часть публикаций освещает проблему, связанную с тем, что современные тенденции на рынке труда различных стран мира упрощают процесс миграции человеческого капитала. Так, Н. А. Орлова в статье 2017 г. отмечает, что новейшие формы занятости, такие как фриланс и удалённая работа, приводят к тому, что работник может числиться в компании, расположенной в другом регионе или даже в другой стране, находясь при этом в городе своего традиционного проживания [8]. Это снижает издержки эмиграции данного сотрудника и усиливает процессы миграции человеческого капитала.

В некоторых странах проводится целенаправленная политика государства по управлению миграционными потоками внутри страны. Например, Л. А. Понкратовой и Е. В. Траковой приведён обзор основных нормативных правовых документов Китайской Народной Республики за период с 1949 г. по начало 2010-х гг., связанных с регулированием потоков миграции между населёнными пунктами Китая [9]. В результате исследования авторы делают вывод, что административное ограничение миграции населения

из депрессивных провинций КНР в наиболее благополучные было важным инструментом выравнивания социально-экономического развития в территориальном разрезе.

К опыту Китая по административному управлению потоками миграции человеческого капитала между провинциями страны обращается публикация коллектива авторов под руководством Ю. П. Дуся [10]. В качестве одного из выводов исследования постулируется тезис: создание небольших центров притяжения высокоинтеллектуальных работников («инновационных центров» по примеру Сколково) может частично решить проблему резкого оттока человеческого капитала из экономически неблагополучных регионов России.

Некоторые исследователи сосредоточились на построении экономико-математических моделей определения факторов скорости воспроизводства человеческого капитала и прогнозирования его значений. Так, в работе коллектива авторов под руководством Н. М. Барановой была построена значимая модель множественной регрессии, где объясняемой переменной выступает индекс человеческого капитала [11]. В результате исследования авторы пришли к выводу, что такие факторы, как инвестиции в образование и рост производства высокотехнологичной продукции, могут стать драйверами роста человеческого капитала экономики. К сходным выводам пришла группа исследователей под руководством К. В. Кетовой в работе 2020 г. [12]. Ими был построен инструментарий прогнозирования уровня человеческого капитала с помощью нейронной сети. Согласно этой модели предикторами величины человеческих активов служат бюджетные инвестиции в здравоохранение, образование, культуру.

Проведя обзор трудов отечественных исследователей по выбранной тематике, перейдем к описанию зарубежных публикаций. В работе нидерландских авторов Н. Куймана и Я. Латтена строится ряд моделей множественной регрессии, описывающих динамику иммиграции молодежи в наиболее благополучные муниципалитеты Нидерландов [13]. В результате проведенного исследования авторы пришли к выводу, что возможность получения качественного образования является одним из главных факторов переезда способной молодежи в крупнейший город страны Роттердам.

Подобной тематике посвящено исследование польских авторов М. Хербтса и Я. Рока [14], в котором они изучают воздействие миграции человеческого капитала на региональные диспропорции в социально-экономическом развитии Польши. Согласно выводам из этого исследования в Польше важнейшими факторами привлечения человеческого капитала различными регионами являются уровень заработных плат и возможности для ведения собственного бизнеса.

При этом наряду с эмпирическими эконометрическими моделями существуют и исследования, сконцентрированные на разработке теоретических математических моделей. Так, в исследовании американского ученого Д. Е. Вилдасина строится теоретическая модель скорости роста объема человеческого капитала [15].

Таким образом, краткий анализ научных трудов по сходной проблематике показал, что исследования по выявлению основных факторов миграции высокоинтеллектуальных работников между регионами крупной страны, результаты которых имели бы фундаментальное математическое обоснование, в современной научной литературе представлены недостаточно. Очевидно, заявленная тема требует дополнительных исследований.

**Целесообразность** исследования обусловлена возможностью прогнозирования объема накопленного человеческо-

го капитала в регионах Российской Федерации. В частности, в результате проведенного исследования был составлен сценарный прогноз роста или уменьшения уровня накопленных человеческих активов Пермского края в зависимости от будущей динамики экзогенных показателей.

**Научная новизна** исследования заключается в разработке авторской эконометрической модели, позволяющей оценивать рост ВРП регионов России, происходящий за счёт накопления человеческих активов.

**Теоретическая значимость** статьи заключается в убедительном опровержении её основной гипотезы. Результаты исследования наглядно демонстрируют, что процессы миграции высокопроизводительных работников между российскими регионами не оказывают существенного воздействия на скорость роста их ВРП.

**Практическая значимость** работы обусловлена возможностью сравнения регионов России по величине человеческих активов на одного жителя при помощи авторских экономико-математических моделей.

### Основная часть

**Методология.** Прежде чем приступить к исследованию воздействия миграции человеческого капитала на экономическое развитие регионов России, необходимо определиться с показателем, который бы отражал рост экономики региона. В качестве такого индикатора был выбран прирост ВРП. Далее обозначим его  $Y$ .

В соответствии с общепринятой методологией макроэкономической теории за основу исследования была взята предпосылка, согласно которой производственные возможности регионов России определяются производственной функцией Кобба — Дугласа со следующими факторами:

- среднегодовая численность занятых ( $L$ );
- объём инвестиций в основной капитал ( $I$ );
- объём накопленного человеческого капитала ( $H$ ).

При этом стандартный фактор «капитал» был заменён на фактор «инвестиции в основной капитал». Подобный переход делается и в работах других авторов (см., напр.: [16]).

Таким образом, потенциально возможный объём выпуска региона определяется следующей производственной функцией:

$$S_t = e^{\lambda t} I_t^\alpha H_t^\gamma L_t^\beta, \quad (1)$$

где  $S_t$  — совокупное предложение региона за период  $t$ ;  $I_t$  — инвестиции в основной капитал в регионе в период  $t$ ;  $H_t$  — объём накопленного человеческого капитала в регионе на начало периода  $t$ ;  $L_t$  — средняя численность занятых в регионе за период  $t$ .

