JEL: L60, L70, R11, O30
УДК 332.12

<https://dx.doi.org/10.14530/se.2021.4.069-096>

Производительность труда секторов экономики в регионах: роль информационно-коммуникационных технологий

С.Р. Халимова, А.И. Иванова

Халимова София Раисовна

кандидат экономических наук

¹ старший научный сотрудник

Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, пр-т Академика Лаврентьева, 17, Новосибирск, 630090, Российская Федерация

² доцент

Новосибирский государственный университет, ул. Пирогова, 1, Новосибирск, 630090, Российская Федерация

E-mail: sophiakh@academ.org

ORCID: 0000-0002-5732-5741

Иванова Анастасия Игоревна

¹ младший научный сотрудник

Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, пр-т Академика Лаврентьева, 17, Новосибирск, 630090, Российская Федерация

² ассистент

Новосибирский государственный университет, ул. Пирогова, 1, Новосибирск, 630090, Российская Федерация

E-mail: a.ivanova2@g.nsu.ru

ORCID: 0000-0001-8969-988X

Аннотация. В статье рассматривается влияние расширения масштабов использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) на экономическое развитие регионов. Как это показано различными авторами, использование ИКТ в конечном счете приводит к росту производительности факторов производства. В рамках данного исследования оценивается то, в какой мере использование ИКТ способствует росту эффективности экономического развития на региональном уровне, понимаемого здесь как производительность труда в добывающей промышленности, которая измеряется как отношение произведенной валовой добавленной стоимости к среднегодовой численности занятых. Анализ панельных данных по российским регионам охватывает временной период 2015–2018 гг. Проведенный анализ показал, что распространение ИКТ оказывает положительное влияние на производительность труда в добывающей и обрабатывающей промышленности. При этом при рассмотрении производительности труда в добывающей промышленности регионы были разделены на две группы – «ресурсные» и «нересурсные», в зависимости от роли добычи полезных ископаемых в региональной экономике. Получено, что существу-

ет взаимосвязь между показателями развития ИКТ и производительностью труда, причем значимые факторы имеют отраслевую и региональную специфику. Широкое распространение ИКТ оказывает положительное влияние на эффективность экономического развития, причем в обрабатывающей промышленности наблюдается более сильная взаимосвязь, тогда как для добывающей промышленности выявленная зависимость оказалась не столь четкой. Среди факторов, влияющих на производительность труда в добывающей промышленности в «ресурсных» регионах, следует выделить доступ к сети Интернет, использование «облачных» сервисов, а также вовлеченность в научные исследования и разработки; для «нересурсных» регионов значимыми факторами являются использование локальных вычислительных сетей, получение регионом субсидии на ИКТ и приобретение вычислительной техники. Для обрабатывающей промышленности ключевыми факторами являются доступ к сети Интернет, доля высокотехнологичного бизнеса в региональной экономике, приобретение вычислительной техники и использование услуг сторонних организаций и специалистов по ИКТ.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии, производительность труда, добывающая промышленность, добыча полезных ископаемых, обрабатывающая промышленность, обрабатывающие производства, регион, анализ панельных данных

Благодарности. Статья подготовлена по плану НИР ИЭОПП СО РАН, проект «Теория и методология исследования устойчивого развития компаний высокотехнологичного и наукоемкого сектора экономики в контексте глобальных вызовов внешней среды, технологических, организационных и институциональных сдвигов», № 121040100260-3.

Для цитирования: Халимова С.Р., Иванова А.И. Производительность труда секторов экономики в регионах: роль информационно-коммуникационных технологий // Пространственная экономика. 2021. Т. 17. № 4. С. 69–96. <https://dx.doi.org/10.14530/se.2021.4.069-096>

Labor Productivity of Economic Sectors in the Regions: The Role of Information and Communication Technologies

S.R. Khalimova, A.I. Ivanova

Sophia Raisovna Khalimova
Candidate of Sciences (Economics)

¹ Senior Researcher

Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS, 17 Ac. Lavrentiev Av., Novosibirsk, 630090, Russian Federation

² Associate Professor

Novosibirsk State University, 1 Pirogova Str., Novosibirsk, 630090, Russian Federation

