

Реальный сектор

Дефицит кадров — стимул или ограничение инвестиций российских предприятий?

Любовь Валерьевна Антосик*ORCID: 0000-0001-7433-6621*

Кандидат экономических наук, начальник отдела отраслевого анализа и мониторинга предприятий экономического управления, Южное главное управление Банка России (РФ, 350000, Краснодар, ул. Николая Кондратенко, 12)
E-mail: antosik_lv@mail.ru

Карэн Авакович Туманянц*ORCID: 0000-0001-6801-2794*

Кандидат экономических наук, доцент, экономический советник экономического

управления, Южное главное управление Банка России (РФ, 350000, Краснодар, ул. Николая Кондратенко, 12)
E-mail: karen.tumanyants@yandex.ru

Анастасия Васильевна Белая*ORCID: 0009-0006-3682-5903*

Экономист 1-й категории отдела отраслевого анализа и мониторинга предприятий экономического управления, Южное главное управление Банка России (РФ, 350000, Краснодар, ул. Николая Кондратенко, 12)
E-mail: anastasia_bel00@bk.ru

Аннотация

Вызовы, возникающие в российской экономике со стороны рынка труда, могут оказывать разнонаправленное воздействие на инвестиции. Стимулирующее связано с внедрением трудосберегающих технологий и, как следствие, эффектом замещения труда капиталом, а сдерживающее — с невозможностью найма рабочей силы для использования приобретаемого оборудования. В работе представлено исследование влияния дефицита кадров на инвестиционную активность предприятий в РФ, основанное на данных регулярных опросов нефинансовых организаций, проводимых Банком России. Анализ показал, что ухудшение ситуации с обеспеченностью трудовыми ресурсами в российской экономике способствует росту инвестиций. Устойчивость зависимости к выбору спецификации уравнения, методу оценки и составу исходных данных позволяет предположить трудосберегающий характер совершаемых капиталовложений и сделать вывод о наличии эффекта замещения труда капиталом. Эффект наблюдается во всех федеральных округах, сильнее проявляется для промышленных и торговых предприятий, а также для крупного и среднего бизнеса. Значимость нехватки персонала для инвестиционной активности российского бизнеса с 2019 по 2023 год имеет тенденцию к росту. Необходимость компенсировать недоступность привлечения дополнительной рабочей силы ростом фондовооруженности для увеличения объемов производства в существенной степени определяет низкую чувствительность инвестиционной активности бизнеса к шокам валютного рынка и денежно-кредитной политики, а также рискам в целом. Полученные результаты позволяют говорить о возможном ослаблении инфляционного давления со стороны рынка труда в средне- и долгосрочной перспективе даже в условиях сохранения негативных демографических трендов.

Ключевые слова: дефицит трудовых ресурсов, инвестиционная активность, опросы предприятий, метод инструментальных переменных, логит-модель

JEL: C33, C35, C36, D22, E24, J21

Авторы признательны Олегу Крыжановскому, Олегу Лепехину за их конструктивную критику исследования, а также Даниилу Коровину и Илье Фадееву за помощь в подготовке данных. Авторы благодарны анонимным рецензентам и участникам внутренних семинаров Банка России за ценные комментарии и предложения. Настоящая статья отражает личную позицию авторов. Содержание и результаты исследования не следует рассматривать, в том числе цитировать в каких-либо изданиях, как официальную позицию Банка России или указания на официальную политику или решения регулятора. Любые ошибки в данном материале являются исключительно авторскими.

Real Sector

Labor Shortage: A Stimulus or a Constraint on Investment by Russian Enterprises?

Lyubov V. Antosik*ORCID: 0000-0001-7433-6621*

Cand. Sci. (Econ.), Department Head,
Southern Main Branch of the Central Bank
of the Russian Federation,^a
e-mail: antosik_lv@mail.ru

Anastasia V. Belya*ORCID: 0009-0006-3682-5903*

Economist, Southern Main Branch
of the Central Bank of the Russian Federation,^a
e-mail: anastasia_belo@bk.ru

Karen A. Tumanyants*ORCID: 0000-0001-6801-2794*

Cand. Sci. (Econ.), Economic Advisor,
Southern Main Branch of the Central Bank
of the Russian Federation,^a
e-mail: karen.tumanyants@yandex.ru

^a 12, Nikolaya Kondratenko ul., Krasnodar,
350000, Russian Federation

Abstract

The challenges in the Russian economy due to the labor market can have multidirectional effects on investment. A stimulus to investment might come from the adoption of labor-saving technologies and the resulting substitution of capital for labor. However, a constraint might be imposed by inability to hire labor to operate the newly acquired equipment. This paper presents a study of the impact of labor shortages on the investments made by enterprises in Russia as revealed in regular surveys of non-financial organizations conducted by the Central Bank of Russia. This analysis indicates that a diminishing labor supply is a factor that is increasing investment in the Russian economy. That this result is robust across different equations, evaluation methods, and initial datasets suggests that the investments are labor-saving in nature and supports the conclusion that capital is being substituted for labor. This effect is observed across all federal administrative districts and is most prevalent at industrial and trade enterprises, as well as at large and medium-sized businesses. The importance of labor shortages for investment in Russian businesses trended upward from 2019 to 2023. The need to compensate for lack of additional labor by increasing capital intensity in order to boost production volumes largely explains the low sensitivity of business investment to foreign exchange and monetary policy shocks and even to risk in general. The article's findings suggest that inflationary pressure from the labor market will potentially subside in the medium and long term even as demographic trends continue to be negative.

Keywords: staff shortages, investment activity, surveys of enterprises, instrumental variable method, logit model

JEL: C33, C35, C36, D22, E24, J21

Acknowledgements

The authors would like to express their gratitude to Oleg Kryzhanovskiy and Oleg Lepekhin for their constructive criticism of this study and to Daniil Korovin and Ilya Fadyev for assistance in preparing the data. The authors would also like to thank the anonymous reviewers and participants in an internal seminar at the Central Bank of Russia for their valuable comments and suggestions. The views expressed in this report are solely those of the authors. The contents and findings of this study should not be construed or quoted in any publications as the official position of the Central Bank of Russia or an indication of its official policy or decisions. Any errors in this material are solely those of the authors.

Введение

Рынок труда в России характеризуется высокой напряженностью и существенно ограничивает рост выпуска товаров и услуг. Можно говорить о том, что дефицит кадров — новая объективная реальность, в которой российский бизнес будет функционировать длительное время. Стратегии приспособления предприятий к ней включают вовлечение в трудовые отношения молодежи, пенсионеров, иностранных работников¹, заключенных, повышение интенсивности использования трудовых ресурсов, инвестиции в механизацию и автоматизацию производства. От скорости адаптации предприятий к ситуации на рынке труда зависит не только эффективность деятельности конкретных компаний, но и снижение инфляционного давления, а также темпы роста российской экономики. Возникают вопросы: насколько в нынешних условиях можно говорить о замещении труда капиталом? Как этот эффект проявляется в разрезе отраслей и категорий предприятий (если проявляется)?

Цель настоящей работы заключается в исследовании влияния дефицита кадров на инвестиционную активность бизнеса с использованием опросных данных мониторинга предприятий, проводимого Банком России. Наша гипотеза предполагает рост инвестиций в ответ на усиление напряженности на рынке труда, что может указывать на стремление компаний восполнить нехватку работников применением трудосберегающих технологий.

Статья структурирована следующим образом. В первом разделе представлен обзор зарубежной и отечественной литературы, посвященной проблеме замещения труда капиталом в экономике. Во втором разделе приведено описание используемых данных и методологии исследования. В третьем — обозначены основные результаты проведенного исследования. В заключение сформулированы выводы и направления применения полученных результатов.

1. Обзор литературы

Настоящая работа вносит вклад в изучение вопроса о детерминантах эластичности взаимного замещения труда и капитала в производственной функции фирмы. Литература содержит широкий диапазон значений (от -2 до 2) эластичности [Gechert et al., 2022; Knoblauch, Stöckl, 2019], что актуализирует вопрос о причинах такой дифференциации. Сформировалось три основных подхода к объяснению феномена различий в эластичности замещения.

Согласно первому пропорции производственных ресурсов заданы имеющимися технологиями и могут меняться в очень узких

¹ Преимущественно в крупных городах.

пределах [Growiec, 2017; León-Ledesma, Satchi, 2019; Matveenko, Matveenko, 2015]. Второй подход акцентирует внимание на таких институциональных факторах, способных оказать влияние на эластичность взаимного замещения ресурсов, как уровень международной экономической интеграции [Saam, 2008], государственное регулирование [Mallick, 2012], деятельность профсоюзов и регулирование рынка труда [Shahiri, Osman, 2017].

Настоящее исследование лежит в русле третьего подхода, в рамках которого один и тот же объем выпуска в каждый момент времени может быть получен при различном сочетании труда и капитала [Nakamura, 2010; Zeira, 1998]. В этой парадигме на выбор репрезентативного производителя будут воздействовать шоки на рынке ресурсов и в сфере технологий. Публикаций с результатами эмпирических исследований обозначенной тематики не так много. Это объясняется редкостью данных, позволяющих однозначно идентифицировать как указанные вызовы, так и спровоцированные именно ими последствия.

Замещение труда капиталом, положившее начало первой промышленной революции в Великобритании и США, представлено в работах Роберта Аллена и Джона Хабаккука [Allen, 2009; Habakkuk, 1962]. В первом случае оно было вызвано повышением стоимости труда относительно сырья (энергии) и капитала, а во втором — дефицитом рабочей силы. Жанна Лафортьон с соавторами показали, что с 1860 по 1880 год использование капитала промышленностью США было комплементарно спросу как на высоко-, так и на низкоквалифицированных работников, а с 1890 по 1930 год капитал и труд низкой квалификации стали субSTITУТАМИ при сохранении отношений взаимного дополнения капитала высококвалифицированной рабочей силой [Lafortune et al., 2019].