Иногда представляется интерпретация формулы (1) [17]. Произведение  $(H_t \times L_t)$  часто называют «эффективным трудом» и ставят его в производственную функцию в одну степень:

$$S_t = e^{\lambda t} I_t^\alpha (H_t * L_t)^\beta. \quad (2)$$

В дальнейшем в работе будут представлены эконометрические модели, основой для которых служит как первый из представленных вариантов производственной функции, так и второй.

Отдельного обсуждения требует вопрос оценки уровня накопленного человеческого капитала региона. Как было показано выше, чаще всего в объём человеческих активов включают уровень образования, здоровья и культуры

населения. В связи с этим была собрана статистика по следующим показателям, которые помогут оценить уровень социальных активов:

- доля взрослого населения с высшим образованием ( $P_{HE}$ );
- уровень заболеваемости хроническими болезнями (без учёта социально значимых) на 1 000 чел. населения ( $P_{HEL}$ );
- уровень заболеваемости социально значимыми болезнями — алкоголизмом и наркоманией ( $P_{CUL}$ ).

Первый показатель, по мнению автора, отражает уровень знаний и практических навыков общества, второй — состояние здоровья, а третий — уровень культуры. Для агрегирования этих трёх сложно сопоставимых показателей была проведена процедура их нормировки минимаксным методом:

$$N_{i,t} = \frac{X_{i,t} - X_{\min,t}}{X_{\max,t} - X_{\min,t}}, \quad (3)$$

где  $N_{i,t}$  — нормированное значение показателя в регионе  $i$  за период  $t$ ;  $X_{i,t}$  — значение показателя в регионе  $i$  за период  $t$ ;  $X_{\min,t}$  — минимальное значение показателя среди всех регионов за период  $t$ ;  $X_{\max,t}$  — максимальное значение показателя среди всех регионов за период  $t$ .

Подобный подход был успешно апробирован в трудах отечественных и зарубежных авторов. Например, минимаксный метод был применён в публикации коллектива авторов под руководством Н. Н. Ильшевой для построения математической модели диагностики угроз финансово-экономической безопасности субъектов Российской Федерации [18].

Далее три этих нормированных показателя были агрегированы до получения интегрального индекса человеческого капитала путём нахождения их среднего арифметического:

$$HKI_{i,t} = \frac{N_{HE,i,t} + N_{HEL,i,t} + N_{CUL,i,t}}{3}, \quad (4)$$

где  $HKI_{i,t}$  — индекс человеческого капитала в  $i$ -м регионе за период  $t$ ;  $N_{HE,i,t}$  — нормированное значение доли населения с высшим образованием  $i$ -м регионе за период  $t$ ;  $N_{HEL,i,t}$  — нормированное значение заболеваемости хроническими болезнями на 1 000 чел. населения в  $i$ -м регионе за период  $t$ ;  $N_{CUL,i,t}$  — нормированное значение заболеваемости социально значимыми болезнями на 1 000 чел. населения в  $i$ -м регионе за период  $t$ .

Вместе с тем динамика ВРП региона определяется не только его совокупным уровнем предложения (производственными возможностями), но и динамикой спроса со стороны населения и бизнес-сообщества. Согласно общепринятой макроэкономической теории, совокупный спрос определяют следующие показатели: динамика реальных располагаемых доходов населения, процентные ставки по кредитам и депозитам, инвестиционные настроения фирм и некоторые другие. Однако ввиду ограниченности статистических данных по средним процентным ставкам в региональном разрезе и сложности определения инвестиционных настроений фирм для оценки динамики совокупного спроса был оставлен лишь один показатель: реальные располагаемые денежные доходы населения.

Также следует отметить, что такие показатели, как ВРП и объём инвестиций в основной капитал, являются денежными и определяются в том числе динамикой роста цен. Поэтому для нивелирования инфляционного фактора все

денежные показатели были приведены к ценам 2005 г. по следующей формуле:

$$\bar{Y}_{i,t} = \frac{Y_{i,t}}{\prod_{j=1}^t DI_{i,j}}, \quad (5)$$

где  $\bar{Y}_{i,t}$  — значение стоимостного показателя в ценах базисного (2005) года для  $i$ -го региона за период  $t$ ;  $Y_{i,t}$  — значение стоимостного показателя в ценах текущего года для  $i$ -го региона за период  $t$ .

Таким образом, в основе настоящего исследования лежит изучение следующей зависимости:

$$Y_{i,t} = f(A_{i,t}, L_{i,t}, HKI_{i,t}, I_{i,t}, Y_{d,i,t}), \quad (6)$$

где  $Y_{i,t}$  — ВРП  $i$ -го региона в ценах 2005 г. за период  $t$ ;  $A_{i,t}$  — инновационная активность в  $i$ -м регионе в период  $t$ ;  $L_{i,t}$  — численность занятых в  $i$ -м регионе в период  $t$ ;  $HKI_{i,t}$  — индекс человеческого капитала, вычисленный по авторской методике, в  $i$ -м регионе в период  $t$ ;  $I_{i,t}$  — инвестиции в основной капитал в ценах 2005 г. в  $i$ -м регионе в период  $t$ ;  $Y_{d,i,t}$  — реальные располагаемые денежные доходы населения в  $i$ -м регионе в период  $t$ .

Как следует из названия статьи, в дальнейшем особое внимание будет уделено изучению зависимости ВРП региона от величины человеческого капитала, определяемой, в частности, миграцией в регион высокоинтеллектуальных и высокопроизводительных работников. При этом все показатели, которые вошли в авторскую методику оценки уровня человеческого капитала, по большей части финансируются из государственных бюджетов всех уровней и их динамика должна быть примерно одинаковой в различных регионах.

В связи с этим за основу исследования было взято предположение о том, что изменение величины человеческого капитала в среднем на одного жителя по отношению к среднероссийскому значению формируется только за счёт миграционных процессов.

