

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Южный федеральный университет»

На правах рукописи

Ши Юнцзин

ШИ ЮНЦЗИН

**ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ КИТАЯ**

**Специальность 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика:
экономика народонаселения и экономика труда**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата экономических наук

Ростов-на-Дону – 2024

Работа выполнена в Федеральном государственном автономном
образовательном учреждении высшего образования
«Южный федеральный университет»

Научный руководитель кандидат экономических наук, доцент,
Скачкова Людмила Сергеевна

**Официальные
оппоненты:** **Фурсов Виктор Александрович,**
доктор экономических наук, доцент,
Северо-Кавказский федеральный университет,
Институт экономики и управления,
кафедра государственного, муниципального
управления и экономики труда, профессор

Потапцева Екатерина Викторовна,
кандидат экономических наук, доцент,
Уральское отделение Российской академии наук
(г. Екатеринбург), Институт экономики, Центр
структурной политики, старший научный
сотрудник

Защита состоится 11 июня 2024 г. в 12:00 на заседании
диссертационного совета ЮФУ 801.03.03 на базе экономического
факультета Южного федерального университета по адресу: 344002, г.
Ростов-на-Дону, ул. М. Горького, 88 (зал заседаний учёного совета).

С диссертацией можно ознакомиться в зональной научной библиотеке
Южного федерального университета по адресу: г. Ростов-на-Дону, ул. Зорге,
21-ж и на сайте <http://hub.sfedu.ru/diss/>.

Автореферат разослан «___» _____ 2024 г.

Отзывы на автореферат в 2 экземплярах (с обозначением даты, ФИО полностью,
учёного звания и специальности, должности, наименования организации и
подразделения, адреса, номера телефона, электронной почты), заверенные печатью
организации, просьба присылать по адресу: 344002, г. Ростов-на-Дону, ул. М. Горького,
88, ауд. 107 учёному секретарю диссертационного совета ЮФУ 801.03.03 Скачковой
Л.С., а также в формате pdf на e-mail: lsskachkova@sfedu.ru.

Учёный секретарь
диссертационного совета



Скачкова Людмила Сергеевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. К настоящему времени Китай быстро превратился во вторую экономику мира, воспользовавшись преимуществами низкой стоимости рабочей силы и наличия огромного трудового потенциала. Однако в последние годы стоимость рабочей силы в Китае постоянно растет; в то же время страна сталкивается с такими проблемами старения населения, снижения доходности капитала, избытка производственных мощностей и экологическими рисками. В этой связи, прежняя модель развития, обусловленная факторами роста (дешевая рабочая сила, заниженный курс юаня, политика «технология в обмен на рынок», устойчивость политического курса и др.) и способствующая подъему Китая, уже не может характеризоваться как устойчивая. Следовательно, необходим переход к совершенно новой модели развития, связанной с повышением качества экономического роста и основанной на инновациях. Решительно поддерживая новую стратегию развития, правительство Китая посредством политических мер предпринимает успешные попытки направлять и поощрять интеграцию цифровой экономики с традиционной реальной экономикой. Среди таких инициатив: проект «Интернет+», включённый в отчет о работе правительства, разработка плана развития цифровой экономики на национальном уровне. В 2019 году масштабы цифровой экономики Китая выросли в 16 раз по сравнению с 2005 годом, а ее доля в ВВП в 2,5 раза превысила показатель 2005 года.

В трудах отечественных и зарубежных учёных проблеме взаимосвязи цифровых технологий и производительности труда было уделено существенное внимание, тем не менее, единого мнения выработано не было. Существует теория, согласно которой цифровые технологии способны создать новый импульс для экономического развития за счет реорганизации факторов производства, не получившая, однако, подтверждения эмпирическими данными. Некоторые учёные, в том числе Р. Солоу утверждают, что влияние технологий на производительность труда снижается¹. Другие объясняют это тем, что простое приобретение или инвестирование в цифровые технологии не являются обязательным условием роста производительности труда. Тем не менее, есть исследователи, которые придерживаются позитивной точки зрения, полагая, что цифровые технологии способствуют экономическому росту, и, убедительно доказывая, их содействие повышению производительности труда за счет улучшения организационных возможностей и снижения операционных расходов.

Производительность труда имеет решающее значение для социального благосостояния, обеспечения средств к существованию населения и экономического развития страны. С точки зрения распределения доходов, производительность труда тесно связана с доходами городских и сельских жителей и напрямую влияет на долю их трудовые доходы. В этой связи

¹ Solow R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth // The Quarterly Journal of Economics, 70 (1), 65—94.

повышение производительности труда становится насущной необходимостью для достижения качественного экономического и социального развития Китая.

В последние годы, благодаря стремительному развитию цифровой экономики, цифровые технологии стали основной движущей силой экономического и социального развития Китая. Традиционные предприятия используют цифровые технологии для ускорения трансформации в сторону сетевых, интеллектуальных и автоматизированных операций, что вызвало значительную волну цифровизации во всех отраслях. Стремительное развитие цифровизации предприятий привлекает исследователей, разворачиваются жаркие дискуссии об экономических и социальных последствиях цифровизации. Результаты существующих исследований показывают, что цифровая трансформация значительно повышает экономические показатели предприятий и оказывает положительное влияние на долгосрочное долговое финансирование за счет государственных субсидий, способствует децентрализации, снижению общих и относительных затрат на рабочую силу, повышению эффективности производства и корпоративной социальной ответственности. Как следствие, возникают вопросы относительно того, способствует ли цифровизация предприятий повышению производительности труда, и какие механизмы следует задействовать. В научной литературе данные проблемы не получили однозначного освещения.

Степень разработанности. В настоящее время существует значительный объем исследований, посвященных производительности труда; при этом многие ученые уделяют особое внимание влиянию структуры промышленности на производительность труда в стране и общей факторной производительности. По сравнению с исследованиями общей факторной производительности в исследованиях производительности труда более существенное внимание уделяется структуре рабочей силы. В основных исследованиях структурных преобразований рассматриваются такие аспекты, как технологический прогресс, углубление капитала и потребительские предпочтения. В. Херрендорф и А. Валентини² пришли к выводу, что на общую производительность труда в разных странах оказывают значительное влияние доля занятости в трех основных секторах экономики. Ученые также отмечают замедление роста производительности труда в Китае, сопровождающееся увеличением доли третичного сектора экономики. На примере трехсекторной модели Т. Ян и Х. Цзян³ попытались продемонстрировать, что медленный рост производительности труда в третичном секторе экономики способствовал замедлению роста производительности труда в Китае. Ю. Го и Дж. Ван⁴ обнаружили, что

² Herrendorf, B., & Valentinyi, A. (2012). Which sectors make the poor countries so unproductive? *Journal of the European Economic Association*, 10(2), 323-341.

³ Yang, T., & Jiang, X. (2015). Changes in Industrial Structure, Labor Market Distortions, and the Slowdown of China's Labor Productivity Growth. *Economic Theory and Economic Management*, 292(4), 57-67.

⁴ Guo, Y., & Wang, J. (2019). Infrastructure investment and the change in China's industrial structure. *China Economic Review*, 58, 101339.

инвестиции в инфраструктуру сдерживают рост доли сектора сферы услуг при увеличении темпов роста производительности труда.

Различных точек зрения придерживаются учёные относительно взаимосвязи между цифровой экономикой и производительностью труда. Так, Э. Лабайе и Ж. Ремес⁵ утверждают, что стремительное развитие цифровых технологий и их повсеместное применение в бизнесе, правительстве и частными лицами способствуют последующему росту производительности труда. А. Метляхин и др.⁶ использовали два набора цифровых показателей в построении моделей для разных периодов (2011-2017 гг. и 2006-2017 гг.) и обнаружили, что цифровые факторы не оказывают значимого влияния на производительность труда в регионах в краткосрочном периоде, но большинство цифровых факторов оказывают значимое положительное влияние на производительность труда в долгосрочном периоде.

В научных кругах существуют разные мнения относительно взаимосвязи между технологиями и производительностью труда. Как было отмечено, группа ученых во главе с Р. Солоу⁷, проанализировав конкретные данные, пришли к выводу, что технологии не повышают производительность труда, а скорее оказывают на нее уменьшающееся и постоянно снижающееся влияние. Т. Пол⁸ объяснил это тем, что развитие технологий приводит к появлению новых товаров, изменяя тем самым скорость оборота товаров и в итоге занижая производительность труда. В. А. Мухана и М. Д. Стоел⁹ утверждают, что простая покупка или инвестирование в цифровые технологии не приводят к росту производительности. А. Гамбарделла, П. Джури, А. Луцци¹⁰, однако, утверждают, что цифровые технологии способствуют экономическому росту. Это происходит за счет эффективной организации и координации ресурсов информационных технологий и других ресурсов. В условиях негативных демографических трендов многие страны, особенно развитые, наблюдают спад производительности труда. Д. Чжу, Ю. Лай, Х. Кси¹¹ утверждают, что цифровые технологии стали «панацеей» для стимулирования экономического роста во всем мире. В производстве цифровые технологии позволяют искусно управлять несколькими этапами, сокращать расходы, повышать эффективность производства и распределения товаров. С. Чжун, К. Лю, Ю. Ли¹² пришли к выводу, что, с точки зрения транзакций, цифровизация сокращает расходы на связь и логистику, способствуя сближению людей и облегчая беспрепятственную межрегиональную

⁵ Labaye, E., & Remes, J. (2015). Digital globalization: The new era of global flows. McKinsey Global Institute, 1-80.

⁶ Metlyakhin, A., Serebryakova, A., Shadrina, A., & Tsvetkova, A. (2020). Digitalization and labor productivity: Evidence from Russia. *Problems of Economic Transition*, 63(7), 441-464.

⁷ Solow R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth // *The Quarterly Journal of Economics*, 70 (1), 65—94.

⁸ Paul, T. (1999). Does information technology enhance productivity? *Federal Reserve Bank of New York*, 6(11), 177-185

⁹ Muhanna, W. A., & Stoel, M. D. (2010). Does IT pay to build organizational capabilities? A study of IT-Intensive firms. *MIS Quarterly*, 34(1), 85-102.

¹⁰ Gambardella, A., Giuri, P., & Luzzi, A. (1998). The market for patents in Europe. *Research Policy*, 27(9), 961-976.

¹¹ Zhu, D., Lai, Y., & Xie, X. (2017). Can the internet stimulate economic growth? A semi-parametric panel data investigation. *International Journal of Production Economics*, 185, 257-265.

¹² Zhong, C., Liu, C., & Li, Y. (2017). Suggestions on China's Digital Economy Development from a Comparative Perspective with the United States. *Economic Review*, 2017(4), 35-39.

торговлю. Э. Лабайе, Ж. Ремес¹³ отмечали, что развитие цифровых технологий создаёт новые отрасли и перспективы трудоустройства, повышая занятость и стимулируя рост производительности труда. Различия во взглядах на связь между технологиями и производительностью труда продиктованы, прежде всего, временными и пространственными различиями в воздействии технологий на производительность труда. На разных этапах и в разных экономических регионах механизмы влияния технологий на производительность труда отличаются.

Д. Чжу, Ю. Лай, Х. Кси¹⁴ указывают на то, что прямое влияние цифровых технологий на производительность труда заключается в рационализации производственных процессов, оптимизации структур и снижении затрат. В производстве цифровые технологии позволяют предоставлять услуги по обработке данных до и после производства, позволяя, к примеру, отслеживать рыночные тенденции в режиме реального времени до начала производства и улучшая понимание характеристик продукции после его завершения, что позволяет привести выпуск продукции в соответствие с потребностями рынка, минимизировать потери ресурсов и ускорить оборот. В. Дай, Ю. Лю, М. Ляо¹⁵ считают, что цифровые технологии способствуют технологическому прогрессу, повышают производительность и снижают транзакционные издержки, обеспечивая беспрепятственную трансграничную торговлю. Дж. Янг¹⁶ отмечает, что влияние цифровых технологий на производительность труда заключается в их роли в накоплении капитала и совершенствовании специализации труда, что подчеркивает их значимость в системе учета экономического роста. Г. Чен, М. Ли, Дж. Лю¹⁷ полагают, что в геометрической прогрессии как информационный капитал продолжают расти данные, ускоряя накопление капитала и способствуя повышению производительности труда на основе интеллекта. Однако важно отметить, что сами по себе данные не способствуют непосредственному повышению производительности; большое значение имеет их эффективное распространение и использование. Р. Гордон¹⁸ заключает, что накопление капитала, обусловленное цифровыми технологиями, распространяется и на традиционные формы, такие как цифровая инфраструктура и компьютерное оборудование. Неоднозначность результатов исследования влияния цифровых технологий на производительность труда обусловила мотивацию к проведению авторского исследования.

Цель и задачи. Цель диссертации состоит в исследовании влияния цифровых технологий на производительность труда в промышленности Китая на уровне провинций, листинговых компаний, малых и средних частных предприятий. В соответствии с целью были сформулированы следующие задачи:

¹³ Labaye, E., & Remes, J. (2015). Digital globalization: The new era of global flows. McKinsey Global Institute, 1-80.

¹⁴ Zhu, D., Lai, Y., & Xie, X. (2017). Can the internet stimulate economic growth? A semi-parametric panel data investigation. *International Journal of Production Economics*, 185, 257-265.

¹⁵ Dai, W. Q., Liu, Y., & Liao, M. Q. (2016). Halo effect: Who is "neglecting their duties" in private enterprises? *Management World*, (5), 87-97

¹⁶ Yang, J. (2018). Including data capital in growth accounting. *Economic Research Journal*, 53(9), 134-147.

¹⁷ Chen, G., Li, M., & Liu, J. (2019). Data capital and labor productivity. *China Economic Quarterly*, 18(2), 529-552.

¹⁸ Gordon, R. J. (2001). Has the "new economy" rendered the productivity slowdown obsolete? *Economic Policy Review*, 7(1), 21-29.

- 1) определить и обобщить понятия цифровой технологии и производительности труда;
- 2) провести обзор существующих исследований в области взаимосвязи цифровых технологий и производительности труда в качестве основы для последующих исследований;
- 3) проанализировать современное положение дел с цифровыми технологиями и производительностью труда для всестороннего обзора текущей ситуации в Китае;
- 4) провести эмпирическое исследование взаимосвязи между производительностью труда и цифровизацией, проверить связь между ними на разных уровнях, используя данные китайских провинций, листинговых компаний¹⁹, малых и средних частных предприятий (МСП).

Объект и предмет. Объектом исследования являются экономические и управленческие аспекты производительности труда в промышленности Китая. Предметом исследования является воздействие цифровых технологий на динамику и рост производительности труда в китайской промышленности.

Область исследований. Работа выполнена в соответствии с паспортом специальности 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика: экономика народонаселения и экономика труда, п. 8.15. Производительность и эффективность труда: сущность, динамика, методы измерения, факторы и резервы повышения. Стимулирование и оплата труда работников.

Научная новизна. В данной работе предлагается новый подход к мониторингу и анализу производительности труда, связанный с учетом влияния цифровых технологий на развитие трудовых ресурсов в Китае. Научная новизна воплощается в следующих положениях:

Во-первых, обнаружен и продемонстрирован рост производительности труда во всех трех регионах Китая (восточном, центральном и западном), коррелирующий с их цифровым развитием. При этом авторский вклад в выявлении этого тренда связан с предложением новой метрики расчета уровня цифровизации, а именно индекса цифровых технологий.

Во-вторых, на основе панельных данных 31 провинции Китая доказано заметное положительное влияние инвестиций в цифровые технологии на производительность труда в промышленности Китая. А именно при каждом увеличении применения цифровых технологий на 1 п.п. производительность труда в промышленности соответственно повышается на 0,0363 п.п.

В-третьих, на основе экономических данных о деятельности листинговых китайских компаний за период 2007–2020 гг. доказано, что внедрение цифровых технологий значительно повышает производительность труда в государственных структурах, высокотехнологичных фирмах и компаниях, находящихся на стадии роста. При этом цифровая трансформация повышает производительность труда в

¹⁹ Листинговая компания — это компания (открытые акционерные общества), акции которой торгуются на публичной фондовой бирже. Получение листинга означает, что эти компании выполнили особые требования биржи и предложили хотя бы часть своих акций для публичного обращения.

этих компаниях по двум основным каналам: за счет смягчения финансовых ограничений и укрепления механизмов внутреннего управления.

В-четвертых, подтверждена существенная U-образная нелинейная зависимость между уровнем цифровизации и производительностью труда в малых и средних предприятиях. При низком уровне цифровизации предприятия улучшение его цифровизации оказывает негативное сдерживающее воздействие на производительность труда. Однако, когда уровень цифровизации предприятия превышает определенное «пороговое» значение, дальнейшие усовершенствования в области цифровизации способствуют повышению производительности труда.

Теоретическая значимость исследования заключается в развитии нового подхода к анализу влияния цифровых технологий на производительность труда – области, менее изученной в классических исследованиях производительности труда. Благодаря разработке уникального индекса цифровых технологий и применению эмпирических методов в данном исследовании углубляется понимание того, как цифровизация влияет на производительность труда. Эта идея предлагает новый взгляд на теорию факторной производительности, обеспечивая основу для применения в аналогичных исследованиях. Таким образом, данное исследование не только вносит вклад в теоретический дискурс о производительности труда в цифровую эпоху, но и предлагает методологическую инновацию для более широкого применения в исследованиях производительности труда.

Практическая значимость. Исследование имеет важное практическое значение для разработки политики в условиях меняющегося экономического ландшафта Китая. Ряд мер эффективной государственной политики, идеи которых сформированы на основе выводов исследования, должны внести вклад в управление производительностью труда в Китайской промышленности. Среди мер, во-первых, рассмотрение необходимости регионального подхода к цифровой экономике Китая в связи с использованием социально-экономических различий западного, центрального и восточных регионов Китая (представляется важным использование индивидуальных стратегии с упором на инновации в передовом восточном регионе и на развитие цифровой инфраструктуры в менее развитом западном регионе); во-вторых, создания комплексной системы измерений уровня цифровизации и производительности труда для принятия национальных стратегических решений.

Методологию исследования определили ряд теорий, сформировавших понятийно-категориальный аппарат, объект и предмет исследования, а именно: теория спроса и предложения рабочей силы (в частности, в области влияния занятости на производительность труда), теория поиска работы (Модель Ч. Сюй и Ц. Янь, объясняющая конкретные механизмы, с помощью которых цифровые технологии влияют на распределение трудовых ресурсов и эффективность подбора)²⁰, теория постоянного повышения производительности труда В.И.

²⁰ Xu, Z., & Yan, J. (2011). Does Skill-Biased Technological Progress Necessarily Worsen Wage Inequality? *Economic Review*, 2011(3), 20-29.

Ленина²¹, теория технологических инноваций Й. Шумпетера (теория инноваций)²², Р. Солоу (новая модель экономического роста)²³ и К. Чжана и др. (количественные исследования инноваций)²⁴. Ряд исследований позволили сформировать как общую концепцию, так и определить методы исследования, среди них, преимущественно, те исследования, которые поддерживают идею позитивного влияния цифровых технологий на качественные и количественные пропорции экономического роста, в том числе производительность труда, а также исследования общей факторной производительности труда (Дж. Стиглер²⁵; Ч. Цзинь и Х. Ченг²⁶ и др.), базовая теоретическая модель технологического прогресса, ориентированного на квалифицированный труд, предложенная Д. Асемоглу²⁷.