В исследованиях [Clemens et al., 2018; Hornbeck, Naidu, 2014; San, 2023] эпизоды сильных миграционных шоков середины XX века в США используются в качестве естественных экспериментов для изучения эффектов на структуру потребления компаниями производственных факторов. В работе [Clemens et al., 2018] речь идет о наводнении на реке Миссисипи в 1927 году, вызвавшем значительное снижение численности проживавших на прилегающих территориях афроамериканцев, дешевый труд которых использовался в аграрном секторе. Авторы установили, что с 1940 по 1970 год в районах, пострадавших от наводнения, наблюдался значимо более высокий уровень механизации по сравнению с территориями, не затронутыми бедствием.

В двух других названных публикациях рассматриваются последствия сокращения притока мексиканцев на американский рынок труда после завершения межгосударственного соглаше-

ния в 1964 году. Шмуэль Сэн обнаружил увеличение инноваций в производство сельскохозяйственных культур, где наиболее активно использовался труд мигрантов [San, 2023]. Инновационная активность при выращивании этих культур оставалась на повышенном уровне на протяжении последующих пятнадцати лет. Не обнаружив заметного влияния на уровень зарплат и занятость после ухода с рынка мексиканских мигрантов, Майкл Клеменс с соавторами также пришли к выводу, что это стало возможным благодаря применению трудосберегающих технологий и изменению структуры возделываемых культур в пользу более капиталоемких [Clemens et al., 2018].

Преобладающая часть исследований, используя более современные задокументированные шоки миграционных потоков, подтверждает значимость ограниченной физической и экономической доступности труда для повышения инвестиционной активности компаний [Imbert et al., 2021; Monras, 2020]. При этом некоторые авторы, также анализируя миграционную статистику, приходят к иным выводам. Например, Кирк Доран и Чунтын Юн из Университета Нотр Дам обнаружили падение на 0,5% заявок на патенты в ответ на каждые 10% снижения числа наименее квалифицированных мигрантов [Doran, Yoon, 2020]. Аналогичная позиция представлена в работах Дарона Аджемоглу и Майкла Кремера [Acemoglu, 1998; Kremer, 1993].

Некоторые публикации в России также говорят о том, что нехватка рабочих рук скорее негативный фактор для инвестиций. Результаты выборочного обследования крупных и средних предприятий обрабатывающей промышленности [Гимпельсон и др., 2007] показывают, что у предприятий как с недостаточной, так и избыточной занятостью общая факторная производительность ниже. При этом дефицит кадров негативно влияет на инвестиционный климат. Согласно опросам, нехватка квалифицированной рабочей силы создавала достаточно серьезные или очень серьезные помехи для 67% обследованных предприятий, а в 17% случаев она являлась главным препятствием для их деятельности. В более поздних работах (например, в публикации [Карлова, Пузанова, 2024]) авторы приходят к аналогичным выводам: инвестиционная активность сдерживается ограниченной доступностью ресурсов — кадров (у 51% предприятий) и оборудования (у 46% в связи с высокими затратами на его приобретение и у 38% в связи с проблемами поставок по импорту)².

² Опрос носил разовый характер и был проведен на выборке предприятий, которые не участвуют в регулярном мониторинге Банка России. Анкетирование прошло в июле — августе 2023 года среди руководителей высшего звена или руководителей экономических подразделений 514 предприятий различных отраслей обрабатывающей промышленности и добычи полезных ископаемых (кроме ТЭК). Предприятия отвечали на вопросы о планах по инвестициям на 2023 год.

По опросам предприятий — участников мониторинга Банка России, доля предприятий, указавших на недостаток квалифицированной рабочей силы как на фактор, ограничивающий их инвестиционную активность, возросла с 7,1% (в начале 2020 года) до 11,4% (в марте 2024 года).

В некоторых случаях отсутствие явного статистического эффекта влияния обеспеченности трудовыми ресурсами на инвестиции не означает нарушения причинно-следственных связей, определяемых теорией. Дарон Аджемоглу и Майкл Кили показали, как рост численности высококвалифицированной рабочей силы в США, начавшийся в 1970-х годах, спровоцировал применение технологий, требующих более сложных навыков работников [Acemoglu, 1998; Kiley, 1999]. Вслед за этим исследователи констатируют рост относительной зарплаты квалифицированного персонала, несмотря на увеличение его предложения. Таким образом, соотношение прямых и обратных эффектов определяет возможность обнаружения фундаментальных тенденций. Антонио Аччетурро с соавторами фиксируют рост капиталоемкости итальянских компаний при увеличении иностранной миграции [Accetturo et al., 2012]. Их интерпретация этого феномена заключается в более низкой производительности иностранных работников, которая не компенсируется заработной платой, что побуждает фирмы внедрять более эффективные технологии.

Немногочисленные работы, не использующие данные о внутренней или внешней миграции, также демонстрируют смешанные результаты. Аджемоглу в ответ на обострение дефицита кадров отмечает рост применения только трудосберегающих, но не трудоинтенсивных технологий [Acemoglu, 2010]. Исследование Михала Затора показывает гетерогенность эластичности использования капитала по труду, зависящую от квалификации работников и отрасли [Zator, 2019]. Капитал может рассматриваться как субститут труда в промышленности, ретейле, больницах. Комплементарность или отсутствие связи между использованием ресурсов выявлена им в ИТ, здравоохранении, образовании, финансах. Установлен эффект замещения для низкоквалифицированной рабочей силы, но для квалифицированных работников он статистически незначим. Модель с дифференцированной по секторам экономики эластичностью лучше объясняет произошедшие в экономике США структурные сдвиги, в частности опережающий рост сферы услуг [Alvarez-Cuadrado et al., 2014]. Зависимость эффекта замещения от сферы занятости отмечается и в работе Джульеты Каунедо с соавторами [Caunedo et al., 2021]. Йосеф Зеира обнаружил процесс

замещения труда капиталом только в странах с высокой производительностью [Zeira, 1998].

Положительное влияние на автоматизацию производства роста заработной платы зафиксировано в исследованиях [Dechezleprêtre et al., 2021; Hémous, Olsen, 2022], а сокращения трудоспособного населения в результате старения общества — в работе [Acemoglu, Restrepo, 2022]. Снижение стимулов к инновациям американских компаний, имеющих подразделения в Китае, Ян Бена и Елена Симинтци связали с их доступом к дешевой рабочей силе [Bena, Simintzi 2023]. Таоран Чен с соавторами установили более активное внедрение инноваций фирмами, использующими технологии с интенсивным применением женского труда и расположеными в провинциях Китая с низкой долей женщин [Chen et al., 2022]. Эта закономерность более выпукло проявляется в отраслях с низкой эластичностью замещения работников разных полов, чем с высокой.

Проведенное нами исследование дополняет имеющуюся литературу по эмпирической проверке микрообоснованности предпосылок производственной функции фирмы на российских данных и без обращения к миграционной статистике.

Вслед за публикациями [Imbert et al., 2021; Zator, 2019] в своей работе мы опираемся на результаты опросов предприятий. Характер используемых нами данных наиболее близок к работе Аччетурро с соавторами [Accetturo et al., 2012], где анализируется информация, полученная региональными подразделениями Банка Италии от промышленных компаний.

Впервые данные регулярных опросов нефинансовых организаций, проводимых Банком России, были использованы для краткосрочного прогнозирования деловой активности и инфляционной динамики в исследовании [Кобзев, Андреев, 2021]. Авторы показали, что индикатор бизнес-климата и ценовые ожидания предприятий несут в себе значимую информацию об экономической активности и инфляционной динамике в РФ и могут рассматриваться в качестве опережающих индикаторов. Кроме того, применение оперативных данных мониторинга предприятий позволяет повысить точность прогнозирования ВВП [Арженовский, 2024]. Целью другого исследования, основанного на данных мониторинга предприятий, является получение оценки разрыва выпуска в России [Ляхнова, Коленко, 2024]. Изучение инвестиционного поведения промышленных предприятий в РФ на базе опросных данных представлено в работах [Карлова и др., 2020; Карлова, Пузанова, 2024; 2025]. Однако для исследования взаимосвязи ситуации на рынке труда и инвестиционных решений фирм оценочные суждения руководителей предприятий, получаемые Банком России в ходе мониторинга предприятий, пока не применялись.

Имеющаяся в нашем распоряжении информация не позволяет разделить инвестиции по критерию трудоемкости новых (модернизированных) мощностей, а структуру неудовлетворенного спроса на работников — по критерию уровня квалификации. Это делает невозможным соотнесение полученных нами результатов с выводами некоторых авторов. Существующие данные позволяют оценить влияние конъюнктуры рынка труда на инвестиционные решения предприятий только через канал физической доступности рабочих рук.

Эндогенность механизма замещения труда капиталом потребовала от большинства исследователей поиска адекватных инструментальных переменных: среднее расстояние места работы в США от Мексики [San, 2023], доля иммигрантов в общей численности населения [Accetturo et al., 2012; Monras, 2020; San, 2023], соотношение квалифицированной и неквалифицированной рабочей силы [Lafortune et al., 2019], шок доходов в сельскохозяйственных районах [Imbert et al., 2021]. Представленный в нашей работе инструмент содержательно близок к переменным уровня рождаемости с лагом 16 лет [Caunedo et al., 2021] и изменения доли старших возрастных групп населения за 10 лет [Zator, 2019].

Эмпирических исследований, посвященных оценке эффекта замещения труда капиталом в российской экономике, авторам найти не удалось. Настоящая работа направлена на частичное восполнение указанного пробела.

2. Данные и методология

Банк России проводит регулярные опросы нефинансовых организаций в рамках проекта «Мониторинг предприятий». По данным за 2024 год, участниками опроса являются более 15 тыс. как крупных и средних, так и малых предприятий промышленности, сельского хозяйства, строительства, транспортировки и хранения, торговли, сферы услуг во всех субъектах Российской Федерации³. Ежемесячная анкета содержит ряд вопросов о динамике спроса, объемов производства, экономического положения предприятия, рисков, цен, издержек и др. Респондентам необходимо выбрать один из трех вариантов ответа: «рост/улучшение» (P_t^+), «снижение/ухудшение» (P_t^-), «без изменений» (P_t^0). Для интерпретации результатов опроса и обеспечения сопоставимости данных используется единый результирующий показатель — «баланс ответов» (B_t). Он рассчитывается для каждого показателя из опроса как разница между долями ответов типа «больше» (увеличилось, улучшилось и т. п.) и ответов типа

³ Данные опросов см.: <https://www.cbr.ru/statistics/ddkp/mp/>.