Так как в модели (6) каждая из переменных зависит как от времени, так и от номера исследуемого региона, то с точки зрения эконометрической теории для оценки неизвестных параметров этой модели необходимо использовать панельные данные. Как известно, наиболее распространёнными эконометрическими подходами к работе с панельными данными являются модель со случайными эффектами и модель с фиксированными эффектами [19, с. 57]. Однако модели со случайными эффектами чаще всего применяются для случайных выборок. В нашем же случае более подойдёт модель с фиксированными эффектами, которые в общем случае могут быть как по времени, так и по регионам.

Автор счёл целесообразным использовать функцию Кобба — Дугласа в темповой записи (подробнее см.: [20]). Таким образом, исследуемая эконометрическая модель принимает вид:

$$y_{i,t} = \lambda + FE_i + FE_t + b_1 l_{i,t} + b_2 hki_{i,t} + b_3 i_{i,t} + b_4 y_{d,i,t} + \varepsilon_{i,t}, \quad (7)$$

где  $y_{i,t}$  — темп прироста реального ВРП  $i$ -го региона за период  $t$ ;  $\lambda$  — темп научно-технического прогресса;  $l_{i,t}$  — темп прироста численности занятых в  $i$ -м регионе за период  $t$ ;  $i_{i,t}$  — темп прироста реальной величины инвестиций в основной капитал в  $i$ -м регионе за период  $t$ ;  $hki_{i,t}$  — темп

прироста накопленной величины человеческого капитала (согласно авторской методике) в  $i$ -м регионе за период  $t$ ;  $Y_{d,i,t}$  — темп прироста реальных располагаемых денежных доходов населения в  $i$ -м регионе за период  $t$ .

Как видно из уравнения (7), ещё одной предпосылкой исследования служит предположение, что темпы интенсивности научно-технического прогресса совпадают как для всех регионов России, так и для различных периодов.

Вновь обратившись к названию статьи, отметим: ключевой с точки зрения данного исследования является зависимость роста ВРП региона от изменения его ранга по уровню средней величины человеческого капитала, приходящегося на одного жителя. Согласно авторскому предположению, его увеличение говорит о положительном сальдо миграции человеческого капитала, уменьшение — об отрицательном.

Таким образом, появилась возможность сформулировать *основную гипотезу исследования*: привлечение

человеческого капитала в виде молодых и высокопроизводительных кадров является важным фактором роста ВРП на душу населения многих регионов России и динамики дивергенции их социально-экономического развития. Далее перейдём к описанию процесса сбора статистических данных.

С опорой на теоретическое обоснование модели, данное в предыдущем разделе статьи, автором была собрана статистика по 78 регионам России за период с 2014 по 2021 г. Выбор такого временного промежутка продиктован ограниченностью статистических данных, находящихся в свободном доступе в разрезе регионов Российской Федерации. Общий объём выборки составил 624 наблюдения. Источником послужила база данных Единой межведомственной информационно-статистической системы Росстата (<https://www.fedstat.ru>). Краткое описание собранных статистических данных представлено в табл. 1.

Таблица 1

#### Описание переменных, используемых в эконометрической модели

Переменная, единица измерения	Обозначение	Источник данных
Темп прироста реального ВРП на душу населения (в ценах 2005 г.), %	$y$	Росстат, расчёты автора
Темп прироста реальных инвестиций в основной капитал (в ценах 2005 г.) на душу населения, %	$i$	Росстат, расчёты автора
Изменение доли занятого населения в его общей численности в текущем году по отношению к предыдущему, %	$l$	Росстат, расчёты автора
Индекс человеческого капитала региона, пунктов	$hki$	Расчёты автора
Реальные располагаемые денежные доходы в регионе в текущем году по отношению к предыдущему, %	$y_d$	Росстат

Как видно из табл. 1, переменные, используемые в уравнении (7), были приведены к показателям на душу населения. В частности, такой показатель, как «численность занятых», после деления на общую численность населения

региона можно сформулировать как «доля занятого населения в его общей численности». Далее были вычислены основные описательные статистики введённых переменных, которые представлены в табл. 2.

Таблица 2

#### Описательные статистики переменных

Переменная	Среднее	Максимум	Минимум	Медиана	СКО*	Коэффициент вариации
$y$	2,90	21,41	-11,86	2,81	5,76	1,99
$i$	0,41	133,74	-39,49	-0,75	16,15	39,39
$l$	45,81	70,36	30,84	45,74	5,66	0,12
$hki$	48,09	89,71	15,97	48,56	13,01	0,27
$y_d$	-0,69	8,87	-16,69	-0,43	3,27	4,74

\* Среднеквадратическое отклонение.

Как видно из данных, приведённых в табл. 2, по некоторым показателям наблюдается существенный разброс относительно среднего значения (прежде всего это относится к динамике инвестиций в основной капитал и реальным располагаемым денежным доходам населения), что может свидетельствовать о наличии выбросов, речь о чём пойдёт ниже. С экономической точки зрения экстремальные значения прироста инвестиций объясняются тем, что появление крупного инвестиционного проекта на территории небольшого субъекта федерации (например, строительство нового завода по производству сжиженного природного газа в Ямало-Ненецком автономном округе) может вызвать экстремально высокий рост инвестиций в этом регионе в год начала его реализации по отношению к предыдущему году.

Следующий шаг предмодельного анализа данных — построение корреляционной матрицы между потенциальными объясняющими переменными для исключения наличия мультиколлинеарности в модели. Матрица корреляции представлена в табл. 3.

Таблица 3

#### Корреляционная матрица между объясняющими переменными

	$i$	$l$	$hki$	$y_d$
$i$	1,00	—	—	—
$l$	0,03	1,00	—	—
$hki$	0,12	0,06	1,00	—
$y_d$	0,20	0,10	0,14	1,00

Таблица 4

Проверка переменных на стационарность

Переменная	t-статистика	p-значение	Результат теста
<i>y</i>	-12,41	0,00	Все временные ряды панели стационарны
<i>i</i>	-11,45	0,00	То же
<i>l</i>	-8,92	0,00	То же
<i>hki</i>	3,35	0,99	Не все временные ряды панели стационарны
<i>y<sub>d</sub></i>	-6,45	0,00	Все временные ряды панели стационарны

Как видно из табл. 3, в корреляционной матрице отсутствуют элементы, превышающие по модулю значение 0,7 (эта величина является граничным значением сильной линейной связи по шкале Чеддока). Следовательно, ситуация мультиколлинеарности не наблюдается.