Методы исследования. Для достижения цели и решения задач диссертационного исследования используются следующие методы, в частности для теоретических обзоров: классификация, типология, методы научной абстракции, сравнительный анализ; для обработки и анализа эмпирических данных: методы описательной статистики, методы эконометрического анализа (регрессионный анализ, факторный анализ, метод наименьших квадратов и др.), метод энтропийно-весаого анализа, методы оценки TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution). В работе использованы программы STATA, SPSS, Python, EXCEL и другие программные средства.

Информационно-эмпирическую базу исследования составили материалы, теоретические положения и эмпирические данные из баз данных и информационных источников, в том числе: Springerlink, ScienceDirect, ResearchGate, GoogleScholar, Национальной инфраструктуры знаний Китая (CNKI), бюро статистики Китая, Всемирного банка развития, статистических сборников и Китайского статистического ежегодника (2016-2020), базы данных Guotai'an, индексной платформы цифровой экономики «Интернет+» компании Tencent, статистики Китайской научно-технической сети, базы данных WIND. Использовались также такие источники данных, как «Ежегодник статистики труда Китая», «Ежегодник статистики науки и техники Китая», «Национальный статистический Ежегодник», «Ежегодник статистики высокотехнологичной промышленности Китая».

²¹ Ленин В.И. ПСС. Т.39.

²² Schumpeter, J. (1912). The economic theory of development.

²³ Solow R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth // The Quarterly Journal of Economics, 70 (1), 65—94.

²⁴ Zhang, C., Xie, S., & Dong, L. (1998). Measurement of the Process of Labor Marketization in China. Macroeconomic Research, 1998(5), 13-16.

²⁵ Stigler, G. J. Trends in Output and Employment. New York: National Bureau of Economic Research, 1947.

²⁶ Jin Chunyu, & Cheng Hao. Research on the Interactive Relationship between Spatial Agglomeration of Manufacturing and Manufacturing Labor Productivity in China. Economic Crosscurrents, 2015(03), 83-87.

²⁷ Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2016). The Race between Machine and Man: Implications of Technology for Growth, Factor Shares, and Employment [Working Papers]. NBER Working Papers.

Положения, выносимые на защиту.

1. За счет разработки индекса цифровых технологий, который учитывает как существующие стандарты измерения различных исследовательских институтов, так и пробелы в таких метриках, проведен сравнительный анализ цифрового развития с уровнем производительности труда в промышленных регионах Китая. Анализ развития цифровых технологий и уровня производительности труда показал заметные региональные различия в восточном, центральном и западном регионах Китая. При сопоставлении этих показателей развития фиксируется заметный рост производительности труда во всех трех регионах, коррелирующий с их цифровым развитием

2. Опираясь на результаты эконометрического анализа региональных данных (панельных данных 31 провинции восточного, центрального и западного Китая) за период 2015–2019 гг. демонстрируется заметное положительное влияние инвестиций в цифровые технологии на производительность труда в промышленности Китая. Коэффициент индекса цифровых технологий составил 0,0363. Это означает, что на каждый 1 п.п. прироста применения цифровых технологий приходится 0,0363 п.п. прироста производительности труда в промышленности с учетом влияния других переменных. Данный анализ проводился при учете таких контрольных переменных, как *человеческий капитал*, *энергоёмкость*, *открытость рынка* и *промышленная концентрация*. Были получен отрицательный коэффициент для переменной «запас человеческого капитала». Это означает то, что повышение качества рабочей силы не сопровождается ростом производительности труда в промышленности, что расходится с большинством существующих исследований и практических наблюдений. Для переменной «энергоёмкость» получен отрицательный коэффициент, что означает, что более высокое отношение потребления энергии к объёму производства оказывает демпфирующее воздействие на производительность труда в промышленности. Что касается открытости рынка, то обнаружен положительный коэффициент, что подчеркивает благотворное влияние открытости торговли на производительность труда в промышленности. Повышенная открытость торговли способствует развитию конкурентных рынков, облегчает обмен информацией и поощряет технологические инновации, что способствует росту производительности труда. Коэффициент переменной «концентрация промышленности» имеет отрицательную корреляцию. Это подтверждается многочисленными исследованиями, указывающими на то, что чрезмерная концентрация может подавлять рыночную конкуренцию и приводить к монополистическому поведению, что, в свою очередь, будет препятствовать повышению производительности труда.

3. Цифровые трансформации в листинговых компаниях значительно повышают производительность труда (с учётом времени и отраслевых эффектов коэффициент влияния составил 0,0453). Это улучшение особенно заметно в государственных структурах, высокотехнологичных фирмах и компаниях, находящихся на стадии роста. Эконометрический анализ данных китайских листинговых компаний, котирующихся на бирже, за период с 2007 по 2020 год,

показывает, что цифровая трансформация повышает производительность труда на предприятиях по двум основным каналам: за счет смягчения финансовых ограничений и укрепления механизмов внутреннего управления.

4. На уровне малых и средних предприятий имеет место нелинейный эффект («U-образная» зависимость) влияния цифровизации предприятий на производительность труда. Причина этих результатов заключается в том, что когда предприятия находятся на ранних стадиях цифровой трансформации, низкоквалифицированным работникам может быть временно трудно адаптироваться к упрощению и информатизации производственных и управленческих процессов, вызванным цифровыми технологиями, что оказывает определенное влияние на эффективность труда. Когда цифровизация предприятия достигает более высокого уровня, комплексная трансформация в цифровую форму снижает производственные и эксплуатационные расходы, становятся заметными эффекты инноваций, повышается эффективность управления, а профессиональные навыки работников предприятия интегрируются с цифровыми технологиями, что значительно повышает производительность труда. Кроме того, «U-образный» нелинейный эффект цифровизации предприятий на производительность труда наиболее значителен в восточном регионе Китая, а также в трудоемких отраслях.

Степень достоверности и апробация результатов исследования. На всех этапах реализации диссертационное исследование проводилось в соответствии с правилами проведения научных исследований с использованием соответствующих методов и применением достоверных данных, что подтверждено их верификацией. Результаты исследования были представлены на следующих научных конференциях: II Международная конференция (2022 г.) «Устойчивое и инновационное развитие в глобальную цифровую эпоху» (г. Ростов-на-Дону), V Международная конференция «Цифровая трансформация промышленности: Тенденции, управление, стратегии» (г. Екатеринбург), DTI-2023: «Цифровая трансформация и рост производительности труда в промышленности» (Институт экономики Уральского отделения РАН).

Публикации. Основные результаты, полученные в диссертации, отражены в 4 статьях, опубликованных в журналах, входящих в перечень научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Южного федерального университета, общим объемом 3,22 п.л., в том числе лично авторский вклад составляет 3,22 п.л.

Структура и объем диссертации. Работа состоит из введения, трех глав (каждая глава состоит из трех параграфов), заключения и библиографии, включающей в общей сложности 116 источников. Работа поясняется 3 рисунками и 35 таблицами. Объем работы составляет 190 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение содержит обоснование актуальности выбранной темы и области исследования, описание степени разработанности проблемы формулировку его объекта, предмета, цели и задач, описание научной новизны, положений, выносимых на защиту, методологии и методов, а также информационной базы, теоретической и практической значимости полученных результатов.

В первой главе «Теоретические основы исследования и обзор литературы» представляются различные точки зрения относительно основных понятий и определений, а также обзор теорий и исследований в сфере изучения влияния цифровых технологий на производительность труда. *В параграфе 1.1. «Основные понятия»* предлагается, во-первых, использование широкого определения цифровых технологий, подразумевающего цифровизацию различной информации (например, использование интернета, искусственного интеллекта, больших данных, облачных вычислений и др.), во-вторых, в связи с отсутствием метрики измерения уровня цифровизации в промышленности, предлагается разработать собственный показатель. В этом же параграфе приводятся понятия и показатели измерения производительности труда, и, в частности, отмечается, что для измерения производительности труда в данном исследовании будет использоваться общая производительность труда по всем отраслям и группам промышленности, которая рассчитывается путем деления прироста выпуска на количество занятых работников. Далее описываются признаки цифровой трансформации, а также подходы и теоретические основания к определению «цифровая трансформация». Автор рассматривает в данном исследовании «цифровую трансформацию» как динамичный процесс, охватывающий микро-, мезо- и макроуровни и характеризующийся инновационностью, трансформационным воздействием и необратимостью. *В параграфе 1.2 «Смежные теории»* представляется краткий обзор смежных теорий, которые позволили автору сформировать общую концепцию, методологию и методы исследования, среди них такие теории, как теория спроса и предложения, теория поиска работы и подбора рабочей силы, теория технологических дивидендов, теория технологических инноваций Й. Шумпетера²⁸, Р. Солоу²⁹ и К. Чжана³⁰ и др. *Параграф 1.3 «Обзор литературы»* также формирует теоретико-методологический базис, непосредственно связанный с целями и задачами изучения влияния цифровых технологий на производительность труда. В данном параграфе отмечается, что относительно связи цифровой экономики и производительности труда ученые придерживаются разных точек зрения. Так, Е. Лабай и Дж. Ремес³¹ утверждают, что быстрое развитие цифровых технологий и их широкое применение в бизнесе, правительстве и среди частных лиц внесут

²⁸ Schumpeter, J. (1912). The economic theory of development.

²⁹ Solow R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth // The Quarterly Journal of Economics, 70 (1), 65—94.

³⁰ Zhang, C., Xie, S., & Dong, L. (1998). Measurement of the Process of Labor Marketization in China. Macroeconomic Research, 1998(5), 13-16.

³¹ Labaye, E., & Remes, J. (2015). Digital globalization: The new era of global flows. McKinsey Global Institute, 1-80.

значительный вклад в будущий рост производительности. А. Боговиз и др.³², напротив, установили, что текущие процессы цифровизации оказывают нулевое или отрицательное влияние на производительность труда, объясняя это незавершенным переходом от постиндустриальной к цифровой экономике. А. Метляхин и др.³³ использовали два набора цифровых показателей для построения моделей для разных периодов (2011-2017 гг. и 2006-2017 гг.) и обнаружили, что цифровые факторы не оказали значительного влияния на производительность труда в регионе в краткосрочной перспективе, но большинство цифровых факторов оказали значительное положительное влияние на производительность труда в долгосрочной перспективе. Ученые во главе с Робертом Солоу проанализировали конкретные данные и пришли к выводу, что технологии не повышают производительность труда, а скорее оказывают на нее уменьшающееся и постоянно снижающееся влияние. Некоторые ученые, тем не менее, придерживаются позитивной точки зрения, считая, что цифровые технологии способствуют экономическому росту (Гамбарделла и др.³⁴). В связи с тем, что в исследовании ставятся задачи, связанные с исследованием влияния цифровых технологий в малых и средних предприятиях, листинговых компаниях, автором приводится обзор исследований и в этой области. Так, согласно «Аналитическому отчету о цифровой трансформации МСП (2021 г.)», подготовленному Китайским институтом стандартизации электронных технологий, 79% МСП находятся на начальной стадии внедрения цифровых технологий, 12% активно применяют эти практики, и лишь 9% достигли продвинутой интеграции. Эти данные свидетельствуют о проблемах и низких темпах внедрения цифровых технологий среди малых предприятий. Среди проблем, с которыми сталкиваются МСП в процессе цифровой трансформации: нехватка средств, концентрация на отдельных областях и игнорирование общей картины, нехватка талантов. Что касается цифровой трансформации листинговых компаний, то в исследовании подчеркивается важность анализа цифровой эволюции этих предприятий и их участия в цифровой экономике, так как они делают существенный вклад в развитие цифровой экономики Китая. На заседании Специального комитета по информации и цифровизации Китайской ассоциации компаний, зарегистрированных на бирже, была представлена «Белая книга по цифровой экономике» (2022 г.) для листинговых компаний. В этом документе, основанном на надежной и систематической системе оценки цифровой экономики в этих корпорациях, освещаются политические предпосылки, динамика рынка капитала и прогресс цифровой трансформации листинговых компаний в эпоху цифровой экономики. Цифровую экономику в этом документе рассматривают через две призмы: *индустриализацию цифровых технологий и цифровизацию отраслей*.

³² Bogoviz, A. V., Danilevich, A. S., & Kalinin, V. F. (2018). Digital transformation and growth of economic productivity: Digitalization or modernization of post-industrial processes? *Revista Espacios*, 39(3).

³³ Metlyakhin, A., Serebryakova, A., Shadrina, A., & Tsvetkova, A. (2020). Digitalization and labor productivity: Evidence from Russia. *Problems of Economic Transition*, 63(7), 441-464.

³⁴ Gambardella, A., Giuri, P., & Luzzi, A. (1998). The market for patents in Europe. *Research Policy*, 27(9), 961-976.

Первая включает в себя производство цифровых товаров (таких как компьютеры, электронные детали, коммуникационные устройства и т. д.), услуги, связанные с цифровыми продуктами, отрасли, применяющие цифровые технологии, и отрасли, основанные на цифровых компонентах. Второе понятие относится к отраслям, использующим цифровые технологии для повышения эффективности, таким как государственное управление, производство, логистика и розничная торговля. Среди зарегистрированных на бирже 1058 компаний относятся *к сфере цифровой индустриализации*: производство электронных компонентов и оборудования составляет 34%, это 357 компаний; услуги в области информационных технологий – 14%, это 151 компания; разработка программного обеспечения – 12%, это 128 компаний. Все остальные категории составляют менее 10%. *В сфере цифровизации промышленности* работает 3626 компаний, из которых наибольшая доля приходится на «умное» производство – 67%, это 2 443 компании; на цифровую торговлю – 7%, это 243 компании; на другие сектора, включая цифровые финансы, «умный» транспорт, «умное» сельское хозяйство, «цифровое» общество и «умную» логистику, – 18%, это 642 компании.

С точки зрения регионального распределения, компании в сфере цифровой индустриализации в основном расположены в пяти провинциях и городах: Гуандун, Пекин, Цзянсу, Чжэцзян и Шанхай, что составляет 71,8% от общего числа. Компании в области цифровой индустриализации в основном распределены в шести провинциях и городах: Чжэцзян, Гуандун, Цзянсу, Шанхай, Пекин и Шаньдун, на долю которых приходится 61,5%. Кроме того, среди причин, по которым компании не внедряют цифровую трансформацию, – невысокая значимость для бизнеса компании (45%), незнание способов проведения цифровой трансформации (27%), слишком низкое соотношение затрат и выгод для инвестиций в цифровую трансформацию (11%) и другие причины (17%). В данном параграфе также представлен анализ механизма влияния цифровых технологий на производительность труда.

Во второй главе «Анализ современного состояния цифровых технологий и производительности труда» предлагается методика построения и расчет индекса цифровых технологий, производится расчет производительности труда для 29 провинций Китая, а также сравнение этих показателей и формирование выводов для проведения последующих исследований влияния цифровизации на производительность труда в Китайской промышленности.

В параграфе 2.1 «Факторы, показатели и методика расчета» отмечается, что в Китае нет комплексных и систематических расчетов, постоянной статистики и мониторинга уровня развития цифровых технологий в каждой провинции. В этой связи, автором на основе анализа факторов, влияющих на развитие цифровых технологий, предлагаются три основных показателя, включающие в себя восемь специфических показателей. А именно:

1) *Инфраструктура цифровых технологий*: (1) количество компьютеров на сто человек на предприятиях; (2) уровень проникновения Интернета.

2) *Факторы производства цифровых технологий*: (1) доля персонала НИОКР в высокотехнологичных предприятиях; (2) доля расходов на НИОКР на

высокотехнологичных предприятиях; (3) доля 100 крупнейших Интернет-компаний по регионам.

3) *Технология применения цифровых технологий*: (1) выручка от бизнеса экспресс-доставки к ВВП; (2) доля единиц Интернет-культуры в стране; (3) уровень распространения мобильных телефонов.

В данном исследовании для расчета и анализа используются метод энтропийного-веса анализа и метод оценки TOPSIS. Метод энтропийно-веса анализа относится к объективным весовым коэффициентам и может работать с большим количеством показателей, обеспечивая при этом значительное отражение важности различных показателей в общей оценке, что делает результаты исследования более объективными и научными. Использование TOPSIS для комплексной оценки более целесообразно, чем применение одного лишь метода энтропийно-веса анализа или метода TOPSIS.

В параграфе 2.2 «Современное состояние цифровых технологий в промышленности Китая» представлены расчеты индекса цифровых технологий в период с 2015 по 2019 год. Для расчетов используются эмпирические данные 29 провинций Китая, за исключением Синьцзяна и Тибета. Как было показано выше, оценка основана на трех измерениях: инфраструктура, факторы производства и технологии применения цифровых технологий, включающие в общей сложности восемь показателей³⁵. Данные, используемые для этого анализа, обновлены только до 2019 года в связи с аномальным экономическим состоянием, вызванным эпидемией COVID-19 в Китае с 2020 года. Использованы различные источники данных, включая «Ежегодник статистики труда Китая»³⁶, «Ежегодник статистики науки и техники Китая»³⁷, «Ежегодник статистики высокотехнологичной промышленности Китая»³⁸, «Ежегодник статистики культурных реликвий и туризма Китая»³⁹. Эти источники обеспечили комплексную основу для оценки развития цифровых технологий в различных регионах Китая. Методология расчета индекса цифровых технологий сводится к следующему.

Во-первых, при условии, что в качестве объектов оценки имеется m городов и n показателей оценки, матрица необработанных данных $X = (x_{ij})_{m \times n}$ выглядит так:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

где x_{ij} – это необработанные данные города i и индекс j .

Во-вторых, из-за неоднородности в единицах измерения различных индикаторов возникает проблема размерности, вызванная разницей в единицах

³⁵ Data sources include the "China Labor Statistics Yearbook," "China Science and Technology Statistics Yearbook," "National Statistical Yearbook," "China High-tech Industry Statistics Yearbook," and "China Cultural Relics and Tourism Statistics Yearbook."

³⁶ https://www.stats.gov.cn/zsk/snapshoot?reference=2af5e433078f04afa4dd276ccda961e4_414DB6EEFB3587595CC6557241DDAEFA&siteCode=tjzsk

³⁷ <https://www.sts.org.cn/Page/Main/Index>

³⁸ <https://www.stats.gov.cn/was5/web/search?channelid=288041&andsen=中国高技术产业统计年鉴>

³⁹ https://www.mct.gov.cn/gywhb/jgsz/zgxwcbdw_jgsz/zs_zgxwcbdw/201904/t20190416_842837.htm?eqid=dc1ac84e0006590000000036460f216

измерения исходных данных. Поэтому необходимо стандартизировать исходные данные. Поскольку некоторые индикаторы могут иметь отрицательные значения, для работы с положительными и отрицательными индикаторами используются разные методы:

Стандартизация положительных индикаторов.

$$x_{ij}^- = \frac{\max(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}) - x_{ij}}{\max(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}) - \min(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj})}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Стандартизация отрицательных индикаторов.

$$x_{ij}^+ = \frac{x_{ij} - \max(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj})}{\max(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}) - \min(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj})}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Совокупно стандартизированные переменные обозначаются x_{ij}^- и x_{ij}^+ as x_{ij} .

