

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ

УДК 331.56, 303.723.032.2

JEL C22, E24

КОИНТЕГРАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ ИНДИВИДОВ НА РЫНКЕ ТРУДА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ

Кадочникова Екатерина Ивановна¹, канд. экон. наук, доц.
Суючева Диляра Таировна², канд. физ.-мат. наук

¹ Казанский федеральный университет, ул. Кремлевская, 18, Казань, Россия, 420008; e-mail: kad-ekaterina@yandex.ru

² Казанский инновационный университет им. В.Г. Тимирязова, ул. Московская, 42, Казань, Россия, 420111; e-mail: dilyaras@inbox.ru

Предмет: стремительное развитие процессов цифровизации экономики оказывает влияние на рынки труда практически повсеместно, в странах, регионах, отраслях экономики. Для институционального регулирования спроса и предложения на рынках труда необходим качественный эмпирический анализ поведения индивидов в сложившейся ситуации. *Цель:* коинтеграционный анализ изменения поведения индивидов на российском рынке труда в разрезе социально-демографических характеристик, происходящих под действием процессов цифровизации экономики. *Дизайн исследования:* в предположении стохастических трендов развития цифровых сервисов и характеристик безработицы авторы предлагают использовать тестирование временных рядов на коинтеграцию для выявления цифровых паттернов поведения индивидов на рынке труда. Такой подход позволяет выполнить качественный причинно-следственный анализ зависимостей для аргументации институциональных регуляционных мер спроса и предложения рабочей силы. *Результаты:* авторами предложена трехэтапная методика анализа взаимосвязи цифровизации и социально-демографических характеристик безработицы на основе графического анализа тенденций и теста Энгла-Гренджера. Результаты проведенных эмпирических исследований согласуются с реальной поведенческой ситуацией на рынке труда, чем и подтверждают возможность практического использования предлагаемой методики для обоснования управленческих решений государственных органов по снижению безработицы.

Ключевые слова: безработица, индивид и домохозяйство, цифровизация экономики, коинтеграция, тест Энгла-Гренджера.

DOI: 10.17308/meps/2078-9017/2022/9/8-26

Введение

Исследования рынка труда проводятся как на межстрановом, региональном уровнях, так и базируются на использовании индивидуальных данных – в реальной жизни решения о трудоустройстве принимаются на уровне индивида. Поэтому спрос и предложение рабочей силы во многом определяются такими индивидуальными характеристиками, как возраст, уровень образования, пол, семейное положение, место жительства. Мы согласимся с тем, что молодые и высокообразованные работники более продуктивны, более предприимчивы и инновационны. Молодой возраст и хорошее образование эффективно дополняют друг друга [5, с. 108]. Колоколообразное распределение показателей участия в рабочей силе по возрастной шкале с длинным и плоским плато посередине является традиционным для российского рынка труда. Еще одной его особенностью являются сдвиги в отраслевой структуре занятости от материального производства к сфере услуг, резкое увеличение человеческого капитала в результате экспансии высшего образования. Однако усиление рисков и издержек общества из-за его масштабного недоиспользования: избыток предложения закрывает доступ к высококвалифицированным занятиям и становится источником нисходящей профессиональной мобильности, не снизило спрос на высокообразованную рабочую силу: он рос быстрее, чем предложение [17]. Безработица среди лиц с высшим образованием наблюдается почти вдвое ниже, чем в среднем по стране [5, с. 122], а прирост заработка для лиц с высшим образованием, согласно РМЭЗ ВШЭ, в 2000-2016 годы составлял 50-77%, причем у женщин с высшим образованием заработок примерно на 10 процентных пунктов выше, чем у мужчин [5, с. 125]. Наряду с этими особенностями российский рынок труда характеризуется низким, хотя и постепенно растущим уровнем семейной незанятости, основным драйвером которого является сокращение размеров домохозяйств. Около 6% населения трудоспособного возраста живут в домохозяйствах, где нет других занятых. Наличие детей в семье лежит в основе гендерного разрыва в оплате труда – женщины с детьми зарабатывают меньше (примерно на 8%), и, наоборот, отцы зарабатывают в среднем больше, чем мужчины без детей [2]. Наличие маленьких детей сокращает вероятность занятости женщины почти на 50%, в возрасте 3-6 лет – примерно на 5% [4]. Разрыв в оплате труда между мужчинами с детьми и бездетными мужчинами на российском рынке труда составляет примерно 25% [5, с. 392]. Отсутствие в домохозяйстве детей и лиц с высшим образованием сопряжено с высокими рисками того, что семья окажется в категории незанятого населения [5, с. 350].

Несмотря на риски и сдвиги в структуре спроса и предложения труда, вызванные индивидуальными характеристиками, зрелость российского

рынка труда подтверждена долгосрочной положительной зависимостью заработной платы от производительности, отрицательной зависимостью от безработицы, значимой коинтеграцией между темпом роста ВВП и изменением безработицы, подтверждающей выполнение закона Оукена [3]. Взаимосвязь «ВВП-безработица» усиливается в кризисные периоды и уменьшается вплоть до незначимой в периоды роста экономики, имеет место эффект регионального буфера или регионального поглощения асимметрии на рынке труда: регионы с более благополучной обстановкой смягчают кризисные шоки в соседних регионах [1]. Однако на перспективу демографические тренды четко определяют сжатие занятости за счет лиц пожилого возраста и за счет вступления на рынок труда более малочисленных молодых поколений. Наряду с демографическими и структурными ограничениями рынка труда одной из его современных тенденций является расширение «удаленной» занятости как результат использования цифровых технологий.

В научных теоретических и эмпирических исследованиях сложилось двойственное мнение о влиянии цифровизации экономики на рынок труда. Ряд авторов указывает на рост структурной и технологической безработицы [9, 11, 15, 18, 27, 29], тогда как их оппоненты обращают внимание на рост экономической эффективности за счет более интенсивной работы, новые возможности для развития и жизни, творчества и предпринимательства за счет сокращения рабочего времени, новые возможности трудоустройства, новые профессии в результате увеличения сложности производственных систем, рост производительности труда, усиление трудовой мобильности и конкуренции, снижение транзакционных издержек [6, 7, 10, 19, 23, 26]. В научных статьях ученые обращают внимание на адаптацию системы обучения и подготовки кадров к изменениям спроса на труд в условиях цифровизации [8, 20, 28]. В исследовании [13] авторы обнаружили, что в муниципальных образованиях с высоким уровнем регистрируемой безработицы коэффициент локализации востребованных специалистов в группе «Информационные технологии» не только стабильно больше единицы, но является самым высоким среди других групп профессий. Эти результаты могут быть прямым следствием нехватки компетентных специалистов в области информационно-коммуникационных технологий в периферийных регионах, что, наряду с миграционными процессами, приводит к высокой безработице.