Теперь для окончательной спецификации модели необходимо проверить все показатели на стационарность. Проверка была произведена при помощи теста Левина — Лина — Чу (подробнее об этом тесте см.: [21]). Результат проверки на стационарность представлен в табл. 4.

Таким образом, как видно из данных, представленных в табл. 4, индекс человеческого капитала не является стационарной переменной. Судя по значению *t*-статистики, в большинстве регионов его значение стабильно растёт с течением времени. Ввиду этого автором была введена переменная «изменение индекса человеческого капитала» ( $\Delta hki_t$ ):

$$\Delta hki_t = hki_t - hki_{t-1}, \quad (8)$$

Далее при первых попытках построения модели было обнаружено, что некоторые показатели имеют выбросы (о чём говорилось выше). Эти значения были исключены из выборки. В результате осталось 570 наблюдений.

На основании теоретических предпосылок для эконометрических моделей, которые были представлены в предыдущем разделе статьи, автором были построены четыре модели: вариант для различных эластичностей ВРП от численности занятых и от индекса человеческого капитала и вариант для единой эластичности от «эффективного труда». Оба варианта были исследованы как с фиксированными эффектами по регионам, так и с фиксированными эффектами по периодам. Результаты оценки неизвестных параметров представлены в табл. 5.

Таблица 5

Результат оценки неизвестных параметров

Переменная / критерий качества	Модель с единым «эффективным трудом» (I)		Модель с разделением «эффективного труда» на две различные переменные (II)	
	FE по периодам	FE по регионам	FE по периодам	FE по регионам
<i>Const</i>	2,86** (0,21)	2,67** (0,27)	-2,04 (1,42)	-15,28** (6,61)
<i>i</i>	0,02** (0,01)	0,05*** (0,01)	0,02** (0,01)	0,05*** (0,01)
<i>l</i>	—	—	0,11*** (0,03)	0,39*** (0,14)
$\Delta hki$	—	—	0,09* (0,05)	0,18*** (0,05)
<i>L·Δhki</i>	0,002** (0,001)	0,003*** (0,001)	—	—
<i>y<sub>d</sub></i>	0,25*** (0,06)	0,14** (0,08)	0,25*** (0,06)	0,11 (0,08)
$R^2_{adj}$	0,48	0,01	0,49	0,02
<i>p</i> -value для <i>F</i> -статистики	0,00	0,32	0,00	0,21
<i>DW</i>	1,86	2,27	1,89	2,24
Объём выборки, наблюдений	570	570	570	570

Примечание: в скобках указаны стандартные ошибки соответствующих коэффициентов. \*\*\* — параметр значим на уровне 1 %; \*\* — параметр значим на уровне 5 %; \* — параметр значим на уровне 10 %.

Из данных, представленных в табл. 5, следует вывод, что модели с фиксированными эффектами по регионам гораздо менее качественны, чем аналогичные модели с фиксированными эффектами по периодам. При этом две модели с различными вариациями производственной функции (I и II) дают сходные результаты. Модель (II) имеет чуть больший коэффициент детерминации. Однако в ней коэффициент научно-технического прогресса в области физического капитала имеет отрицательный знак, что слабо выдерживает критику. Поэтому

автором решено было для дальнейшего анализа выбрать модель (I). Значения статистик Дарбина — Уотсона говорят об отсутствии автокорреляции в моделях.

Далее необходимо убедиться в нормальности распределения остатков получившейся модели. Согласно тесту Жака — Бера остатки распределены нормально на уровне значимости 5 % (*p*-значение для статистики равно 0,052). Гистограмма распределения остатков модели (I) после удаления выбросов представлена на рисунке.

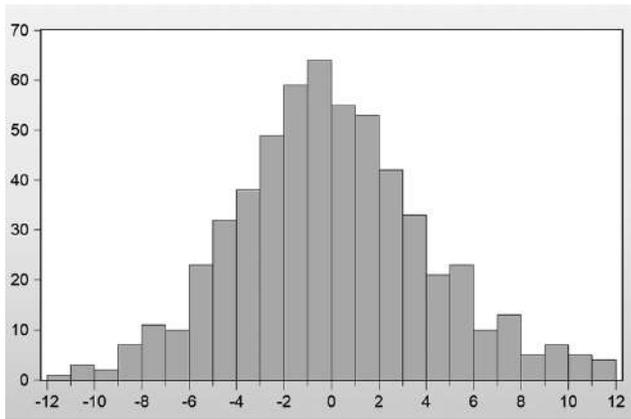


Рис. Гистограмма остатков эконометрической модели

Итак, исходя из значений скорректированного коэффициента детерминации, статистик Стьюдента, статистики Дарбина — Уотсона, коэффициентов корреляции между объясняющими переменными можно утверждать, что модель (1) в варианте с FE по периодам является статистически значимой. В виде формулы она может быть записана следующим образом:

$$y_{i,t} = 0,25 + FE_t + 0,02i_{i,t} + 0,24(l * \Delta hki)_{i,t} + 0,25y_{d,i,t} \cdot (9)$$

(0,21)      (0,01)      (0,11)      (0,06)

Особой интерпретации требуют оценки фиксированных эффектов в модели (9). Далее они представлены в табл. 6.

Таблица 6

**Оценки фиксированных эффектов для модели (9)**

Год	Оценка фиксированного эффекта
2014	-3,63
2015	-4,26
2016	6,36
2017	0,03
2018	3,02
2019	-0,72
2020	-4,34
2021	4,38

Резко отрицательные значения фиксированных эффектов в 2014 и 2015 гг. могут быть объяснены снижением мировых цен на нефть. Отрицательный эффект 2020 г. отражает экономические издержки от ограничительных мер, введённых в связи с пандемией COVID-19 и временным снижением нефтяных цен.

