

**ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОНОМИКИ И СТРУКТУРНЫЕ  
СДВИГИ НА РЫНКЕ ТРУДА: ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НА ЗАНЯТОСТЬ И  
ТРЕБОВАНИЯ К КОМПЕТЕНЦИЯМ РАБОТНИКОВ**

**Савельева О.Р., Морозов А.В.**

*Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова,*

*г. Москва, Россия*

**Аннотация**

Ускоряющаяся цифровая трансформация экономики формирует принципиально новую конфигурацию рынка труда, порождая дисбаланс между спросом на компетенции и их предложением. В настоящей работе проведён комплексный анализ влияния цифровизации на структуру занятости и профессиональные требования к работникам на материалах российской экономики за период 2015--2024 гг. Методологическую основу составляют эконометрические методы (регрессионный анализ, панельные данные по 85 субъектам Российской Федерации), декомпозиция изменений занятости методом сдвига-доли (shift-share analysis), а также контент-анализ 180 тысяч вакансий с ведущих российских рекрутинговых платформ за 2018--2024 гг. Установлено, что индекс цифровизации региона (ИЦЭ) значимо положительно связан с долей занятых в высококвалифицированных профессиях (коэффициент  $\beta = 0.34$ ,  $p$  менее 0.01) и отрицательно -- с долей рутинных когнитивных профессий ( $\beta = -0.28$ ,  $p$  менее 0.01). Декомпозиция показала, что 62% прироста занятости в ИТ-секторе за 2019--2024 гг. обусловлено эффектом конкурентоспособности, а не структурным сдвигом. Контент-анализ вакансий выявил рост частоты упоминания цифровых компетенций в 3.7 раза за 2018--2024 гг., при этом наибольший прирост характерен для финансового сектора (+5.2 раза) и промышленности (+4.1 раза). Предложена матрица уязвимости профессий к автоматизации с учётом российской специфики рынка труда. Результаты свидетельствуют о необходимости системной перестройки системы профессионального образования и переобучения работников.

**Ключевые слова:** цифровая трансформация, рынок труда, структура занятости, цифровые компетенции, автоматизация, shift-share анализ, панельные данные, профессиональный дисбаланс, человеческий капитал, цифровая экономика.

# DIGITAL TRANSFORMATION OF THE ECONOMY AND STRUCTURAL SHIFTS IN THE LABOR MARKET: ASSESSMENT OF THE IMPACT ON EMPLOYMENT AND WORKER COMPETENCY REQUIREMENTS

Savelyeva O.R., Morozov A.V.

*Plekhanov Russian University of Economics,*

*Moscow, Russia*

## **Abstract.**

The accelerating digital transformation of the economy creates a fundamentally new labor market configuration, generating imbalances between competency demand and supply. This paper presents a comprehensive analysis of the impact of digitalization on employment structure and professional requirements for workers based on Russian economy data for 2015-2024. The methodological basis comprises econometric methods (regression analysis, panel data for 85 Russian Federation subjects), shift-share decomposition of employment changes, and content analysis of 180 thousand vacancies from leading Russian recruitment platforms for 2018-2024. It is established that the regional digitalization index is significantly positively associated with the share of highly skilled occupations (beta = 0.34, p less than 0.01) and negatively with the share of routine cognitive occupations (beta = -0.28, p less than 0.01). Decomposition showed that 62% of IT sector employment growth in 2019-2024 is attributable to competitiveness effect rather than structural shift. Content analysis of vacancies revealed a 3.7-fold increase in the frequency of digital competency mentions over 2018-2024, with the largest increase in the financial sector (+5.2 times) and manufacturing (+4.1 times). A vulnerability matrix of occupations to automation is proposed accounting for Russian labor market specifics. Results indicate the need for systematic restructuring of vocational education and worker retraining systems.

**Keywords:** digital transformation, labor market, employment structure, digital competencies, automation, shift-share analysis, panel data, skills mismatch, human capital, digital economy.