Затем рассчитывается доля каждого индикатора в разных провинциях, то есть, вес j -го индикатора для i -й провинции.

$$T_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} \quad i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

где $\sum_{i=1}^n x_{ij}$ – сумма значений переменной для j -го индикатора во всех оцениваемых провинциях. Далее вычисляется значение энтропии для j -го индикатора с использованием следующей формулы:

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m T_{ij} \ln(T_{ij}) \quad (5)$$

где $k > 0, k = \frac{1}{\ln(m)}, e_j \geq 0$. Далее вычисляется значение энтропии w_j для j -го индикатора. Существует отрицательная связь между различиями значений индикаторов и величиной энтропии.

$$w_j = \frac{1 - e_j}{n - E_e}, E_e = \sum_{j=1}^n e_j \quad (6)$$

Энтропийные веса, полученные для каждого индикатора, объединяются в вектор комбинации.

$$W = (w_1, w_2, w_3, \dots, w_n)^T \quad (7)$$

В конце проводится комплексная оценка с использованием метода TOPSIS. Она включает в себя 5 шагов.

Шаг 1 – расчёт взвешенной стандартизированной матрицы. Во-первых, матрица решений нормализована, и используются веса, полученные методом энтропийных весов. Эти два значения перемножаются с целью получения окончательной матрицы.

$$V = \{v_{ij}\}_{m \times n} = \{w_{ij} \times x_{ij}\}_{m \times n} \quad (8)$$

Шаг 2 – расчёт положительного идеального решения и отрицательного идеального решения. Положительное идеальное решение – это совокупность всех индикаторов с оптимальными значениями, в то время как отрицательное

идеальное значение – это совокупность всех индикаторов с наилучшими значениями.

$$A^+ = [\max_i v_{ij}], (j = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (9)$$

$$A^- = [\min_i v_{ij}], (j = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (10)$$

Шаг 3 – расчёт евклидова расстояния индекса цифровых технологий каждой провинции до положительного идеального решения и отрицательного идеального решения. S_i^+ представляет евклидово расстояние до положительного идеального решения, а S_i^- представляет евклидово расстояние до отрицательного идеального

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - A_j^+)^2}, (i = 1, 2, 3, \dots, m) \quad (11)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - A_j^-)^2}, (i = 1, 2, 3, \dots, m) \quad (12)$$

Шаг 4 – вычисление значения относительной близости С. Значение С для каждой провинции рассчитывается с применением расстояния до положительного идеального решения и расстояния до отрицательного идеального значения на основании следующей формулы:

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad (13)$$

Шаг 5 – это получение данных. Расчётное значение C_i^+ показывает уровень цифровой технологии. *Большее значение C_i^+ показывает более высокий уровень цифровой технологии, а меньшее значение CR показывает более низкий уровень цифровой технологии.*

Согласно расчетам, индекс цифровых технологий Китая представлен в следующих таблицах 1- 3.

Таблица 1. Индекс цифровых технологий Центрального Китая⁴⁰

Провинция	2015	2016	2017	2018	2019
Аньхой	0.061	0.0772	0.082	0.085	0.1142
Хэнань	0.0577	0.0644	0.058	0.0649	0.105
Хэйлунцзян	0.0618	0.0697	0.0625	0.0604	0.0906
Хубэй	0.0731	0.0833	0.1054	0.0913	0.1342
Хунань	0.0841	0.0891	0.0829	0.0676	0.0955
Цзилинь	0.052	0.0551	0.0566	0.0601	0.0724
Цзянси	0.0625	0.0521	0.0887	0.098	0.1212
В среднем по центральному региону	0.0646	0.0701	0.0766	0.0753	0.1047

Примечание: наши данные обновлены только до 2019 года, так как с 2020 года большая часть территории Китая закрыта из-за эпидемии COVID-19, и его экономическая деятельность находится в ненормальном состоянии.

⁴⁰ Таблицы 1-3 рассчитаны автором.

Таблица 2. Индекс цифровых технологий Восточного региона Китая

Провинция	2015	2016	2017	2018	2019
Пекин	0.6563	0.5443	0.5283	0.5528	0.6873
Фуцзянь	0.1604	0.191	0.1947	0.2026	0.2408
Гуандун	0.572	0.6347	0.5933	0.6232	0.5666
Хайнань	0.1093	0.1054	0.1112	0.1263	0.1258
Хэбэй	0.0661	0.0674	0.0687	0.0724	0.0938
Цзянсу	0.1591	0.1849	0.1653	0.1805	0.2228
Ляонин	0.0989	0.089	0.0924	0.0927	0.1109
Шаньдун	0.0722	0.0746	0.0815	0.0751	0.1318
Шанхай	0.4528	0.4604	0.4787	0.4731	0.6354
Тяньцзинь	0.1151	0.105	0.113	0.1091	0.1364
Чжэцзян	0.2167	0.297	0.3095	0.2732	0.3112
В среднем по Восточному региону	0.2435	0.2503	0.2488	0.2528	0.2966

Таблица 3. Индекс цифровых технологий Западного Китая

Провинция	2015	2016	2017	2018	2019
Ганьсу	0.0248	0.0296	0.0355	0.039	0.0489
Гуанси	0.0339	0.0343	0.0348	0.0436	0.0541
Гуйчжоу	0.0948	0.0937	0.0869	0.0839	0.1005
Внутренняя Монголия	0.0577	0.0546	0.0589	0.0648	0.0736
Нинся	0.0675	0.0707	0.0715	0.0767	0.0925
Цинхай	0.0683	0.0591	0.0607	0.0776	0.0874
Шаньси	0.0878	0.0957	0.096	0.0973	0.1157
Сычуань	0.0656	0.0759	0.0912	0.095	0.134
Юньнань	0.0385	0.0431	0.0381	0.0388	0.0551
Чунцин	0.068	0.0713	0.0777	0.0849	0.1237
В среднем по западному региону	0.06069	0.0628	0.06513	0.07016	0.08855

Таблицы 1-3 показывают заметные региональные различия в развитии цифровых технологий по всему Китаю. Среднее значение индекса цифровых технологий показывает, что восточные провинции демонстрируют заметно более высокий уровень развития цифровых технологий по сравнению с центральным и западным регионами, при этом центральный регион незначительно опережает западный. Восточный регион выделяется более развитой инфраструктурой цифровых технологий, с явными лидерами в области технологических инноваций, привлечения высококвалифицированных кадров, динамики рынка и поддерживающей промышленной политики. Напротив, центральный и западный регионы несколько отстают в развитии своей цифровой инфраструктуры и имеют менее надежную промышленную базу.

В параграфе 2.3 «Анализ текущей производительности труда в китайской промышленности» произведены расчеты и анализ динамики производительности труда (см. табл. 4-6).

Таблица 4. Производительность труда в Восточном регионе Китая, юаней на человека⁴¹

Провинция	2015	2016	2017	2018	2019
Beijing	194035.8317	210385.4602	224694.7385	244950.5574	277857.6591
Fujian	93843.83094	103004.1866	114700.8989	128266.9084	152430.9126
Guangdong	109628.7268	118943.9857	128836.6599	136377.2696	150583.6439
Hainan	66623.96315	72619.77282	76429.06077	80467.11074	90577.52679
Hubei	80782.36741	89912.96449	98277.25762	109962.4302	129166.6009
Jiangsu	147349.7531	162709.6308	180482.0715	194900.7556	209962.7413
Liaoning	118963.5255	96675.21293	102460.892	111985.0925	111282.3892
Shandong	94990.32039	102297.0811	110712.6635	123725.3179	118685.2319
Shanghai	184526.3715	206400.7061	223166.7942	237557.7541	277251.2716
Tianjin	184413.3586	198193.6349	207292.8936	209797.8942	157315.5171
Zhejiang	114864.7838	125668.5106	136375.8166	146499.3483	160903.1486
В среднем по Восточному региону	116000.6826	118241.8386	135540.3173	147119.9851	158684.32

Таблица 5. Производительность труда в Центральном регионе Китая, юаней на человека

Провинция	2015	2016	2017	2018	2019
Anhui	50679.69416	55960.24395	61714.52066	68425.92297	84657.80109
Henan	55759.73478	60172.15284	65838.37742	71810.90855	82686.98568
Heilongjiang	74905.24904	75860.81254	79315.11222	82368.20379	76609.15077
Hubei	80782.36741	89912.96449	98277.25762	109962.4302	129166.6009
Hunan	72613.14474	80479.77125	88815.8398	97432.12664	108420.3923
Jilin	94982.64217	98398.51371	100397.9093	102253.5001	80517.56693
Jiangxi	63933.71053	70135.72945	75621.06894	83398.88472	94063.44985
Shanxi	68169.38636	68390.84797	81125.21093	88011.46057	89496.34691
В среднем по Центральному региону	66203.8192	71419.03862	77870.74588	84872.82756	94135.44115

⁴¹ Таблицы 4-6 составлены автором.

Таблица 6. Производительность труда в Западном Китае, юаней на человека

Провинция	2015	2016	2017	2018	2019
Gansu	44216.73645	46491.79333	48009.44756	53007.57245	56265.24685
Guangxi	59585.53191	64476.02957	65176.84729	71462.46489	74432.70714
Guizhou	53951.96877	59366.89654	66927.78766	72634.04464	81825.60749
Inner Mongolia	121824.8958	122985.7531	112963.7869	128201.2457	129320.2855
Ningxia	80391.22032	85823.13109	91608.40649	97274.35022	97287.30859
Qinghai	75201.45608	79329.28334	80277.39548	87020.28792	89822.83465
Shanxi	87003.2828	93591.22926	105704.5422	117991.1163	124556.5482
Sichuan	62003.3794	67766.54321	75903.57143	83339.74595	95348.3739
Yunnan	46284.35004	49312.97914	54721.86858	59747.12644	77661.53465
Chongqing	92055.442	103291.8976	113293.4589	119117.1154	138487.6272
В среднем по западному региону	67273.55426	72325.89159	77419.01928	84654.89911	94222.81292

Данные, представленные в таблицах 4–6, показывают, что, несмотря на общую тенденцию к росту производительности труда в восточных, центральных и западных регионах Китая с 2015 года, сохраняются заметные региональные различия. Восточный регион опережает центральный и западные регионы по производительности труда. В рамках этих широких категорий центральные провинции демонстрируют более однородную модель развития, в то время как западные провинции демонстрируют большую дисперсию, причем некоторые регионы превосходят восточные показатели по производительности труда. При сопоставлении с ранее обсуждавшимися достижениями в области цифровых технологий в регионах в 2017 году становится очевидным заметный рост производительности труда во всех трех регионах, который коррелирует с развитием цифровых технологий. Тем не менее, зависимость от традиционных факторов производства в центральном и западном регионах означает, что влияние цифровых технологий на производительность труда там менее очевидно.

В третьей главе «Эмпирическая проверка механизма влияния цифровых технологий на производительность труда» получены результаты, демонстрирующие влияние цифровых технологий на трех уровнях в промышленности Китая, а именно на уровне провинций трех китайских регионов (восточного, западного и центрального), на уровне листинговых компаний и на уровне малых и средних предприятий.

В параграфе 3.1 «Влияние цифровых технологий на производительность труда на уровне провинции» демонстрируются результаты эмпирической проверки гипотезы о влиянии инвестиций в цифровые технологии на производительность труда в промышленности Китая в целом на уровне провинций. Для проведения эмпирического исследования использовались данные

31 провинции Китая в период с 2015 по 2019 год. В качестве зависимой переменной выбрана производительность труда в промышленности (lp), а в качестве основной независимой переменной (dei) - степень применения цифровых технологий. Были выбраны четыре контрольные переменные, а именно: запас человеческого капитала (shc), открытость рынка ($open$), концентрация отрасли (sca) и энергоёмкость (gei). После выбора переменных был использован логарифм всех переменных исследования, чтобы обеспечить стабильность данных и устранить потенциальную гетероскедастичность в модели. Базовая регрессионная модель построена следующим образом:

$$\ln lp_{it} = \alpha_{it} + \beta \ln dei_{it} + \lambda_1 \ln gei_{it} + \lambda_2 shc_{it} + \lambda_3 \ln open_{it} + \lambda_4 \ln sca_{it} + \varepsilon_{it} \quad (14),$$

где i обозначает регион, а t обозначает время. В дополнение, ε_{it} - член уравнения, означающий ошибку, а α, β, λ – параметры, подлежащие оценке.

В данном исследовании был использован подход на основе панельных данных и применен спецификационный тест Хаусмана для определения пригодности модели с фиксированными эффектами по сравнению с моделью со случайными эффектами. Результаты теста Хаусмана показали, что статистики теста значимы на уровне 5% для всех моделей, что позволило исключить модель со случайными эффектами в пользу модели с фиксированными эффектами. Таким образом, для анализа используется модель с фиксированными эффектами. Для проверки устойчивости результатов оценки базовой модели в нее пошагово вводились контрольные переменные в процессе тестирования модели. Результаты этих регрессий представлены в Таблице 7.

Таблица 7. Результаты регрессионного анализа

переменные	модель (1)	модель (2)	модель (3)	модель (4)	модель (5)
$\ln dei$	0.0567**	0.0371***	0.0296***	0.0325***	0.0363***
	(0.0245)	(0.00782)	(0.00464)	(0.00491)	(0.00489)
$\ln gei$		-0.990***	-0.998***	-0.999***	-0.997***
		(0.00782)	(0.00177)	(0.0103)	(0.00990)
$\ln shc$			-0.732***	-0.538***	-0.590***
			(0.105)	(0.0596)	(0.0599)
$\ln open$				0.0835*	0.0986**
				(0.0426)	(0.0413)
$\ln sca$					-0.0837***
					(0.0281)
постоянные	2.695***	3 373***	9.338***	7.924***	8.362***
	(0.0359)	(0.0114)	(0.860)	(0.507)	(0.509)
R-квадрат	0.014	0.987	0.995	0.994	0.995
Количество провинций	31	31	31	31	31

Положительные и статистически значимые коэффициенты регрессии для индекса применения цифровых технологий (*dei*) на уровне 1% свидетельствуют о том, что инвестиции в цифровые технологии оказывают положительное влияние на производительность труда промышленности Китая. При учете таких контрольных переменных, как энергоемкость, человеческий капитал, открытость рынка и промышленная концентрация, коэффициент для *dei* составляет 0,0363. Это означает, что на каждый 1 п.п. прироста применения цифровых технологий приходится 0,0363 п.п. прироста производительности труда в промышленности с учетом влияния других переменных. Эти результаты показывают, что инвестиции в цифровые технологии являются катализатором роста производительности труда в промышленности.

Анализ контрольных переменных в колонках регрессии (2) – (5) показывает, что энергоемкость (*gei*) имеет отрицательный коэффициент и достигает статистической значимости на уровне 1%. Это означает, что более высокое отношение потребления энергии к объему производства оказывает демпфирующее воздействие на производительность труда в промышленности. Такие выводы согласуются с предыдущими исследованиями и наблюдаемыми тенденциями. В колонках (3) – (5) коэффициенты для запаса человеческого капитала (*shc*) также отрицательны и значимы на уровне 1%, что указывает на обратную связь с производительностью труда промышленности Китая. Это указывает на то, что повышение качества рабочей силы не сопровождается ростом производительности труда в промышленности, что расходится с большинством существующих исследований и практических наблюдений. Что касается открытости рынка (*open*), то в колонках (4) и (5) наблюдаются положительные коэффициенты, значимые на уровне 1%, что подчеркивает благотворное влияние открытости торговли на производительность труда в промышленности. Повышенная открытость торговли способствует развитию конкурентных рынков, облегчает обмен информацией и поощряет технологические инновации, что способствует росту производительности труда. Наконец, коэффициент концентрации промышленности (*sea*) в колонке (5) имеет отрицательную корреляцию и значим на уровне 1%, что говорит о том, что повышенная отраслевая концентрация снижает производительность труда. Это подтверждается многочисленными исследованиями, указывающими на то, что чрезмерная концентрация может подавлять рыночную конкуренцию и приводить к монополистическому поведению, что, в свою очередь, будет препятствовать повышению производительности труда.

В данном параграфе также тестировался опосредованное влияние технологических инноваций и структуры промышленности (цифровые технологии – ТИ - производительность труда; цифровые технологии – СП – производительность труда). Был обнаружен положительный эффект опосредования «технологических инноваций», который указывает на то, что использование цифровых технологий способствует развитию технологических инноваций, что приводит к росту производительности труда в промышленности. Что касается фактора «структура промышленности», то не было установлено

существенного повышения производительности труда за счет улучшения структуры промышленности. Среди причин такого слабого влияния автор указывает на диссипативные эффекты при первоначальном инвестировании в технологии. Цифровые технологии, как только зарождающиеся, привлекают все больше внимания со стороны все большего числа компаний и стран, что приводит к обострению конкуренции на рынке. Тем не менее, на начальном этапе лишь несколько компаний получают выгоду от этой технологии и пытаются организовать другие фирмы для получения выгоды от нее, что приводит к диссипативной деятельности, которая подрывает выгоды, приносимые цифровой технологией. Автор указывает еще на одну причину слабого опосредованного влияния структуры промышленности на производительность труда. А именно, это отставание во внедрении и рекомбинации. Исследования и инвестиции в цифровые технологии значительны, и они требуют соблюдения высоких технических требований и производительности оборудования. Это означает, что компаниям в отрасли необходимо создать достаточный запас навыков и оборудования в области цифровых технологий, а также изобрести необходимые дополнительные процессы, чтобы действительно усовершенствовать промышленную структуру. Для этого требуется время и финансовая поддержка, и в настоящее время, когда внедрение цифровых технологий началось сравнительно поздно, большинство предприятий промышленного сектора Китая не имеют возможности сделать это эффективно, что приводит к тормозящему влиянию цифровых технологий на структуру промышленности.

В параграфе 3.2. «Влияние цифровой трансформации на производительность труда листинговых компаний», на основе экономических данных китайских листинговых компаний, котирующихся на бирже, за период с 2007 по 2020 год, были представлены доказательства того, что внедрение цифровой трансформации значительно повышает производительность труда в этом бизнесе. Это улучшение особенно заметно в государственных структурах, высокотехнологичных фирмах и компаниях, находящихся в фазе расширения, принимая во внимание внутренние характеристики организаций, а также внешнюю среду и временную динамику. Анализ лежащих в основе механизмов показывает, что цифровая трансформация может повысить производительность труда на предприятиях по двум основным каналам: за счет смягчения финансовых ограничений и укрепления механизмов внутреннего управления.

Для изучения взаимосвязи между цифровой трансформацией и производительностью труда на предприятии используются следующие определения переменных эталонной модели:

$$LP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 DT_{it} + \alpha_2 CV_s + Year + industry + \varepsilon_{it} \quad (15)$$

(*Year* – год, *industry* – промышленность, *CV_s* – контрольные переменные)

Таблица 8. Характеристики переменных⁴²

Категория переменной	Название переменной	Описание
Зависимая переменная	Производительность труда (LP)	Общая факторная производительность (ОФП) как суррогатная мера, определяющая влияние развития знаний, навыков и организационного управления персонала на производительность труда.
Основная независимая переменная	Цифровая трансформация (DT)	Измеряется с помощью анализа годовых отчетов с помощью Python по ключевым словам: «применение фундаментальных технологий» и «применение технической практики».
Контрольные переменные	Размер предприятия (Size)	Определяется как логарифм совокупных активов.
Контрольные переменные	Рост предприятия (Growth)	Определяется как (операционная прибыль текущего года – определённая прибыль предыдущего года) / определённая прибыль предыдущего года.
Контрольные переменные	Соотношение активов и пассивов (Lev)	Определяется как общая сумма обязательств / общая сумма активов
Контрольные переменные	Рентабельность активов (ROA)	Определяется как отношение чистой прибыли к совокупным активам
Контрольные переменные	Возраст предприятия (Age)	Представлен логарифмом времени создания предприятия
Контрольные переменные	Инвестиционные возможности (ИБ)	Измерено с использованием коэффициента Тобина Q.
Контрольные переменные	Пакет акций крупнейшего акционера (Larghold)	Определяется как доля акций, принадлежащих крупнейшему акционеру, в общем акционерном капитале.