Таким образом, в качестве первого предварительного вывода построенной модели можно констатировать, что предложенная автором методика оценки уровня накопленной величины человеческого капитала в регионах России подтверждается эмпирически.

Далее автором была построена регрессионная модель, где в качестве объясняемой переменной выступает индекс человеческого капитала, вычисленный по авторской методике, а в объясняющих переменных служат уровень безработицы, нормированное значение средней заработной платы в регионе по отношению к среднероссийскому

(вычислено по минимаксному методу), доля занятых в наукоёмких отраслях.

Выбор объясняющих переменных базируется на обзоре литературы, представленном в первой части статьи. Предполагается, что наиболее перспективная молодёжь стремится в регионы с высоким уровнем заработной платы, низкой безработицей, предоставляющие возможность реализовать полученные теоретические знания на практике. Отдельного пояснения требует выбор видов экономической деятельности, отнесённых автором к наукоёмким. Это деятельность в области информации и связи, деятельность финансовая и страховая; деятельность профессиональная, научная и техническая. Они принадлежат к так называемому четвертичному сектору экономики [22] и имеют относительно высокий уровень заработных плат по сравнению с другими видами.

Модель была построена на основе статистики по 78 регионам России за период с 2018 по 2021 г. При этом переменная, отражающая долю занятых в наукоёмких отраслях, оказалась незначимой на уровне значимости 10 %. Остальные переменные значимы на уровне 1 %. После оценки неистинных параметров регрессионное уравнение получило вид:

$$\Delta hki_{i,t} = 0,03 + 1,28\Delta w_{N,i,j} + 0,31u_{N,i,t} \quad (R^2 = 0,61), \quad (10)$$

(0,004)    (0,22)      (0,12)

где  $u_{N,i,t}$  — нормированное значение уровня безработицы в  $i$ -м регионе в период  $t$ ;  $w_{N,i,j}$  — нормированное значение уровня заработной платы в  $i$ -м регионе в период  $t$ .

Таким образом, из краткого и поверхностного анализа уравнения (10) следует вывод, что существует эндогенная тенденция к росту с течением времени величины накопленного человеческого капитала, которая выражается в положительном значении свободного члена этого уравнения. Повышенный уровень заработных плат в конкретном регионе по отношению к среднероссийскому значению является наиболее существенным фактором роста объёма его человеческих активов вследствие миграции в него высокопроизводительных сотрудников.

**Результаты.** В результате проведённого исследования была апробирована авторская методика определения ранговой позиции каждого из регионов по стоимости накопленного человеческого капитала, приходящегося на одного жителя. В табл. 7 представлены регионы с наибольшим и наименьшим нормированными значениями этого показателя согласно авторской методике.

Согласно произведённым вычислениям, по состоянию на 2021 г. регионами — лидерами по величине человеческих активов на одного жителя (согласно предложенной методике) являются г. Москва и Московская область. Этот вывод представляется автору вполне реалистичным, так как он подтверждается результатами расчётов, сделанных по методикам других авторов (напр., [23]).

В то же время человеческий капитал в Московской области растёт быстрее. Ранговое значение этого региона выросло с 4 в 2013 г. до 2 в 2021 г. Следовательно, согласно предпосылкам, сделанным при проведении исследования, Московская область должна быть важным центром притяжения высокопроизводительной молодёжи. Это подтверждается данными Росстата о миграции молодёжи между регионами России. Согласно этой статистике, начиная с 2017 г. центр притяжения граждан России в возрасте 15—29 лет смещается из Москвы в Московскую область.

На взгляд автора, это можно объяснить более низкой стоимостью жилья в пригородах Москвы и развитием пригородной транспортной инфраструктуры.

Далее с использованием эконометрических моделей, описанных во втором разделе, автором была произведена

оценка вклада роста человеческого капитала регионов России в рост их ВРП за период с 2013 по 2021 г. В табл. 8 представлены регионы России в порядке убывания средней величины прироста ВРП, происходящего за счёт роста человеческого капитала за период с 2014 по 2021 г.

Таблица 7

**Аналитические показатели регионов по стоимости человеческого капитала в расчёте на одного жителя**

Регион	Ранговое значение региона		Нормированное значение региона			Сальдо миграционного прироста молодёжи* за 2017—2021 гг. по отношению к численности населения на начало 2017 г., %
	2021 г.	2013 г.	2021 г.	2013 г.	Изменение 2021 г. по отношению к 2013 г.	
г. Москва	1	1	0,90	0,82	0,08	0,55
Московская область	2	4	0,78	0,66	0,12	1,79
<...>						
Алтайский край	77	75	0,38	0,23	0,15	-0,41
Республика Марий Эл	78	65	0,25	0,33	-0,08	0,25

\* 15—29 лет.

Таблица 8

**Регионы Российской Федерации, отсортированные по среднегодовому росту ВРП, обусловленному накоплением человеческого капитала, за период с 2014 по 2021 г.**

Ранговое значение региона	Регион	Среднегодовой прирост реального ВРП на душу населения, обусловленный ростом человеческого капитала, %	Среднегодовой общий прирост реального ВРП на душу населения (справочно), %
1	Магаданская область	0,73	12,08
2	Сахалинская область	0,71	4,42
3	Чувашская Республика – Чувашия	0,43	1,72
<...>			
76	Ставропольский край	0,03	3,11
77	Республика Тыва	0,03	3,01
78	Республика Марий Эл	-0,1	1,16

Таким образом, исходя из данных, представленных в табл. 8, можно сделать вывод, что основная гипотеза настоящего исследования отвергается. Миграцию человеческого капитала вряд ли можно назвать важным фактором дивергенции социально-экономического развития регионов Российской Федерации. Среди всех регионов России максимальный вклад в рост среднедушевого ВРП имеют некоторые регионы Дальнего Востока. Однако рост величины их человеческих активов обеспечивает менее одной четверти роста ВРП на душу населения.