E-mail: sophiakh@academ.org

ORCID ID 0000-0002-5732-5741

Anastasiya Igorevna Ivanova

¹ Junior Researcher

Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS, 17 Ac. Lavrentiev Av., Novosibirsk, 630090, Russian Federation

²Associate

Novosibirsk State University, 1 Pirogova Str., Novosibirsk, 630090, Russian Federation

E-mail: a.ivanova2@g.nsu.ru

ORCID ID 0000-0001-8969-988X

Abstract. The attention of this article is focused on the impact that expanding of the usage of information and communication technologies (ICT) has on the economic development of Russian regions. As shown by various authors, the use of ICT ultimately leads to an increase in the factor productivity. Here, we assess to what extent the use of ICT contributes to the growth of economic development efficiency at the regional level, which is interpreted here as labor productivity in certain economic sectors, and measured as output per worker. Panel data analysis for Russian regions covers 2015–2018. The analysis shows that the spread of ICT has a positive effect on labor productivity in both mining and manufacturing, with dividing regions into two groups – ‘resource’ and ‘non-resource’ depending on role of the extractive industry in regional economy – when considering labor productivity in mining. It was found that there is a relationship between ICT development indicators and labor productivity, with significant factors being industry and regionally specific. The widespread adoption of ICT has a positive effect on the economic development effectiveness, with a stronger link in the manufacturing, while for the mining the discovered relation was not so clear. Among the factors affecting labor productivity in the mining in ‘resource’ regions are access to the Internet, the use of ‘cloud’ services, as well as involvement in research and development; for ‘non-resource’ regions significant factors are the use of local computer networks, regional ICT subsidies, and the purchase of computing equipment. For the manufacturing, the key factors are access to the Internet, the share of high-tech businesses in the regional economy, the purchase of computing equipment, and the use of the services of third-party organizations and ICT specialists.

Keywords: information and communication technologies, labor productivity, mining, extractive industry, manufacturing, processing industry, region, panel data analysis

Acknowledgements. The research was carried out according to the plan of research work of IEIE SB RAS, project ‘Theory and methodology of research into sustainable development in the economic sector of high-tech and science-based companies in the context of global external challenges, technological, organizational, and institutional shifts’, No. 121040100260-3.

For citation: Khalimova S.R., Ivanova A.I. Labor Productivity of Economic Sectors in the Regions: The Role of Information and Communication Technologies. *Prostranstvennaya Ekonomika = Spatial Economics*, 2021, vol. 17, no. 4, pp. 69–96. <https://dx.doi.org/10.14530/se.2021.4.069-096> (In Russian)

Бурное развитие, внедрение и использование информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), наблюдаемое в последние годы, оказывает влияние на трансформацию многих отраслей экономики – от традиционных до самых передовых и высокотехнологичных.

Сектор ИКТ является одним из наиболее динамично развивающихся сегментов российской экономики. В течение 2010–2017 гг. рост отрасли составил 17%, что вдвое превышает рост ВВП (Индикаторы..., 2018). Однако

доля отрасли в добавленной стоимости предпринимательского сектора составила 3,4%, что более чем в 1,5 раза меньше, чем в странах ОЭСР – 5,4% (OECD, 2017). По показателям цифровизации бизнеса Россия также заметно отстает от большинства развитых стран. Согласно Индексу цифровизации бизнеса, разработанному ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, Россия (значение индекса – 28 пунктов) находится рядом с Болгарией, Венгрией и Румынией. Лидерами выступают Финляндия (50 пунктов), Бельгия (47), Дания (46), Республика Корея (45) (Что такое..., 2019).

В ближайшие годы именно использование цифровых технологий будет определять международную конкурентоспособность как отдельных компаний, так регионов и стран. По оценкам, внедрение цифровых технологий может привести к повышению производительности труда в компаниях на 40% (Digital, 2018).