В Таблице 9 представлены основные результаты регрессии, связывающие цифровую трансформацию с производительностью труда. Совокупность результатов, представленных в первой колонке, демонстрирует, что с учётом времени и отраслевых эффектов коэффициент влияния цифровой трансформации на производительность труда равняется 0,0453 с уровнем статистической значимости 1%. Это подчёркивает положительный вклад цифровой трансформации в повышение производительности труда. При введении различных контрольных переменных во вторую колонку коэффициент цифровой трансформации составляет 0,0240, сохраняя уровень статистической значимости на уровне 1%, что предполагает значительное положительное влияние на производительность труда вне зависимости от других переменных. Тем не менее, влияние цифровой трансформации на производительность труда может иметь временные лаги. С целью учёта этой потенциальной задержки, в исследовании расширены временные рамки, оценивая длительное влияние цифровой трансформации на производительность труда с учётом задержки от 1 до 4 периодов. В колонках 3–6 Таблицы 9 представлены эти результаты, где основная независимая переменная – цифровая трансформация – постоянно имеет положительный коэффициент.

⁴² Разработано автором.

Таблица 9. Влияние цифровой трансформации на производительность труда: эталонная регрессия и динамический эффект⁴³

переменная	базовый уровень		динамика			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
DT	0.0453***	0.0240***				
	(0.0095)	(0.0084)				
L1.DT			0.0281***			
			(0.0084)			
L2.DT				0.0285***		
				(0.0091)		
L3.DT					0.0299***	
					(0.0104)	
L4.DT						0.0283**
						(0.0119)
CVs	нет	да	да	да	да	да
год	да	да	да	да	да	да
промышленность	да	да	да	да	да	да
N	24 497	23 995	24 396	21 503	18 598	15 880
adj. R ²	0.004	0.172	0.174	0.179	0.182	0.182

Затем был изучен конкретный механизм, с помощью которого цифровая трансформация повышает производительность труда. Во—первых, был исследован эффект опосредованного влияния финансовых ограничений («Цифровая трансформация —финансовые ограничения - производительность труда»). Был получен коэффициент регрессии цифровой трансформации (DT) по финансовым ограничениям (SA) на уровне -0,0071, а расчетный коэффициент финансовых ограничений (SA) по производительности труда (LP) – «-0,0640», оба прошли тесты значимости по крайней мере на уровне 5%. Это указывает на то, что цифровая трансформация может повысить производительность труда за счет устранения финансовых ограничений. Во—вторых, были исследованы результаты опосредованного влияния внутреннего контроля («Цифровая трансформация —внутренний контроль - производительность труда»). Исследование продемонстрировало, что коэффициент регрессии цифрового преобразования (DT) для внутреннего контроля (In_con) оказался равен 0,0027, а оценочный коэффициент внутреннего контроля (In_con) для производительности труда (LP) – «0,4291», оба прошли тесты значимости на уровне 1%. Это указывает на то, что цифровая трансформация действительно укрепляет внутренний контроль на предприятиях, совершенствуя корпоративное управление и способствуя повышению производительности труда.

В параграфе 3.3 «Влияние цифровой трансформации на производительность труда в малых и средних предприятиях (МСП)»

⁴³ Рассчитано автором.

продемонстрирован нелинейный эффект влияния цифровых технологий на производительность труда в МСП. В качестве эмпирической базы использовались данные обзора частных предприятий Китая 2016 года⁴⁴, полученные в ходе стратифицированного случайного выборочного обследования, проводимого каждые два года среди частных предприятий по всей стране совместной исследовательской группой, состоящей из Рабочего отдела Объединенного фронта ЦК КПК, Всекитайской федерации промышленности и торговли, Государственного управления промышленности и торговли и Китайской ассоциации частной экономики (Сюй и др.⁴⁵).

Для изучения влияния цифровизации предприятия на производительность труда была разработана следующая эконометрическая модель:

$$Labor_{ijp} = \beta_0 + \beta_1 Digitize_{ijp} + \beta_2 Digitize_{ijp}^2 + \beta_3 Controls + X_j + \eta_p + \varepsilon_{ijp} \quad (16),$$

где индексы i , j и p представляют предприятия, отрасли и провинции соответственно. Зависимая переменная $Labor_{ijp}$ - производительность труда на предприятии, а основная объясняющая переменная $Digitize_{ijp}$ обозначает уровень цифровизации предприятия. $Digitize_{ijp}^2$ представляет его член в квадрате. Controls - управляющие переменные, включая индивидуальные характеристики предпринимателей, характеристики на уровне предприятия и региональные характеристики. Дополнительно введены отраслевые фиксированные эффекты (X_j) и фиксированные эффекты провинций (η_p) для контроля ненаблюдаемых характеристик, которые могут повлиять на производительность труда предприятия. ε_{ijp} - обозначает ошибку.

Зависимая переменная: производительность труда (Labor) измерялась на основе расчета созданной одним работником добавленной стоимости. В частности, она рассчитывается по формуле $\ln(1 + (\text{налоговая выручка} + \text{прибыль после уплаты налогов} + \text{общая заработная плата}) / \text{количество работников})$. В данном исследовании используется метод, предложенный Лю Имином и др.⁴⁶ для измерения производительности труда на предприятии, а для проверки устойчивости используется общепринятый показатель «выработка на одного работника» для замены измерения производительности труда, т. е. отношение операционной выручки предприятия к общему числу работников (Labor2).

Основная объясняющая переменная: уровень цифровизации предприятия (Digitize) на основе информации об интернетизации предприятия. Данные опроса 2016 г. содержали соответствующую информацию о 9 видах деятельности, осуществляемых предприятиями через Интернет. Эти 9 видов деятельности по использованию Интернета преобразованы в бинарные переменные (0-1), а затем посредством итеративного анализа главных компонент были построены индексы

⁴⁴ <https://opendata.pku.edu.cn/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.18170/DVN/DLBWAK&language=en>

⁴⁵ Xu, X., & Zhao, M. (2020). Data Capital and Economic Growth Path. *Economic Research*, 55(10), 38-54

⁴⁶ Liu, Y. M., & Zhang, Y. M. (2021). Labor quality and labor productivity in private enterprises: A Marxist perspective. *World Economy*, 44 (1), 3-24

цифровизации предприятия. В Таблице 10 представлены значения факторных характеристик, коэффициенты вклада дисперсии и кумулятивные коэффициенты вклада дисперсии, полученные в результате факторного анализа. Согласно принципу, что собственные значения больше 1 или кумулятивный коэффициент вклада дисперсии превышает 80%, и учитывая то, что фактор 1 и фактор 2 вместе объясняют 0,7996 стандартизированной дисперсии, фактор 1 и фактор 2 выбраны для измерения цифровизации предприятия. В Таблице 11 представлены результаты теста Кайзера-Мейера-Олкина (КМО), при этом значение статистики теста Бартлетта на сферичность составляет 5 418,71, а соответствующая вероятность значимости равна 0,000. В то же время значение КМО составляет 0,769, что подтверждает рациональность проведения факторного анализа в данном исследовании. Сравнение вращающихся факторных нагрузок показывает, что фактор 1 сильно коррелирует с такими видами деятельности, как «открытие Интернет-магазинов», «реклама и продвижение предприятия», «сотрудничество с Интернет-компаниями» и «создание публичных аккаунтов в Weibo и WeChat». Фактор 2 высоко коррелирует с такими видами деятельности, как «создание веб-сайтов предприятия», «наем талантов» и «рейтинг в поисковых системах». Исходя из этого, для получения индекса цифровизации предприятия рассчитываются комплексные оценки этих двух факторов (сумма коэффициентов дисперсии, умноженная на оценки факторов).

Таблица 10. Результаты факторного анализа⁴⁷

фактор	Собственное значение	Уровень вклада дисперсии	Кумулятивный уровень вклада дисперсии
Factor1	1.5832	0.6603	0.6603
Factor2	0.3338	0.1392	0.7996
Factor3	0.1903	0.0794	0.8789
Factor4	0.1511	0.0630	0.9419
Factor5	0.0884	0.0369	0.9788
Factor6	0.0366	0.0153	0.9941
Factor7	0.0131	0.0055	0.9995
Factor8	0.0013	0.0005	1.0001
Factor9	-0.0002	-0.0001	1.0000

⁴⁷ Рассчитано автором.

Таблица 11. Результаты теста КМО для факторного анализа и факторные нагрузки после вращения⁴⁸

Факторы	КМОtest	Factor1	Factor2
Создание вебсайтов предприятий	0.7697	0.0379	0.3696
Открытие Интернет-магазина	0.7280	0.0355	-0.0497
Реклама, продвижение компании	0.7916	0.2922	-0.0021
Найм талантов	0.7461	0.2254	0.3648
Сотрудничество с Интернет-компаниями	0.7853	0.0620	0.0039
Создание публичных аккаунтов Weibo и WeChat WeChat	0.7661	0.4101	0.0479
Рейтинг в поисковых системах	0.8008	-0.0428	0.0707
Обслуживание клиентов и коммуникация	0.7695	0.0299	0.0303
Другое	0.4911	0.0014	-0.0241
Итого:	0.769 3		

Контрольные переменные. В отличие от государственных предприятий производство и работа частных предприятий в большей степени зависят от личных решений предпринимателей, неоднородности предприятий и институциональной среды региона. Поэтому для получения надежных и достоверных эмпирических выводов вводится ряд контрольных переменных, которые могут влиять на производительность труда на индивидуальном, предпринимательском и региональном уровнях.

Во-первых, это введенные переменные личных характеристик предпринимателя: (1) возраст предпринимателя (Age_entre), рассчитываемый как логарифм года, предшествующего году исследования, минус год рождения; (2) пол предпринимателя (Sex_entre), принимающий значение 1 для мужчин и 0 для женщин; (3) уровень образования предпринимателя (Educ_entre), присваивающий значения в зависимости от продолжительности образования; (4) статус предпринимателя (Status_entre), рассчитываемый как среднее значение экономического статуса, политического статуса и социального статуса после обратной обработки; (5) опыт работы в системе (Exper_system), принимающий значение 1, если предприниматель работал в государственных, коллективных предприятиях или государственных учреждениях до начала бизнеса, и 0 - в противном случае; (6) политическая принадлежность (Poli_connect), принимающая значение 1, если предприниматель в настоящее время занимает какую-либо должность в Народном собрании, Народном политическом консультативном совете Китая, отраслевых ассоциациях или Федерации промышленности и торговли, и 0 - в противном случае.

Во-вторых, это введенные контрольные переменные на уровне предприятия: (1) возраст предприятия (Age_firm), рассчитывается как логарифм года, предшествующего году проведения исследования, минус год создания предприятия; (2) масштаб экономики предприятия (Income_firm), рассчитывается как логарифм выручки от продаж или операционной выручки предприятия плюс 1; (3) масштаб занятости предприятия (Scale_firm), рассчитывается как логарифм

⁴⁸ Рассчитано автором.

общего количества работников на предприятии; (4) средняя заработная плата (Wage_firm), рассчитывается как логарифм общей суммы заработной платы, премий и т. д. , (5) расходы на обучение сотрудников (Train_fee), рассчитанные как логарифм расходов предприятия на обучение сотрудников за год; (6) капиталоемкость (Cap_int_en), рассчитанная как логарифм отношения чистых активов к общему числу сотрудников на предприятии. Наконец, вводится переменная «Институциональная среда провинции» (Inst_index). Следуя подходу большинства существующих литературных источников, для измерения институциональной среды различных провинций и ее влияния на производительность труда на предприятиях используется индекс маркетизации, предложенный Г. Фан и др.⁴⁹.

В Таблице 12 приведена описательная статистика основных переменных. Кроме того, корреляционная матрица объясняющих переменных показывает, что наибольший абсолютный коэффициент корреляции составляет 0,438. Результаты теста на коэффициент инфляции дисперсии (VIF) показывают, что наибольшее значение VIF не превышает 2,21, что значительно ниже критического значения 10, а среднее значение составляет 1,45. Исходя из этого, был сделан вывод о том, что модель и набор переменных в данном исследовании не будут страдать от серьезных проблем мультиколлинеарности.

**Таблица 12. Описательные статистические результаты
основных переменных⁵⁰**

переменные	obs	mean	SD	min	max
Labor	7 762	3.501	3.267	-2.488	12.612
Labor2	7 923	3.247	2.599	-0.288	11.513
Digitize	8 083	0	0.395	-0.419	1.402
Age_entre	7 965	3.767	0.228	2.944	4.382
Sex_entre	8 083	0.792	0.406	0	1
Educ_entre	7 930	14.041	2.656	9	23
Status_entre	7 381	4.929	1.848	1	10
Exper_system	8 083	0.004	0.064	0	1
Poli_connect	8 083	0.496	0.5	0	1
Age_firm	7 339	1.874	0.927	0	3.738
Income_firm	8 021	7.056	3.16	-3.507	15.611
Scale_empl	7 932	5.181	5.234	0	19.519
Wage_aver	7 932	1.434	1.673	0	11.512
Train_fee	8 083	2.326	3.606	0	12.165
Cap_inten	7 873	3.401	5.638	-21.321	11.512
Inst_index	8 083	7.404	1.788	0.62	9.78

⁴⁹ Fan, G.; Wang, X.; Ma, G. (2011). Contribution of China's market-oriented process to economic growth. Econ. Res.9, 4–16

⁵⁰ Рассчитано автором.

В данном исследовании для регрессии эконометрического уравнения использовался метод наименьших квадратов (МНК), а для преодоления возможных проблем с гетероскедастичностью и автокорреляцией в колонке в процессе регрессии используются кластерные стандартные ошибки на уровне предприятия. В Таблице 13 представлены результаты базовой регрессии для полной выборки. В первой колонке вводится только переменная цифровизации предприятия без каких-либо контрольных переменных.

Таблица 13. Результаты тестирования сплошной выборки

	Производительность труда					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Digitize	-0.5738***	-0.4659***	-0.5087***	-0.7895***	-0.593 1***	-0.6362***
	(0.0849)	(0.0708)	(0.0708)	(0.1292)	(0.1070)	(0.1064)
Digitize2				0.4651**	0.2398*	0.2393*
				(0.1583)	(0.1211)	(0.1207)
Контрольные переменные	нет	да	да	нет	да	да
промышленность FE	нет	нет	да	нет	нет	да
провинция FE	нет	нет	да	нет	нет	да
_const	3.5036***	4.6785***	4.4229***	3.4317***	4.6378***	4.3853***
	(0.0371)	(0.5951)	(0.7392)	(0.0416)	(0.5961)	(0.7399)
N	7762	6233	6233	7762	6233	6233
R2	0.005	0.513	0.53	0.006	0.513	0.53

Результаты во (2) и (3) колонках получены последовательным добавлением индивидуальных переменных предпринимателей и переменных уровня предприятия, а также фиксированных эффектов отрасли и провинций к первой колонке. Из таблицы видно, что независимо от того, добавлены ли контрольные переменные или нет, расчетный коэффициент цифровизации предприятий остается значимо отрицательным на уровне 1%, что свидетельствует о значительном отрицательном тормозящем влиянии повышения уровня цифровизации предприятий на производительность труда. С целью исследования связи между цифровизацией предприятий и производительностью труда, в колонках (4) – (6) вводится квадратный член цифровизации предприятий на основе колонок (1) – (3). Из таблицы видно, что расчетный коэффициент цифровизации предприятий остается значимо отрицательным на уровне 1 % в этих трех колонках, а расчетный коэффициент его квадратного члена остается значимо положительным на уровне 10%, что свидетельствует о возможной U-образной нелинейной зависимости и «пороговом» эффекте между цифровизацией предприятий и производительностью труда, подтверждая тем самым наличие значимой нелинейной зависимости между цифровизацией предприятий и производительностью труда. Это означает, что при низком уровне цифровизации предприятия повышение уровня цифровизации будет оказывать негативное тормозящее влияние на производительность труда. Однако при превышении

уровнем цифровизации предприятия определенного «порогового» значения дальнейшее совершенствование цифровизации будет способствовать росту производительности труда. Подобные выводы обосновываются тем, что, когда предприятия находятся на ранних стадиях цифровой трансформации, применение цифровых технологий для интеллектуализации и автоматизации производства может привести к определенной степени замещения труда. При этом низкоквалифицированные работники могут временно испытывать трудности с адаптацией к упрощению и информатизации производственных и управленческих процессов, вызванных цифровыми технологиями, что в свою очередь оказывает определенное влияние на эффективность труда. Когда цифровизация предприятия достигает более высокого уровня, комплексные цифровые преобразования снижают производственные и операционные издержки, заметными становятся инновационные эффекты, повышается эффективность управления, а профессиональные навыки работников предприятия интегрируются с цифровыми технологиями, что значительно повышает производительность труда. Поскольку существует U-образная взаимосвязь между цифровизацией предприятий и производительностью труда, то, используя результаты оценки из столбца (6) в качестве эталона, можно рассчитывать пороговое значение, при котором цифровизация предприятия переходит от сдерживания к повышению производительности труда. В рамках исследования также было установлено, что цифровизация предприятий в основном влияет на производительность труда по трем каналам: содействие технологическому прогрессу, стимулирование организационных изменений и повышение мобильности рабочей силы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении предлагается основной итог, результаты и рекомендации.

Общий итог работы заключается в создании комплексной системы доказательств влияния цифровизации на производительность труда в промышленности Китая, что, в целом, способствовало приращению новых знаний в области понимания таких процессов (в некоторых случаях, такие процессы оказались нелинейными). Кроме того, полученные эмпирические результаты позволили поддержать точку зрения тех исследователей, который придерживаются мнения о положительной корреляции цифровизацией и производительности труда.

Результаты диссертационного исследования:

1. При сравнении уровня цифровизации и уровня производительности труда в восточных, центральных и западных провинциях Китая обнаружен заметный тренд взаимосвязи вышеуказанных категорий. При этом для анализа этого тренда была предложена новая метрика расчета уровня цифровизации, а именно индекс цифровых технологий. Для расчета индекса необходимы данные по следующим показателям, объединенными в три группы: 1) *инфраструктура цифровых технологий*: (1) количество компьютеров на сто человек на предприятиях; (2) уровень проникновения Интернета; 2) *факторы производства цифровых технологий*: (1) доля персонала НИОКР в высокотехнологичных

предприятиях; (2) доля расходов на НИОКР на высокотехнологичных предприятиях; (3) доля 100 крупнейших Интернет-компаний по регионам; 3) *технология применения цифровых технологий*: (1) выручка от бизнеса экспресс-доставки к ВВП; (2) уровень распространения мобильных телефонов; (3) доля единиц Интернет-культуры в стране. Для расчета индекса цифровых технологий предложен метод энтропийного-веса анализа и TOPSIS. Индекс цифровых технологий прошел апробацию на основе использования эмпирических данных 29 провинций и городов Китая, за исключением Синьцзяна и Тибета. Данная методология может быть использована в целях социально-экономической политики для мониторинга и анализа уровня цифровизации в Китае.