В академической литературе популярны исследования о влиянии цифровизации на безработицу, выполненные на макро- и региональных данных. Лишь немногие авторы фокусируют свое внимание на индивидуальных характеристиках домохозяйств на рынке труда в контексте цифровизации экономики. К примеру, обнаружены гендерные различия в эффектах цифровизации на занятость в корпоративном и некорпоративном предпринимательстве, отсутствие взаимосвязи между риском цифровизации и потери работы и вступлением в корпоративное предпринимательство [16]. Нам практически не известны опубликованные работы, оценивающие измене-

ния в поведении индивидов на российском рынке в условиях цифровизации экономики. Поэтому целью данной статьи является коинтеграционный анализ изменения поведения индивидов на российском рынке труда в разрезе социально-демографических характеристик, происходящих под действием процессов цифровизации экономики. Гипотеза исследования состоит в предположении о том, что цифровизация экономики способствует сокращению гендерного разрыва в занятости, семейной незанятости, безработицы старших поколений и работников с высшим образованием.

В статье представлены обзор литературы, описание данных и методологии исследования, результаты и выводы. Обзор литературы содержит изложение современных особенностей социально-демографических характеристик безработицы и обращает внимание на недостаток исследований о поведении индивидов на рынке труда в контексте цифровизации экономики. В описании данных указаны их источники, описательные статистики переменных и программная среда для их обработки. Сформулированы основные этапы анализа изменения поведения индивидов на российском рынке труда в контексте цифровизации экономики: графическая иллюстрация динамики цифровых сервисов и социально-демографических характеристик безработицы в Российской Федерации и оценка их коинтеграции. Результаты показали, что цифровые сервисы изменяют поведение домохозяйств при поиске работы, их влияние на поведение на рынке труда не дифференцировано видом образования и опытом работы, что указывает на потребность общества в развитии и накоплении человеческого капитала.

Методы и результаты исследования

Нами использованы социально-демографические характеристики безработицы и показатели цифровизации экономики за период с 2006 по 2021 год из официальных статистических сборников Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации, представленные в таблице 1. Для выбора показателей цифровизации экономики мы использовали эмпирические исследования цифровой составляющей социально-экономического развития [21, 22, 25]. Тестирование гипотезы выполнено в программной среде Gretl.

Таблица 1

Описательные статистики социально-демографических характеристик безработицы и показателей цифровизации экономики с 2006 по 2021 год

Показатели	Среднее	Медиана	Стандартное отклонение	Минимум	Максимум
Возрастные группы безработных, тыс. чел.					
до 30 лет	1778	1718	387	1224	2623
от 30 до 55 лет	2273	2148	376	1828	3171
от 55 лет и старше	381	385	61	255	489

Продолжение табл. 1

Показатели	Среднее	Медиана	Стандартное отклонение	Минимум	Максимум
Образование, тыс. чел.					
высшее	785	771	104	640	1037
среднее профессиональное	1754	1677	315	1374	2540
среднее общее	1394	1311	312	998	2062
Семейное положение, тыс. чел.					
состоят в браке	2186	2103	329	1751	2960
холосты, не замужем	1576	1508	301	1222	2289
вдовцы, вдовы	136	130	35	91	223
разведены	535	516	106	401	812
Пол, тыс. чел.					
мужчины	2373	2260	433	1838	3430
женщины	2060	1972	328	1619	2854
Способы поиска работы, тыс. чел.					
органы службы занятости населения	1417	1234	451	875	2539
коммерческая служба занятости	157	162	24	118	199
СМИ, Интернет	1507	1447	521	647	2332
личные контакты	2752	2735	283	2445	3540
работодатель	1279	1280	117	1113	1548
Продолжительность поиска работы, тыс. чел.					
менее 1 месяца	503	486	103	376	795
от 1 до 6 месяцев	1728	1627	351	1376	2668
от 6 до 12 месяцев	854	812	94	724	1016
12 месяцев и более	1348	1266	412	814	2220
Наличие опыта работы, тыс. чел.					
имеют	3248	3118	564	2620	4702
не имеют	1185	1118	229	845	1582
Показатели цифровизации					
Число персональных компьютеров на 100 работников, единиц (ПК)	44	46	10	26	61
Доля организаций, использовавших сеть Интернет, % (ИИ)	82	86	9	58	91
Число подключенных абонентских устройств мобильной связи на 1000 чел., единиц (МС)	1794	1921	325	1081	2209
Доля домашних хозяйств, активно использующих сеть Интернет, % (ДИ)	57	69	25	13	84

Показатели	Среднее	Медиана	Стандартное отклонение	Минимум	Максимум
Число активных абонентов фиксированного доступа в Интернет, единиц (ФИ)	22168341	24579614	10103484	4365784	34504332

Источник: составлено авторами по материалам статистических сборников¹

В данной статье представлено три этапа анализа изменения поведения индивидов на российском рынке труда в контексте цифровизации экономики. На первом этапе выполнена графическая иллюстрация динамики цифровых сервисов в Российской Федерации. На втором этапе для выявления поведенческих тенденций индивидов на рынке труда выполнен графический анализ динамики социально-демографических характеристик безработицы. И, наконец, на третьем этапе осуществлена эмпирическая проверка цифровых паттернов поведения индивидов на рынке труда путем тестирования временных рядов на коинтеграцию с помощью процедуры Энгла-Грэнджера [14]. Цель данной эмпирической процедуры – выявление качественной причинно-следственной связи между цифровизацией экономики и социально-демографическими характеристиками безработицы.

Формальное определение коинтеграции введено эконометристом Клайвом Грэнджером² в 1983 году. Коинтеграция является важным свойством нестационарных временных рядов $I(d)$, которые приводятся к стационарному виду взятием разности порядка d , и проявляется в некоторой долгосрочной взаимосвязи. Если существует такой вектор (α, β) : $\alpha \neq 0$, $\beta \neq 0$, что $\alpha y_t + \beta x_t \sim I(d-b)$, $b > 0$, $d-b=0$, то ряды y_t , x_t называются коинтегрированными порядка b , существует их стационарная линейная комбинация. Коэффициент β называется коинтегрирующим коэффициентом. Коинтегрированные ряды имеют так называемые одинаковые стохастические тренды, то есть в

¹ Рабочая сила, занятость и безработица в России (по результатам выборочных обследований рабочей силы). Статистический сборник, Росстат. Москва, 2022. 151 с. Доступно: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Rab_sila_2022.pdf (дата обращения: 20.08.2022).