Ранее нами была проведена первоначальная оценка влияния состояния ИКТ на региональное экономическое развитие (Иванова, Халимова, 2020). Углубляя анализ, в качестве цели настоящей статьи мы рассматриваем оценку того, в какой мере использование ИКТ способствует росту производительности труда в отдельных секторах промышленности на региональном уровне.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИКТ НА ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

Вопросы влияния ИКТ на производство и бизнес-процессы и, как следствие, экономический рост находятся в центре внимания как зарубежных, так и отечественных исследователей. В литературе рассматриваются различные каналы, через которые ИКТ воздействуют на рост экономики (*рис. 1*).

На данный момент наиболее распространены три точки зрения относительно влияния ИКТ на экономический рост. Согласно первой, инициаторами экономического роста выступают новые сектора экономики, воплощающие новые технологии, в том числе сами отрасли, производящие ИКТ. В данном случае рост связан как с появлением новых отраслей, демонстрирующих высокие темпы роста добавленной стоимости, так и с развитием старых отраслей, для которых улучшаются условия производства (Understanding..., 2000).

Рост инвестиций в развитие ИКТ также положительно влияет на производительность труда и общую производительность факторов. Будучи дополнением или заменой инвестиций в другие капитальные товары, они увеличивают возможности производства секторов и отраслей, использующих информационно-коммуникационные технологии (Dederick et al., 2003).

Рис. 1. Воздействие информационно-коммуникационных технологий на экономический рост

Fig. 1. Impact of information and communication technologies on economic growth

Помимо прямого влияния ИКТ на экономический рост также существует косвенное влияние, или «побочные» эффекты. Увеличение общей производительности факторов производства достигается при возникновении технологических достижений от отраслей, производящих ИКТ, к отраслям, использующим информационно-коммуникационные технологии (Jorgensen et al., 2003; Van Ark, 2002).

Действуя в разных направлениях, использование ИКТ в конечном счете приводит к росту производительности факторов производства. Так, по оценкам ряда авторов, вклад информационно-коммуникационных технологий в рост производительности труда составляет от 41 до 55% (Jorgensen, Stiroh, 1999; Oliner, Sichel, 1994; Stiroh, 2002). Отрасли, использующие ИКТ, особенно сфера услуг, также играют важную роль в ускорении экономического роста и производительности наряду с отраслями, производящими ИКТ (Triplett, Bosworth, 2006; Belorgey et al., 2006).

Исследования, направленные на анализ взаимосвязи ИКТ и регионального экономического роста, подчеркивают, что развитие и применение ИКТ зависят от наличия в регионе человеческого капитала в целом и челове-

ского капитала с компетенциями в области ИКТ в частности. Регионы, обеспеченные человеческим капиталом благодаря накопленному объему знаний, будут иметь постоянное преимущество над регионами, которые менее обеспечены (Karlsson, Johansson, 2006).

Поэтому для оценки ИКТ на региональном уровне важно учитывать ряд других факторов, влияющих на способность региона принимать и накапливать доступные знания, способствующие экономическому росту (Crescenzi, 2005). Способность регионов принимать и адаптировать новые технологии зависит от институциональной инфраструктуры, образования, местоположения и ресурсов, выделяемых на исследования и разработки (Maurseth, Verspagen, 1999). Региональные инновационные системы также являются важным фактором накопления знаний и как следствие – развития ИКТ (Andersson, Karlsson, 2004; Andersson, Karlsson, 2006).

На использование ИКТ фирмами влияет региональный рыночный потенциал, который состоит из собственного рыночного потенциала и доступного рыночного потенциала в других регионах, который, в свою очередь, зависит от транзакционных издержек различных продуктов. В этой связи для стимулирования экономического роста региональная политика в области ИКТ должна заключаться в улучшении общей экономической среды в регионе – транспорта и инфраструктуры, повышения качества высшего образования, включая образование в области ИКТ (Karlsson et al., 2010).

В отечественных исследованиях также поднимается вопрос важности ИКТ и их влияния на региональный рост. В частности, оценивается влияние ИКТ и технологических затрат на производственные процессы в региональной промышленности. Анализ с использованием линейной регрессии с целью обоснования прямой зависимости между уровнем ВРП и затратами на ИКТ в регионах РФ показал, что использование ИКТ, сопровождающееся увеличением затрат на ИКТ, приводит к росту ВРП в 53% случаев (Урасова, 2019).