Эти выводы подтверждают исследования некоторых отечественных авторов, согласно которым человеческий потенциал регионов Дальнего Востока растёт быстрее общероссийских темпов (см., напр.: [24]). Вместе с тем, если вернуться к авторской методике вычисления индекса человеческого капитала, описанной во втором разделе статьи, то из детального анализа различных показателей следует, что рост величины человеческих активов в этих регионах формируется не за счёт миграции в них высокопроизводительной молодёжи.

Так, согласно данным Росстата и авторским расчётам, уровень заболеваемости хроническими болезнями на 1 000 чел. населения в Сахалинской области по отношению к общероссийскому уровню снизился с 106 % в 2013 г. до 86 % в 2021 г. Но этот процесс нельзя объяснить мигра-

цией в регион молодёжи с хорошим состоянием здоровья. Положительное сальдо миграции населения в возрасте 15—29 лет в этот регион за 2017—2021 гг. составило менее 0,1 % от его численности по состоянию на 1 января 2017 г. Впрочем, анализ причин относительно высокой скорости роста человеческого капитала в некоторых регионах Дальнего Востока выходит за рамки настоящего исследования.

В заключение описания выводов из исследования приведём сценарный прогноз динамики вклада процесса накопления человеческого капитала в рост ВРП на душу населения на примере одного региона Российской Федерации. В качестве такого субъекта федерации, который демонстрирует полученный с помощью построенных эконометрических моделей инструментарий прогнозирования, был выбран Пермский край. Так как эконометрическая модель (10) базируется на двух объясняющих переменных: средней заработной плате и безработице, — то за основу выбора сценариев будущей траектории роста человеческого капитала была взята динамика этих показателей.

В 2017 г. средняя заработная плата в Пермском крае составила 32 951 рубль, или 84,13 % к среднероссийскому уровню. К 2021 г. отношение средней заработной платы в Пермском крае к общероссийской снизилось до 80,82 %. Согласно базовому сценарию, падение этого показателя продолжится на протяжении следующих четырёх лет

такими же темпами и к 2025 г. составит 77,51 %. При выполнении оптимистичного сценария этот показатель в Пермском крае улучшится по отношению к общероссийскому уровню до 85 %. В пессимистичный сценарий заложен прогноз падения средней заработной платы в Пермском крае по отношению к среднероссийскому уровню до 70 %.

Что же касается уровня безработицы, то в 2017 г. в Пермском крае он составил 6,6 %, превысив на 1,1 п. п. общероссийское значение. К 2021 г. эта разница уменьши-

лась до –0,2 п. п. [25]. Согласно базовому сценарию, уменьшение этого показателя продолжится теми же темпами и к 2025 г. составит –1,5 п. п. При пессимистичном и оптимистичном сценариях этот показатель составит –1 и –2 п. п. соответственно.

Сценарный прогноз представлен в табл. 9. Этот прогноз предполагает, что занятость (отношение числа занятых к общей численности населения) в 2022—2025 гг. останется на уровне 2021 г.

Таблица 9

#### Сценарный прогноз роста индекса человеческого капитала для Пермского края на 2022—2025 гг.

Сценарий развития региона	Индекс человеческого капитала, п. п.		Эффект от накопления величины накопленного человеческого капитала, выраженный в ускорении роста ВРП региона (в среднем в год), п. п.
	Прогноз на 2025 г.	Изменение по отношению к 2021 г.	
Оптимистичный (рост средней заработной платы и существенное снижение уровня безработицы по отношению к общероссийским показателям)	60,50	+9,50	0,205
Базовый (несущественное снижение средней заработной платы и падение уровня безработицы по отношению к общероссийским показателям)	55,75	+4,75	0,103
Пессимистичный (существенное снижение средней заработной платы и несущественное падение уровня безработицы по отношению к общероссийским показателям)	53,16	+2,16	0,047

Как видно из табл. 9, по оптимистичному сценарию сальдо миграции молодежи в Пермский край снизится к 2025 г., что будет ускорять накопление человеческого капитала. В целом рост человеческих активов в этом сценарии будет обеспечивать 0,206 п. п. ежегодного прироста ВРП. В пессимистичном же сценарии будут наблюдаться обратные тенденции.

#### Заключение

В результате проведенного исследования была получена оценка роста ВРП регионов России, происходящего за счёт накопления величины человеческого капитала. При этом выяснилось, что несмотря на то, что скорость роста величины человеческих активов в расчёте на одного жителя сильно отличается в различных субъектах Российской Федерации, это различие существенно не влияет на дисперсию роста их ВРП.

Более того, разница в темпах роста величины человеческого капитала в различных регионах вряд ли может определяться миграцией высокопроизводительных кадров

между ними. Наиболее быстрый рост этого показателя наблюдается в некоторых регионах Дальнего Востока, характеризующихся практически нулевым сальдо миграции молодежи в возрасте 15—29 лет.

Следовательно, с уверенностью можно говорить, что основная гипотеза настоящего исследования является ошибочной. Миграция высокопроизводительной молодежи между субъектами Российской Федерации не оказывает существенного воздействия на конвергенцию их социально-экономического развития. Основными же факторами, которые привлекают высокопроизводительных работников, являются высокий уровень заработной платы и низкий уровень безработицы по отношению к среднероссийским значениям.