2. При анализе влияния уровня цифровизации на производительность труда на уровне провинций обнаружена закономерность: на каждый 1 п.п. прироста применения цифровых технологий приходится 0,0363 п.п. прироста производительности труда в промышленности с учетом влияния других переменных. Данный анализ проведен при учете таких контрольных переменных, как человеческий капитал, энергоёмкость, открытость рынка и промышленная концентрация. Анализ влияния контрольных переменных обнаружил еще ряд закономерностей: во-первых, повышение качества рабочей силы не сопровождалось ростом производительности труда в промышленности, что расходится с большинством существующих исследований и практических наблюдений; во-вторых, более высокое отношение потребления энергии к объему производства оказывает демпфирующее воздействие на производительность труда в промышленности; в-третьих, повышенная открытость торговли способствует развитию конкурентных рынков, облегчает обмен информацией и поощряет технологические инновации, что способствует росту производительности труда; в-четвертых, чрезмерная концентрация может подавлять рыночную конкуренцию и приводить к монополистическому поведению, что, в свою очередь, будет препятствовать повышению производительности труда.

3. Доказано, что внедрение цифровых технологий значительно повышает производительность труда листинговых компаниях (с учётом времени и отраслевых эффектов коэффициент влияния составил 0,0453). Влияние цифровой трансформации на производительность труда особенно значительно в государственных компаниях, высокотехнологичных предприятиях и предприятиях, находящихся на стадии роста. При этом цифровая трансформация повышает производительность труда в этих компаниях по двум основным каналам: за счет смягчения финансовых ограничений и укрепления механизмов внутреннего управления.

4. Обнаружена U-образная нелинейная зависимость между уровнем цифровизации и производительностью труда малых и средних предприятий. При низком уровне цифровизации предприятия улучшение его цифровизации оказывает негативное сдерживающее воздействие на производительность труда. Однако, когда уровень цифровизации предприятия превышает определенное

«пороговое» значение, дальнейшие усовершенствования в области цифровизации способствуют повышению производительности труда.

Опираясь на результаты анализа влияния цифровизации на производительность труда в промышленности Китая, предлагаются *следующие рекомендации* по обеспечению качественного экономического роста:

Во-первых, содействие скоординированному развитию региональной цифровой экономики. Эффективное развитие региональной цифровой экономики подразумевает стратегическое использование цифровых технологий в соответствии с уникальными преимуществами каждого региона, а также учет местных особенностей и использование цифровых технологий для возрождения традиционных преимуществ. Подобный подход направлен на смягчение различий в развитии региональной цифровой экономики, а не на принятие единых целей и стратегий развития для всех регионов. Каждому региону следует уделять первостепенное внимание анализу своих уникальных сильных сторон, интегрировать различные контекстуальные факторы и реализовывать специальные и точные стратегии. Главные сильные стороны восточного региона заключаются в технологическом прогрессе и обилии квалифицированных специалистов. Оптимальное использование этих сильных сторон, усиление синергии между промышленностью, научными разработками и исследованиями, создание благоприятной атмосферы для стимулирования инноваций и содействие сотрудничеству между компаниями, государственными структурами и университетами должны быть приоритетными. Правительству необходимо взять на себя роль направляющего и стимулирующего фактора инноваций в сфере цифровых продуктов, бизнес-моделей и организационных структур. Это означает, что инновационные усилия должны соответствовать стратегическим рамкам правительства и эффективно удовлетворять потребности рынка. В контексте западного региона, характеризующегося недостаточной инфраструктурой, богатыми ресурсами и сравнительно низкой стоимостью рабочей силы, создание центров обработки данных не только укрепит цифровую инфраструктуру региона, но и будет способствовать развитию цифровых инноваций в восточном регионе. Таким образом, эта инициатива заложит основу для будущего сотрудничества между восточными и западными регионами.

Во-вторых, создание новой системы управления стандартами данных. Традиционная система стандартов и показателей данных о производительности труда и цифровизации уже не подходит для анализа развития промышленной индустрии. Поэтому очень важно создать новую систему управления стандартами данных. Во-первых, необходимо разработать разумные стандарты для метаданных, включая единые стандарты и нормы для оценки цифровых технологий, правил использования данных, прав собственности на данные и стандартов качества данных. Во-вторых, необходимо создать единый национальный стандарт для данных о производительности труда и других показателях развития промышленных предприятий. Широкое использование цифровых технологий в промышленной отрасли требует большого количества данных. Таким образом, создание единого национального стандарта для данных в

основных отраслях промышленности может повысить эффективность использования данных на предприятиях и повысить эффективность принятия решений. Наконец, необходимо разработать единый набор показателей, связанных с цифровыми технологиями, в том числе методы расчета и правила учета. В настоящее время Национальное бюро статистики и департаменты промышленной информации еще не создали статистические данные, связанные с цифровыми технологиями. Создание новой системы статистических данных по основным отраслям промышленности поможет изучить и проанализировать применение цифровых технологий в различных отраслях, а также проводить оценку влияния цифровизации на производительность труда.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в журналах, входящих в Перечень научных изданий ЮФУ

1. Shi, Y. Analysis of the reasons for the sustained slowdown in China's labour productivity growth / Yongjing Shi // Russian Journal of Labor Economics. – 2023. – Vol. 10, No. 12. – P. 2171-2184. – DOI 10.18334/et.10.12.120004.
2. Shi, Y. The impact of industrial labour productivity on regional income differences in China / Shi Yongjing // State and Municipal Management. Scholar Notes. – 2023. – No. 4. – P. 290-297. – DOI 10.22394/2079-1690-2023-1-4-290-297.
3. Shi, Y. Labor productivity of Chinese industrial enterprises: issues and solutions / Yongjing Shi // Journal of Economic Regulation. – 2023. – Vol. 14, No. 3. – P. 51-62. – DOI 10.17835/2078-5429.2023.14.3.051-062.
4. Shi, Y. Competition and coordination of China's regional economy in the context of digital economy / Yongjing Shi // State and Municipal Management. Scholar Notes. – 2022. – No. 2. – P. 281-288. – DOI 10.22394/2079-1690-2022-1-2-281-288.

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education
SOUTHERN FEDERAL UNIVERSITY

On the rights of the manuscript

Шм Юнзун

SHI YONGJING

**THE IMPACT OF THE LEVEL OF DIGITALIZATION ON LABOR
PRODUCTIVITY IN INDUSTRY OF CHINA**

**Specialty 5.2.3. Regional and sectoral economy:
Population economics and labor economics**

ABSTRACT
dissertation for the academic degree of Candidate of Sciences in Economic

Rostov-on-Don – 2024

The work was carried out at the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Southern Federal University»

Scientific advisor	Candidate of Sciences in Economics, Docent, Skachkova Ljudmila Sergeevna
Official opponents:	Fursov Viktor Alexandrovich, Doctor of Economic Sciences, Docent, North Caucasus Federal University, Institute of economics and management, Department of State, Municipal Administration and Labor Economics, Professor Potaptseva Ekaterina Viktorovna, Candidate of Economic Sciences, Docent, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Ekaterinburg), Institute of Economics, Center for Structural Policy, Senior Researcher

The defense will take place on 11th of June 2024 at 12:00 at the meeting of the Dissertation Council of the SFU801.03.03 on the basis of the Faculty of Economics of the Southern Federal University at the address: 344002, Rostov-on-Don, M. Gorky str., 88 (academic council hall).

The dissertation can be found in the Zonal Scientific Library of the Southern Federal University at the address: Rostov-on-Don, Zorge str., 21zh and on the website <http://hub.sfedu.ru/diss/>.

The abstract has been sent out on «___» of _____ 2024.

Review of the abstract in 2 copies (indicating the date, full name, academic degree with specialty, title, organization, division, position, address, phone, e-mail), certified by the seal of the organization, please send to the address: 344002, Rostov-on-Don, M. Gorky str., 88, a.107, to the academic secretary of Dissertation Council SFU 801.03.03 Skachkova L.S., as well as in the format .pdf by e-mail: lsskachkova@sfedu.ru.

Academic Secretary
of the Dissertation Council



Skachkova Ljudmila Sergeevna

GENERAL DESCRIPTION OF WORK

Relevance of research topics. Currently, China has rapidly emerged as the world's second-largest economy, benefiting from the advantages of low labor costs and a massive labor force. However, in recent years, labor costs in China have been continuously rising, while the country faces challenges such as an aging population, declining capital returns, overcapacity, and environmental pressures. Therefore, the previous development model that relied solely on factor-driven growth (cheap labor, an undervalued yuan exchange rate, the policy of «technology in exchange for the market», the stability of the political course, etc.), which worked in the last century, is no longer sustainable. Instead, there is a need to transition towards an all-new growth mode driven by innovation. The development of innovative technologies is particularly important in enhancing the quality of economic growth. The Chinese government strongly supports the development of the digital economy and has started to guide and promote its integration with the traditional real economy through policies. Initiatives like the «Internet Plus» have been officially included in the government work report, and the national-level layout for the development of the digital economy has begun. In 2019, the scale of China's digital economy increased 16 times compared to 2005, and its share in GDP was 2.5 times higher than in 2005.

Regarding the relationship between digital technology and labor productivity, domestic and foreign scholars have conducted research, but a consensus has not yet been reached. It has been theorized that digital technology can create new momentum for economic development through the reorganization of production factors. However, this idea has not been firmly established through empirical evidence. Some scholars, led by R. Solow, even argue that the impact of technology on productivity is declining. Some scholars explain this by stating that simply purchasing or investing in digital technology does not necessarily lead to increased productivity. However, other scholars hold a positive view, suggesting that digital technology promotes economic growth. Some have demonstrated that digital technology enhances productivity through improved organizational capabilities and reduced operating costs.

Labor productivity is crucial for a nation's social welfare, livelihood security, and economic development. From the perspective of income distribution, labor productivity is closely related to the income of urban and rural residents and directly affects labor income shares. Therefore, improving labor productivity becomes a crucial support for achieving high-quality economic and social development in China.

In recent years, with the rapid development of the digital economy, digital technology has become the primary driving force for China's economic and social development. Traditional enterprises are leveraging digital technology to accelerate their transformation towards networked, intelligent, and automated operations, sparking a significant wave of digitalization across industries. The rapid development of enterprise digitalization has drawn close attention from academia, and scholars have engaged in heated discussions about its economic and social impact. Existing research findings reveal that digital transformation significantly enhances the economic performance of physical enterprises and can positively influence long-term debt

financing through government subsidies, promote decentralization, reduce total and relative labor costs, and improve input-output efficiency and corporate social responsibility performance. So, does the digital technology-driven digitalization of enterprises contribute to enhancing labor productivity? What mechanisms might be involved? These questions have not been adequately addressed by scholars.

The degree of elaboration. Currently, there is a substantial body of research on labor productivity, with many scholars focusing on the impact of industrial structure and total factor productivity on a country's labor productivity. In comparison to total factor productivity studies, research on labor productivity pays more attention to labor force structure. Mainstream studies on structural transformation primarily focus on aspects such as technological progress, capital deepening, and preference for demand. B. Herrendorf and A. Valentinyi¹ found that the employment shares of the three major industries have a significant impact on overall labor productivity across countries. T. Yang and X. Jiang² attempted to demonstrate through a three-sector model that the slow growth of labor productivity in the tertiary industry has contributed to the deceleration of China's labor productivity growth. Y. Guo and J. Wang³ discovered that infrastructure investment restrained the rise in the service sector's share but increased the pace of labor productivity growth.

Regarding the relationship between the digital economy and labor productivity, scholars hold different views. E. Labaye and J. Remes⁴ argue that the rapid development of digital technologies and their widespread application in businesses, governments, and individuals will make significant contributions to future productivity growth. On the contrary, A. V. Bogoviz et al. found that the current digitalization processes have zero or negative effects on labor efficiency, attributing it to the incomplete transition from a post-industrial to a digital economy. A. Metlyakhin et al.⁵ used two sets of digital indicators to construct models for different periods (2011-2017 and 2006-2017) and found that digital factors had no significant impact on regional labor productivity in the short term, but most digital factors had a significant positive effect on labor productivity in the long term.

There are divergent views in academia regarding the relationship between technology and labor productivity. Some scholars, led by R. Solow⁶, analyzed specific data and concluded that technology did not enhance productivity but rather had a diminishing and continually diminishing effect on it. T. Paul⁷ explained this by stating that technology's development brought new goods, which would change the turnover rate of goods and ultimately underestimate productivity. W. A. Muhanna, M. D. Stoel⁸

¹ Herrendorf, B., & Valentinyi, A. (2012). Which sectors make the poor countries so unproductive? *Journal of the European Economic Association*, 10(2), 323-341.

² Yang, T., & Jiang, X. (2015). Changes in Industrial Structure, Labor Market Distortions, and the Slowdown of China's Labor Productivity Growth. *Economic Theory and Economic Management*, 292(4), 57-67.

³ Guo, Y., & Wang, J. (2019). Infrastructure investment and the change in China's industrial structure. *China Economic Review*, 58, 101339.

⁴ Labaye, E., & Remes, J. (2015). Digital globalization: The new era of global flows. *McKinsey Global Institute*, 1-80.

⁵ Metlyakhin, A., Serebryakova, A., Shadrina, A., & Tsvetkova, A. (2020). Digitalization and labor productivity: Evidence from Russia. *Problems of Economic Transition*, 63(7), 441-464.

⁶ Solow R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth // *The Quarterly Journal of Economics*, 70 (1), 65—94.

⁷ Paul, T. (1999). Does information technology enhance productivity? *Federal Reserve Bank of New York*, 6(11), 177-185

⁸ Muhanna, W. A., & Stoel, M. D. (2010). Does IT pay to build organizational capabilities? A study of IT-Intensive firms. *MIS Quarterly*, 34(1), 85-102.

argue that merely purchasing or investing in digital technology would not increase productivity. However, A. Gambardella, P. Giuri, A. Luzzi⁹ maintain that digital technology fosters economic growth. It achieves this by efficiently organizing and coordinating information technology resources and other resources. With the fading demographic dividend, numerous countries, particularly developed ones, witness a productivity downturn. D. Zhu, Y. Lai, X. Xie¹⁰ claimed that digital technology has emerged as a «cure-all» for invigorating economic growth worldwide. In production, it adeptly manages multiple stages, curtails expenses, and enhances the efficiency of goods production and distribution. C. Zhong, C. Liu, Y. Li¹¹ have come to the conclusion that, transactionally, it slashes communication and logistics costs, fostering closer ties among people and facilitating seamless cross-regional trade. E. Labaye, J. Remes¹² noted digital technology's evolution engenders novel industries and job prospects, bolstering employment and propelling labor productivity growth. Disparate perspectives on the nexus between technology and labor productivity primarily arise from the temporal and spatial discrepancies in technology's impact on productivity. Different stages and economic regions exhibit varying mechanisms through which technology influences labor productivity.

D. Zhu, Y. Lai, X. Xie¹³ indicated the direct impact of digital technology on labor productivity involves streamlining production processes, optimizing structures, and reducing costs. In manufacturing, it enables pre- and post-production data services. For instance, it facilitates real-time market trend monitoring pre-production and enhances understanding of product performance post-production, aligning output with market needs, minimizing resource waste, and accelerating circulation. W. Dai, Y. Liu, M. Liao¹⁴ believed it fosters technological advancement, bolsters productivity, and cuts transaction costs, enabling seamless cross-border trade. J. Yang¹⁵ noted that digital technology's influence on labor productivity lies in its role in capital accumulation and the refinement of labor specialization, accentuating its significance in growth accounting frameworks. G. Chen, M. Li, J. Liu¹⁶ considered data as data capital, continues to grow exponentially, expediting capital accumulation, and fostering intelligence-driven productivity enhancement. However, it is crucial to note that data alone does not directly improve productivity; its effective dissemination and utilization are essential. R. Gordon¹⁷ concluded the capital accumulation stemming from digital technology extends to traditional forms such as digital infrastructure and computer equipment.

⁹ Gambardella, A., Giuri, P., & Luzzi, A. (1998). The market for patents in Europe. *Research Policy*, 27(9), 961-976.

¹⁰ Zhu, D., Lai, Y., & Xie, X. (2017). Can the internet stimulate economic growth? A semi-parametric panel data investigation. *International Journal of Production Economics*, 185, 257-265.

¹¹ Zhong, C., Liu, C., & Li, Y. (2017). Suggestions on China's Digital Economy Development from a Comparative Perspective with the United States. *Economic Review*, 2017(4), 35-39.

¹² Labaye, E., & Remes, J. (2015). Digital globalization: The new era of global flows. McKinsey Global Institute, 1-80.

¹³ Zhu, D., Lai, Y., & Xie, X. (2017). Can the internet stimulate economic growth? A semi-parametric panel data investigation. *International Journal of Production Economics*, 185, 257-265.

¹⁴ Dai, W. Q., Liu, Y., & Liao, M. Q. (2016). Halo effect: Who is "neglecting their duties" in private enterprises? *Management World*, (5), 87-97.

¹⁵ Yang, J. (2018). Including data capital in growth accounting. *Economic Research Journal*, 53(9), 134-147.

¹⁶ Chen, G., Li, M., & Liu, J. (2019). Data capital and labor productivity. *China Economic Quarterly*, 18(2), 529-552.

¹⁷ Gordon, R. J. (2001). Has the "new economy" rendered the productivity slowdown obsolete? *Economic Policy Review*, 7(1), 21-29.

The ambiguity of the results of the study of the impact of digital technologies on labor productivity also motivated the author's research.

The purpose and objectives. The purpose of the study is to study the impact of digital technologies on labor productivity in China's industry at the provincial level, listed companies, small and medium-sized private enterprises. In accordance with the purpose, the following objectives were formulated:

- define and summarize the concepts of digital technology and labor productivity;
- to review existing research on the relationship between digital technologies and labor productivity as a basis for further research;
- analyze the current state of digital technology and labor productivity for a comprehensive overview of the current situation in China;
- conduct an empirical study of the relationship between labor productivity and digitalization, check the relationship between them at different levels, using data from Chinese provinces, listed companies¹⁸, small and medium-sized private enterprises (SMEs).

Object and subject. The research object is economic and managerial aspects of labor productivity in Chinese industries. The subject of the study is the impact of digital technologies on the dynamics and growth of labor productivity in Chinese industry.

The field of research. The research is completed within the framework of professional data table 5.2.3. Regional and Sectoral Economy: Population economics and labor economics: 8.15. Labor productivity and efficiency: essence, dynamics, methods of measurement, factors and reserves of improvement. Incentives and remuneration of employees.

Scientific novelty is embodied in the following provisions:

Firstly, labor productivity growth has been detected and demonstrated in all three regions of China (eastern, central and western), correlating with their digital development. At the same time, the author's contribution to identifying this trend is related to the proposal of a new metric for calculating the level of digitalization, namely the digital technology index.

Secondly, based on panel data from 31 provinces of China, a noticeable positive impact of investments in digital technologies on labor productivity in Chinese industry has been proven. Namely, with each increase in the use of digital technologies by 1 scale unit, industrial productivity increases by 0.0363 scale unit, respectively.

Thirdly, based on economic data on the activities of listed Chinese companies for the period 2007-2020, it has been proved that the introduction of digital technologies significantly increases labor productivity in government agencies, high-tech firms and companies at the stage of expansion. At the same time, digital transformation increases labor productivity in these companies through two main channels: by easing financial constraints and strengthening internal management mechanisms.