Также рассматривается влияние ИКТ не только на показатель валового регионального продукта (в расчете на душу населения), но и на такие показатели инновационного развития региона, как инновационная активность предприятий, количество используемых инновационных технологий на уровне предприятий в регионе, объем реализованной инновационной продукции. В результате проведенного корреляционного анализа была подтверждена зависимость между уровнем информатизации регионов РФ и показателями экономической и инновационной деятельности (Попов и др., 2016).

В фокусе внимания отечественных экономистов находятся исследования влияния ИКТ на развитие широкого класса систем управления (Соколов и

др., 2009; Юсупов, 2013). ИКТ позволяют более эффективно реализовать принципы и методы управления и создавать новые концепции и методы управления, способствуя тем самым повышению производительности отраслей, использующих ИКТ.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА В РОССИЙСКИХ РЕГИОНАХ

Прежде чем оценивать, какое влияние оказывает распространение ИКТ на производительность труда, рассмотрим динамику этого показателя в российских регионах.

Следуя за авторами, анализирующими суть понятия производительности труда (Михеева, 2015; Лавровский, 2017), мы определяем его как отношение произведенной на данной территории валовой добавленной стоимости к среднегодовой численности занятых. Данный показатель характеризуется существенной межрегиональной дифференциацией. Хотя к 2012 г. эти различия несколько сгладились по сравнению с 1997 г. (Михеева, 2015). Различается не только сам уровень производительности труда, но и его динамика так, что до 2009 г. средняя годовая динамика по стране не вполне совпадала с динамикой регионов, среди которых наблюдалась заметная дифференциация (Лавровский, 2017).

Следует также отметить, что различия между производительностью труда в отдельных отраслях экономики значительно сильнее, чем между регионами, особенно в этом плане выделяется добывающая промышленность, что обуславливается естественным природным распределением полезных ископаемых на территории страны (Михеева, 2015). Кроме того, добывающая промышленность, наряду с обрабатывающей, является лидером по динамике производительности труда, темпы роста здесь аналогичны показателю для экономики страны в целом (Григорьев и др., 2017). Анализ данных за 2012 и 2015 гг. показал, что существует связь между развитием ИКТ и производительностью труда, которая возникает благодаря распространению фиксированной и мобильной широкополосной связи и применению цифровых видов продуктов и услуг (Данилова и др., 2019).

Более детальный анализ данных динамики производительности труда (рис. 2 и 3) демонстрирует значительное и всевозрастающее превышение производительности труда в добывающей промышленности по сравнению с обрабатывающей, в 2018 г. – в 7 раз. Такая разница обуславливается особенностями ценообразования на сырьевых рынках, техническими особенностями производственных процессов в добывающей промышленности, не требующих на современном этапе промышленного развития участия большого количества рабочих.

Рис. 2. Производительность труда (в ценах 2010 г.), тыс. руб. / чел.

Fig. 2. Labor productivity (in 2010 prices), thousand roubles per capita

Источник: рассчитано авторами по: Регионы России. Социально-экономические показатели. / ФСГС. 2021. URL: https://gks.ru/bgd/regl/B19_14p/Main.htm (дата обращения: май 2021).

Рис. 3. Темпы роста производительности труда

Fig. 3. Labor productivity growth rates

Источник: рассчитано авторами по: Регионы России. Социально-экономические показатели / ФСГС. 2021. URL: https://gks.ru/bgd/regl/B19_14p/Main.htm (дата обращения: май 2021).

При этом производительность труда в добывающей промышленности растет быстрее, чем в обрабатывающей: если в 2018 г. по сравнению с 2010 г. производительность труда в обрабатывающей промышленности выросла в 2 раза, то для добывающей рост составил 2,6 раза. Следует также отметить, что тенденции изменений совпадали в обоих рассматриваемых секторах, за исключением 2013 г., когда добывающая промышленность продемонстрировала снижение темпов роста, в отличие от обрабатывающих производств и экономики в целом.