«меньше» (уменьшилось, ухудшилось и т. д.) в процентах к сумме долей точных ответов («больше», «меньше», «не изменилось»):

$$B_t = \frac{P_t^+ - P_t^-}{P_t^+ + P_t^= + P_t^-} \times 100.$$

Балансы ответов могут изменяться в интервале от -100 до +100. При этом положительные значения индексов получаются при превышении доли позитивных оценок над долей негативных и свидетельствуют (в общем случае) об улучшении ситуации; нулевые — при их совпадении, ситуация не изменилась; отрицательные — при превышении доли негативных оценок над долей позитивных — характеризуют ухудшение ситуации. Изменение баланса ответов по сравнению с предыдущим месяцем/кварталом отражает направленность и интенсивность происходящих процессов.

С 2020 года⁴ в анкету добавились ежеквартально задаваемые респондентам вопросы, которые характеризуют инвестиционную активность и обеспеченность предприятия трудовыми ресурсами. Рассчитанные на основе качественных оценок предпринимателей показатели мы и используем в своем анализе. Эти данные имеют ряд преимуществ, в том числе перед статистическими показателями. Они позволяют, во-первых, идентифицировать и количественно измерить текущие вызовы на рынке труда (непосредственно дефицит кадров), во-вторых, напрямую соотнести оценки обеспеченности работниками и инвестиционной деятельности предприятия и, в-третьих, анализировать ситуацию в разрезе не только крупных и средних компаний, но также малых и микропредприятий.

В настоящей работе мы использовали как микроданные — ответы предприятий по РФ (всего около 150 тыс. наблюдений), так и оценки предприятий, агрегированные на уровне регионов (82 региона⁵ и 16 периодов времени⁶). Два ключевых вопроса, нас интересующих: как изменилась инвестиционная активность предприятия (возросла, не изменилась, снизилась, отсутствовала) и какова обеспеченность предприятия трудовыми ресурсами (избыток персонала, его нехватка, нормальная обеспеченность)?

Используя оценки предприятий, агрегированные на региональном уровне, мы оценили модели с фиксированными и случайными эффектами для зависимой переменной — «инвестиционная активность предприятий». Мы предпочитаем модель с фиксированными эффектами, так как она более адекватна характеру используемых данных (регионы РФ) и позволяет учесть ненаблюдаемые индивидуальные характеристики каждого регио-

⁴ В январе 2020 года запрашивались данные по итогам IV квартала 2019 года.

⁵ Без учета автономных округов и новых субъектов РФ.

⁶ С IV квартала 2019 года по III квартал 2023 года.

на, что отчасти решает проблему эндогенности. В случаях, когда результаты теста Хаусмана рекомендуют модель со случайными эффектами, мы приводим оценки обеих моделей.

Интересующая нас независимая переменная — дефицит кадров (обеспеченность трудовыми ресурсами). В числе контрольных переменных:

- загрузка производственных мощностей (%);
- текущий индикатор бизнес-климата (далее — ИБК), характеризующий условия функционирования бизнеса (среднее за квартал)⁷ (п.);
- риски хозяйственной деятельности (среднее за квартал)⁸, баланс ответов (п.);
- реальная процентная ставка по кредитам для юридических лиц и ИП, рассчитанная как разность между средневзвешенной фактической номинальной ставкой и инфляционными ожиданиями (%);
- валютный курс рубля (руб./долл.);
- фиктивные переменные на отраслевую структуру региона (переменная равна 1, если в структуре ВРП соответствующего региона (по данным Росстата) доминирует сельское хозяйство / добыча полезных ископаемых / обрабатывающая промышленность).

Описательные статистики переменных приведены в приложении 1. Модуль значений парной корреляции регрессоров не превышает 0,3 за исключением показателей «риски» и «индикатор бизнес-климата», отрицательная корреляция которых составляет 0,6⁹.

Для снижения риска несостоятельности оценок вследствие эндогенности регрессора (обеспеченность трудовыми ресурсами) нами далее использовалась процедура двухшагового метода наименьших квадратов (МНК). При тестировании инструментов на релевантность использовалась F-статистика по проверке гипотезы о равенстве нулю оценок всех коэффициентов при инструментальных переменных в уравнении первого шага (если F-статистика меньше 10, то инструмент называется слабым).

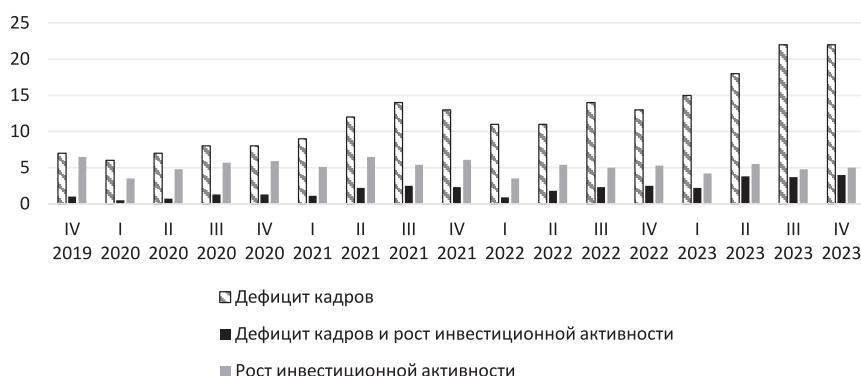
⁷ Индикатор бизнес-климата Банка России рассчитывается на основе ответов предприятий по спросу и производству. Положительное значение ИБК означает, что в оценках текущей ситуации позитивные оценки преобладают над негативными, условия для ведения бизнеса являются благоприятными.

⁸ Показатель отражает результаты ответа на вопрос: «Как, по Вашему мнению, изменились риски хозяйственной деятельности (увеличились, не изменились, уменьшились, затрудняюсь ответить)?» Чем больше значение показателя, тем больше респондентов отмечают увеличение рисков в хозяйственной деятельности.

⁹ Матрица корреляционных зависимостей может быть предоставлена по запросу.

В экспертном сообществе возможность использования региональных данных мониторинга Банка России носит дискуссионный характер ввиду их вероятной нерепрезентативности в некоторых субъектах РФ. Поэтому мы проводили расчеты как на усеченной выборке регионов (результаты приведены в табл. 2, спецификация 3), так и на микроданных, представляющих собой ответы предприятий, не агрегированные на региональном уровне, за тот же период 2019–2023 годов (около 150 тыс. наблюдений). Панель является несбалансированной, так как не все предприятия в течение рассматриваемого периода времени отвечали на вопросы.

В целом по РФ доля предприятий, столкнувшихся с дефицитом кадров, возросла с 8 до 26%, при этом доля предприятий, увеличивших свою инвестиционную активность, изменилась с 7,5 до 9%, тогда как доля предприятий, одновременно испытывающих недостаток персонала и увеличивающих инвестиции (на диаграмме закрашено черным цветом), возросла (рис. 1).



Источник: расчеты авторов на основе микроданных — ответов предприятий, не агрегированных на региональном уровне.

Рис. 1. Доля предприятий в РФ, отметивших дефицит кадров и рост инвестиционной активности, в общем количестве опрошенных предприятий (%)

Fig. 1. Share of Companies in Russia with Staff Shortages and Increasing Investment as a Percentage of the Total Number of Enterprises Surveyed (%)

Для определения факторов, влияющих на вероятность повышения инвестиционной активности предприятия, методом максимального правдоподобия оценивалась логит-модель для бинарной зависимой переменной, которая принимает значение 1, если инвестиционная активность предприятия возросла, и 0 — для остальных случаев. В качестве независимых переменных включались:

- обеспеченность кадрами (1 — при нехватке персонала, 0 — иначе);
- экономическое положение предприятия (1 — хорошее, 0 — иначе);
- спрос на продукцию/услуги предприятия (1 — увеличился, 0 — иначе);
- риски хозяйственной деятельности (1 — увеличились, 0 — иначе);
- категория предприятия;
- отрасль;
- курс рубля к доллару;
- реальная процентная ставка по кредитам для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей в конкретном регионе.

Описательная статистика переменных в микроданных и структура выборки приведены в приложениях 1 и 2.

3. Результаты

Результаты оценивания данных, агрегированных на региональном уровне, представлены в табл. 1 и 2. Во всех моделях использовались устойчивые к гетероскедастичности (робастные) стандартные ошибки. В качестве альтернативной оценки степени напряженности на рынке труда в моделях (4) применялся индекс headhunter¹⁰.

Коэффициент перед интересующей нас переменной «обеспеченность трудовыми ресурсами» значим и отрицателен во всех моделях, то есть снижение обеспеченности трудовыми ресурсами (рост дефицита кадров) увеличивает инвестиционную активность предприятий.

В целях сглаживания проблемы эндогенности мы использовали далее показатели обеспеченности ресурсами и загрузки производственных мощностей с лагом в один квартал, а также метод инструментальных переменных. В качестве инструментов (переменных, которые связаны с дефицитом кадров, но не связаны с инвестиционной активностью) был использован коэффициент рождаемости в 1990¹¹ и 1995 годах (табл. 2). Выбор этого инструмента обусловлен тем, что одной из причин нынешней нехватки работников выступает выход на рынок труда малочисленных молодых поколений.

¹⁰ Отношение количества резюме к вакансиям, рост значения предполагает ослабление напряженности рынка труда.

¹¹ Для наблюдений 2019–2021 годов использовался коэффициент рождаемости в 1990 году, для 2022–2023 годов — коэффициент рождаемости в 1995 году. Данные по рождаемости в период 1991–1994 годов недоступны.