Регионы России. Социально-экономические показатели. Статистический сборник, Росстат. Москва, 2008. Доступно: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 15.06.2022).

Регионы России. Социально-экономические показатели. Статистический сборник, Росстат. Москва, 2014. Доступно: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 15.06.2022).

Регионы России. Социально-экономические показатели. Статистический сборник, Росстат. Москва, 2021. Доступно: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 15.06.2022).

² Granger C., Weiss A. Time Series Analysis of Error-Correction Models. Pp. 255-278 in Studies in Econometrics: Time Series and Multivariate Statistics, edited by S. Kartin, T. Amemiya, and L.A.Goodman. New York: Academic Press, 1983.

их состав входит одна и та же нестационарная переменная, в то время как просто ложно коррелированные ряды таким свойством не обладают. Ложная корреляция часто возникает из-за схожей динамики временных рядов, которые находятся под влиянием некоей ненаблюдаемой переменной. Для избавления от ложной корреляции необходимо перейти к модели, где все переменные являются стационарными. Все коинтегрированные процессы являются коррелированными³. В тесте Энгла-Грэнджера предполагается, что оба ряда интегрированы $I(1)$, нулевой гипотезой является отсутствие коинтеграции. На первом этапе исследуется стационарность временных рядов y_t, x_t с помощью обычного теста Дики-Фуллера на единичные корни (нулевая гипотеза – о нестационарности временного ряда). Если временные ряды y_t, x_t нестационарны, то с помощью метода наименьших квадратов оценивается модель $y_t = a + \beta x_t + \varepsilon_t$. На втором этапе ряд остатков ε_t из оцененной модели проверяется на стационарность с помощью теста, аналогично тесту Дики-Фуллера. В работе [24] показано, что к проверке ряда ε_t нельзя применять обычный тест Дики-Фуллера, потому что метод наименьших квадратов формирует остатки с наименьшей возможной вариацией и делает их «похожими» на стационарные. Поэтому в тесте Энгла-Грэнджера используются специальные критические значения для теста Дики-Фуллера⁴ [12, 24], представленные в таблице 2. Если ряд остатков ε_t стационарен, значит, временные ряды y_t, x_t коинтегрированы.

Таблица 2

Критические значения ADF-статистики теста Энгла-Грэнджера

Число переменных	Тип теста	Доверительный уровень		
		0.01	0.05	0.10
2	константа	-3.90	-3.34	-3.04
	константа и тренд	-4.32	-3.78	-3.50
3	константа	-4.29	-3.74	-3.45
	константа и тренд	-4.66	-4.12	-3.84
4	константа	-4.64	-4.10	-3.81
	константа и тренд	-4.97	-4.43	-4.15
5	константа	-4.96	-4.42	-4.13
	константа и тренд	-5.25	-4.72	-4.43
6	константа	-5.25	-4.71	-4.42
	константа и тренд	-5.52	-4.98	-4.70

³ Демидова О.А. Эконометрика: учебник и практикум для прикладного бакалавриата. Москва, Юрайт, 2019. 334 с.

⁴ Магнус Я.Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А. Эконометрика. Начальный курс. Москва, Дело, 2004. 576 с. С. 284.

Сток Д. Введение в эконометрику. Москва, Дело, РАНХиГС, 2015. 864 с. С. 686.

Обратимся к результатам исследования. Лепестковая диаграмма на рисунке 1 демонстрирует повсеместный рост цифровых сервисов в домохозяйствах и на предприятиях. В 2021 году по сравнению с 2006 годом в 2,04 раза увеличилось количество мобильных устройств на 100 человек и составило 220,91 единицы; в 2,35 раза увеличилось число персональных компьютеров на 100 работников и составило 61 единицу; доля организаций, использовавших Интернет, возросла в 1,34 раза, а доля домохозяйств – пользователей Интернет – в 6,56 раза. В 2021 году по сравнению с 2006 годом число активных абонентов фиксированного доступа в Интернет возросло в 7,9 раза и составило 34504332 пользователя.

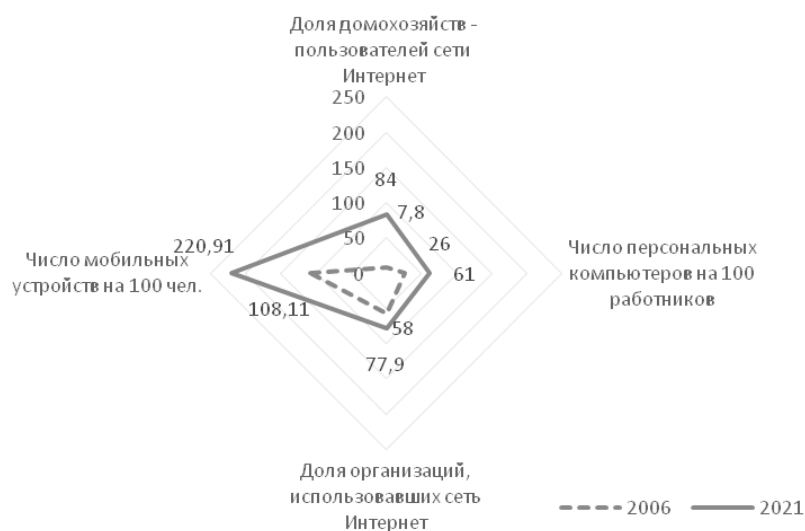


Рис. 1. Динамика цифровых сервисов в Российской Федерации.
Источник: получено авторами по статистическим сборникам⁵

Чтобы проанализировать, как стремительное расширение цифровизации экономики отражается на поведении индивидов на рынке труда, выполним графический анализ динамики социально-демографических характеристик безработицы.

На рисунке 2 можно наблюдать снижение численности безработных в возрасте до 55 лет и незначительное увеличение с 2012 года численности безработных старшей возрастной группы. Преобладают безработные возрастной группы от 30 до 55 лет. В 2020 году во всех возрастных группах наблюдается увеличение численности безработных. В 2021 году численность безработных в возрасте до 30 лет стала ниже уровня 2019 года, а в возрасте от 30 до 55 лет приблизилась к уровню 2019 года. Преобладают

⁵ Регионы России. Социально-экономические показатели. Статистический сборник, Росстат. Москва, 2008. Доступно: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 15.06.2022).

Регионы России. Социально-экономические показатели. Статистический сборник, Росстат. Москва, 2021. Доступно: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 15.06.2022).