В условиях стагнации численности трудовых ресурсов (так, в добывающей промышленности численность занятых выросла на 6% с 2010 по 2018 г., а в обрабатывающей – сократилась на 4%) особенно важным становится эффективность их использования. Кроме того, ускорение сокращения численности населения, а вместе с ней и численности занятых, имевшее место в 2020 и 2021 гг., делает проблему еще более актуальной. В этих условиях необходимо как можно более полно использовать все имеющиеся источники, а также рассматривать дополнительные способы, способствующие росту производительности труда. Таким образом, задача оценки роли ИКТ в повышении производительности труда отдельных отраслей экономики является чрезвычайно актуальной.

ОЦЕНИВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ИКТ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА В ОТДЕЛЬНЫХ СЕКТОРАХ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

Результаты проведенных ранее различными авторами исследований дают основание предположить, что экономика растет быстрее там, где имеет место широкое распространение ИКТ. Это позволяет выдвинуть и проверить гипотезу о том, что использование ИКТ в регионе способствует повышению эффективности совокупных результатов деятельности экономических агентов, функционирующих на данной территории, которые мы в данном случае определяем как производительность труда отдельных секторов региональной экономики.

Анализ проводился для 85 субъектов РФ. Все расчеты были выполнены для периода 2015–2018 гг. на основе данных официальной статистики Росстата (перечень используемых в анализе показателей приведен ниже в таблице 1).

Прежде чем переходить к выявлению и оценке связи между уровнем развития ИКТ и региональным экономическим развитием, необходимо описать состояние данного сектора, используя следующие показатели (Иванова, Халимова, 2020):

- Затраты на информационно-коммуникационные технологии в регионе – инвестиционные затраты, связанные с приобретением оборудования (в том числе вычислительной техники и оргтехники, телекоммуникационного оборудования) и программного обеспечения, обучением сотрудников, а также текущие затраты на оплату услуг электросвязи (включая доступ к сети Интернет) и на оплату услуг сторонних организаций и специалистов по ИКТ. Следует отметить, что в отличие от текущих затрат эффект от затрат, связанных с инвестициями, может проявиться не сразу, а по истечении некоторого времени. Однако, учитывая высокую степень изменений, свойственных рассматриваемой отрасли, здесь лаги влияния затрат не рассматриваются.

- Использование информационно-коммуникационных технологий организациями – обеспеченность организаций различными информационными и коммуникационными технологиями. Базовая обеспеченность описывается долей организаций, использующих ПК, а также числом компьютеров на 1000 работников, в том числе с доступом к сети Интернет, долей организаций с доступом к сети Интернет, в том числе с широкополосным. Кроме того, рассматривается распространение более сложных технологий, таких как использование серверов, локальных вычислительных сетей и «облачных» сервисов. Также в анализ включается фактор государственной поддержки использования ИКТ, которая выражается в субсидиях, получаемых регионами, при этом в данном случае мы рассматриваем сам факт предоставления тому или иному региону субсидии, т. е. в расчеты включается фиктивная переменная.

Для измерения уровня экономического развития мы используем масштабы региональной экономики, ее структуру и производительность. Так, мы рассматриваем показатели ВРП и инвестиций в основной капитал, а также структуру валовой добавленной стоимости, выделяя долю добывающей и обрабатывающей промышленности. Кроме того, мы включаем в анализ численность занятых в добывающей и обрабатывающей промышленности для оценки производительности труда этих отраслей, измеряемое отношением произведенной отраслевой валовой добавленной стоимости к среднегодовой численности занятых в данной отрасли.

Принимая во внимание тот факт, что развитие научного и инновационного потенциала оказывает положительное влияние на масштабы деятельности высокотехнологичного бизнеса (ВТБ) (Халимова, Юсупова, 2019), к которому относится сектор ИКТ, мы также включили в анализ показатели внутренних затрат на исследования и разработки и затрат на технологические инновации. Кроме того, мы включаем в анализ степень проникновения высокотехнологичного бизнеса в региональную экономику, оцениваемую

нами как долю высокотехнологичных производств¹ в экономике. Важной также является оценка человеческого потенциала на региональном уровне, с этой целью мы включаем в модель показатель уровня квалификации занятых – показатель доли занятых, имеющих высшее образование.