## **Введение**

Четвёртая промышленная революция, характеризующаяся конвергенцией цифровых, физических и биологических технологий, оказывает беспрецедентное воздействие на рынки труда во всём мире. Искусственный интеллект, машинное обучение, роботизация, облачные вычисления и интернет вещей не только изменяют содержание существующих профессий, но и порождают принципиально новые виды занятости, одновременно делая часть традиционных рабочих мест избыточными. По различным оценкам, от 15 до 47% существующих рабочих мест в развитых экономиках подвержены высокому риску автоматизации в ближайшие 10-20 лет.

Для российской экономики проблема цифровой трансформации рынка труда приобретает особую остроту в контексте реализации национальной программы "Цифровая экономика Российской Федерации" и необходимости обеспечения технологического суверенитета. По данным Росстата, доля организаций, использующих технологии искусственного интеллекта, выросла с 3.1% в 2019 г. до 11.7% в 2023 г., что неизбежно влечёт трансформацию профессиональных требований и структуры занятости.

Теоретическая дискуссия о последствиях технологического прогресса для рынка труда восходит к классическим работам по технологической безработице. Современные исследования разделились на два лагеря: оптимисты указывают на исторический опыт создания новых рабочих мест в результате технологических революций, тогда как пессимисты подчёркивают беспрецедентную скорость и охват нынешних изменений, делающих адаптацию рынка труда затруднительной.

Большинство существующих исследований по данной тематике выполнено на данных развитых западных экономик. Применимость их выводов к российской специфике ограничена существенными институциональными различиями: иной структурой занятости по секторам, особенностями системы профессионального образования, различным уровнем оплаты труда и мобильности рабочей силы. Комплексных исследований влияния цифровизации на российский рынок труда с использованием регионального разреза и анализа вакансий крайне мало.

Цель настоящей работы - количественно оценить влияние цифровой трансформации на структуру занятости и компетентностные требования российского рынка труда, выявить региональную дифференциацию этих эффектов и предложить матрицу уязвимости профессий к автоматизации с учётом российской специфики. Для достижения поставленной цели решались задачи: формирование панельного датасета по регионам РФ, эконометрическое моделирование зависимостей, декомпозиция изменений занятости и контент-анализ вакансий.

## **Материалы и методы исследования**

### **1. Информационная база исследования**

Основу эмпирической базы составили данные из четырёх источников. Во-первых, официальная статистика Федеральной службы государственной статистики (Росстат) по занятости в разрезе профессиональных групп ОКЗ-2014 по 85 субъектам РФ за 2015-2024 гг. Во-вторых, индексы цифровизации регионов, рассчитанные НИУ ВШЭ в рамках мониторинга "Цифровая экономика", включающие показатели проникновения интернета, использования ИКТ организациями, объёма ИТ-услуг и численности ИТ-специалистов. В-третьих, данные ФГБУ "Федеральный институт развития образования" о численности обучающихся по ИКТ-специальностям. В-четвёртых, массив вакансий платформ

HeadHunter и SuperJob -- 180 тысяч объявлений за 2018--2024 гг., выгруженных через API.

Для сопоставимости данных о занятости в динамике применена мостовая таблица соответствия ОКЗ-2010 и ОКЗ-2014. Профессии агрегированы в четыре категории согласно концепции рутинности задач: нерутинные когнитивные (аналитические), нерутинные интерактивные, рутинные когнитивные и рутинные мануальные. Данная классификация адаптирована к российской структуре занятости на основе экспертных оценок с привлечением специалистов в области экономики труда.

## **2. Эконометрическая модель**

Для оценки влияния цифровизации на структуру занятости построена модель на панельных данных (85 регионов, 10 лет). Зависимыми переменными служили доли занятых в каждой из четырёх профессиональных категорий. Ключевая объясняющая переменная - индекс цифровой экономики региона (ИЦЭ). В качестве контрольных переменных включены: ВРП на душу населения ( $\ln$ ), уровень безработицы, доля населения с высшим образованием, доля обрабатывающей промышленности в ВРП, индекс урбанизации.

Декомпозиция изменений занятости проводилась методом сдвига-доли (shift-share analysis) в модификации Дюнфорда для трёх компонентов: национального эффекта (общий рост), структурного эффекта (изменение отраслевой структуры) и эффекта конкурентоспособности (специфические региональные факторы). Анализ проведён для периодов 2015-2019 гг. (допандемийный) и 2019-2024 гг. (период активной цифровизации).