¹⁸ A listed company is a company (open joint stock companies) whose shares are traded on a public stock exchange. Obtaining a listing means that these companies have fulfilled the special requirements of the exchange and offered at least some of their shares for public circulation.

Fourth, a significant U-shaped nonlinear relationship between the level of digitalization and labor productivity in small and medium-sized enterprises has been confirmed. With a low level of digitalization of an enterprise, improving its digitalization has a negative deterrent effect on labor productivity. However, when the level of digitalization of an enterprise exceeds a certain "threshold" value, further improvements in the field of digitalization contribute to increased labor productivity.

The theoretical significance of this research lies in its novel approach to analyzing the impact of digital technology on labor productivity, an area less explored in traditional labor productivity studies. By developing a unique digital technology index and employing empirical methods, this study enhances the understanding of how digitalization influences productivity. This methodology offers a new perspective in productivity factor theory, providing a framework that can be applied to similar research in other countries. Thus, this research not only contributes to the theoretical discourse on labor productivity in the digital era but also introduces a methodological innovation for broader application in productivity studies.

Practical significance. The study has important practical implications for policy development in the context of China's changing economic landscape. Several effective public policy measures, the ideas of which are formed on the basis of the findings of the study, should contribute to the management of labor productivity in Chinese industry. Among the measures, firstly, consideration of the need for a regional approach to China's digital economy in connection with the use of socio-economic differences in the western, central and eastern regions of China (it seems important to use individual strategies focusing on innovation in the advanced eastern region and on the development of digital infrastructure in the less developed western region); secondly, creation of a comprehensive system for measuring the level of digitalization and labor productivity for making national strategic decisions.

The methodology was determined by several theories that formed the conceptual and categorical apparatus, the object and subject of the study, in particular, the theory of supply and demand of labor (in particular, in the field of the influence of employment on labor productivity), the theory of job search (model Z. Xu and J. Yan, explaining the specific mechanisms by which digital technologies affect the allocation of labor resources and the effectiveness of recruitment)¹⁹, the theory of constant increase in labor productivity by V.I. Lenin²⁰, the theory of technological dividends, the theory of technological innovations by J. Schumpeter (theory of innovation)²¹, R. Solow (new model of economic growth)²² and K. Zhang et al. (quantitative research on innovation)²³. A number of studies have made it possible to form both a general concept and identify research methods, among them, mainly those studies that support the idea of the positive impact of digital technologies on qualitative and quantitative proportions of economic growth, including labor productivity, as well as studies of general factor labor

¹⁹ Xu, Z., & Yan, J. (2011). Does Skill-Biased Technological Progress Necessarily Worsen Wage Inequality? *Economic Review*, 2011(3), 20-29.

²⁰ Ленин В.И. ПСС. Т.39.

²¹ Schumpeter, J. (1912). The economic theory of development.

²² Solow R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth // *The Quarterly Journal of Economics*, 70 (1), 65—94.

²³ Zhang, C., Xie, S., & Dong, L. (1998). Measurement of the Process of Labor Marketization in China. *Macroeconomic Research*, 1998(5), 13-16.

productivity (J. Stigler²⁴; C. Jin and H. Cheng²⁵ and others), the basic theoretical model of technological progress focused on skilled labor, proposed by D. Asemoglu²⁶.

Research methods. To achieve the goal and solve the tasks of the dissertation research, the following methods are used, in particular for theoretical reviews: classification, typology, methods of scientific abstraction, comparative analysis; for processing and analyzing empirical data: methods of descriptive statistics, methods of econometric analysis (regression analysis, factor analysis, least squares method, etc.), entropy-weight analysis, TOPSIS assessment methods (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution). STATA, SPSS, Python, EXCEL and other software tools are used in the work.

Information and empirical base of the study was established by materials, theoretical propositions and empirical data from databases and information sources, overing: Springerlink, ScienceDirect, ResearchGate, GoogleScholar, China National Knowledge Infrastructure (CNKI), Statistics Bureau of China, World Development Bank, statistical collections and the China Statistical Yearbook (2016-2020), the National Bureau of Statistics, the Guotai'an Database, Tencent's «Internet +» Digital Economy Index Platform, Network Statistics of Science and Technology of China, WIND database. Data sources such as the «Yearbook of Labor Statistics of China», «Yearbook of Statistics of Science and Technology of China», «National Statistical Yearbook», «Yearbook of Statistics of High-tech Industry of China» were also used.

The provisions submitted for the defense.

1. By developing a digital technology index that considers both existing measurement standards of various research institutes and gaps in such metrics, a comparative analysis of digital development with the level of labor productivity in industrial regions of China has been carried out. An analysis of the development of digital technologies and the level of labor productivity showed noticeable regional differences in the eastern, central and western regions of China. When comparing these development indicators, a noticeable increase in labor productivity is recorded in all three regions, correlating with their digital development.

2. Based on the results of an econometric analysis of regional data (panel data from 31 provinces of eastern, central and western China) for the period 2015-2019, a noticeable positive impact of investments in digital technologies on labor productivity in Chinese industry is demonstrated. The coefficient of the digital technology index was 0.0363. This means that for every 1 scale unit increase in the use of digital technologies, 0.0363 scale unit of the increase in industrial productivity is accounted for, considering the influence of other variables. This analysis was carried out taking into account such control variables as human capital, energy intensity, market openness and industrial concentration. A negative coefficient was obtained for the variable "human capital stock". This means that an increase in the quality of the workforce is not accompanied by an increase in industrial productivity, which is at odds with most existing studies and

²⁴ Stigler, G. J. Trends in Output and Employment. New York: National Bureau of Economic Research, 1947.

²⁵ Jin Chunyu, & Cheng Hao. Research on the Interactive Relationship between Spatial Agglomeration of Manufacturing and Manufacturing Labor Productivity in China. Economic Crosscurrents, 2015(03), 83-87.

²⁶ Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2016). The Race between Machine and Man: Implications of Technology for Growth, Factor Shares, and Employment [Working Papers]. NBER Working Papers.

practical observations. A negative coefficient was obtained for the variable "energy intensity", which means that a higher ratio of energy consumption to production has a damping effect on industrial productivity. As for the openness of the market, a positive coefficient was found, which emphasizes the beneficial effect of trade openness on labor productivity in industry. Increased trade openness promotes the development of competitive markets, facilitates the exchange of information and encourages technological innovation, which contributes to productivity growth. The coefficient of the variable "industrial concentration" has a negative correlation. This is confirmed by numerous studies indicating that excessive concentration can suppress market competition and lead to monopolistic behavior, which, in turn, will hinder productivity gains.

3. Digital transformations in listed companies significantly increase labor productivity (considering time and industry effects, the impact factor was 0.0453). This improvement is especially noticeable in government agencies, high-tech firms and companies in the growth stage. An econometric analysis of data from Chinese listed companies listed on the stock exchange for the period from 2007 to 2020 shows that digital transformation increases labor productivity in enterprises through two main channels: by easing financial constraints and strengthening internal management mechanisms.

4. At the level of small and medium-sized enterprises, there is a non-linear effect ("U-shaped" dependence) of the impact of digitalization of enterprises on labor productivity. The reason for these results is that when enterprises are in the early stages of digital transformation, it may be temporarily difficult for low-skilled workers to adapt to the simplification and informatization of production and management processes caused by digital technologies, which has a certain impact on labor efficiency. When the digitalization of an enterprise reaches a higher level, comprehensive transformation into digital form reduces production and operating costs, the effects of innovation become noticeable, management efficiency increases, and the professional skills of employees of the enterprise are integrated with digital technologies, which significantly increases labor productivity. In addition, the "U-shaped" nonlinear effect of digitalization of enterprises on labor productivity is most significant in the eastern region of China, as well as in labor-intensive industries.

The degree of reliability and approbation of the research results. At all stages of implementation, the dissertation research was conducted in accordance with the rules of scientific research using appropriate methods and the application of reliable data, which was confirmed by their verification. The results of the research were tested at the second International Conference (2022) "Sustainable and Innovative Development in the Global Digital Age" in Rostov-on-Don. The fifth International Conference on "Digital Transformation of Industry: Trends, Management, Strategies" (Ekaterinburg) DTI-2023: "Digital Transformation and Growth of Labor Productivity in Industry" at the Institute of Economics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. materials were published in scientific essays, journals and monographs.

Publications. All main obtained results from the dissertation, were published by 4 scientific publications from journals that are included in the list of scientific

publications in which the main scientific results of dissertations for the degree of Candidate of Sciences, for the degree of Doctor of Sciences of the Southern Federal University should be published, with a total volume of 3,22 pp., including personally the author's contribution of 3,22 pp.

Structure and scope of the dissertation. The work consists of introduction, three chapters (each chapter has three paragraphs), conclusion and bibliography, with a total of 116 sources. The paper is explained by 2 figure and 35 tables. The work is 180 pages long.

THE MAIN CONTENT OF THE WORK

The introduction contains a justification of the relevance of the chosen topic and field of research, a description of the degree of elaboration of the problem, the formulation of its object, subject, goals and objectives, a description of scientific novelty, provisions submitted for protection, methodology and methods, as well as information base, theoretical and practical significance of the results obtained.

The first chapter "Theoretical Foundations of Research and Literature Review" presents various points of view regarding basic concepts and definitions, as well as an overview of theories and research in the field of studying the impact of digital technologies on labor productivity. **In paragraph 1.1. "Conceptual Definition"** are proposed, firstly, the use of a broad definition of digital technologies, implying the digitalization of various information (for example, the use of the Internet, artificial intelligence, big data, cloud computing, etc.), and secondly, due to the lack of a metric for measuring the level of digitalization in industry, it is proposed to develop its own indicator. The same paragraph provides concepts and indicators for measuring labor productivity, and, in particular, it is noted that to measure labor productivity in this study, the total labor productivity for all industries and groups of industry will be used, which is calculated by dividing the increase in output by the number of employed workers. The following describes the signs of digital transformation, as well as approaches and theoretical foundations for the definition of "digital transformation". In this study, the author considers "digital transformation" as a dynamic process encompassing micro, meso and macro levels and characterized by innovation, transformational impact and irreversibility. **Paragraph 1.2 "Related theories"** provides a brief overview of related theories that allowed the author to form a general concept, methodology and research methods, among them such theories as the theory of supply and demand, the theory of job search and labor selection, the theory of technological dividends, the theory of technological innovation by J. Schumpeter²⁷, R. Solow²⁸ and C. Zhang et al.²⁹ **Paragraph 1.3 "Literature review"** also forms a theoretical and methodological basis directly related to the goals and objectives of studying the impact of digital technologies on labor productivity. In this paragraph, it is noted that scientists hold different points of view regarding the relationship between the digital economy

²⁷ Schumpeter, J. (1912). The economic theory of development.

²⁸ Solow R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth // The Quarterly Journal of Economics, 70 (1), 65—94.

²⁹ Zhang, C., Xie, S., & Dong, L. (1998). Measurement of the Process of Labor Marketization in China. Macroeconomic Research, 1998(5), 13-16.

and labor productivity. So, E. Labaye and Y. Remes³⁰ argue that the rapid development of digital technologies and their widespread use in business, government and among individuals will make a significant contribution to future productivity growth. A. Bogoviz et al.³¹, on the contrary, found that the current digitalization processes have zero or negative impact on labor productivity, explaining this by the incomplete transition from the post-industrial to the digital economy. A. Metlyakhin et al.³² used two sets of digital indicators to build models for different periods (2011-2017 and 2006-2017) and found that digital factors did not have a significant impact on labor productivity in the region in the short term, but most digital factors had a significant positive impact on labor productivity in the long term. Scientists led by Robert Solow analyzed specific data and came to the conclusion that technology does not increase labor productivity, but rather has a decreasing and constantly decreasing impact on it. Some scientists, however, hold a positive point of view, believing that digital technologies contribute to economic growth (Gambardella et al.³³). Due to the fact that the study sets tasks related to the study of the impact of digital technologies in small and medium-sized enterprises, listed companies, the author provides an overview of research in this area. According to the "Analysis Report on Digital Transformation of SMEs (2021)" by the China Electronics Technology Standardization Institute, a significant 79% of SMEs are in the nascent stages of digital adoption, 12% are actively applying these practices, and a mere 9% have achieved advanced integration. These data indicate problems and low rates of digital technology adoption among small enterprises. Among the problems faced by SMEs in the process of digital transformation are: lack of funds, concentration on individual areas and ignoring the big picture, lack of talent. Regarding the digital transformation of listed companies, the study highlights the importance of analyzing the digital evolution of these enterprises and their participation in the digital economy, as they make a significant contribution to the development of China's digital economy. The Information and Digitalization Special Committee of the China Listed Companies Association recently convened, during which the "China Listed Companies Digital Economy White Paper" (2022)³⁴ was unveiled. Based on a reliable and systematic system for evaluating the digital economy in these corporations, this document highlights the political background, capital market dynamics, and progress of the digital transformation of listed companies in the digital economy era. The digital economy in this document is viewed through two prisms: the industrialization of digital and the digitalization of industries. The first includes the production of digital goods (such as computers, electronic parts, communication devices, etc.), services related to digital products, industries applying digital technologies, and industries based on digital components. The second concept refers to industries that use digital technologies to improve efficiency, such as public administration, manufacturing, logistics and retail. Among the listed companies, 1,058 are *in the field of the*

³⁰ Labaye, E., & Remes, J. (2015). Digital globalization: The new era of global flows. McKinsey Global Institute, 1-80.

³¹ Bogoviz, A. V., Danilevich, A. S., & Kalinin, V. F. (2018). Digital transformation and growth of economic productivity: Digitalization or modernization of post-industrial processes? *Revista Espacios*, 39(3).

³² Metlyakhin, A., Serebryakova, A., Shadrina, A., & Tsvetkova, A. (2020). Digitalization and labor productivity: Evidence from Russia. *Problems of Economic Transition*, 63(7), 441-464.

³³ Gambardella, A., Giuri, P., & Luzzi, A. (1998). The market for patents in Europe. *Research Policy*, 27(9), 961-976.

³⁴ URL: <https://www.sohu.com/a/723186397121717447>

industrialization of digital, with electronic components and equipment manufacturing accounting for 34%, 357 companies; information technology services accounting for 14%, 151 companies; and software development accounting for 12%, 128 companies. The remaining categories are all below 10%. There are 3,626 companies *in the field of industrial digitization*, with smart manufacturing accounting for the highest proportion at 67%, 2,443 companies; digital commerce accounting for 7%, 243 companies; and other sectors, including digital finance, smart transportation, smart agriculture, digital society, and smart logistics, accounting for 18%, 642 companies.

In terms of regional distribution, companies in the field of digital industrialization are mainly located in five provinces and cities: Guangdong, Beijing, Jiangsu, Zhejiang, and Shanghai, accounting for 71.8% of the total. Companies in the field of industrial digitization are mainly distributed in six provinces and cities: Zhejiang, Guangdong, Jiangsu, Shanghai, Beijing, and Shandong, accounting for 61.5%. In addition, among the reasons why companies do not implement digital transformation are low importance for the company's business (45%), ignorance of ways to carry out digital transformation (27%), too low cost–benefit ratio for investments in digital transformation (11%) and other reasons (17%). This section also provides an analysis of the mechanism of the impact of digital technologies on labor productivity.

In the second chapter, "Analysis of the current state of digital technology and labor productivity", a methodology for constructing and calculating the digital technology index is proposed, labor productivity is calculated for 29 provinces of China, as well as comparing these indicators and drawing conclusions for subsequent studies of the impact of digitalization on labor productivity in Chinese industry.

In paragraph 2.1 "Factors, indicators and calculation methods" it is noted that China does not have comprehensive and systematic calculations, constant statistics and monitoring of the level of digital technology development in each province. In this regard, the author, based on the analysis of factors influencing the development of digital technologies, proposes three main indicators, including eight specific indicators. Exactly:

1) Digital technology infrastructure: (1) the number of computers per hundred people in enterprises; (2) Internet Penetration Rate.

2) Digital technology input factors: (1) Proportion of Research and Development Personnel in High-Tech Enterprises; (2) Proportion of Research and Development Expenditure in High-Tech Enterprises; (3) Proportion of Top 100 Internet Companies by Region.

3) Digital technology application: (1) Express Business Revenue/GDP; 2) Proportion of Internet Cultural Units in the Country; (3) Penetration Rate of Mobile Phones (4G).

In this study, the entropy-weight analysis method and the TOPSIS estimation method are used for calculation and analysis. The entropy-weight analysis method refers to objective weighting coefficients and can work with a large number of indicators, while providing a significant reflection of the importance of various indicators in the overall assessment, which makes the research results more objective

and scientific. Using TOPSIS for a comprehensive assessment is more appropriate than using only the entropy-weight analysis method or the TOPSIS method.

Paragraph 2.2 "Current status of digital technologies in Chinese industry" presents calculations of the digital technology index in the period from 2015 to 2019. Empirical data from 29 provinces of China, except for Xinjiang and Tibet, are used for calculations. As shown above, the assessment is based on three dimensions: digital technology infrastructure, digital technology input factors and digital technology application, comprising a total of eight indicators³⁵. The data used for this analysis has only been updated to 2019 due to the abnormal economic condition caused by the COVID-19 epidemic in China since 2020. Various data sources have been used, including "China Labor Statistics Yearbook,"³⁶ "China Science and Technology Statistics Yearbook,"³⁷ "China High-tech Industry Statistics Yearbook,"³⁸ and "China Cultural Relics and Tourism Statistics Yearbook"³⁹

The methodology for calculating the digital technology index is as follows.

First, assuming there are m cities as evaluation objects and n evaluation indicators, the raw data matrix $X = (x_{ij})_{m \times n}$ is as follows:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Where x_{ij} is the raw data of city i and index j .

Secondly, due to the different units of various indicators, there is a dimensional issue caused by the unit difference in the raw data. Therefore, it is necessary to standardize the raw data. Since some indicators may have negative values, different methods are used to handle positive and negative indicators:

Standardization of positive indicators.

$$x_{ij}^- = \frac{\max(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}) - x_{ij}}{\max(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}) - \min(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj})}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Standardization of negative indicators.

$$x_{ij}^+ = \frac{x_{ij} - \max(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj})}{\max(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj}) - \min(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj})}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

We collectively denote the standardized variables x_{ij}^- and x_{ij}^+ as x_{ij} .

Then, it was calculated the proportion of each indicator in different provinces, i.e., the weight of the j -th indicator for the i -th province.

$$T_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^n x_{ij}} \quad i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

Where $\sum_{i=1}^n x_{ij}$ is the sum of attribute values for the j -th indicator across all evaluated provinces. Next, we calculate the entropy value for the j -th indicator using the following formula:

³⁵ Data sources include the "China Labor Statistics Yearbook," "China Science and Technology Statistics Yearbook," "National Statistical Yearbook," "China High-tech Industry Statistics Yearbook," and "China Cultural Relics and Tourism Statistics Yearbook."