Особенностью статистических данных на региональном уровне является то, что эти данные представляют собой агрегированную информацию по всем предприятиям, находящимся на данной территории, при этом в каждом регионе происходят постоянные процессы создания и ликвидации компаний, однако в течение относительно короткого периода времени основное ядро генеральной совокупности компаний остается неизменным². Таким образом, в нашем анализе единицей наблюдения является регион (субъект РФ). Выбранные статистические показатели используются нами в качестве индикаторов экономических процессов, происходящих на территории региона, проводимый анализ предполагает оценку влияния выделенных характеристик экономической системы региона на производительность труда в регионе в целом.

Чтобы обеспечить сопоставимость переменных между собой и исключить влияние масштаба региона, мы рассматриваем относительные показатели. Кроме того, использование относительных показателей обеспечивает одинаковую размерность переменных модели (независимых переменных). Единственный показатель, имеющий денежное измерение, – производительность труда. Однако и в этом случае речь идет об относительных денежных единицах – млн руб./тыс. чел. Особенности выборки таковы (не-

¹ Здесь мы рассматриваем такие сектора, как: 1) производство компьютеров, электронных и оптических изделий; производство электрического оборудования, 2) производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки; производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов; производство прочих транспортных средств и оборудования, которые выделяются Росстатом в составе обрабатывающей промышленности при расчете ВРП. Выбор именно этих высокотехнологичных секторов и оставление за скобками анализа других высокотехнологичных отраслей обусловлен тем, что в рамках данного исследования мы направляем свое внимание не на весь ВТБ, а на отдельную его часть – сектор ИКТ. Именно выделенные сектора являются индикаторами распространения производства оборудования для ИКТ (выделенный сектор 1) и возможностей для использования ИКТ в обрабатывающей промышленности (выделенный сектор 2).

² В качестве примера приведем данные по Калужской и Тюменской (включая автономные округа) областям, где особо развиты обрабатывающие производства (в особенности высокотехнологичные) и добыча полезных ископаемых соответственно. По данным системы СПАРК, всего за период 2015–2018 гг. на территории Калужской области действовало 4116 компаний, основным видом деятельности которых являлась добыча полезных ископаемых (234 компании) или обрабатывающие производства (3882 компании). При этом 79% обрабатывающих компаний действовали более 3 лет (в том числе 66% – 4 года), среди добывающих таких компаний было 73% (в том числе 53% – 4 года). За этот же период на территории Тюменской области действовало 9035 компаний, основным видом деятельности которых являлась добыча полезных ископаемых (1441 компания) или обрабатывающие производства (7594 компании). При этом 76% как добывающих, так и обрабатывающих компаний действовали более 3 лет (в том числе 61% – 4 года).

большой разброс показателя¹, нулевые значения для некоторых регионов, в которых в отдельные периоды не проводилась добыча полезных ископаемых), что процедура логарифмирования, применяемая при моделировании, когда в анализ включаются стоимостные показатели, в данном случае не нужна для сглаживания и так гладких данных, но приведет к потери части наблюдений. Кроме того, в соответствии с поставленной целью применение процедуры логарифмирования не будет оправданным и с содержательной точки зрения.

При анализе структуры экономики в первую очередь традиционно выделяют добывающую и обрабатывающую промышленность. В структуре российской экономики в 2015–2018 гг. на них приходилось 11–15 и 17–18% соответственно. 16–18% валовой добавленной стоимости было обеспечено торговлей, однако на данном этапе исследования она не рассматривалась, на каждый из остальных секторов деятельности приходилось менее 10% валовой добавленной стоимости.

В таблице 1 представлены переменные, использованные в расчетах.

Таблица 1

Перечень анализируемых переменных

Table 1

List of analyzed variables

Переменная	Показатель	Индекс для перевода в цены 2015 г.
1	2	3
Y_mining	Производительность труда в отрасли добычи полезных ископаемых	Индекс цен добывающей промышленности
Y_manuf	Производительность труда в обрабатывающих производствах	Индекс цен обрабатывающей промышленности
Org_intw	Доля организаций с доступом к сети Интернет с широкополосным доступом	—
PCint_empl	Число компьютеров с доступом к сети Интернет на 1000 работников	—
PC_org	Доля организаций, использующих ПК	—
Serv	Доля организаций, использующих серверы	—
LCN	Доля организаций, использующих локальные вычислительные сети	—
Cloud	Доля организаций, использующих «облачные» сервисы	—
ICT_subs	Субсидии на ИКТ	—

¹ Коэффициент вариации производительности труда обрабатывающих производств находился в пределах 0,57–0,66 в 2015–2018 гг. Коэффициент вариации производительности труда добычи полезных ископаемых находился в 2015–2018 гг. в пределах 1,09–1,21 для «нересурсных» регионов и в пределах 0,74–1,57 для «ресурсных».