Т а б л и ц а 1
Результаты оценивания региональных данных моделями с фиксированными (FE) и случайными эффектами (RE) (зависимая переменная — инвестиционная активность)

Т а б л е 1

Regional Data Estimates Under Fixed (FE) and Random Effects (RE) Models (With Investment Activity as the Dependent Variable)

Модели	1			2			3			4		
	FE	RE										
Обеспеченность кадрами	-0,29*** (0,05)			-0,34*** (0,06)			-0,31*** (0,05)					
Доля предприятий, испытывающих нехватку кадров		0,29*** (0,06)										
Индекс headhunter												
Загрузка мощностей	0,21*** (0,08)	0,21*** (0,08)	0,11 (0,09)	0,11 (0,08)	0,11 (0,08)	0,11 (0,08)	0,33*** (0,10)	0,33*** (0,10)	0,33*** (0,10)	-1,42** (0,62)	-1,19*** (0,38)	
Индикатор бизнес-климата текущий	0,23*** (0,04)	0,24*** (0,04)	0,24*** (0,05)	0,24*** (0,05)	0,26*** (0,05)	0,26*** (0,05)	0,28*** (0,06)	0,28*** (0,06)	0,28*** (0,06)	0,29*** (0,06)	0,31*** (0,09)	
Реальная ставка по кредитам	-0,39*** (0,13)	-0,42*** (0,13)	-0,29** (0,14)	-0,29** (0,14)	-0,25* (0,14)	-0,25* (0,14)	0,20 (0,22)	0,20 (0,22)	0,20 (0,22)	0,23 (0,18)	0,23 (0,18)	
Курс рубля к доллару	-0,11*** (0,03)	-0,11*** (0,03)	-0,14*** (0,04)	-0,14*** (0,04)	-0,13*** (0,04)	-0,13*** (0,04)	-0,19*** (0,04)	-0,19*** (0,04)	-0,19*** (0,04)	-0,18*** (0,04)	-0,18*** (0,04)	
Риски	-0,04 (0,03)	-0,04 (0,03)	-0,03 (0,03)	-0,03 (0,03)	-0,04 (0,03)	-0,04 (0,03)	-0,04 (0,03)	-0,04 (0,03)	-0,04 (0,03)	-0,19*** (0,04)	-0,18*** (0,04)	
Сельское хозяйство	0,37 (1,24)	0,48 (1,21)	0,32 (1,39)	0,32 (1,39)	3,24** (1,62)	3,24** (1,62)	3,53*** (0,23)	3,53*** (0,23)	3,53*** (0,23)	2,61 (1,73)	2,61 (1,73)	
Добыча полезных ископаемых	-7,28*** (1,79)											
Обрабатывающая промышленность	2,19*** (1,08)	1,90* (1,11)	0,32 (1,39)	0,32 (1,39)	0,24 (1,17)	0,24 (1,17)				1,15 (1,31)	1,15 (1,31)	
Число наблюдений	1311	1311	960	960	891	891						
Количество регионов	82	82	60	60	81	81						
R^2	0,45	0,44	0,41	0,41	0,45	0,45						
<i>p</i> -value Хаусмана	0,00	0,03	0,23	0,23	0,32	0,32						

Примечание. В скобках приведены стандартные ошибки. Символы *, ** и *** отражают статистическую значимость на 10-, 5- и 1-процентном уровнях соответственно.

Источник: составлен авторами.

Таблица 2

Результаты оценивания региональных данных методом инструментальных переменных (IV) (зависимая переменная – инвестиционная активность)

Таблица 2

Regional Data Estimates Using an Instrumental Variables (IV) Method (With Investment Activity as the Dependent Variable)

Модели	5	6	7	8
Обеспеченность кадрами	-0,33*** (0,12)	-0,37*** (0,09)	-0,32*** (0,08)	-0,15** (0,05)
Обеспеченность кадрами с лагом 1				
Загрузка мощностей	0,29*** (0,08)	0,09 (0,10)	0,15* (0,08)	
Загрузка мощностей с лагом 1				
Индекс бизнес-климата текущий	0,20*** (0,04)	0,23*** (0,05)	0,24*** (0,05)	0,37*** (0,04)
Реальная ставка по кредитам	-0,35*** (0,13)	-0,29** (0,15)	-0,43*** (0,13)	-0,47*** (0,14)
Курс рубля к доллару	-0,22*** (0,04)	-0,14*** (0,04)	-0,13*** (0,03)	-0,06* (0,04)
Риски				
Отрасли:				
сельское хозяйство	0,81 (1,90)	0,29 (2,43)	0,31 (1,95)	1,03 (1,39)
обрабатывающая промышленность	2,50 (3,18)	1,82 (3,17)	2,03 (3,20)	0,92 (2,84)
Фиктивная переменная на 2020	-1,32 (0,99)			
Фиктивная переменная на 2022	-6,32*** (0,67)			
Число наблюдений	1279	960	1279	1228
Количество регионов	82	60	82	82
Инструменты				
	Коэффициент рождаемости в 1990 и 1995	Коэффициент рождаемости в 1990 и 1995, фиктивная переменная на 2020 и 2022		–
F -статистика / R^2	108,1	75,1	103,0	0,42
Метод	IV	IV	IV	FE

Примечание. В скобках приведены робастные стандартные ошибки. Символы *, ** и *** отражают статистическую значимость на 10-, 5- и 1-процентном уровнях соответственно.

Источник: составлено авторами.

Иными словами, рождаемость 25–30 лет назад непосредственно связана с текущим предложением рабочей силы. При этом уровень инвестиционной активности последних лет не мог повлиять на число рождений в те годы. Вряд ли также можно обнаружить неучтенные нами факторы, одновременно воздействующие на актуальные инвестиции и демографию 25–30 лет назад. Добавление к демографическим инструментам в уравнение на первом шаге двухшагового МНК фиктивных переменных времени улучшает характеристики модели. Использование других переменных в качестве инструментов было нами отклонено либо в связи с недостаточной обоснованностью их экзогенности (международная и внутренняя миграция), либо по причине более слабых результатов тестов (доля трудоспособного населения в общей численности населения региона).

Статистическая значимость и направленность влияния факто-ра обеспеченности предприятий работниками на его инвестиционную активность подтвердилась как методом инструментальных переменных (табл. 2), так и в логит-модели (приложения 3 и 4). В последнем случае оценивались первичные микроданные — ответы предприятий, не агрегированные на региональном уровне. Вероятность увеличения инвестиционной активности для предприятий, испытывающих нехватку кадров, выше на 4,5 п.п. по сравнению с предприятиями, не сталкивающимися с такой проблемой. Загрузка производственных мощностей (за исключением добывающей промышленности), рост спроса на продукцию предприятия и его хорошее экономическое положение повышают вероятность увеличения инвестиционной активности. Влияние дефицита кадров на инвестиции сильнее для промышленных и торговых предприятий, а также крупных и средних компаний.

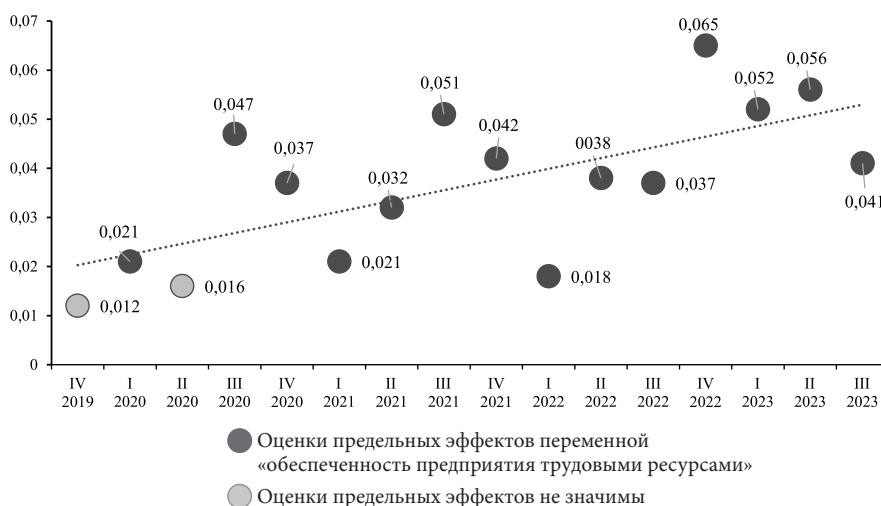
Согласно поквартальным оценкам логит-модели вероятность увеличения инвестиционной активности для предприятий, испытывающих нехватку персонала, с 2020 по 2023 год возрастила, что может свидетельствовать о реакции бизнеса на обострение дефицита кадров, наблюдавшееся в это время (рис. 2).

Таким образом, расчеты подтверждают исходную гипотезу исследования. Результаты оказались устойчивыми к изменению:

- спецификации регрессий (добавление в модель доли предприятий, испытывающих нехватку персонала¹², индекса headhunter);
- размера и состава выборки (агрегированные региональные данные по всем регионам, а также субъектам РФ, где количе-

¹² Взаимосвязь между обеспеченностью трудовыми ресурсами и долей предприятий, испытывающих нехватку персонала, обратная. Чем ниже первый показатель и выше второй, тем острее дефицит кадров.

- ство собранных анкет ежемесячно превышало 100 по состоянию на 2019 год; микроданные ответов всех предприятий — участников опроса, а также в подгруппах по федеральным округам, отраслям и размерам предприятий);
- типа исходных данных (непрерывные и бинарные зависимые и независимые переменные, с сезонной корректировкой¹³ и без);
 - методов оценки (модели с фиксированными и случайными эффектами, с инструментальной переменной, логит-модель).



Примечание. Модели в соответствии со спецификацией, указанной в приложении 3, рассчитаны отдельно по кварталам.

Источник: составлено авторами.