³⁶ https://www.stats.gov.cn/zsk/snapshot?reference=2af5e433078f04afa4dd276ccda961e4_414DB6EEFB3587595CC6557241DDAEFA&siteCode=tjzsk

³⁷ <https://www.sts.org.cn/Page/Main/Index>

³⁸ <https://www.stats.gov.cn/was5/web/search?channelid=288041&andsen=中国高技术产业统计年鉴>

³⁹ https://www.mct.gov.cn/gywhb/jgsz/zgxwcbdw_jgsz/zxs_zgxwcbdw/201904/t20190416_842837.htm?eqid=dc1ac84e00065900000000036460f216

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m T_{ij} \ln(T_{ij}) \quad (5)$$

Where $k > 0, k = \frac{1}{\ln(m)}, e_j \geq 0$. Finally, we calculate the entropy weight w_j for the j -th indicator. There is a negative relationship between the differences in indicator values and the entropy value.

$$w_j = \frac{1-e_j}{n-E_e}, E_e = \sum_{j=1}^n e_j \quad (6)$$

The entropy weights obtained for each indicator are arranged to form a combination vector.

$$W = (w_1, w_2, w_3, \dots, w_n)^T \quad (7)$$

Finally, it was done the comprehensive evaluation using the TOPSIS method. There are 5 steps.

Step one involves calculating the weighted standardized matrix. Firstly, the decision matrix is normalized, and the weights obtained from the entropy weight method are used. The two are multiplied together to obtain the final matrix.

$$V = \{v_{ij}\}_{m \times n} = \{w_{ij} \times x_{ij}\}_{m \times n} \quad (8)$$

Step two involves calculating the positive ideal solution and the negative ideal solution. The positive ideal solution is the set of all indicators with optimal values, while the negative ideal solution is the set of all indicators with the worst values.

$$A^+ = [\max_i v_{ij}], (j = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (9)$$

$$A^- = [\min_i v_{ij}], (j = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (10)$$

Step three involves calculating the Euclidean distance of each province's digital technology index to the positive ideal solution and the negative ideal solution. S_i^+ represents the Euclidean distance to the positive ideal solution, while S_i^- represents the Euclidean distance to the negative ideal solution.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - A_j^+)^2}, (i = 1, 2, 3, \dots, m) \quad (11)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - A_j^-)^2}, (i = 1, 2, 3, \dots, m) \quad (12)$$

Step four involves calculating the relative closeness value C . The value of C for each province is calculated using the distance to the positive ideal solution and the distance to the negative ideal solution, based on the following formula:

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad (13)$$

Step five is to obtain the data. The calculated value of C_i^+ indicates the level of digital technology. A larger C_i^+ value indicates a higher level of digital technology, while a smaller CR value indicates a lower level of digital technology. According to the calculation, the digital technology index of China is reported in the following tables 1-3.

Table 1. Digital Technology Index of Central China⁴⁰

province	2015	2016	2017	2018	2019
Anhui	0.061	0.0772	0.082	0.085	0.1142
Henan	0.0577	0.0644	0.058	0.0649	0.105
Heilongjiang	0.0618	0.0697	0.0625	0.0604	0.0906
Hubei	0.0731	0.0833	0.1054	0.0913	0.1342
Hunan	0.0841	0.0891	0.0829	0.0676	0.0955
Jilin	0.052	0.0551	0.0566	0.0601	0.0724
Jiangxi	0.0625	0.0521	0.0887	0.098	0.1212
Central region average	0.0646	0.0701	0.0766	0.0753	0.1047

Table 2. Digital Technology Index of Eastern Region

province	2015	2016	2017	2018	2019
Beijing	0.6563	0.5443	0.5283	0.5528	0.6873
Fujian	0.1604	0.191	0.1947	0.2026	0.2408
Guangdong	0.572	0.6347	0.5933	0.6232	0.5666
Hainan	0.1093	0.1054	0.1112	0.1263	0.1258
Hebei	0.0661	0.0674	0.0687	0.0724	0.0938
Jiangsu	0.1591	0.1849	0.1653	0.1805	0.2228
Liaoning	0.0989	0.089	0.0924	0.0927	0.1109
Shandong	0.0722	0.0746	0.0815	0.0751	0.1318
Shanghai	0.4528	0.4604	0.4787	0.4731	0.6354
Tianjin	0.1151	0.105	0.113	0.1091	0.1364
Zhejiang	0.2167	0.297	0.3095	0.2732	0.3112
Eastern region average	0.2435	0.2503	0.2488	0.2528	0.2966

Table 3. Digital Technology Index of Western China

province	2015	2016	2017	2018	2019
Gansu	0.0248	0.0296	0.0355	0.039	0.0489
Guangxi	0.0339	0.0343	0.0348	0.0436	0.0541
Guizhou	0.0948	0.0937	0.0869	0.0839	0.1005
Inner Mongolia	0.0577	0.0546	0.0589	0.0648	0.0736
Ningxia	0.0675	0.0707	0.0715	0.0767	0.0925
Qinghai	0.0683	0.0591	0.0607	0.0776	0.0874
Shanxi	0.0878	0.0957	0.096	0.0973	0.1157
Sichuan	0.0656	0.0759	0.0912	0.095	0.134
Yunnan	0.0385	0.0431	0.0381	0.0388	0.0551
Chongqing	0.068	0.0713	0.0777	0.0849	0.1237
Western region average	0.06069	0.0628	0.06513	0.07016	0.08855

⁴⁰ Tables 1-3 calculated by the author.

Tables 1-3 reveal discernible regional variations in the advancement of digital technology across China. The digital technology index's mean value demonstrates that the eastern provinces exhibit a notably higher level of digital technology development compared to the central and western regions, with the central region marginally outpacing the west. The eastern region boasts a more sophisticated digital technology infrastructure, with clear leads in technological innovation, high-skilled talent acquisition, market dynamics, and supportive industrial policies. In contrast, the central and western regions are somewhat behind in developing their digital infrastructures and have less robust industrial bases.

In paragraph 2.3 "Analysis of current labor productivity in Chinese industry" calculations and analysis of labor productivity dynamics are performed (see Tables 4-6).

Table 4. Labor Productivity in Eastern Region, yuan per person⁴¹

province	2015	2016	2017	2018	2019
Beijing	194035.8317	210385.4602	224694.7385	244950.5574	277857.6591
Fujian	93843.83094	103004.1866	114700.8989	128266.9084	152430.9126
Guangdong	109628.7268	118943.9857	128836.6599	136377.2696	150583.6439
Hainan	66623.96315	72619.77282	76429.06077	80467.11074	90577.52679
Hubei	80782.36741	89912.96449	98277.25762	109962.4302	129166.6009
Jiangsu	147349.7531	162709.6308	180482.0715	194900.7556	209962.7413
Liaoning	118963.5255	96675.21293	102460.892	111985.0925	111282.3892
Shandong	94990.32039	102297.0811	110712.6635	123725.3179	118685.2319
Shanghai	184526.3715	206400.7061	223166.7942	237557.7541	277251.2716
Tianjin	184413.3586	198193.6349	207292.8936	209797.8942	157315.5171
Zhejiang	114864.7838	125668.5106	136375.8166	146499.3483	160903.1486
Eastern region average	116000.6826	118241.8386	135540.3173	147119.9851	158684.32

Table 5. Labor Productivity in Central China, yuan per person

province	2015	2016	2017	2018	2019
Anhui	50679.69416	55960.24395	61714.52066	68425.92297	84657.80109
Henan	55759.73478	60172.15284	65838.37742	71810.90855	82686.98568
Heilongjiang	74905.24904	75860.81254	79315.11222	82368.20379	76609.15077
Hubei	80782.36741	89912.96449	98277.25762	109962.4302	129166.6009
Hunan	72613.14474	80479.77125	88815.8398	97432.12664	108420.3923
Jilin	94982.64217	98398.51371	100397.9093	102253.5001	80517.56693
Jiangxi	63933.71053	70135.72945	75621.06894	83398.88472	94063.44985
Shanxi	68169.38636	68390.84797	81125.21093	88011.46057	89496.34691
Central region average	66203.8192	71419.03862	77870.74588	84872.82756	94135.44115

⁴¹ Tables 4-6 compiled by the author

Table 6. Labor Productivity in Western China, yuan per person

province	2015	2016	2017	2018	2019
Gansu	44216.73645	46491.79333	48009.44756	53007.57245	56265.24685
Guangxi	59585.53191	64476.02957	65176.84729	71462.46489	74432.70714
Guizhou	53951.96877	59366.89654	66927.78766	72634.04464	81825.60749
Inner Mongolia	121824.8958	122985.7531	112963.7869	128201.2457	129320.2855
Ningxia	80391.22032	85823.13109	91608.40649	97274.35022	97287.30859
Qinghai	75201.45608	79329.28334	80277.39548	87020.28792	89822.83465
Shanxi	87003.2828	93591.22926	105704.5422	117991.1163	124556.5482
Sichuan	62003.3794	67766.54321	75903.57143	83339.74595	95348.3739
Yunnan	46284.35004	49312.97914	54721.86858	59747.12644	77661.53465
Chongqing	92055.442	103291.8976	113293.4589	119117.1154	138487.6272
Western region average	67273.55426	72325.89159	77419.01928	84654.89911	94222.81292

The data presented in Tables 4-6 reveal that despite a general uptrend in labor productivity across China's eastern, central, and western regions since 2015, notable regional disparities persist. The eastern region outpaces the central and western regions in terms of labor productivity. Within these broad categories, the central provinces exhibit a more uniform development pattern, whereas the western provinces display greater variance, with certain locales surpassing the eastern benchmarks in labor productivity. When cross-referenced with the previously discussed regional digital technology advancements, a marked surge in labor productivity across all three regions becomes apparent in 2017, a surge that correlates with the progression of digital technology. Nonetheless, the reliance on conventional factors of production in the central and western regions means that the influence of digital technology on labor productivity is less evident there.

In the third chapter "Empirical testing of the impact mechanism of digital technology on labor productivity" results were obtained demonstrating the impact of digital technologies at three levels in Chinese industry, namely at the provincial level of three Chinese regions (eastern, western and central), at the level of listed companies and at the level of small and medium-sized enterprises.

In paragraph 3.1 "The impact of digital technologies on labor productivity at the provincial level" demonstrates the results of an empirical test of the hypothesis about the impact of investments in digital technologies on labor productivity in China's industry as a whole at the provincial level

To conduct an empirical study, data from 31 provinces of China in the period from 2015 to 2019 were used. Industrial productivity (lp) was chosen as the dependent variable, and the degree of digital technology application is selected as the main independent variable (dei). It was selected four control variables, namely, human capital stock (shc), market openness (open), industry concentration (sca), and energy intensity

(gei). After selecting the variables, the logarithm of all the study variables was used to ensure data stability and eliminate potential heteroscedasticity in the model. The basic regression model is constructed as follows:

$$\ln lp_{it} = \alpha_{it} + \beta \ln dei_{it} + \lambda_1 \ln gei_{it} + \lambda_2 \ln shc_{it} + \lambda_3 \ln open_{it} + \lambda_4 \ln sca_{it} + \varepsilon_{it} \quad (14)$$

Where i denotes the region, and t represents the time. Additionally, ε_{it} denotes the error term, and α, β, λ are the parameters to be estimated.

In this research, it was utilized a panel data approach and applied the Hausman specification test to determine the suitability of the fixed effects versus the random effects model. The outcomes of the Hausman test reveal that the test statistics are significant at the 5% level for all models, leading to the exclusion of the random effects model in favor of the fixed effects model. Consequently, the fixed effects model is employed for all primary analyses. To verify the stability of the estimated results of the baseline model, it was introduced control variables in a stepwise fashion during the testing of the model. The outcomes of these regressions are systematically documented in Table 7.

Table 7. Regression Results

VARIABLES	Model (1)	Model (2)	Model (3)	Model (4)	Model (5)
ln dei	0.0567** (0.0245)	0.0371*** (0.00782)	0.0296*** (0.00464)	0.0325*** (0.00491)	0.0363*** (0.00489)
ln gei		-0.990*** (0.00782)	-0.998*** (0.00177)	-0.999*** (0.0103)	-0.997*** (0.00990)
ln shc			-0.732*** (0.105)	-0.538*** (0.0596)	-0.590*** (0.0599)
ln open				0.0835* (0.0426)	0.0986** (0.0413)
ln sca					-0.0837*** (0.0281)
Constant	2.695*** (0.0359)	3.373*** (0.0114)	9.338*** (0.860)	7.924*** (0.507)	8.362*** (0.509)
R-squared	0.014	0.987	0.995	0.994	0.995
Number of provinces	31	31	31	31	31

The positive and statistically significant regression coefficients for the digital technology application index (dei) at the 1% level are evident, suggesting that investments in digital technology have a notably positive influence on the industrial labor productivity in China. When control variables such as energy intensity, human capital, market openness, and industrial concentration are factored in, the coefficient for *dei* stands at 0.0363. This denotes that with every 1 scale unit increment in the

application of digital technology, there is a corresponding 0.0363 scale unit enhancement in industrial labor productivity, considering the influence of other variables. These findings show that investment in digital technology is a catalyst for the advancement of industrial labor productivity.

The analysis of control variables within the regression columns (2) through (5) reveals that energy intensity (*gei*) bears a negative coefficient and reaches statistical significance at the 1% level. This implies that a higher ratio of energy consumption to output exerts a dampening effect on industrial labor productivity. Such findings align with prior studies and observable trends. In columns (3) to (5), the coefficients for human capital stock (*shc*) are also negative and significantly so at the 1% threshold, suggesting an inverse relationship with China's industrial labor productivity. This indicates that an augmentation in the quality of the workforce does not correspond with an uptick in industrial labor productivity, a conclusion that diverges from the majority of existing research and practical observations. This anomaly might be attributed to the delayed integration of digital technology in China's industries, which could mean the beneficial impacts of enhanced human capital on productivity are yet to fully materialize. Moreover, the human capital stock indicator used, which focuses on years of education, may not adequately capture the actual quality of the labor force, as it does not account for the quality of education received. Regarding market openness (*open*), columns (4) and (5) show positive coefficients, significant at the 1% level, underscoring the beneficial effects of trade openness on industrial labor productivity. Increased openness to trade promotes competitive markets, facilitates the exchange of information, and encourages technological innovation, all of which contribute to productivity gains. Lastly, the industry concentration (*sca*) coefficient in column (5) is negatively correlated and significant at the 1% level, suggesting that heightened industry concentration detracts from labor productivity. This is supported by numerous studies indicating that excessive concentration can stifle market competition and may lead to monopolistic behavior, which in turn can impede improvements in labor productivity.

This section also tested the Mediation Effect of technological innovations and the structure of industry (digital technologies – TI - labor productivity; digital technologies – SP – labor productivity). A positive effect of mediating "technological innovations" was found, which indicates that the use of digital technologies contributes to the development of technological innovations, which leads to an increase in industrial productivity. As for the "industrial structure" factor, no significant increase in labor productivity was found due to an improvement in the industrial structure. Among the reasons for such a weak influence, the author points to the dissipative effects of initial investment in technology. Digital technologies, as they are emerging, are attracting more and more attention from an increasing number of companies and countries, which leads to increased competition in the market. However, at the initial stage, only a few companies benefit from this technology and try to organize other firms to benefit from it, which leads to dissipative activities that undermine the benefits brought by digital technology. The author points to another reason for the weak indirect influence of the industrial structure on labor productivity. Namely, this is a lag in implementation and recombination. Research and investment in digital technologies are significant, and they

require compliance with high technical requirements and equipment performance. This means that companies in the industry need to create a sufficient stock of digital skills and equipment, as well as invent the necessary additional processes to really improve the industrial structure. This requires time and financial support, and currently, when the introduction of digital technologies began relatively late, most enterprises in China's industrial sector do not have the opportunity to do this effectively, which leads to the retarding effect of digital technologies on the industrial structure.

In paragraph 3.2. " The Impact of Digital Transformation on Listed Firms' Labor Productivity" using economic data of Chinese A-share listed companies during the period of 2007 to 2020 it was presented evidence that the adoption of digital transformation significantly enhances labor productivity in these businesses. This enhancement is especially noticeable in state-owned entities, high-tech firms, and companies that are in the expansion phase, taking into account the intrinsic attributes of the organizations as well as the external environmental and temporal dynamics. The analysis of underlying mechanisms reveals that digital transformation can elevate labor productivity in businesses through two primary channels: by alleviating financial constraints and by bolstering internal governance frameworks.

To examine the relationship between digital transformation and enterprise labor productivity, the following benchmark model variable definitions are set:

$$LP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 DT_{it} + \alpha_2 CV_s + Year + industry + \varepsilon_{it} \quad (15)$$

Table 8. Variable Definitions⁴²

Variable Category	Variable Name	Description
Dependent Variable	Labor Productivity (LP)	Total Factor Productivity (TFP) as a surrogate measure, capturing the impact of advancements in staff knowledge, skills, and organizational management on labor productivity.
Core Independent Variable	Digital Transformation (DT)	Measured through Python analysis of annual reports for keywords related to digital transformation, subdivided into 'fundamental technology application' and 'technical practice application'.
Control Variables	Enterprise Size (Size)	Defined as the logarithm of total assets.
Control Variables	Enterprise Growth (Growth)	Defined as (current-year operating income - previous-year operating income) / previous-year operating income.
Control Variables	Asset-Liability Ratio (Lev)	Defined as total liabilities / total assets.
Control Variables	Return on Assets (ROA)	Defined as the ratio of net profit to total assets.
Control Variables	Enterprise Age (Age)	Represented by the logarithm of the enterprise's establishment time.
Control Variables	Investment Opportunities	Measured using the Tobin Q ratio.
Control Variables	Largest Shareholder's Shareholding (Larghold)	Defined as the proportion of shares held by the largest shareholder in the total share capital.

Table 9 delineates the foundational regression outcomes linking digital transformation to labor productivity.

⁴² Developed by the author.

Table 9. The Influence of Digital Transformation on Labor Productivity: Benchmark Regression and Dynamic Effect⁴³

variable	baseline		dynamic			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
DT	0.0453***	0.0240***				
	(0.0095)	(0.0084)				
L1.DT			0.0281***			
			(0.0084)			
L2.DT				0.0285***		
				(0.0091)		
L3.DT					0.0299***	
					(0.0104)	
L4.DT						0.0283**
						(0.0119)
CVs	NO	YES	YES	YES	YES	YES
Year	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Industry	YES	YES	YES	YES	YES	YES
N	24 497	23 995	24 396	21 503	18 598	15 880
adj. R ²	0.004	0.172	0.174	0.179	0.182	0.182

Utilizing a progressive regression methodology, the initial set of results, as depicted in the first column, reveals that with time and industry effects accounted for, the coefficient for digital transformation's influence on labor productivity stands at 0.0453, with a 1% statistical significance level. This underscores the positive contribution of digital transformation to labor productivity enhancement. Introducing various control variables in the second column, the coefficient for digital transformation is 0.0240, maintaining its significance at the 1% level, which implies a robust positive influence on labor productivity, independent of other variables. Nonetheless, the impact of digital transformation on labor productivity could be subject to temporal lags. To capture this potential delay, the study expands the temporal scope, assessing the enduring influence of digital transformation on labor productivity by considering a 1 to 4 period lag. Columns 3 to 6 of Table 9 present these findings, where the core independent variable—digital transformation—consistently exhibits a positive coefficient.

Then it was studied the specific mechanism through which digital transformation enhances labor productivity. Firstly, it was researched the mediation effect for the "Digital Transformation—Financial Constraint—Labor Productivity" relationship. The regression coefficient of digital transformation (DT) on financial constraint (SA) is -0.0071, and the estimated coefficient of financial constraint (SA) on labor productivity (LP) is -0.0640, both passing significance tests at least at the 5% level. This indicates that digital transformation can improve labor productivity by alleviating financial constraints. *Secondly*, It was explored the results of the mediation effect the "Digital

⁴³ Calculated by the author.