безработные со средним профессиональным образованием, а наименьшее количество безработных обладают высшим образованием. За период с 2006 по 2021 год наблюдается сокращение разрыва в численности безработных по видам образования. Если в 2006 году численность безработных со средним профессиональным образованием в 2,75 раза превышала численность безработных с высшим образованием, то в 2021 году – в 1,8 раза. Как видно из рисунка 1, наблюдается снижение численности безработных для всех видов образования. При этом изменение поведения индивидов в сторону повышения квалификации можно объяснить объективными условиями и потребностью в накоплении человеческого капитала в современном информационном обществе.

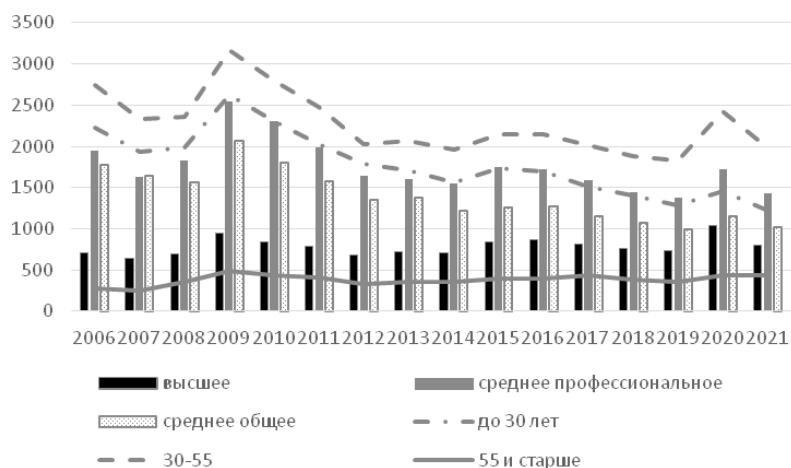


Рис. 2. Динамика численности безработных в Российской Федерации по видам образования и возрастным группам.

Источник: получено авторами по статистическому сборнику⁶

Графики на рисунке 3 отображают динамику безработных по полу и семейному положению.

Как видно из рисунка 3, безработных мужчин больше, чем женщин. В 2020-2021 годы наблюдается сокращение гендерных различий в численности безработных, возможно, вызванное распространением «удаленного» формата работы, удобного для женщин с детьми. Преобладают безработные, состоящие в браке, демонстрируя наличие семейной незанятости.

Лепестковые диаграммы на рисунке 4 демонстрируют динамику безработных по способам (а) и продолжительности поиска работы (б). Как видно из диаграммы, традиционными способами являются обращение непосредственно к работодателю и использование личных контактов друзей, родственников, знакомых. В 2020 году в 1,6 раза по сравнению с 2019 годом

⁶ Рабочая сила, занятость и безработица в России (по результатам выборочных обследований рабочей силы). Статистический сборник, Росстат. Москва, 2022. 151 с. Доступно: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Rab_sila_2022.pdf (дата обращения: 20.08.2022).

возросло количество обращений в государственные органы служб занятости и составило 1401 тыс. человек. В целом же наблюдается уменьшение обращений в государственные службы занятости. Примечательно изменение в поведении домохозяйств относительно цифровых ресурсов поиска работы – в 2021 году по сравнению с 2006 годом в 2,23 раза возросло количество обратившихся в СМИ и к ресурсам сети Интернет. За период с 2006 по 2021 год максимальное количество обращений к данному источнику поиска работы наблюдалось в 2020 году – 2332 тыс. человек. Если в 2006 году наибольшее количество безработных (2220 тыс. человек) занимались поиском работы более 1 года, то в настоящее время большинство нуждающихся в работе находят ее в течение полугода (1629 тыс. человек). Также в 2021 году по сравнению с 2006 годом в 1,44 раза сократилось количество безработных, которые трудоустраиваются менее чем за месяц, и составило 376 тыс. человек. Можно предположить сокращение времени поиска работы за счет того, что все большее количество людей для этих целей использует интернет-сервисы, имеет более привлекательные для работодателя компетентностные характеристики для счет более доступных онлайн-ресурсов для обучения и мотивированности на конкурентном рынке труда.

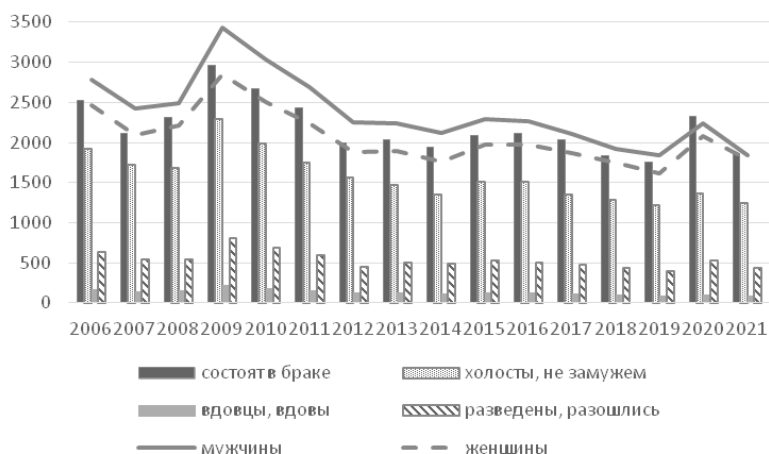


Рис. 3. Динамика численности безработных в Российской Федерации по полу и семейному положению. Источник: получено авторами по статистическому сборнику⁷

⁷ Рабочая сила, занятость и безработица в России (по результатам выборочных обследований рабочей силы). Статистический сборник, Росстат. Москва, 2022. 151 с. Доступно: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Rab_sila_2022.pdf (дата обращения: 20.08.2022).