Рис. 2. Динамика оценки эффекта замещения труда капиталом, IV квартал 2019 – III квартал 2023 года

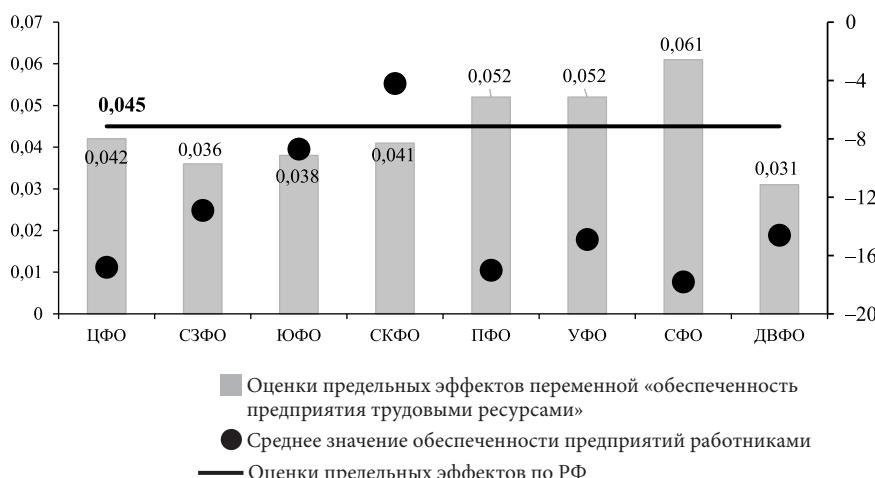
Fig. 2. Estimated Capital-Labor Substitution, Q4 2019 – Q3 2023

Среди других факторов, оказывающих положительное влияние на инвестиционную активность предприятий, следует отметить уровень загрузки мощностей, самооценку экономического положения компании, оценки текущей динамики объемов производства и спроса (индикатор бизнес-климата). Значимость внутреннего и/или внешнего спроса для осуществления инвестиционной деятельности подчеркивалась и в других работах [Карлова и др., 2020; Карлова, Пузанова, 2024]. Ослабление рубля негативно воздействует на инвестиции предприятий, что может быть обуслов-

¹³ Результаты могут быть предоставлены по запросу.

лено ростом затрат на приобретение импортных машин и оборудования. Однако в отраслевом разрезе этот фактор значим только для торговли и транспортировки и лишь для крупных компаний. Устойчивую связь инвестиций с реальной процентной ставкой по кредитам и уровнем рисков выявить не удалось.

Расчеты, сделанные по федеральным округам (рис. 3 и приложение 4), в целом свидетельствуют о низкой региональной неоднородности, за исключением двух федеральных округов — Сибирского и Дальневосточного, оценки предельных эффектов которых различаются почти в 2 раза. Если в среднем по РФ для предприятий с кадровым дефицитом вероятность увеличения инвестиционной активности выше на 4,5 п.п. по сравнению с предприятиями, не испытывающими нехватку персонала, то для Сибирского и Дальневосточного ФО оценки составляют 6,1 и 3,1 п.п. соответственно.



Примечание. Модели рассчитаны отдельно по федеральным округам.

Источник: составлено авторами.

Рис. 3. Оценка эффекта замещения труда капиталом (левая шкала — столбцы) и дефицит кадров (правая шкала — кружки, п.) по федеральным округам, IV квартал 2019 — III квартал 2023 года

Fig. 3. Estimated Capital-Labour Substitution Effect (left scale — columns) and Staff Shortages (right scale — circles, points) by Federal District, Q4 2019 to Q3 2023

На рис. 3 мы сопоставили оценки предельных эффектов, полученные в логит-модели, со средним значением обеспеченности предприятий работниками за период IV квартала 2019 — III квартала 2023 года. Заметно, что для федеральных округов с высоким уровнем дефицита кадров (Приволжского, Уральского и Сибирского) эффект замещения труда капиталом более выражен.

жен, чем для Южного, Северо-Кавказского и Северо-Западного, где обеспеченность работниками выше. Как и в целом по выборке, в разрезе федеральных округов положительное влияние на инвестиционную активность оказывают экономическое положение, спрос на продукцию и статус крупного предприятия.

4. Выводы и обсуждение

Отрицательные шоки со стороны рынка труда в теории могут оказывать разнородное влияние на инвестиции: как стимулировать их при замещении труда капиталом, так и ограничивать инвестиционную деятельность — при невозможности найма рабочей силы для использования приобретаемого оборудования. В работе на основе опросов нефинансовых организаций, проводимых Банком России, показано, что в период с IV квартала 2019 по 2023 год стимулирующее влияние преобладает над сдерживающим. Мотивирующий характер дефицита кадров для капиталовложений проявляется во всех российских макрорегионах, хотя в трудодефицитных федеральных округах он выражен сильнее. Значимость фактора нехватки персонала для инвестиционной активности российского бизнеса имеет тенденцию к росту.

Временной горизонт исследования охватывает разнородные с точки зрения внешних и внутренних условий периоды функционирования российской экономики, включая периоды пандемии ковида, восстановления деловой активности после него, второго санкционного кризиса (2022 год — настоящее время) и связанного с ним обострения геополитических рисков. Получение статистически значимых результатов на такой эмпирической базе может свидетельствовать о робастности установленных в работе связей. В то же время эффективное число наблюдений [Kish, 1995] для микроданных, не агрегированных на региональном уровне, по которым рассчитывались логит-модели, существенно меньше (12,7 тыс.) используемой нами выборки (140,3 тыс.). Это может быть результатом скоррелированности ответов одних и тех же респондентов в разных волнах опросов. Кроме того, панель не сбалансирована, так как некоторые респонденты предоставляли ответы не во всех анализируемых периодах, что также могло повлиять на непропорциональность распределения наблюдений между различными группами участников исследования. Следствием отклонения состава выборки от независимой, одинаково распределенной является снижение качества эконометрических оценок. Тем не менее результаты расчетов, полученные на максимальной и более ограниченных по объему выборках (табл. 1 и 2, а также по отраслям, размерам предприятий и федеральным округам в приложениях 3 и 4), устойчивы.

Эти результаты позволяют предположить трудосберегающий характер совершаемых капиталовложений и сделать вывод о наличии эффекта замещения труда капиталом. Выявленная зависимость устойчива к выбору спецификации, методу оценки, составу исходных данных и наблюдается во всех федеральных округах. При этом эффект сильнее проявляется для крупных и средних компаний, а также в промышленности и торговле, что подтверждает оценки других авторов (например, в работе [Zator, 2019]). Наши выводы корреспондируют с данными [Карлова, Пузанова, 2025], согласно которым для повышения производительности труда в условиях дефицита кадров 67% промышленных предприятий в России в 2023–2024 годах модернизировали и обновляли оборудование, 35% — механизировали и автоматизировали бизнес-процессы, а 28% внедряли новые технологии производства¹⁴.

Необходимость компенсировать недоступность привлечения дополнительной рабочей силы ростом фондооруженности для увеличения объемов производства в существенной степени определяет низкую чувствительность инвестиционной активности бизнеса к шокам валютного рынка и денежно-кредитной политики, а также рискам в целом.

Таким образом, на российских данных мы впервые эмпирически подтвердили значимость конъюнктуры рынка факторов производства для выбора комбинации используемых фирмой ресурсов. Отечественные компании, действуя в парадигме максимизации прибыли, адаптируются к обостряющимся ограничениям со стороны рынка труда путем расширения инвестиций. Имевшиеся у нас данные не позволяют оценить направление совершаемых/планируемых предприятием инвестиций (расширение/замена мощностей, увеличение объема выпуска, улучшение качества продукции, снижение производственных затрат, в том числе трудовых), что является одним из ограничений проведенного исследования. Тем не менее мы полагаем, что эта тенденция не случайна и свидетельствует о попытках смягчения проблемы дефицита кадров с помощью автоматизации производства.

Наши выводы лежат в русле большого направления исследований, свидетельствующих об усилении процесса замещения труда капиталом под воздействием снижения относительной физической и экономической доступности рабочей силы. С этой точки зрения проинфляционное давление со стороны рынка труда в среднесрочной перспективе может быть ослаблено даже в условиях сохранения негативных демографических трендов.

¹⁴ Результаты разового опроса 500 предприятий обрабатывающей промышленности и добычи полезных ископаемых (кроме ТЭК) по заказу Банка России в августе 2024 года. Вопрос предполагал множественный выбор ответов.

Приложение 1

Аpendix 1

Описательная статистика переменных

Descriptive Statistics of Variables

Переменные	Средняя	Медиана	Минимум	Максимум	Стандартное отклонение
<i>Данные, агрегированные на региональном уровне</i>					
Инвестиционная активность, баланс ответов (п.)	4,5	4,1	-51,4	54,1	11,9
Инвестиционная активность, баланс ответов с сезонной корректировкой (п.)	4,9	4,7	-56,3	51,8	10,6
Обеспеченность трудовыми ресурсами, баланс ответов (п.)	-14,6	-13,5	-52,3	13,4	9,7
Обеспеченность трудовыми ресурсами, баланс ответов с сезонной корректировкой (п.)	-15,4	-14,5	-57,4	11,9	9,9
Доля предприятий, испытывающих нехватку персонала (%)	14,3	13,4	0	50	8,6
ИБК текущий, среднее за квартал (п.)	-4,5	-4,5	-42,8	36,7	11,2
ИБК текущий, среднее за квартал с сезонной корректировкой (п.)	-4,1	-3,6	-47,6	30,9	10,0
Загрузка мощностей (%)	77,2	77,2	56,5	96,2	5,8
Загрузка мощностей с сезонной корректировкой (%)	77,3	77,4	57,2	100	5,7
Риски, средняя за квартал, баланс ответов (п.)	31,3	31,0	-20,3	92,0	15,3
Риски, средняя за квартал, баланс ответов с сезонной корректировкой (п.)	31,1	31,1	-11,2	93,6	15,1
Средневзвешенная номинальная ставка по кредитам для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей (%)	9,1	8,8	2,3	18,8	2,2
Инфляционные ожидания (%)	11,1	11,5	8,0	15,2	1,9
Реальная ставка по кредитам для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей (%)	-2,0	-2,0	-8,3	7,3	2,3
Валютный курс (руб./долл.)	73,2	73,2	59,5	94,2	8,6
Коэффициент рождаемости в 1990 и 1995 годах	12,5	12,0	7,0	26,3	4,0

О к о н ч а н и е п р и л о ж е н и я 1

Переменные	Средняя	Медиана	Минимум	Максимум	Стандартное отклонение
<i>Микроданные — ответы предприятий</i>					
Отрасль:					
1 — сельское хозяйство, 2 — обрабатывающая промышленность, 3 — строительство, 4 — торговля, 5 — транспортировка и хранение, 6 — услуги, 7 — добыча полезных ископаемых	3,6	4	1	7	1,7
Категория предприятия:					
1 — среднее, 2 — малое, 3 — микро, 4 — крупное	2,5	3	1	4	1,0
Экономическое положение: 1 — хорошее, 0 — иначе	0,1	0	0	1	0,3
Загрузка мощностей (%)	77,0	80	0	100	23,7
Инвестиционная активность: 1 — взросла, 0 — иначе	0,1	0	0	1	0,3
Обеспеченность предприятия трудовыми ресурсами:					
1 — нехватка персонала, 0 — иначе	0,2	0	0	1	0,4
Риски хозяйственной деятельности:					
1 — увеличился, 0 — иначе	0,3	0	0	1	0,5
Спрос: 1 — увеличился, 0 — иначе	0,2	0	0	1	0,4

Примечание. Данные мониторинга предприятия за период IV квартала 2019 — III квартала 2023 года.