Дальнейшим направлением исследований автор видит построение инструментария прогнозирования объёма миграционного прироста молодежи в различные российские регионы в зависимости от будущей динамики их различных показателей.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Teixeira P. N. Gary Becker's early work on human capital – collaborations and distinctiveness // *IZA Journal of Labor Economics*. 2014. Vol. 3. Art. 12. DOI: 10.1186/s40172-014-0012-2.
- Алдошина Е. К. Миграция человеческого капитала: особенности и тенденции в России и мире // *Аллея науки*. 2018. Т. 2. № 7. С. 50—55.
- Тухтарова Е. Х. Влияние трудовой миграции на человеческий капитал и ВРП регионов России // *Народонаселение*. 2022. Т. 25. № 4. С. 163—177. DOI: 10.19181/population.2022.25.4.1.
- Влияние миграции на человеческий капитал и интеллектуальный потенциал населения регионов Российской Федерации / Е. Е. Письменная, С. В. Рязанцев, О. О. Смирнов и др. // *Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ)*. Серия: Социально-экономические науки. 2022. Т. 15. № 2. С. 7—23. DOI: 10.17213/2075-2067-2022-2-7-23.
- Юрков Д. В., Габдулин Н. М. Применение модели человеческого капитала в исследованиях внутренней миграции в Российской Федерации // *Вестник Самарского государственного экономического университета*. 2016. № 5(139). С. 90—98.
- Атаева А. Г., Уляева А. Г. Межрегиональная молодёжная миграция как угроза утери человеческого капитала территории (на материалах Республики Башкортостан и регионов Приволжского федерального округа) // *Вестник Томского государственного университета. Экономика*. 2018. № 44. С. 38—57. DOI: 10.17223/19988648/44/2.

7. Грибкова О. В. Интеллектуальная миграция и её роль в управлении человеческим капиталом // Экономический рост: проблемы, закономерности, перспективы : моногр. / под общ. ред. Г. Ю. Гуляева. Пенза : Наука и Просвещение, 2017. С. 26—31.
8. Орлова Н. А. Нестандартные формы занятости как фактор изменения человеческого капитала: анализ неквалифицированной трудовой миграции в Россию // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2017. № 1(137). С. 156—170. DOI: 10.14515/monitoring.2017.1.10.
9. Понкратов Л. А., Тракова Е. В. Миграционная политика в КНР и её роль в формировании человеческого капитала // Креативная экономика. 2018. Т. 12. № 3. С. 411—427. DOI: 10.18334/ce.12.3.38921.
10. Дусь Ю. П., Разумов В. И., Рыженко Л. И. К формированию модели движения человеческого капитала в современном обществе // Вестник УГТУ-УПИ. Серия: Экономика и управление. 2010. № 2. С. 11—23.
11. Баранова Н. М., Ларин С. Н., Хрусталёв Е. Ю. Эконометрические модели оценки текущих и прогнозных значений уровня развития человеческого капитала в Российской экономике // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2020. Т. 26. № 1. С. 52—67. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-1-26-52-67.
12. Вавилова Д. Д., Кетова К. В. Нейросетевая модель прогнозирования человеческого капитала // Интеллектуальные системы в производстве. 2020. Т. 18. № 1. С. 26—35. DOI: 10.22213/2410-9304-2020-1-26-35.
13. Kooiman N., Latten J., Bontje M. Human Capital Migration: A Longitudinal Perspective // Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie. 2018. Vol. 109. No. 5. Pp. 644—660. DOI: 10.1111/tesg.12324.
14. Herbst M., Roc J. Mobility of human capital and its effect on regional economic development. Review of theory and empirical literature : MPRA Paper No. 45755. Munich Personal RePEc Archive, 2013. 37 p.
15. Wildasin D. Human Capital Mobility: Implications for Efficiency, Income Distribution, and Policy : IZA Discussion Paper No. 8199. Institute of Labor Economics (IZA), 2014. 36 p.
16. Бенц Д. С. Моделирование факторов экономического роста регионов Урала и РФ // Journal of New Economy. 2020. Т. 21. № 3. С. 112—131. DOI: 10.29141/2658-5081-2020-21-3-6.
17. Кетов К. В., Касаткина Е. В., Насридинова Д. Д. Прогнозирование показателей социально-экономического развития региона // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2013. № 4(28). С. 104—120.
18. Ильшева Н. Н., Каранина Е. В., Кызыюров М. С. Диагностика угроз финансово-бюджетной безопасности региона // Экономика региона. 2021. Т. 17. № 4. С. 1361—1375. DOI: 10.17059/ekon.reg.2021-4-22.
19. Банников В. А. Анализ влияния макроэкономики и воздействия ставки рефинансирования Банка России на банковский сектор // Экономика и управление. 2016. № 6(128). С. 54—64.
20. Евченко А. В. Использование производственных функций в прогнозных расчётах роста экономики // Экономика и управление. 2006. № 1(22). С. 37—41.
21. Levin A., Lin C.-F., Chu C.-S. J. Unit root test in panel data: Asymptotic and finite sample properties // Journal of Econometrics. 2002. Vol. 108. Iss. 1. Pp. 1—24. DOI: 10.1016/S0304-4076(01)00098-7.
22. Информационно-коммуникационные технологии обеспечения безопасности жизнедеятельности : моногр. / В. А. Акимов, Т. И. Афлятунов, Э. Н. Аюбов и др. М. : ВНИИ ГОЧС, 2009. 268 с.
23. Петрыкина И. Н. Оценка состояния и динамики развития человеческого капитала регионов Центрального федерального округа // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2012. № 1. С. 65—71.
24. Лукьянец А. С., Маньшин Р. В. Факторы формирования человеческого капитала в регионах Дальнего Востока // Научное обозрение. Серия 1: Экономика и право. 2020. № 5. С. 5—17. DOI: 10.26653/2076-4650-2020-5-01.
25. Беляев И. М. Пути повышения эффективности функционирования системы здравоохранения Пермского края // Лучшая научно-исследовательская работа 2022 : сб. ст. XXXVIII Междунар. науч.-исслед. конкурса. Пенза : Наука и Просвещение, 2022. С. 34—48.