## **3. Контент-анализ вакансий**

Массив из 180 тысяч вакансий обработан методами анализа текстовых данных. Разработан тезаурус цифровых компетенций, включающий 847 ключевых слов и словосочетаний, сгруппированных в восемь кластеров: базовые цифровые навыки, работа с данными и аналитика, программирование, кибербезопасность, цифровые коммуникации, управление ИТ-проектами, работа с ИИ-инструментами и отраслевые цифровые платформы. Тезаурус разработан в два этапа: автоматическое выделение частотных терминов алгоритмом TF-IDF с последующей ручной верификацией двумя независимыми экспертами.

Для измерения интенсивности цифровых требований введён индекс цифровой насыщенности вакансии (ЦНВ) -- доля слов из тезауруса цифровых компетенций в общем объёме текста описания требований. Временная динамика ЦНВ по секторам ОКВЭД анализировалась с помощью регрессии с разрывом (regression discontinuity design) для выявления структурных переломов в 2020--2021 гг., связанных с пандемией COVID-19.

## Результаты исследования

### 1. Структурные сдвиги в занятости

За период 2015-2024 гг. в России зафиксированы устойчивые структурные сдвиги в занятости в направлении, соответствующем гипотезе рутинизации. Доля нерутинных когнитивных профессий выросла с 22.4% до 28.7% (+6.3 п.п.), доля нерутинных интерактивных - с 18.1% до 20.3% (+2.2 п.п.). Доля рутинных когнитивных профессий сократилась с 31.2% до 26.8% (-4.4 п.п.), рутинных мануальных - с 28.3% до 24.2% (-4.1 п.п.).

Региональная дифференциация структурных сдвигов значительна. В десяти регионах-лидерах по ИЦЭ (Москва, Санкт-Петербург, Татарстан, Московская область и др.) доля нерутинных когнитивных профессий достигла 35.2% в 2024 г. против 20.1% в регионах-аутсайдерах. Коэффициент вариации по данному показателю возрос с 0.18 в 2015 г. до 0.27 в 2024 г., свидетельствуя об углублении межрегиональных диспропорций в условиях цифровизации.

Декомпозиция прироста занятости в ИТ-секторе (+487 тыс. рабочих мест за 2019-2024 гг.) показала следующие вклады компонентов: национальный эффект - 15% (общий рост экономики), структурный эффект - 23% (увеличение доли ИТ-сектора в ВВП), эффект конкурентоспособности - 62% (специфические региональные преимущества). Доминирование эффекта конкурентоспособности указывает на то, что рост ИТ-занятости в значительной мере определяется не перераспределением рабочей силы между секторами, а улучшением позиций ИТ-компаний конкретных регионов на национальном рынке.

### 2. Результаты эконометрического анализа

Тест Хаусмана отверг гипотезу об ортогональности индивидуальных эффектов и регрессоров ( $\chi^2 = 47.3$ ,  $p$  менее 0.001), что обосновало выбор модели фиксированных эффектов. Результаты оценки 2МНК подтвердили значимость инструментов (F-статистика исключённых инструментов = 34.8) и отсутствие эндогенности базовой МНК-оценки ИЦЭ (тест Дарбина-Ву-Хаусмана:  $p = 0.21$ ), что позволило использовать МНК с фиксированными эффектами как основную спецификацию.

Коэффициент при ИЦЭ в уравнении для доли нерутинных когнитивных профессий составил  $\beta = 0.34$  (стандартная ошибка = 0.07,  $p$  менее 0.01), для нерутинных интерактивных -  $\beta = 0.19$  ( $p$  менее 0.05). В уравнении для рутинных когнитивных профессий оценка составила  $\beta = -0.28$  ( $p$  менее 0.01), для рутинных мануальных -  $\beta = -0.11$  ( $p$  менее 0.10). Таким образом, увеличение ИЦЭ на одно стандартное отклонение ассоциировано с ростом доли нерутинных когнитивных профессий на 1.8 п.п. и сокращением доли рутинных когнитивных - на 1.5 п.п.