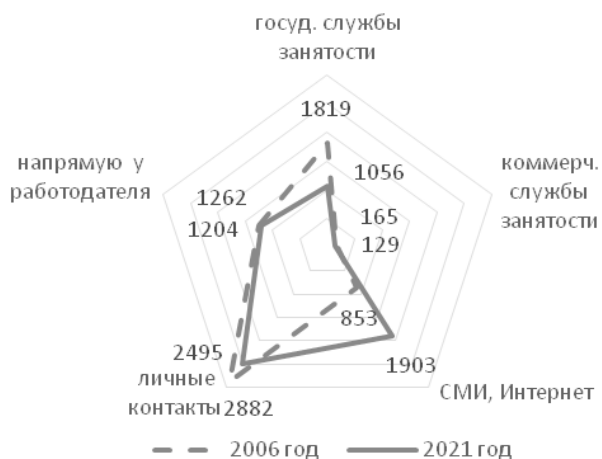


Рис. 4 (а). Динамика численности безработных в Российской Федерации по способам поиска работы. Источник: получено авторами по статистическому сборнику⁸

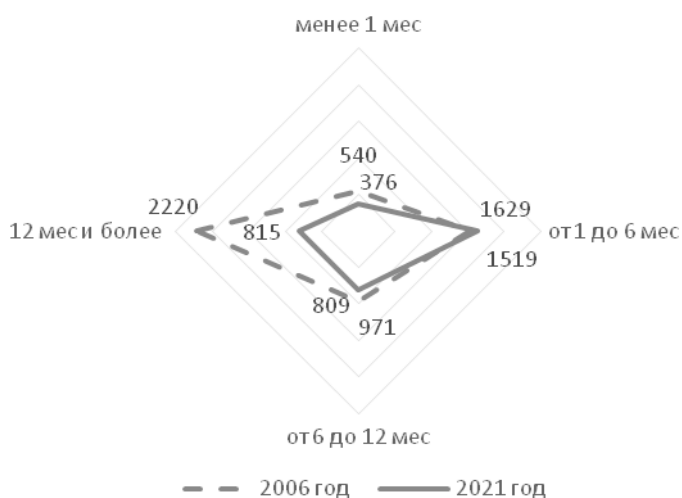


Рис. 4 (б). Динамика численности безработных в Российской Федерации по продолжительности поиска работы. Источник: получено авторами по статистическому сборнику⁹

Для эмпирической проверки цифровых паттернов безработицы, предполагаемых графическим анализом, проведем тестирование на коинтеграцию временных рядов социально-демографических характеристик

⁸ Рабочая сила, занятость и безработица в России (по результатам выборочных обследований рабочей силы). Статистический сборник, Росстат. Москва, 2022. 151 с. Доступно: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Rab_sila_2022.pdf (дата обращения: 20.08.2022).

⁹ Рабочая сила, занятость и безработица в России (по результатам выборочных обследований рабочей силы). Статистический сборник, Росстат. Москва, 2022. 151 с. Доступно: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Rab_sila_2022.pdf (дата обращения: 20.08.2022).

безработицы и показателей цифровизации экономики (табл. 2). В таблице представлены результаты проверки 115 пар временных рядов с 2006 по 2021 год.

Таблица 2

Коинтеграция цифровизации и социально-демографических характеристик безработицы*

Характеристики безработицы	Показатели цифровизации (условное обозначение)				
	ПК	ИИ	МС	ДИ	ФИ
Возрастные группы безработных					
до 30 лет	-32,047 (-2,710)	-19,613 (-0,697)	-0,864 (-2,104)	-12,466 (-2,262)	-3,203e-05 (-2,602)
от 30 до 55 лет	-23,883* (-3,050)	-23,632 (-2,129)	-0,689 (-2,735)	-10,392* (-3,073)	-2,515e-05* (-3,042)
от 55 лет и старше	не I(1)	не I(1)	не I(1)	не I(1)	не I(1)
Образование					
высшее	не I(1)	не I(1)	не I(1)	не I(1)	не I(1)
среднее профессиональное	-18,305* (-3,067)	-11,507 (-1,674)	-0,453 (-2,253)	-7,299 (-2,440)	-1,869e-05* (-3,212)
среднее общее	-26,811* (-3,138)	-18,873 (-0,809)	-0,747 (-2,317)	-10,710 (-2,656)	-2,712e-05* (-3,071)
Семейное положение					
состоят в браке	-19,903* (-3,044)	-17,214 (-1,704)	-0,542 (-2,657)	-8,369* (-3,043)	-2,070e-05* (-3,091)
холосты, не замужем	-23,788 (-2,796)	-16,538 (-1,263)	-0,651 (-2,379)	-9,553 (-2,662)	-2,415e-05* (-3,045)
вдовцы, вдовы	-2,777 (-2,650)	-1,723 (-0,005)	-0,074 (-2,233)	-1,094 (-2,409)	-2,813e-06 (-2,670)
разведены	не I(1)	не I(1)	не I(1)	не I(1)	не I(1)
Пол					
мужчины	-30,977 (-2,754)	-20,622 (-1,387)	-0,816 (-2,353)	-12,308 (-2,596)	-3,134e-05** (-3,6217)
женщины	-22,121 (-2,843)	-20,028 (-1,814)	-0,630 (-2,617)	-9,440** (-3,495)	-2,314e-05* (-3,067)
Способы поиска работы					
госуд. органы службы занятости	-30,958 (-2,577)	-25,518 (-2,661)	-0,851 (-2,661)	-13,031 (-2,707)	-3,223e-05 (-2,705)
коммерческая служба занятости	не I(1)	не I(1)	не I(1)	не I(1)	не I(1)

Характеристики безработицы	Показатели цифровизации (условное обозначение)				
	ПК	ИИ	МС	ДИ	ФИ
СМИ, Интернет	46,984 (-2,700)	32,868 (-1,590)	1,387 (-2,810)	18,770* (-3,077)	4,758e-05** (-3,420)
личные контакты	-7,540* (-3,142)	-7,827*** (-4,343)	0,201* (-3,210)	-3,460* (-3,174)	-7,871e-06* (-3,174)
работодатель	1,759* (-3,314)	1,077** (-3,348)	0,064** (-3,341)	0,645* (-3,313)	2,019e-06** (-3,347)
Продолжительность поиска работы					
менее 1 месяца	не I(1)	не I(1)	не I(1)	не I(1)	не I(1)
от 1 до 6 месяцев	не I(1)	не I(1)	не I(1)	не I(1)	не I(1)
от 6 до 12 месяцев	-3,604 (-1,526)	-4,261 (-0,263)	-0,101 (-1,217)	-1,591 (-1,438)	-3,941e-06 (-1,610)
12 месяцев и более	-39,259*** (-4,224)	-29,907 (1,328)	-1,176* (-3,064)	-15,616* (-3,234)	-3,891e-05*** (-4,229)
Наличие опыта работы					
имеют	-32,327* (-3,041)	-24,685 (-1,938)	-0,837 (-2,528)	-13,351** (-3,356)	-3,336e-05** (-3,346)
не имеют	-20,760* (-3,246)	-15,934 (-0,621)	-0,609 (-2,407)	-8,390 (-2,833)	-2,111e-05** (-3,474)

Примечание: В таблице указан коинтегрирующий коэффициент β , в скобках – наблюдаемое значение статистики Дики-Фуллера по тесту с константой для ряда остатков e_t ; *** – ряды коинтегрированы с вероятностью 99%, ** – с вероятностью 95%, * – с вероятностью 90%. Источник: получено авторами в программной среде Gretl по статистическим сборникам¹⁰.