Приложение 2

Аpendix 2

Количество наблюдений в микроданных (ответы предприятий)

Number of Observations in Microdata (Enterprise Responses)

Регион	Сельское хозяйство	Обработка	Строительство	Торговия и хранение	Транспорт и грузоводство	Услуги	Добыча
Алтайский край	270	1024	63	472	167	451	33
Забайкальский край	163	431	247	609	251	474	78
Камчатский край	433	483	317	503	215	747	29
Краснодарский край	771	2169	743	1649	808	2684	38
Красноярский край	791	1308	327	1032	494	1009	96
Пермский край	95	858	209	678	161	910	46
Приморский край	327	987	208	898	518	875	51
Ставропольский край	721	712	381	1231	110	1320	0
Хабаровский край	294	691	419	1015	343	1168	12
Амурская область	168	365	315	554	266	418	134
Архангельская область	447	883	314	784	340	482	68
Астраханская область	139	459	347	692	247	349	33
Белгородская область	490	962	446	867	293	571	63
Брянская область	70	681	178	379	149	291	0
Владимирская область	484	1241	274	585	186	676	19
Волгоградская область	341	951	144	948	370	719	56
Вологодская область	325	634	344	703	171	364	14
Воронежская область	465	865	108	689	163	416	16
Ивановская область	81	1614	409	873	223	557	0
Иркутская область	169	599	250	563	186	566	34
Калининградская область	346	976	379	658	467	670	58

П р о д о л ж е н и е п р и л о ж е н и я 2

Регион	Сельское хозяйство	Обработка	Строительство	Торговля и хранение	Транспортировка и хранение	Услуги	Добыча
Калужская область	138	811	231	526	207	436	7
Кемеровская область	88	584	256	790	152	726	73
Кировская область	139	603	130	591	172	516	0
Костромская область	313	549	169	289	89	318	0
Курганская область	238	470	58	191	55	695	0
Курская область	406	1005	200	498	141	1148	17
Ленинградская область	583	1095	288	380	161	656	39
Липецкая область	173	391	217	425	182	581	16
Магаданская область	85	179	77	273	148	388	24
Москва	4	459	68	295	73	640	79
Московская область	74	513	75	279	49	284	17
Мурманская область	141	207	155	618	163	654	54
Нижегородская область	191	1805	384	825	359	764	20
Новгородская область	206	930	148	331	45	96	28
Новосибирская область	89	560	194	997	192	769	0
Омская область	519	724	271	816	288	1142	0
Оренбургская область	314	732	210	579	123	1209	36
Орловская область	447	730	315	881	167	542	4
Пензенская область	233	801	73	204	152	509	8
Псковская область	303	761	178	730	193	338	0
Ростовская область	661	1391	496	2000	692	1691	14
Рязанская область	763	1213	352	1142	134	832	18
Самарская область	504	1256	228	664	209	606	15
Санкт-Петербург	0	848	189	803	413	838	9
Саратовская область	424	612	265	762	185	1100	18

П р о д о л ж е н и е п р и п о ж е н и я 2

Регион	Сельское хозяйство	Обработка	Строительство	Торговия	Транспортировка и хранение	Услуги	Добыча
Сахалинская область	309	541	351	526	319	660	135
Свердловская область	89	763	227	917	195	1117	16
Севастополь	41	89	59	225	21	456	9
Смоленская область	227	1050	329	1239	337	713	0
Тамбовская область	467	460	208	581	101	469	0
Тверская область	195	704	201	619	156	120	20
Томская область	262	674	244	646	200	675	73
Тульская область	240	756	187	373	59	510	5
Тюменская область	326	923	539	595	210	1357	147
Ульяновская область	211	806	261	614	167	504	50
Челябинская область	271	1247	292	626	187	563	114
Ярославская область	239	1352	164	344	144	706	0
Кабардино-Балкарская Республика	339	403	323	692	102	286	0
Карачаево-Черкесская Республика	375	614	264	864	275	720	12
Республика Адыгея	262	576	248	794	205	536	76
Республика Алтай	223	368	235	532	138	414	0
Республика Башкортостан	392	902	257	451	146	714	70
Республика Бурятия	166	523	101	558	152	395	73
Республика Дагестан	938	771	1069	1375	391	807	54
Республика Ингушетия	127	246	296	303	83	288	36
Республика Калмыкия	457	127	105	526	79	446	0
Республика Карелия	277	536	232	611	162	847	48
Республика Коми	440	949	664	1180	378	1496	238

О к о н ч а н и е п р и л о ж е н и я 2

Регион	Сельское хозяйство	Обработка	Строительство	Торговля и хранение	Транспортировка и хранение	Услуги	Добыча
Республика Крым	201	287	182	516	194	765	34
Республика Марий Эл	116	472	154	375	44	262	24
Республика Мордовия	292	648	144	445	78	203	0
Республика Саха (Якутия)	141	492	361	431	251	335	56
Республика Северная Осетия-Алания	149	287	171	327	66	373	4
Республика Татарстан	271	1445	371	572	288	787	133
Республика Тыва	156	143	135	207	66	512	40
Республика Хакасия	144	366	252	362	168	367	79
Удмуртская Республика	155	611	145	378	53	308	24
Чеченская Республика	110	129	218	252	81	316	3
Чувашская Республика	222	1160	253	478	81	215	0
Еврейская автономная область	89	225	151	192	94	461	25
Чукотский автономный округ	354	179	72	283	134	195	16

Приложение 3

Результаты оценивания предельных эффектов в логит-моделях по отраслям по отраслям и размерам предприятий
(зависимая переменная – инвестиционная активность)

Аpendix 3

Marginal Effects Estimates in Logit Models by Industry and Enterprise Size (With Investment Activity as the Dependent Variable)

Переменные	Вся выборка	Отрасли				Категория предприятия					
		сельское хозяйство	обработка	строительство	торговля	транспортировка	Услуги	добыча	крупные	средние	малые
Нехватка персонала	0,045*** (0,002)	0,029*** (0,007)	0,057*** (0,004)	0,040*** (0,006)	0,053*** (0,005)	0,016** (0,007)	0,042*** (0,004)	0,079*** (0,023)	0,056*** (0,005)	0,048*** (0,006)	0,039*** (0,003)
Загрузка мощностей	0,0005*** (0,0000)	0,0009*** (0,0001)	0,0006*** (0,0000)	0,0008*** (0,0000)	0,0004*** (0,0000)	0,001*** (0,0000)	0,0001** (0,0000)	0,0001*** (0,0000)	0,0003*** (0,0000)	0,0005*** (0,0001)	0,004*** (0,0000)
Спрос на продукцию/ услуги увеличение	0,058*** (0,001)	0,078*** (0,006)	0,073*** (0,003)	0,053*** (0,004)	0,038*** (0,003)	0,055*** (0,006)	0,046*** (0,003)	0,047** (0,020)	0,075*** (0,004)	0,072*** (0,005)	0,049*** (0,002)
Категория предприятий крупное	0,038*** (0,002)	-0,007 (0,007)	0,044*** (0,003)	0,033*** (0,007)	0,048*** (0,006)	0,047*** (0,007)	0,033*** (0,005)	0,043*** (0,016)			
Экономическое положение хорошее	0,061*** (0,002)	0,099*** (0,009)	0,063*** (0,005)	0,047*** (0,007)	0,042*** (0,005)	0,075*** (0,010)	0,059*** (0,005)	0,079*** (0,025)	0,068*** (0,006)	0,077*** (0,007)	0,057*** (0,004)
Курс рубля к доллару	-0,0002*** (0,0000)	-0,0004 (0,0003)	-0,0001 (0,0001)	-0,000 (0,000)	-0,0003** (0,0001)	-0,001* (0,000)	-0,000 (0,000)	-0,001 (0,001)	-0,005** (0,0002)	-0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)

Переменные	Вся выборка	Отрасли						Категория предприятий
		сельское хозяйство	обработка	строительство	торговия	транспортировка	услуги	
Риски	0,000 (0,001)	0,003 (0,006)	-0,004 (0,003)	-0,004 (0,004)	-0,000 (0,003)	0,014** (0,006)	0,009*** (0,003)	-0,016 (0,018)
Отрасли: сельское хозяйство обрабатывающая промышленность	0,062*** (0,002) 0,036*** (0,002)							0,026*** (0,007) 0,027*** (0,004)
Реальная ставка по кредитам	0,0003 (0,0003)	0,002 (0,001)	-0,0005 (0,0006)	0,002** (0,000)	-0,001* (0,000)	-0,000 (0,001)	0,001* (0,000)	-0,008** (0,003)
Число наблюдений	140 322	16411	42 769	13 079	27 110	10 032	28 853	2068
Резиду R^2	0,062	0,031	0,044	0,088	0,057	0,052	0,058	0,030
								0,026 (0,004)
								0,057 (0,079)

Источник: расчеты авторов.