Transformation—Internal Control—Labor Productivity" relationship. The research demonstrates that the regression coefficient of digital transformation (DT) on internal control (In_con) is 0.0027, and the estimated coefficient of internal control (In_con) on labor productivity (LP) is 0.4291, both passing significance tests at the 1% level. This indicates that digital transformation indeed strengthens internal control within enterprises, improving corporate governance and promoting the enhancement of labor productivity.

In paragraph 3.3 "The impact of digital transformation on labor productivity in small and medium-sized enterprises (SMEs)" the nonlinear effect of digital technologies on labor productivity in SMEs is demonstrated. As an empirical base, data from the 2016 China Private Enterprise Survey were used, obtained during a stratified random sample survey conducted every two years among private enterprises throughout the country by a joint research group consisting of the Working Department of the United Front of the CPC Central Committee, the All-China Federation of Industry and Trade, the State Administration of Industry and Trade and the Chinese Association of Private Economics (Xu et al.)⁴⁴.

To examine the impact of enterprise digitization on labor productivity, the following econometric model is specified:

$$Labor_{ijp} = \beta_0 + \beta_1 Digitize_{ijp} + \beta_2 Digitize_{ijp}^2 + \beta_3 Controls + X_j + \eta_p + \varepsilon_{ijp} \quad (16),$$

where subscripts i, j, and p represent enterprises, industries, and provinces, respectively. The dependent variable $Labor_{ijp}$ represents enterprise labor productivity, and the core explanatory variable $Digitize_{ijp}$ denotes the level of enterprise digitization. $Digitize_{ijp}^2$ represents its squared term. Controls represent the control variables, including individual characteristics of entrepreneurs, enterprise-level characteristics, and regional characteristics. Additionally, industry fixed effects (X_j) and province fixed effects (η_p) are introduced to control for unobservable characteristics that may affect enterprise labor productivity. ε_{ijp} denotes the error term.

Dependent variable: Labor productivity (Labor) was measured based on the calculation of the value added created by one employee. In particular, it is calculated using the formula $\ln(1 + (\text{tax revenue} + \text{post-tax profit} + \text{total wages}) / \text{number of employees})$. This study uses the method proposed by Liu Yiming et al.⁴⁵ to measure labor productivity in an enterprise, and to check sustainability, the generally accepted indicator "output per worker" is used to replace the measurement of labor productivity, i.e. the ratio of the company's operating revenue to the total number of employees (Labor2).

⁴⁴ Xu, X., & Zhao, M. (2020). Data Capital and Economic Growth Path. *Economic Research*, 55(10), 38-54

⁴⁵ Liu, Y. M., & Zhang, Y. M. (2021). Labor quality and labor productivity in private enterprises: A Marxist perspective. *World Economy*, 44 (1), 3-24

Core Explanatory Variable: Enterprise Digitization Level (Digitize) based on enterprise internet information. Regarding the internet usage of private enterprises, the 2016 survey data provides relevant information on 9 activities conducted by enterprises through the internet. These 9 Internet usage activities have been converted into binary variables (0-1) and then use iterative principal component analysis to construct the enterprise digitization index. Table 10 shows the factor characteristic values, variance contribution rates, and cumulative variance contribution rates obtained through factor analysis. Based on the principle that the eigenvalues are greater than 1 or the cumulative variance contribution rate exceeds 80% and considering that Factor 1 and Factor 2 together explain 0.7996 of the standardized variance, Factor 1 and Factor 2 are chosen to measure enterprise digitization. Table 11 presents the results of the Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) test, with the Bartlett sphericity test statistic value being 5,418.71, and the corresponding significance probability being 0.000. At the same time, the KMO value is 0.769, confirming the rationality of conducting factor analysis in this study. Comparing the rotated factor loadings reveals that Factor 1 is highly correlated with activities such as "opening online stores," "advertising and enterprise promotion," "collaboration with internet companies," and "establishing enterprise Weibo and WeChat public accounts." Factor 2 is highly correlated with activities such as "establishing enterprise websites," "hiring talents," and "search engine bidding rankings." Based on this, the comprehensive scores of these two factors (sum of variance contribution rates multiplied by factor scores) are calculated to obtain the enterprise digitization index.

Table 10. Results of factor analysis⁴⁶

factor	Eigenvalue	variance contribution rate	cumulative variance contribution rate
Factor1	1.583 2	0.660 3	0.660 3
Factor2	0.333 8	0.139 2	0.799 6
Factor3	0.190 3	0.079 4	0.878 9
Factor4	0.151 1	0.063 0	0.941 9
Factor5	0.088 4	0.036 9	0.978 8
Factor6	0.036 6	0.015 3	0.994 1
Factor7	0.013 1	0.005 5	0.999 5
Factor8	0.001 3	0.000 5	1.000 1
Factor9	-0.000 2	-0.000 1	1.000 0

⁴⁶ Calculated by the author.

Table 11. KMO test results of factor analysis and factor load after rotation⁴⁷

factors	KMOtest	Factor1	Factor2
Establish a corporate website	0.769 7	0.037 9	0.369 6
Open an online shop	0.728 0	0.035 5	-0.049 7
Advertising, corporate publicity	0.791 6	0.292 2	-0.002 1
Hire talents	0.746 1	0.225 4	0.364 8
Cooperate with internet companies	0.785 3	0.062 0	0.003 9
Establish Weibo and WeChat WeChat official accout	0.766 1	0.410 1	0.047 9
Search engine bidding ranking	0.800 8	-0.042 8	0.070 7
Customer communication and service	0.769 5	0.029 9	0.030 3
other	0.491 1	0.001 4	-0.024 1
comprehensive	0.769 3		

Control Variables. Unlike state-owned enterprises, the production and operation of private enterprises are more influenced by the personal decisions of entrepreneurs, enterprise heterogeneity, and the institutional environment of the region. Therefore, to obtain robust and credible empirical conclusions, this study introduces a series of control variables that may affect enterprise labor productivity at the individual, enterprise, and regional levels.

Firstly, introduced entrepreneur personal characteristics variables mainly include: (1) Entrepreneur age (Age_entre), calculated as the logarithm of the year before the survey year minus the year of birth; (2) Entrepreneur gender (Sex_entre), taking a value of 1 for males and 0 for females; (3) Entrepreneur education level (Educ_entre), assigning values based on the duration of education; (4) Entrepreneur status (Status_entre), calculated as the average of economic status, political status, and social status after reverse processing; (5) Experience in the system (Exper_system), taking a value of 1 if the entrepreneur worked in state-owned, collective enterprises, or government agencies before starting the business, and 0 otherwise; (6) Political affiliation (Poli_connect), taking a value of 1 if the entrepreneur currently holds any position in the People's Congress, the Chinese People's Political Consultative Conference, industry associations, or the Federation of Industry and Commerce, and 0 otherwise.

Secondly, the following enterprise-level control variables are introduced: (1) Enterprise age (Age_firm), calculated as the logarithm of the year before the survey year minus the year of establishment; (2) Enterprise economic scale (Income_firm), calculated as the logarithm of enterprise sales revenue or operating revenue plus 1; (3) Enterprise employment scale (Scale_firm), calculated as the logarithm of the total number of employees in the enterprise; (4) Average wage (Wage_firm), calculated as the logarithm of the total amount of wages, bonuses, etc., paid to employees by the enterprise divided by the total number of employees; (5) Employee training expenses (Train_fee), calculated as the logarithm of the enterprise's employee training expenses

⁴⁷ Calculated by the author.

for the year; (6) Capital intensity (Cap_int_en), calculated as the logarithm of the ratio of net assets to the total number of employees in the enterprise.

Lastly, the variable "Institutional Environment of the Province" (Inst_index) is introduced. Following the approach of most existing literature, we use the marketization index proposed by Fan et al.⁴⁸ to measure the institutional environment of different provinces and its impact on enterprise labor productivity.

Table 12 reports the descriptive statistics of the main variables. In addition, the correlation matrix of the explanatory variables shows that the highest absolute correlation coefficient is 0.438. The variance inflation factor (VIF) test results indicate that the highest VIF value does not exceed 2.21, far below the critical value of 10, with an average value of 1.45. Based on this, it is believed that the model and variable setting of this study will not suffer from severe multicollinearity problems.

Table 12. Descriptive statistical results of main variables⁴⁹

variables	obs	mean	SD	min	max
Labor	7 762	3.501	3.267	-2.488	12.612
Labor2	7 923	3.247	2.599	-0.288	11.513
Digitize	8 083	0	0.395	-0.419	1.402
Age_entre	7 965	3.767	0.228	2.944	4.382
Sex_entre	8 083	0.792	0.406	0	1
Educ_entre	7 930	14.041	2.656	9	23
Status_entre	7 381	4.929	1.848	1	10
Exper_system	8 083	0.004	0.064	0	1
Poli_connect	8 083	0.496	0.5	0	1
Age_firm	7 339	1.874	0.927	0	3.738
Income_firm	8 021	7.056	3.16	-3.507	15.611
Scale_empl	7 932	5.181	5.234	0	19.519
Wage_aver	7 932	1.434	1.673	0	11.512
Train_fee	8 083	2.326	3.606	0	12.165
Cap_inten	7 873	3.401	5.638	-21.321	11.512
Inst_index	8 083	7.404	1.788	0.62	9.78

In this study, the ordinary least squares (OLS) estimation method is used to regress the econometric equation, and the clustering-robust standard errors at the enterprise level are adopted in the regression process to overcome potential heteroscedasticity and autocorrelation issues in the column. Table 13 presents the baseline regression results for the full sample.

⁴⁸ Fan, G.; Wang, X.; Ma, G. (2011). Contribution of China's market-oriented process to economic growth. *Econ. Res.*9, 4–16

⁴⁹ Calculated by the author.

Table 13. Full Sample Test Results

	Labor productivity					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Digitize	-0.5738***	-0.4659***	-0.5087***	-0.7895***	-0.5931***	-0.6362***
	(0.0849)	(0.0708)	(0.0708)	(0.1292)	(0.1070)	(0.1064)
Digitize ²				0.4651**	0.2398*	0.2393*
				(0.1583)	(0.1211)	(0.1207)
Controls	No	Yes	Yes	No	Yes	Yes
Industry FE	No	No	Yes	No	No	Yes
Province FE	No	No	Yes	No	No	Yes
_cons	3.5036***	4.6785***	4.4229***	3.4317***	4.6378***	4.3853***
	(0.0371)	(0.5951)	(0.7392)	(0.0416)	(0.5961)	(0.7399)
N	7762	6233	6233	7762	6233	6233
R2	0.005	0.513	0.53	0.006	0.513	0.53

In the first column, only the enterprise digitization variable is introduced without any control variables. In the second and third columns, individual variables of entrepreneurs and enterprise-level variables, as well as industry and province fixed effects, are successively added to the first column. The table shows that whether control variables are added or not, the estimated coefficient of enterprise digitization remains significantly negative at the 1% level, indicating a significant negative inhibitory effect of improving the level of enterprise digitization on labor productivity. To examine the non-linear relationship between enterprise digitization and labor productivity, columns (4) to (6) introduce the squared term of enterprise digitization based on columns (1) to (3). From the table, it can be observed that the estimated coefficient of enterprise digitization remains significantly negative at the 1% level in these three columns, while the estimated coefficient of its squared term remains significantly positive at the 10% level, suggesting a possible U-shaped non-linear relationship and a «threshold» effect between enterprise digitization and labor productivity. This result confirms the presence of a significant non-linear relationship between enterprise digitization and labor productivity. It means that when the level of enterprise digitization is low, improving digitization will have a negative inhibitory effect on labor productivity. However, when the level of enterprise digitization exceeds a certain «threshold» value, further improvements in digitization will contribute to the enhancement of labor productivity. The reason behind these results may be that when enterprises are in the early stages of digital transformation and the application of digital technology is at a relatively low level, the application of digital technology for production intelligence and automation may lead to a certain degree of labor substitution. Low-skilled workers may temporarily struggle to adapt to the simplification and informatization of production and management processes caused by digital technology, resulting in a certain impact on labor efficiency. When enterprise digitization reaches a higher level, comprehensive digitization transformation reduces production and operation costs, innovation effects become prominent, management efficiency improves, and the professional skills of

enterprise workers are integrated with digital technology, significantly enhancing labor productivity.

Since there is a U-shaped relationship between enterprise digitization and labor productivity, this study examines at which stage the sample companies' level of digitization lies on the curve. Using the estimation results from column (6) as a reference, the threshold value at which enterprise digitization transitions from inhibiting to improving labor productivity is calculated. In the framework of research it was improved that enterprise digitization mainly affects labor productivity through three channels: promoting technological progress, driving organizational changes, and improving labor force mobility.

CONCLUSION

In conclusion, the main outcome, results and recommendations are proposed.

The overall result of the work is to create a comprehensive system of evidence of the impact of digitalization on labor productivity in China's industry, which, in general, contributed to the increment of new knowledge in the field of understanding such processes (in some cases, such processes turned out to be nonlinear). In addition, the empirical results obtained allowed us to support the point of view of those researchers who hold the opinion about the positive correlation between digitalization and labor productivity.

The results of the dissertation research:

1. When comparing the level of digitalization and the level of labor productivity in the eastern, central and western provinces of China, a noticeable trend in the relationship of the above categories was found. At the same time, a new metric for calculating the level of digitalization, namely the digital technology index, was proposed to analyze this trend. To calculate the index, data is needed on the following indicators, combined into three groups: 1) Digital technology infrastructure: (1) the number of computers per hundred people in enterprises; (2) Internet Penetration Rate. 2) Digital technology input factors: (1) Proportion of Research and Development Personnel in High-Tech Enterprises; (2) Proportion of Research and Development Expenditure in High-Tech Enterprises; (3) Proportion of Top 100 Internet Companies by Region. 3) Digital technology application: (1) Express Business Revenue/GDP; (2) Proportion of Internet Cultural Units in the Country; (3) Penetration Rate of Mobile Phones (4G). The method of entropy-weight analysis and TOPSIS is proposed to calculate the digital technology index. The Digital Technology Index has been tested using empirical data from 29 provinces and cities in China, with the exception of Xinjiang and Tibet. This methodology can be used for socio-economic policy purposes to monitor and analyze the level of digitalization in China.

2. When analyzing the impact of the level of digitalization on labor productivity at the provincial level, a pattern was found: for every 1 scale unit increase in the use of digital technologies, 0.0363 scale unit of the increase in labor productivity in industry is accounted for, considering the influence of other variables. This analysis was carried out taking into account such control variables as human capital, energy intensity, market openness and industrial concentration. The analysis of the influence of control variables revealed a number of other patterns: *firstly*, an increase in the quality of the workforce

was not accompanied by an increase in industrial productivity, which is at odds with most existing studies and practical observations; *secondly*, a higher ratio of energy consumption to production has a damping effect on industrial productivity; *thirdly*, increased openness to trade promotes the development of competitive markets, facilitates the exchange of information and encourages technological innovation, which contributes to productivity growth; *fourth*, excessive concentration can suppress market competition and lead to monopolistic behavior, which, in turn, will hinder productivity growth.

3. It has been proven that the introduction of digital technologies significantly increases the productivity of listed companies (taking into account time and industry effects, the coefficient of influence was 0.0453). The impact of digital transformation on labor productivity is especially significant in state-owned companies, high-tech enterprises and enterprises in the growth stage. At the same time, digital transformation increases labor productivity in these companies through two main channels: by easing financial constraints and strengthening internal management mechanisms.

4. A U-shaped nonlinear relationship between the level of digitalization and labor productivity of small and medium-sized enterprises has been discovered. With a low level of digitalization of an enterprise, improving its digitalization has a negative deterrent effect on labor productivity. However, when the level of digitalization of an enterprise exceeds a certain "threshold" value, further improvements in the field of digitalization contribute to increased labor productivity.

Based on the results of the analysis of the impact of digitalization on labor productivity in China's industry, *the following recommendations are proposed to ensure high-quality economic growth:*

First, to promote the coordinated development of the regional digital economy. The effective development of the regional digital economy implies the strategic use of digital technologies in accordance with the unique advantages of each region, as well as considering local characteristics and using digital technologies to revive traditional advantages. This approach is aimed at mitigating differences in the development of the regional digital economy, rather than adopting common development goals and strategies for all regions. Each region should prioritize the analysis of its unique strengths, integrate various contextual factors, and implement specific and precise strategies. The main strengths of the eastern region are technological progress and an abundance of qualified specialists. Making optimal use of these strengths, strengthening synergies between industry, scientific research and development, creating a favorable atmosphere to stimulate innovation and promoting cooperation between companies, government agencies and universities should be a priority. The government needs to take on the role of guiding and stimulating innovation in the field of digital products, business models and organizational structures. This means that innovation efforts must be consistent with the government's strategic framework and effectively meet market needs. In the context of the western region, characterized by insufficient infrastructure, rich resources and relatively low labor costs, the creation of data centers will not only strengthen the digital infrastructure of the region, but also contribute to the development

of digital innovations in the eastern region. Thus, this initiative will lay the foundation for future cooperation between the eastern and western regions.

Secondly, the creation of a new data standards management system. The traditional system of standards and indicators of labor productivity and digitalization data is no longer suitable for analyzing the development of the industrial industry. Therefore, it is very important to create a new data standards management system. First, it is necessary to develop reasonable standards for metadata, including uniform standards and norms for evaluating digital technologies, data usage rules, data ownership rights and data quality standards. Secondly, it is necessary to create a unified national standard for data on labor productivity and other indicators of the development of industrial enterprises. The widespread use of digital technologies in the industrial sector requires a large amount of data. Thus, the creation of a single national standard for data in major industries can improve the efficiency of data use in enterprises and improve decision-making efficiency. Finally, it is necessary to develop a unified set of indicators related to digital technologies, including calculation methods and accounting rules. Currently, the National Bureau of Statistics and the departments of Industrial Information have not yet created statistics related to digital technologies. The creation of a new statistical data system for major industries will help to study and analyze the use of digital technologies in various industries, as well as assess the impact of digitalization on labor productivity.

LIST OF WORKS PUBLISHED ON THE TOPIC OF THE DISSERTATION

Articles published in journals included in the List of scientific publications of the SFedU

1. Shi, Y. Analysis of the reasons for the sustained slowdown in China's labour productivity growth / Yongjing Shi // Russian Journal of Labor Economics. – 2023. – Vol. 10, No. 12. – P. 2171-2184. – DOI 10.18334/et.10.12.120004.
2. Shi, Y. The impact of industrial labour productivity on regional income differences in China / Shi Yongjing // State and Municipal Management. Scholar Notes. – 2023. – No. 4. – P. 290-297. – DOI 10.22394/2079-1690-2023-1-4-290-297.
3. Shi, Y. Labor productivity of Chinese industrial enterprises: issues and solutions / Yongjing Shi // Journal of Economic Regulation. – 2023. – Vol. 14, No. 3. – P. 51-62. – DOI 10.17835/2078-5429.2023.14.3.051-062.
4. Shi, Y. Competition and coordination of China's regional economy in the context of digital economy / Yongjing Shi // State and Municipal Management. Scholar Notes. – 2022. – No. 2. – P. 281-288. – DOI 10.22394/2079-1690-2022-1-2-281-288.