Тестирование на коинтеграцию показало, что цифровизация экономики повлияла главным образом на поведение индивидов при поиске работы. Даже несмотря на то, что в 2021 году только 6,1% взрослого населе-

¹⁰ Рабочая сила, занятость и безработица в России (по результатам выборочных обследований рабочей силы). Статистический сборник, Росстат. Москва, 2022. 151 с. Доступно: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Rab_sila_2022.pdf (дата обращения: 20.08.2022).

Регионы России. Социально-экономические показатели. Статистический сборник, Росстат. Москва, 2008. Доступно: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 15.06.2022).

Регионы России. Социально-экономические показатели. Статистический сборник, Росстат. Москва, 2014. Доступно: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 15.06.2022).

Регионы России. Социально-экономические показатели. Статистический сборник, Росстат. Москва, 2021. Доступно: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 15.06.2022).

ния использовали сеть Интернет для поиска вакансий¹¹, цифровые сервисы уменьшили количество безработных, занимающихся поиском работы более 12 месяцев, сократили количество обращений к родственникам, друзьям и знакомым и, благодаря сети Интернет, увеличили количество обращений к работодателям. Тест Энгла-Гренджера обнаружил влияние доли домашних хозяйств, использующих сеть Интернет, и числа абонентов фиксированного доступа в Интернет на рост количества обращений в средства массовой информации и Интернет в целях поиска работы. Благодаря увеличению числа персональных компьютеров на 100 работников сократилось количество безработных в возрасте от 30 до 55 лет, имеющих любое образование, независимо от наличия опыта работы, преимущественно состоящих в браке. Следствием увеличения доли домашних хозяйств, использующих сеть Интернет, и роста числа абонентов фиксированного доступа в Интернет явилось уменьшение количества безработных мужчин и женщин в возрасте от 30 до 55 лет, имеющих любое образование, состоящих или не состоящих в браке, независимо от наличия опыта работы. Таким образом, гипотеза исследования подтвердилась в части влияния цифровизации экономики на сокращение гендерного разрыва в занятости, независимо от вида образования и опыта работы.

Заключение

Разработка и использование методик эмпирического анализа поведения индивидов на рынке труда на основе статистических методов способствуют расширению использования доказательного подхода в управленческой практике. Изложенная в статье методика коинтеграционного анализа позволила выявить следующие изменения в поведении индивидов на рынке труда:

– за период с 2006 года по 2021 год наблюдается повсеместный рост цифровых сервисов в домохозяйствах и на предприятиях; сократился разрыв в численности безработных по видам образования, высшим образованием обладает наименьшее количество безработных;

– в 2020-2021 годы сократились гендерные различия в численности безработных, преобладают безработные, состоящие в браке; в 2020 году наблюдалось наибольшее количество обращений к сети Интернет с целью поиска работы, сократилось время поиска работы;

– тест Энгла-Гренджера обнаружил влияние цифровизации экономики на поведение индивидов при поиске работы, на сокращение количества безработных в возрасте от 30 до 55 лет, имеющих любое образование, независимо от наличия опыта работы, преимущественно состоящих в браке.

Представленные нами результаты указывают на пути снижения безработицы. В частности, влияние цифровизации на изменение способов поиска

¹¹ Выборочное федеральное статистическое наблюдение по вопросам использования населением информационных технологий и информационно-телекоммуникационных сетей. Росстат. Доступно: https://gks.ru/free_doc/new_site/business/it/ikt21/index.html (дата обращения: 20.08.2022).

работы и на снижение безработицы всех видов образования, независимо от опыта работы, свидетельствует о потребности в постоянном обновлении и накоплении человеческого капитала. Мотивацией к повышению квалификации могут стать меры институтов рынка труда, направленные на конкуренцию и высокие темпы создания рабочих мест, отражающие динамику спроса на труд. В этих условиях государственная промышленная, инновационная, кадровая политика должна быть сосредоточена на расширении цифровизации экономики и поддержании низкого уровня безработицы, развитии специальных программ обучения, экосистемы образовательной среды и совершенствовании цифрового законодательства, взаимодействии с бизнесом. Эти меры позволят снизить риски на рынке труда, компенсировать эффект замены труда капиталом.

Благодарность: исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-010-00663 «Эволюция модели экономического поведения индивида и домохозяйства в условиях цифровой трансформации».

Список источников

1. Вакуленко Е.С., Гурвич Е.Т. Гибкость реальной заработной платы в России: сравнительный анализ // *Журнал Новой экономической ассоциации*, 2016, no. 3 (31), с. 67-92.
2. Левин М.И., Ощепков А.Ю. Оценка влияния дошкольных образовательных учреждений на занятость российских матерей // *Финансы и Бизнес*, 2013, no. 3, с. 89-106.
3. *Механизмы российского рынка труда*. Под ред. Е. Т. Гурвича, Е. С. Вакуленко. Москва, Дело, РАНХиГС, 2016. 560 с.
4. Ниворожкина Л.И., Арженовский С.В., Ниворожкин А.М. Материнство и заработная плата: почему женщины с детьми зарабатывают меньше? // *Социальная политика: реалии XXI века*. Выпуск 3: GP3/2007. Независимый институт социальной политики. Москва, НИСП, 2007, с. 72-126.
5. *Российский рынок труда через призму демографии*. Под ред. В.Е. Гимпельсона, Р.И. Капелюшников. Москва, издательский дом Высшей школы экономики, 2020. 436 с.
6. Bag S., Gupta S., Kumar S. Industry 4.0 adoption and 10R advance manufacturing capabilities for sustainable development // *International Journal of Production Economics*, 2021, vol. 231, p. 107844 (ahead of print).
7. Bănescu C.-E., Țițan E., Manea D. The Impact of E-Commerce on the Labor Market // *Sustainability*, 2022, vol. 14(9), p. 5086.
8. Barzotto M., Propriis L.D. Skill up: smart work, occupational mix and regional productivity // *Journal of Economic Geography*, 2018, vol. 19, pp. 1049-1075.
9. Bertani F., Raberto M., Teglio A. The productivity and unemployment effects of the digital transformation: an empirical and modelling assessment // *Review of Evolutionary Political Economy*, 2020, vol. 1, pp. 329-355. Available at <https://link.springer.com/article/10.1007/s43253-020-00022-3> (accessed: 07.08.2022).
10. Bogoslov I.A., Stoica E.A., Georgescu M.R. The Labor Market in Relation to Digitalization-Perspectives on the European Union // *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 2022, vol. 276, pp. 187-196.
11. Brynjolfsson E., Mc. Afee A. *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York, Norton, 2014. 281 p.
12. Davidson R., Mac Kinnon J.G. *Estimation and Inference in Econometrics*. Oxford University Press. New York, 1993.
13. Dubrovskaya J.V., Kozonogova E.V. The impact of digitalization on the demand for labor in the context of working specialties: Spatial analysis // *Vestnik*

Sankt-Peterburgskogo Universiteta. Ekonomika. 2021, vol. 37(3), pp. 395-412.