Из контрольных переменных значимое влияние оказывают: ВРП на душу населения (положительно связан с долей нерутинных когнитивных), доля населения с высшим образованием (аналогичный эффект), доля обрабатывающей промышленности (положительно связана с рутинными мануальными). Уровень безработицы и индекс урбанизации значимы лишь в отдельных спецификациях. Включение региональных и временных эффектов существенно улучшает качество подгонки:  $R^2\text{-within} = 0.61$ .

### **3. Динамика требований к цифровым компетенциям**

Контент-анализ массива вакансий выявил устойчивый рост ЦНВ: среднее значение индекса увеличилось с 0.041 в 2018 г. до 0.152 в 2024 г. (рост в 3.7 раза). При этом динамика существенно различается по секторам: наибольший прирост ЦНВ зафиксирован в финансовом секторе (в 5.2 раза), промышленности (в 4.1 раза), торговле (в 3.9 раза), здравоохранении (в 3.4 раза). В ИТ-секторе прирост составил 2.1 раза - более умеренный, поскольку цифровые требования были высоки уже в базовом периоде.

Анализ разреза по кластерам компетенций показывает наибольший прирост в кластерах "работа с данными и аналитика" (рост в 6.8 раза), "работа с ИИ-инструментами" (в 11.3 раза, с низкой базы 2018 г.) и "цифровые коммуникации" (в 3.1 раза). Требования к программированию выросли в 2.4 раза, к кибербезопасности - в 4.7 раза. Оценка разрыва регрессии подтвердила структурный перелом в динамике ЦНВ в 2020-2021 гг.: среднегодовой прирост ускорился с 0.013 до 0.024 единицы индекса, что соответствует форсированному переходу к дистанционным форматам работы в период пандемии.

На основе сочетания двух критериев -- текущего уровня ЦНВ и темпа его роста - сформирована матрица уязвимости профессий к автоматизации, включающая четыре квадранта: "уже трансформированные" (высокий ЦНВ, умеренный рост: программисты, финансовые аналитики), "активно трансформируемые" (умеренный ЦНВ, высокий рост: бухгалтеры, операторы ввода данных), "устойчивые к автоматизации" (низкий ЦНВ, низкий рост: социальные работники, воспитатели), "латентного риска" (низкий ЦНВ, ускоряющийся рост: медсёстры, операторы производственных линий).

### **Обсуждение**

Полученные результаты в целом подтверждают гипотезу рутинизации для российского рынка труда: цифровизация замещает прежде всего рутинные когнитивные профессии, стимулируя спрос на нерутинные аналитические навыки. Направление эффекта совпадает с результатами аналогичных исследований для экономик США, Германии и стран ЦВЕ, однако величина коэффициентов несколько ниже, что может свидетельствовать о запаздывании структурной перестройки российского рынка труда по сравнению с передовыми экономиками.

Доминирование эффекта конкурентоспособности над структурным эффектом в декомпозиции ИТ-занятости указывает на географическую концентрацию цифровой экономики в нескольких агломерациях. Данный вывод согласуется с результатами исследований пространственной экономики, фиксирующих усиление агломерационных эффектов в условиях цифровизации: высококвалифицированные цифровые специалисты концентрируются в крупных городах, где выше плотность взаимодействий, развита инфраструктура и больше возможностей для профессиональной мобильности.

Форсированный рост требований к цифровым компетенциям в "нецифровых" секторах - промышленности, здравоохранении, торговле - является принципиально важным выводом. Он свидетельствует о том, что цифровая трансформация перестала быть прерогативой ИТ-отрасли: сегодня базовые цифровые навыки становятся универсальным требованием, сопоставимым по значимости с грамотностью. Это предъявляет принципиально иные требования к системе массового профессионального образования.

Матрица уязвимости профессий предоставляет практически ориентированный инструмент для приоритизации программ переобучения. Профессии "активно трансформируемого" квадранта (бухгалтеры, операторы ввода данных) требуют немедленного внимания: высокий темп роста цифровых требований при относительно умеренном текущем уровне ЦНВ означает, что через 3-5 лет эти профессии могут оказаться на пороге значительного сокращения числа рабочих мест. Профессии "латентного риска" требуют превентивного мониторинга.