П р и л о ж е н и е 4
Результаты оценивания предельных эффектов в логит-моделях по федеральным округам (зависимая переменная — инвестиционная активность)

А р р е д и x 4

Marginal Effects Estimates in Logit Models by Federal Districts (With Investment Activity as the Dependent Variable)

Переменные	Все	Федеральные округа						ДВФО
		ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	
Нехватка персонала	0,045*** (0,002)	0,042*** (0,004)	0,036*** (0,006)	0,038*** (0,007)	0,041*** (0,009)	0,052*** (0,005)	0,052*** (0,009)	0,031*** (0,006)
Загрузка мощностей	0,0005*** (0,0000)	0,0006*** (0,0000)	0,0003*** (0,0000)	0,0004*** (0,0000)	0,001*** (0,0000)	0,0005*** (0,0001)	0,0009*** (0,0001)	0,0002*** (0,0000)

О К О Н Ч А Н И Е П Р И П О Ж Е Н И Я 4

Переменные	Все	Федеральные округа						ДВФО
		ЦФО	СЗФО	ЮФО	СКФО	ПФО	УФО	
Спрос на продукцию/услуги увеличение	0,058*** (0,001)	0,051*** (0,004)	0,061*** (0,004)	0,050*** (0,004)	0,060*** (0,003)	0,056*** (0,004)	0,047*** (0,006)	0,059*** (0,005)
Категория предприятия крупное	0,038*** (0,002)	0,044*** (0,004)	0,032*** (0,005)	0,029*** (0,006)	0,012** (0,006)	0,040*** (0,005)	0,035*** (0,006)	0,037*** (0,006)
Экономическое положение хорошее	0,061*** (0,002)	0,059*** (0,006)	0,063*** (0,007)	0,049*** (0,007)	0,053*** (0,006)	0,052*** (0,007)	0,055*** (0,011)	0,082*** (0,008)
Курс рубля к доллару	-0,0002*** (0,0000)	-0,000 (0,001)	-0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)	-0,000 (0,000)	-0,001** (0,000)	0,000 (0,000)
Риски	0,000 (0,001)	0,003 (0,003)	-0,002 (0,004)	-0,005 (0,004)	0,008** (0,004)	-0,001 (0,004)	0,005 (0,006)	0,003 (0,004)
Отрасли сельское хозяйство обрабатывающая промышленность	0,062*** (0,002) 0,036*** (0,002)	0,070*** (0,005) 0,040*** (0,004)	0,036*** (0,005) 0,022*** (0,004)	0,075*** (0,005) 0,037*** (0,005)	0,041*** (0,004) 0,018*** (0,004)	0,103*** (0,006) 0,060*** (0,005)	0,016 (0,010) 0,039*** (0,006)	0,058** (0,006) 0,028*** (0,005)
Реальная ставка по кредитам	0,0003 (0,0003)	-0,000 (0,001)	-0,004*** (0,001)	0,006*** (0,001)	0,005*** (0,001)	-0,001 (0,001)	0,003*** (0,001)	-0,003** (0,001)
Число наблюдений	140 322	29 196	17 632	15 184	14 267	22 115	7 637	18 272
Pseudo R ²	0,062	0,053	0,064	0,080	0,148	0,063	0,074	0,056
								0,042

Источник: расчеты авторов.

Литература

1. Арженовский С. Прогнозирование динамики ВВП на основе данных мониторинга предприятий, проводимого Банком России // Финансовый журнал. 2024. Т. 16. № 1. С. 31–44. DOI: 10.31107/2075-1990-2024-1-31-44.
2. Гимпельсон В., Капелюшников Р., Лукьянова А. Спрос на труд и квалификацию в промышленности: между дефицитом и избытком // Экономический журнал ВШЭ. 2007. Т. 11. № 2. С. 163–199.
3. Карлова Н., Пузанова Е. Адаптация промышленности к новым условиям на рынке труда: результаты опроса предприятий. Аналитическая записка. М.: Банк России, 2025.
4. Карлова Н., Пузанова Е. Инвестиционная активность в промышленности в 2023 году: результаты опроса предприятий. Аналитическая записка. М.: Банк России, 2024.
5. Карлова Н., Пузанова Е., Богачева И. Почему промышленные предприятия не инвестируют: результаты опроса. Аналитическая записка. М.: Банк России, 2020.
6. Кобзев А., Андреев А. Индикаторы деловой активности и инфляции на основе мониторинга предприятий. Аналитическая записка. М.: Банк России, 2021.
7. Accetturo A., Bugamelli M., Lamorgese A. Welcome to the Machine: Firms' Reaction to Low-Skilled Immigration. Bank of Italy Temi di Discussione. Working Paper No 846. 2012. DOI: 10.2139/ssrn.2012473.
8. Acemoglu D. Directed Technical Change // Review of Economic Studies. 2002. Vol. 69. No 4. P. 781–809. DOI: 10.1111/1467-937X.00226.
9. Acemoglu D. When Does Labor Scarcity Encourage Innovation? // Journal of Political Economy. 2010. Vol. 118. No 6. P. 1037–1078. DOI: 10.1086/658160.
10. Acemoglu D. Why Do New Technologies Complement Skills? Directed Technical Change and Wage Inequality // The Quarterly Journal of Economics. 1998. Vol. 113. No 4. P. 1055–1089.
11. Allen R. C. The British Industrial Revolution in Global Perspective. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.
12. Alvarez-Cuadrado F., Van Long N., Poschke M. Capital-Labor Substitution, Structural Change and the Labor Income Share. CESIFO Working Paper No 4600. 2014.
13. Caunedo J., Jaume D., Keller E. Occupational Exposure to Capital-Embodied Technical Change // American Economic Review. 2021. Vol. 113. No 6. P. 1642–1685. DOI: 10.1257/aer.20211478.
14. Chen T., Tan Z., Zhang X. Does Female Labor Scarcity Encourage Innovation? Evidence From China's Gender Imbalance // Journal of Economics and Management Strategy. 2022. Vol. 31. No 2. P. 418–447. DOI: 10.1111/jems.12462.
15. Clemens M. A., Lewis E. G., Postel H. M. Immigration Restrictions as Active Labor Market Policy: Evidence From the Mexican Bracero Exclusion // American Economic Review. 2018. Vol. 108. No 6. P. 1468–1487. DOI: 10.1257/aer.20170765.
16. Dechezleprêtre A., Hémous D., Olsen M., Zanella C. Induced Automation: Evidence From Firm-Level Patent Data. University of Zurich. Working Paper No 384. 2021. DOI: 10.2139/ssrn.3835089.
17. Doran K., Yoon C. Immigration and Invention: Evidence From the Quota Acts. NBER Working Paper. 2020. <https://www.nber.org/system/files/chapters/c14102/revisions/c14102.rev0.pdf>.
18. Gechert S., Havranek T., Irsova Z., Kolcunova D. Measuring Capital-Labor Substitution: The Importance of Method Choices and Publication Bias // Review of Economic Dynamics. 2022. Vol. 45. P. 55–82. DOI: 10.1016/j.red.2021.05.003.
19. Growiec J. Factor-Specific Technology Choice // Journal of Mathematical Economics. 2017. Vol. 77. No 1. P. 1–14. DOI: 10.1016/j.jmateco.2018.05.004.
20. Habakkuk H. J. American and British Technology in the Nineteenth Century: The Search for Labour Saving Inventions. Cambridge: Cambridge University Press, 1962.
21. Hémous D., Olsen M. The Rise of the Machines: Automation, Horizontal Innovation and Income Inequality // American Economic Journal: Macroeconomics. 2022. Vol. 14. No 1. P. 179–223. DOI: 10.1257/mac.20160164.

22. Hornbeck R., Naidu S. When the Levee Breaks: Black Migration and Economic Development in the American South // *American Economic Review*. 2014. Vol. 104. No 3. P. 963–990. DOI: 10.1257/aer.104.3.963.
23. Imbert C., Seror M., Zhang Y., Zylberberg Y. Migrants and Firms: Evidence From China // *American Economic Review*. 2022. Vol. 112. No 6. P. 1885–1914. DOI: 10.1257/aer.20191234.
24. Kiley M. T. The Supply of Skilled Labour and Skill-Biased Technological Progress // *The Economic Journal*. 1999. Vol. 109. No 458. P. 708–724. DOI: 10.1111/1468-0297.00470.
25. Kish L. Methods for Design Effects // *Journal of Official Statistics*. 1995. Vol. 11. No 1. P. 55–77.
26. Knoblauch M., Stöckl F. What Determines the Elasticity of Substitution Between Capital and Labor? A Literature Review. CEPPIE. Working Paper No 01/19. 2019. <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa2-326799>.
27. Kremer M. Population Growth and Technological Change: One Million BC to 1990 // *The Quarterly Journal of Economics*. 1993. Vol. 108. No 3. P. 681–716. DOI: 10.2307/2118405.
28. Lafortune J., Lewis E., Tessada J. People and Machines: A Look at the Evolving Relationship Between Capital and Skill in Manufacturing 1860–1930 Using Immigration Shocks // *Review of Economics and Statistics*. 2019. Vol. 101. No 1. P. 30–43. DOI: 10.1162/rest_a_00775.
29. León-Ledesma M. A., Satchi M. Appropriate Technology and Balanced Growth // *The Review of Economic Studies*. 2019. Vol. 86. No 2. P. 807–835. DOI: 10.1093/restud/rdy002.
30. Mallick D. The Role of the Elasticity of Substitution in Economic Growth: A Cross-Country Investigation // *Labour Economics*. 2012. Vol. 19. No 5. P. 682–694. DOI: 10.1016/j.labeco.2012.04.003.
31. Matveenko A., Matveenko V. Technological Choice Generating Normalized CES Production Functions // Conference on Dynamics, Economic Growth, and International Trade (DEGIFT). 2015. Vol. 20. P. 1–33.
32. Monras J. Local Adjustment to Immigrant-Driven Labor Supply Shocks. CEPR. Discussion Paper No DP13998. 2020. <https://ssrn.com/abstract=3464526>.
33. Nakamura H. Factor Substitution, Mechanization, and Economic Growth // *The Japanese Economic Review*. 2010. Vol. 61. No 2. P. 266–281. DOI: 10.1111/j.1468-5876.2009.00486.x.
34. Saam M. Openness to Trade as a Determinant of the Macroeconomic Elasticity of Substitution // *Journal of Macroeconomics*. 2008. Vol. 30. No 2. P. 691–702. DOI: 10.1016/j.jmacro.2007.06.006.
35. San S. Labor Supply and Directed Technical Change: Evidence From the Termination of the Bracero Program in 1964 // *American Economic Journal: Applied Economics*. 2023. Vol. 15. No 1. P. 136–163. DOI: 10.1257/app.20200664.
36. Shahiri H. I., Osman Z. Substitutability of Capital-Labour in the Presence of Unions in the US Postal Services Industry // *Institutions and Economies*. 2017. Vol. 8. No 2. P. 55–73.
37. Zator M. Digitization and Automation: Firm Investment and Labor Outcomes // *SSRN Electronic Journal*. January 2019. DOI: 10.2139/ssrn.3444966.
38. Zeira J. Workers, Machines, and Economic Growth // *The Quarterly Journal of Economics*. 1998. Vol. 113. No 4. P. 1091–1117. DOI: 10.1162/003355398555847.