14. Engle R., Granger C. Cointegration and Error Correction: representation, estimation and testing // *Econometrica*, 1987, vol. 55(2), pp. 251-276.

15. Florida R. *The New Urban Crisis: Gentrification, Housing Bubbles, Growing Inequality*. New York, 2017.

16. Fossen Frank M., Sorgner, A. Digitalization of work and entry into entrepreneurship // *Journal of Business Research*, 2022, vol. 125(C), pp. 548-563.

17. Gimpelson V., Kapeliushnikov R. Polarization or upgrading? Evolution of employment in transitional Russia // *Russian Journal of Economics*, 2016, vol. 2(2), pp. 192-218.

18. Gong Y., Yang J., Shi X. Towards a comprehensive understanding of digital transformation in government: Analysis of flexibility and enterprise architecture // *Government Information Quarterly*, 2020, vol. 37(3), p. 101487.

19. Gualtieri L., Palomba I., Merati F.A., Rauch E., Vidoni R. Design of human-centered collaborative assembly workstations for the improvement of operators' physical ergonomics and production efficiency: a case study // *Sustainability*, 2020, vol. 12(9), p. 3606.

20. Hirsch-Kreinsen H. Digitization of industrial work: development paths and prospects // *Journal for Labour Market Research*, 2016, vol. 49, pp. 1-14. Available at <https://doi.org/10.1007/s12651-016-0200-6> (accessed: 07.08.2022).

21. Litvintseva G.P., Karelin I.N. Effects and Risks of Digital Quality of Life in Russian Regions // *Economy of Region*, 2022, vol. 18(1), pp. 146-158.

22. Mirgorodskaya M.G., Rustamova I.T., Grachev S.A. Digitalization of Economy as the Economic Growth and Unemployment Risk Decrease Factor. *Advances in Economics,*

Business and Management Research, 2nd International Scientific and Practical Conference // *Modern Management Trends and the Digital Economy: from Regional Development to Global Economic Growth (MTDE 2020)*. Atlantis Press SARL, 2020, vol. 138, pp. 661-666.

23. Pfeiffer S., Suphan A. The Labouring Capacity Index: Living Labouring Capacity and Experience as Resources on the Road to Industry 4.0. // *Working Paper, University of Hohenheim, Chair for Sociology*, 2015, no. 2. Available at: www.sabine-pfeiffer.de/files/downloads/2015-PfeifferSuphan-EN.pdf (accessed: 07.08.2022).

24. Phillips P., Ouliaris S. Asymptotic Properties of residual based tests for cointegration // *Econometrica*, 1990, vol. 58(1), pp. 165-194.

25. Rastvortseva S. *The role of information and communication technologies in regional development*. 61-st Congress ERSA, 2022, 22-26 August, Pecs, Hungary. Available at: <https://az659834.vo.msecnd.net/eventsairwesteuprod/production-ersa-public/6b9ff2aca399428d8e63bb2020fa9ae6> (accessed: 20.08.2022).

26. Safronchuk M.V., Ivanitskaya N.V., Baibulov A.K. Global Labor Market and Challenges of Digitalization // *In book: Imitation Market Modeling in Digital Economy: Game Theoretic Approaches*, 2022, pp. 142-150.

27. Schwab K. *Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum, 2016.

28. Szalavetz A. Digital technologies shaping the nature and routine intensity of shopfloor work // *Competition and Change*, 2022 (article in print).

29. Vial G. Understanding digital transformation: A review and a research agenda // *The Journal of Strategic Information Systems*, 2019, vol. 2, pp. 118-144.

COINTEGRATION ANALYSIS OF THE BEHAVIOR OF INDIVIDUALS IN THE LABOR MARKET IN CONDITIONS OF DIGITIZATION OF THE ECONOMY

Kadochnikova Ekaterina Ivanovna¹, Cand. Sc. (Econ.), Assoc. Prof.
Suyucheva Dilyara Tairovna², Cand. Sc. (Phys.-Math.)

¹ Kazan Federal University, st. Kremlyovskaya, 18, Kazan, Russia, 420008; e-mail: kad-ekaterina@yandex.ru

² Kazan Innovative University named after V. G. Timiryasov, st. Moskovskaya, 42, Kazan, Russia, 420111; e-mail: dilyaras@inbox.ru

Importance: the rapid development of digitalization processes of the economy affects labor markets almost everywhere, in countries, regions, sectors of the economy. Institutional regulation of supply and demand in labor markets requires a qualitative empirical analysis of the behavior of households in the current situation. *Purpose:* cointegrative analysis of changes in the behavior of individuals in the Russian labor market in the context of socio-demographic characteristics occurring under the influence of digitalization processes of the economy. *Research design:* assuming stochastic trends in the development of digital services and unemployment characteristics, the authors propose using time series cointegration testing to identify digital patterns of household behavior in the labor market. This approach makes it possible to perform a qualitative causal analysis of dependencies for the argumentation of institutional regulatory measures of demand and supply of labor. *Results:* the authors proposed a three-stage method for analyzing the relationship between digitalization and socio-demographic characteristics of unemployment based on a graphical analysis of trends and the Engel-Granger test. The results of the empirical studies conducted are consistent with the real behavioral situation in the labor market, which confirms the possibility of practical use of the proposed methodology to justify the management decisions of state bodies to reduce unemployment.

Keywords: unemployment, household, digitalization, cointegration, Engel-Granger test.

Acknowledgments: The reported study was funded by RFBR, project number 20-010-00663 «Evolution of the individual and household's economic behavior model in the digital transformation».