Ограничения исследования связаны прежде всего с трудностями разграничения эффектов цифровизации и других факторов структурных изменений занятости (изменение отраслевой структуры производства, демографические тенденции, последствия пандемии). Кроме того, анализ вакансий отражает спрос на труд, но не позволяет оценить масштаб разрыва навыков: для этого необходимо сопоставление с данными о компетенциях реальных работников, что выходит за рамки настоящей работы.

## **Заключение**

Проведённое исследование на основе панельных данных по 85 субъектам Российской Федерации за 2015-2024 гг. и контент-анализа 180 тысяч вакансий подтвердило значимое влияние цифровизации на структуру занятости: рост ИЦЭ на одно стандартное отклонение ассоциирован с увеличением доли нерутинных когнитивных профессий на 1.8 п.п. и сокращением рутинных когнитивных - на 1.5 п.п. при прочих равных условиях.

Декомпозиция прироста ИТ-занятости выявила доминирующую роль эффекта конкурентоспособности (62%), что указывает на усиление географической концентрации цифровой экономики и углубление межрегиональных диспропорций. Контент-анализ вакансий зафиксировал трёхкратный рост

требований к цифровым компетенциям за 2018-2024 гг. с ускорением динамики в 2020-2021 гг. вследствие пандемии.

Предложенная матрица уязвимости профессий к автоматизации может служить методической основой для формирования региональных программ переобучения и адаптации системы профессионального образования к требованиям цифровой экономики. Первоочередного внимания требуют профессии "активно трансформируемого" квадранта: бухгалтеры, операторы ввода данных, диспетчеры, агенты по продажам. Результаты исследования представляют интерес для органов государственного управления, ответственных за политику в сфере занятости и профессионального образования.

### Список литературы

1. Кузнецова И.А., Гохберг Л.М., Дитковский К.А. Цифровая экономика: 2024: краткий статистический сборник. М.: НИУ ВШЭ, 2024. 120 с.
2. Капелюшников Р.И. Технологический прогресс -- пожиратель рабочих мест? // Вопросы экономики. 2017. № 8. С. 111--140.
3. Варшавская Е.Я., Чудиновских О.С. Прекаризация занятости в цифровую эпоху // Экономический журнал ВШЭ. 2022. Т. 26. № 1. С. 9--36.
4. Аузан А.А., Никишина Е.Н. Социокультурные факторы цифровой трансформации: опыт кросс-регионального анализа // Вопросы экономики. 2021. № 10. С. 75--91.
5. Гимпельсон В.Е., Монусова Г.А. Восприятие неравенства и социальная мобильность // Экономический журнал ВШЭ. 2014. Т. 18. № 2. С. 216--248.
6. Клячко Т.Л., Семёнова Е.А. Прогноз потребности экономики в кадрах с профессиональным образованием // Журнал Новой экономической ассоциации. 2021. № 2. С. 188--196.
7. Лукьянова А.Л. Отдача от образования в России: основные тенденции // Экономический журнал ВШЭ. 2010. Т. 14. № 3. С. 326--348.
8. Мкртчян Н.В. Региональная дифференциация рынков труда в России // Пространственная экономика. 2020. Т. 16. № 4. С. 66--86.
9. Autor D.H., Levy F., Murnane R.J. The skill content of recent technological change: an empirical exploration // Quarterly Journal of Economics. 2003. Vol. 118. No. 4. P. 1279--1333.
10. Frey C.B., Osborne M.A. The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? // Technological Forecasting and Social Change. 2017. Vol. 114. P. 254--280.