## REFERENCES

1. Teixeira P. N. Gary Becker's early work on human capital – collaborations and distinctiveness. *IZA Journal of Labor Economics*. 2014;3:12. DOI: 10.1186/s40172-014-0012-2.
2. Aldoshina E. K. Migration of human capital: features and trends in Russia and the world. *Alleya nauki*. 2018;2(7): 50—55. (In Russ.)
3. Bedanokov M. K., Morgunov E. V., Chernyavsky S. V. The interaction between Life expectancy and gross domestic product by countries. *Narodonaselenie = Population*. 2022;25(4):163—177. (In Russ.) DOI: 10.19181/population.2022.25.4.1.
4. Pis'mennaya E. E., Ryazantsev S. V., Smirnov O. O. et al. Impact of migration on human capital and intellectual potential of the population of the regions of the Russian Federation. *Vestnik Yuzhno-Rossiiskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (NPI). Seriya: Sotsial'no-ekonomicheskie nauki = Bulletin of the South-Russian State Technical University (NPI). Series: Socio-Economic Sciences*. 2022;15(2):7—23. (In Russ.) DOI: 10.17213/2075-2067-2022-2-7-23.
5. Yurkov D. V., Gabdullin N. M. Application of the human capital model in the study of internal migration in the Russian Federation. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta = Vestnik Samara State University of Economics*. 2016;5(139):90—98. (In Russ.)
6. Ataeva A. G., Ulyaeva A. G. Modern trends and factors of inter-regional migration of youth in Russia. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika = Tomsk State University Journal of Economics*. 2018;44:38—57. (In Russ.) DOI: 10.17223/19988648/44/2.
7. Gribkova O. V. Intellectual migration and its role in human capital management. *Economic growth: problems, regularities, prospects. Monograph*. G. Yu. Gulyaev (ed.). Penza, Nauka i Prosveshchenie, 2017. Pp. 26—31. (In Russ.)

8. Orlova N. A. Non-standard forms of employment and changes in human capital: analysis of the unskilled labor migration to Russia. *Monitoring obshchestvennogo mneniya: ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny = Monitoring of Public Opinion: Economic and Social Changes*. 2017;1(137):156—170. (In Russ.) DOI: 10.14515/monitoring.2017.1.10.
9. Ponkratova L. A., Trakova E. V. Migration policy in the PRC and its role in the formation of human capital. *Kreativnaya ekonomika = Journal of Creative Economy*. 2018;12(3):411—427. (In Russ.) DOI: 10.18334/ce.12.3.38921.
10. Dus' Yu. P., Razumov V. I., Ryzhenko L. I. On the formation of a model of human capital movement in modern society. *Vestnik UGTU-UPI. Seriya Ekonomika i Upravlenie = Bulletin of UGTU-UPI. Series Economics and Management*. 2010;2:11—23. (In Russ.)
11. Baranova N. M., Larin S. N., Khrustalyov E. Yu. Econometric models for estimating current and forecast values of the level of human capital development in the Russian economy. *InterCarto. InterGIS*. 2020;26(1):52—67. (In Russ.) DOI: 10.35595/2414-9179-2020-1-26-52-67.
12. Vavilova D. D., Ketova K. V. Neural Network Model for Forecasting Human Capital. *Intellekt. Sist. Proizv.* 2020;18(1):26—35. (In Russ.) DOI: 10.22213/2410-9304-2020-1-26-35.
13. Kooiman N., Latten J., Bontje M. Human Capital Migration: A Longitudinal Perspective. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*. 2018;109(5):644—660. DOI: 10.1111/tesg.12324.
14. Herbst M., Roc J. Mobility of human capital and its effect on regional economic development. Review of theory and empirical literature. MPRA Paper No. 45755. Munich Personal RePEc Archive, 2013. 37 p.
15. Wildasin D. Human Capital Mobility: Implications for Efficiency, Income Distribution, and Policy. IZA Discussion Paper No. 8199. Institute of Labor Economics (IZA), 2014. 36 p.
16. Benz D. S. Modelling of the economic growth factors: The case of the Ural regions and the Russian Federation. *Journal of New Economy*. 2020;21(3):112—131. (In Russ.) DOI: 10.29141/2658-5081-2020-21-3-6.
17. Ketova K. V., Kasatkina Ye. V., Nasridinova D. D. Forecasting of indicators of the region's socio-economic development. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2013;4(28):93—107.
18. Ilysheva N. N., Karanina E. V., Kyzuyurov M. S. Diagnostics of Threats to Regional Fiscal Security. *Ekonomika regiona = Economy of regions*. 2021;17(4):1361—1375. (In Russ.) DOI: 10.17059/ekon.reg.2021-4-22.
19. Bannikov V. A. Analysis of the impact of macroeconomics and the refinancing rate of the Bank of Russia on the banking sector. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2016;6(128):54—64. (In Russ.)
20. Evchenko A. V. Using production functions in forecast calculations of economic growth. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2006;1(22):37—41. (In Russ.)
21. Levin A., Lin C.-F., Chu C.-S. J. Unit root test in panel data: Asymptotic and finite sample properties. *Journal of Econometrics*. 2002;108(1):1—24. DOI: 10.1016/S0304-4076(01)00098-7.
22. Akimov V. A., Aflyatunov T. I., Ayubov E. N. et al. Information and communication technologies for providing life safety. Monograph. Moscow, All-Russia Scientific Research Institute on Problems of Civil Defense and Emergency Situations publ., 2009. 268 p. (In Russ.)
23. Petykina I. N. Assessing the state and dynamics of human capital development in the regions of the Central Federal District. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika i upravlenie = Proceedings of Voronezh State University. Series: Economics and management*. 2012;1:65—71. (In Russ.)
24. Lukyanets A. S., Manshin R. V. Factors in the formation of human capital in the Far East regions. *Nauchnoe obozrenie. Seriya I. Ekonomika i pravo = Scientific review. Series I. Economics and law*. 2020;5:5—17. (In Russ.) DOI: 10.26653/2076-4650-2020-5-01.
25. Belyaev I. M. Ways to improve the efficiency of the health care system in the Perm Territory. *Luchshaya nauchno-issledovatel'skaya rabota 2022 = Best research work 2022. Collection of articles of the XXXVIII international research competition*. Penza, Nauka i Prosveshchenie, 2022:34—48. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 25.06.2024; одобрена после рецензирования 30.07.2024; принята к публикации 05.08.2024.  
The article was submitted 25.06.2024; approved after reviewing 30.07.2024; accepted for publication 05.08.2024.