References

1. Arzhenovskiy S. Prognozirovaniye dinamiki VVP na osnove dannykh monitoringa predpriyatiy, provodimogo Bankom Rossii [Forecasting GDP Dynamics Based on the Bank of Russia's Enterprise Monitoring Data]. *Finansovyy zhurnal [Financial Journal]*, 2024, vol. 16, no. 1, pp. 31-44. DOI: 10.31107.2075-1990-2024-1-31-44. (In Russ.)
2. Gimpelson V., Kapelyushnikov R., Lukyanova A. Spros na trud i kvalifikatsiyu v promyshlennosti: mezhdu defitsitom i izbytkom [Demand for Labor and Skills in Industry: Between Shortage and Surplus]. *Ekonomicheskiy zhurnal VShE [HSE Economic Journal]*, 2007, vol. 11, no. 2, pp. 163-199. (In Russ.)

3. Karlova N., Puzanova E. *Adaptatsiya promyshlennosti k novym usloviyam na rynke truda: rezul'taty oprosa predpriyatiy. Analiticheskaya zapiska* [Industry's Adaptation to New Labor Market Conditions: Survey Results. Analytical Note]. Moscow, Bank of Russia, 2025. (In Russ.)
4. Karlova N., Puzanova E. *Investitsionnaya aktivnost' v promyshlennosti v 2023 godu: rezul'taty oprosa predpriyatiy. Analiticheskaya zapiska* [Investment Activity in Industry in 2023: Results of a Survey of Enterprises. Analytical Note]. Moscow, Bank of Russia, 2024. (In Russ.)
5. Karlova N., Puzanova E., Bogacheva I. *Pochemu promyshlennye predpriyatiya ne investiruyut: rezul'taty oprosa. Analiticheskaya zapiska* [Why Industrial Companies Are Shunning Investment: Survey Results. Analytical Note]. Moscow, Bank of Russia, 2020. (In Russ.)
6. Kobzev A., Andreev A. *Indikatory delovoy aktivnosti i infljatsii na osnove monitoringa predpriyatiy. Analiticheskaya zapiska* [Business Activity and Inflation Indicators Based on Enterprise Monitoring. Analytical Note]. Moscow, Bank of Russia, 2021 (In Russ.)
7. Accetturo A., Bugamelli M., Lamorgese A. R. Welcome to the Machine: Firms' Reaction to Low-Skilled Immigration. *Bank of Italy Temi di Discussione*, Working Paper no. 846, 2012. DOI: 10.2139.ssrn.2012473.
8. Acemoglu D. Directed Technical Change. *Review of Economic Studies*, 2002, vol. 69, no. 4, pp. 781-809. DOI: 10.1111.1467-937X.00226.
9. Acemoglu D. When Does Labor Scarcity Encourage Innovation? *Journal of Political Economy*, 2010, vol. 118, no. 6, pp. 1037-1078. DOI: 10.1086.658160.
10. Acemoglu D. Why Do New Technologies Complement Skills? Directed Technical Change and Wage Inequality. *The Quarterly Journal of Economics*, 1998, vol. 113, no. 4, pp. 1055-1089.
11. Allen R. C. *The British Industrial Revolution in Global Perspective*. Cambridge, University Press Cambridge, 2009.
12. Alvarez-Cuadrado F., Van Long N., Poschke M. Capital-Labor Substitution, Structural Change and the Labor Income Share. *CESIFO*, Working Paper no. 4600, 2014.
13. Caunedo J., Jaume D., Keller E. Occupational Exposure to Capital-Embodied Technical Change. *American Economic Review*, 2021, vol. 113, no. 6, pp. 1642-1685. DOI: 10.1257. aer.20211478.
14. Chen T., Tan Z., Zhang X. Does Female Labor Scarcity Encourage Innovation? Evidence From China's Gender Imbalance. *Journal of Economics and Management Strategy*, 2022, vol. 31, no. 2, pp. 418-447. DOI: 10.1111.jems.12462.
15. Clemens M. A., Lewis E. G., Postel H. M. Immigration Restrictions as Active Labor Market Policy: Evidence From the Mexican Bracero Exclusion. *American Economic Review*, 2018, vol. 108, no. 6, pp. 1468-1487. DOI: 10.1257.aer.20170765.
16. Dechezleprêtre A., Hémous D., Olsen M., Zanella C. Induced Automation: Evidence From Firm-Level Patent Data. *University of Zurich*, Working Paper Series no. 384, 2021. DOI: 10.2139.ssrn.3835089.
17. Doran K., Yoon C. Immigration and Invention: Evidence From the Quota Acts. *NBER*, Working Paper, 2020. <https://www.nber.org/system/files/chapters/c14102/revisions/c14102.rev0.pdf>.
18. Gechert S., Havranek T., Irsova Z., Kolcunova D. Measuring Capital-Labor Substitution: The Importance of Method Choices and Publication Bias. *Review of Economic Dynamics*, 2022, vol. 45, pp. 55-82. DOI: 10.1016.j.red.2021.05.003.
19. Growiec J. Factor-Specific Technology Choice. *Journal of Mathematical Economics*, 2017, vol. 77, no. 1, pp. 1-14. DOI: 10.1016.j.jmateco.2018.05.004.
20. Habakkuk H. J. *American and British Technology in the Nineteenth Century: The Search for Labour Saving Inventions*. Cambridge, Cambridge University Press, 1962.
21. Hémous D., Olsen M. The Rise of the Machines: Automation, Horizontal Innovation and Income Inequality. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2022, vol. 14, no. 1, pp. 179-223. DOI: 10.1257.mac.20160164.

22. Hornbeck R., Naidu S. When the Levee Breaks: Black Migration and Economic Development in the American South. *American Economic Review*, 2014, vol. 104, no. 3, pp. 963-990. DOI: 10.1257.aer.104.3.963.
23. Imbert C., Seror M., Zhang Y., Zylberberg Y. Migrants and Firms: Evidence From China. *American Economic Review*, 2022, vol. 112, no. 6, pp. 1885-1914. DOI: 10.1257.aer.20191234.
24. Kiley M. T. The Supply of Skilled Labour and Skill-Biased Technological Progress. *The Economic Journal*, 1999, vol. 109, no. 458, pp. 708-724. DOI: 10.1111.1468-0297.00470.
25. Kish L. Methods for Design Effects. *Journal of Official Statistics*, 1995, vol. 11, no. 1, pp. 55-77.
26. Knoblauch M., Stöckl F. What Determines the Elasticity of Substitution Between Capital and Labor? A Literature Review. *CEPIE*, Working Paper no. 01.19, 2019. <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa2-326799>.
27. Kremer M. Population Growth and Technological Change: One Million BC to 1990. *The Quarterly Journal of Economics*, 1993, vol. 108, no. 3, pp. 681-716. DOI: 10.2307.2118405.
28. Lafortune J., Lewis E., Tessada J. People and Machines: A Look at the Evolving Relationship Between Capital and Skill in Manufacturing 1860-1930 Using Immigration Shocks. *Review of Economics and Statistics*, 2019, vol. 101, no. 1, pp. 30-43. DOI: 10.1162/rest_a_00775.
29. León-Ledesma M. A., Satchi M. Appropriate Technology and Balanced Growth. *The Review of Economic Studies*, 2019, vol. 86, no. 2, pp. 807-835. DOI: 10.1093/restud.rdy002.
30. Mallick D. The Role of the Elasticity of Substitution in Economic Growth: A Cross-Country Investigation. *Labour Economics*, 2012, vol. 19, no. 5, pp. 682-694. DOI: 10.1016.j.labeco.2012.04.003.
31. Matveenko A., Matveenko V. Technological Choice Generating Normalized CES Production Functions. In: *Conference on Dynamics, Economic Growth, and International Trade (DEGIFT)*, 2015, vol. 20. pp. 1-33.
32. Monras J. Local Adjustment to Immigrant-Driven Labor Supply Shocks. *CEPR*, Discussion Paper no. DP13998, 2020. <https://ssrn.com/abstract=3464526>.
33. Nakamura H. Factor Substitution, Mechanization, and Economic Growth. *The Japanese Economic Review*, 2010, vol. 61, no. 2, pp. 266-281. DOI: 10.1111.j.1468-5876.2009.00486.x.
34. Saam M. Openness to Trade as a Determinant of the Macroeconomic Elasticity of Substitution. *Journal of Macroeconomics*, 2008, vol. 30, no. 2, pp. 691-702. DOI: 10.1016.j.jmacro.2007.06.006.
35. San S. Labor Supply and Directed Technical Change: Evidence From the Termination of the Bracero Program in 1964. *American Economic Journal: Applied Economics*, 2023, vol. 15, no. 1, pp. 136-163. DOI: 10.1257.app.20200664.
36. Shahiri H. I., Osman Z. Substitutability of Capital-Labour in the Presence of Unions in the US Postal Services Industry. *Institutions and Economies*, 2017, vol. 8, no. 2, pp. 55-73.
37. Zator M. Digitization and Automation: Firm Investment and Labor Outcomes. *SSRN Electronic Journal*, January 2019. DOI: 10.2139.ssrn.3444966.
38. Zeira J. Workers, Machines, and Economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 1998, vol. 113, no. 4, pp. 1091-1117. DOI: 10.1162.003355398555847.