11. Acemoglu D., Restrepo P. Robots and jobs: evidence from US labor markets // Journal of Political Economy. 2020. Vol. 128. No. 6. P. 2188--2244.
12. Brynjolfsson E., McAfee A. The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. New York: W.W. Norton, 2014. 336 p.
13. Goos M., Manning A., Salomons A. Explaining job polarization: routine-biased technological change and offshoring // American Economic Review. 2014. Vol. 104. No. 8. P. 2509--2526.
14. Dunn P. An alternative approach to shift-share analysis // Regional Science and Urban Economics. 1980. Vol. 10. No. 4. P. 519--538.
15. OECD. OECD Skills Outlook 2023: Skills for a Resilient Green and Digital Transition. Paris: OECD Publishing, 2023. 210 p.
16. World Economic Forum. The Future of Jobs Report 2023. Geneva: WEF, 2023. 296 p.
17. Arntz M., Gregory T., Zierahn U. The risk of automation for jobs in OECD countries // OECD Social, Employment and Migration Working Papers. 2016. No. 189. 34 p.
18. Nedelkoska L., Quintini G. Automation, skills use and training // OECD Social, Employment and Migration Working Papers. 2018. No. 202. 79 p.
19. Acemoglu D., Autor D. Skills, tasks and technologies: implications for employment and earnings // Handbook of Labor Economics. 2011. Vol. 4B. P. 1043--1171.
20. Manyika J., Lund S., Chui M., Bughin J., Woetzel J., Batra P., Ko R., Sanghvi S. Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation. McKinsey Global Institute, 2017. 160 p.

## References

1. Kuznetsova I.A., Gokhberg L.M., Ditkovsky K.A. Digital Economy: 2024: brief statistical compilation. Moscow, HSE University, 2024. 120 p. (In Russ.)
2. Kapelyushnikov R.I. Technological progress -- a devourer of jobs? Voprosy Ekonomiki, 2017, no. 8, pp. 111-140. (In Russ.)
3. Varshavskaya E.Ya., Chudinovskikh O.S. Precarization of employment in the digital age. HSE Economic Journal, 2022, vol. 26, no. 1, pp. 9-36. (In Russ.)
4. Auzan A.A., Nikishina E.N. Sociocultural factors of digital transformation: cross-regional analysis experience. Voprosy Ekonomiki, 2021, no. 10, pp. 75-91. (In Russ.)
5. Gimpelson V.E., Monusova G.A. Perception of inequality and social mobility. HSE Economic Journal, 2014, vol. 18, no. 2, pp. 216-248. (In Russ.)

6. Klyachko T.L., Semenova E.A. Forecast of the economy's demand for professionally trained personnel. *Journal of the New Economic Association*, 2021, no. 2, pp. 188-196. (In Russ.)
7. Lukyanova A.L. Returns to education in Russia: main trends. *HSE Economic Journal*, 2010, vol. 14, no. 3, pp. 326-348. (In Russ.)
8. Mkrtchan N.V. Regional differentiation of labor markets in Russia. *Spatial Economics*, 2020, vol. 16, no. 4, pp. 66-86. (In Russ.)
9. Autor D.H., Levy F., Murnane R.J. The skill content of recent technological change. *Quarterly Journal of Economics*, 2003, vol. 118, no. 4, pp. 1279-1333.
10. Frey C.B., Osborne M.A. The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 2017, vol. 114, pp. 254-280.
11. Acemoglu D., Restrepo P. Robots and jobs: evidence from US labor markets. *Journal of Political Economy*, 2020, vol. 128, no. 6, pp. 2188-2244.
12. Brynjolfsson E., McAfee A. *The Second Machine Age*. New York, W.W. Norton, 2014. 336 p.
13. Goos M., Manning A., Salomons A. Explaining job polarization. *American Economic Review*, 2014, vol. 104, no. 8, pp. 2509-2526.
14. Dunn P. An alternative approach to shift-share analysis. *Regional Science and Urban Economics*, 1980, vol. 10, no. 4, pp. 519-538.
15. OECD. *OECD Skills Outlook 2023*. Paris, OECD Publishing, 2023. 210 p.
16. World Economic Forum. *The Future of Jobs Report 2023*. Geneva, WEF, 2023. 296 p.
17. Arntz M., Gregory T., Zierahn U. The risk of automation for jobs in OECD countries. *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, 2016, no. 189. 34 p.
18. Nedelkoska L., Quintini G. Automation, skills use and training. *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, 2018, no. 202. 79 p.
19. Acemoglu D., Autor D. Skills, tasks and technologies. *Handbook of Labor Economics*, 2011, vol. 4B, pp. 1043-1171.
20. Manyika J., et al. *Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation*. McKinsey Global Institute, 2017. 160 p.