References

1. Vakulenko Ye.S., Gurvich Ye.T. Gib-kost' real'noy zarabotnoy platy v Rossii: sravnitel'nyy analiz [Flexibility of real wages in Russia: a comparative analysis]. *Zhurnal Novoy ekonomicheskoy assotsiatsii*, 2016, no. 3 (31), pp. 67-92. (In Russ.)
2. Levin M.I., Oshchepkov A.Yu. Otsenka vliyaniya doshkol'nykh obra-zovatel'nykh uchrezhdeniy na zanyatost' rossiyskikh materey [Assessment of the impact of preschool educational institutions on the employment of Russian mothers]. *Finansy i Biznes*, 2013, no. 3, pp. 89-106. (In Russ.)
3. *Mekhanizmy rossiyskogo rynka truda* [The mechanism of the Russian labor market]. Pod red. Ye.T. Gurvicha, Ye.S. Vakulenko. Moscow, Delo, RANKiGS, 2016. 560 p. (In Russ.)
4. Nivorozhkina L.I., Arzhenovskiy S.V., Nivorozhkin A.M. Materinstvo i zarabotnaya plata: pochemu zhenshchiny s det'mi zarabatyvayut men'she? [Motherhood and wages: why do women with children earn less?] *Sotsial'naya politika: realii XXI veka. Vypusk 3: GP3/2007. Nezavisi-myy institut sotsial'noy politiki*. Moscow, NISP, 2007, pp. 72-126. (In Russ.)
5. *Rossiyskiy rynek truda cherez prizmu demografii* [The Russian labor market through the prism of demography]. Pod red. V.Ye. Gimpel'sona, R.I. Kapelyushnikova. Moscow, izdatel'skiy dom Vysshey shkoly ekonomiki, 2020. 436 p. (In Russ.)
6. Bag S., Gupta S., Kumar S. Industry 4.0 adoption and 10R advance manufacturing capabilities for sustainable development. *International Journal of Production Economics*, 2021, vol. 231, pp. 107844 (ahead of print).
7. Bănescu C.-E., Țițan E., Manea D. The Impact of E-Commerce on the Labor Market. *Sustainability*, 2022, vol. 14 (9), pp. 5086.
8. Barzotto M., Propriis L.D. Skill up: smart work, occupational mix and regional productivity. *Journal of Economic Geography*, 2018, vol. 19, pp. 1049-1075.
9. Bertani F., Raberto M., Teglio A. The productivity and unemployment effects of the digital transformation: an empirical and modelling assessment. *Review of Evolutionary Political Economy*, 2020, vol. 1, pp. 329–355. Available at: <https://link.springer.com/article/10.1007/s43253-020-00022-3> (accessed: 07.08.2022).
10. Bogoslov I.A., Stoica E.A., George-scu M.R. The Labor Market in Relation to Digitalization-Perspectives on the European Union. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 2022, vol. 276, pp. 187-196.
11. Brynjolfsson E., Mc. Afee A. *The Second Machine Age: Work, Pro-gress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York, Norton, 2014. 281 p.
12. Davidson R., Mac Kinnon J.G. *Estimation and Inference in Econo-metrics*. Oxford University Press. New York, 1993.
13. Dubrovskaya J.V., Kozonogova E.V. The impact of digitalization on the demand for labor in the context of working specialties: Spatial analysis. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo Universiteta. Ekonomika*, 2021, vol. 37(3), pp. 395-412.
14. Engle R., Granger C. Cointegration and Error Correction: representation, estimation and testing. *Econometrica*, 1987, vol. 55(2), pp. 251-276.
15. Florida R. *The New Urban Crisis: Gentrification, Housing Bubbles, Growing Inequality*. New York, 2017.
16. Fossen Frank M., Sorgner, A. Digitalization of work and entry into entrepreneurship, *Journal of Business Research*, 2022, vol. 125(C), pp. 548-563.
17. Gimpelson V., Kapeliushnikov R. Polarization or upgrading? Evolu-tion of employment in transitional Russia. *Russian Journal of Economics*, 2016, vol. 2(2), pp. 192-218.
18. Gong Y., Yang J., Shi X. Towards a comprehensive understanding of digital transformation in government: Analysis of flexibility and enterprise architecture, *Government Information Quarterly*, 2020, vol. 37(3), pp. 101487.
19. Gualtieri L., Palomba I., Merati F.A., Rauch E., Vidoni R. Design of human-centered collaborative assembly workstations for the improvement of operators' physical ergonomics and production efficiency: a case study. *Sustainability*, 2020, vol. 12 (9), pp. 3606
20. Hirsch-Kreinsen H. Digitization of

- industrial work: development paths and prospects. *Journal for Labour Market Research*, 2016, vol. 49, pp. 1–14. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12651-016-0200-6> (accessed: 07.08.2022).
21. Litvintseva G.P., Karelin I.N. Effects and Risks of Digital Quality of Life in Russian Regions. *Economy of Region*, 2022, vol. 18(1), pp. 146-158.
22. Mirgorodskaya M.G., Rustamova I.T., Grachev S.A. Digitalization of Economy as the Economic Growth and Unemployment Risk Decrease Factor. Advances in Economics, Business and Management Research, 2nd International Scientific and Practical Conference. *Modern Management Trends and the Digital Economy: from Regional Development to Global Economic Growth (MTDE 2020)*. Atlantis Press SARL, 2020, vol. 138, pp. 661-666.
23. Pfeiffer S., Suphan A. The Labouring Capacity Index: Living Labouring Capacity and Experience as Resources on the Road to Industry 4.0. *Working Paper, University of Ho-henheim, Chair for Sociology*, 2015, no. 2. Available at: www.sabine-pfeiffer.de/files/downloads/2015-PfeifferSuphan-EN.pdf (accessed: 07.08.2022).
24. Phillips P., Ouliaris S. Asymptotic Properties of residual based tests for cointegration. *Econometrica*, 1990, vol. 58(1), pp. 165-194.
25. Rastvortseva S. *The role of information and communication technologies in regional development*. 61-st Congress ERSA, 2022, 22-26 August, Pecs, Hungary. Available at: <https://az659834.vo.msecnd.net/eventsairwesteuprod/production-ersa-public/6b9ff2aca399428d8e63bb2020fa9ae6> (accessed: 20.08.2022).
26. Safronchuk M.V., Ivanitskaya N.V., Baibulov A.K. Global Labor Market and Challenges of Digitalization. *In book: Imitation Market Modeling in Digital Economy: Game Theoretic Approaches*, 2022, pp. 142-150.
27. Schwab K. *Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum, 2016.
28. Szalavetz A. Digital technologies shaping the nature and routine intensity of shopfloor work. *Competition and Change*, 2022 (article in print).
29. Vial G. Understanding digital transformation: A review and a research agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 2019, vol. 2, pp. 118-144.