1	2	3
Inv	Инвестиции в основной капитал, доля ВРП	Индекс физического объема инвестиций в основной капитал, индекс физического объема ВРП
tert_ed	Доля занятых с высшим образованием	–
HTB	Доля ВТБ в ВРП	–
RnD	Внутренние затраты на исследования и разработки, доля ВРП	Индекс потребительских цен, индекс физического объема ВРП
Tech_Inn	Затраты на технологические инновации, доля ВРП	Индекс потребительских цен, индекс физического объема ВРП
ICT_cost	Затраты на ИКТ (всего), доля ВРП	Квадратный корень из произведения индекса потребительских цен и индекса цен обрабатывающей промышленности, индекс физического объема ВРП
ICT_cost1	Затраты на приобретение вычислительной техники и оргтехники, доля ВРП	
ICT_cost2	Затраты на приобретение телекоммуникационного оборудования, доля ВРП	
ICT_cost3	Затраты на приобретение программного обеспечения, доля ВРП	
ICT_cost4	Затраты на оплату услуг электросвязи (вкл. доступ к сети Интернет), доля ВРП	
ICT_cost5	Затраты на оплату доступа к сети Интернет, доля ВРП	
ICT_cost6	Затраты на обучение сотрудников, связанное с развитием и использованием ИКТ, доля ВРП	
ICT_cost7	Затраты на оплату услуг сторонних организаций и специалистов по ИКТ (кроме услуг связи и обучения), доля ВРП	
ICT_cost8	Затраты на ИКТ – прочие, доля ВРП	

Источники: Регионы России. Социально-экономические показатели / ФТСС. 2021. URL: https://gks.ru/bgd/regl/B19_14p/Main.htm (дата обращения: май 2021); Субсидии субъектам Российской Федерации / Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ. 2021. URL: <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/148/> (дата обращения: май 2021).

Для обеспечения сопоставимости данных во времени и исключения влияния фактора инфляции и макроэкономической конъюнктуры необходимо привести выбранные показатели к одному моменту времени. Эта необходимость обусловлена использованием разных единиц измерения (мы включаем как денежные, так и относительные показатели), из-за чего в левой и правой частях уравнения оказываются переменные, по-разному реагирующие на изменения цен. При этом мы постарались учесть тот факт, что инфляционный фактор оказывает разное влияние на разные показатели, для чего были использованы разные индексы цен. В тех случаях, когда в статистике имеются индексы цен, непосредственно связанные с тем или иным показателем, выбирались именно они, в остальных случаях – наиболее близкие индексы. Так, например, для перевода ВРП и инвестиций в

основной капитал в сопоставимые цены использовались соответствующие индексы физического объема, а для добавленной стоимости в добывающей и обрабатывающей промышленности – соответствующие индексы цен производителей промышленных товаров. Для затрат, связанных с инновационной деятельностью, корректировка проводилась с использованием индекса потребительских цен, поскольку в этих расходах велика доля затрат на оплату труда специалистов¹. Что касается затрат на ИКТ, то в их структуре особо выделяется как приобретение оборудования, так и оплата труда специалистов. Чтобы учесть оба этих фактора, в качестве индекса для перевода переменной в сопоставимые цены был взят квадратный корень из произведения индекса потребительских цен и индекса цен обрабатывающей промышленности. Следует также отметить, что для каждого региона использовались свои индексы для пересчета переменных в сопоставимые цены, с тем чтобы должным образом учесть региональные особенности инфляционных изменений.

Включение в анализ отдельных элементов общих затрат на ИКТ требует предварительного анализа их структуры за рассматриваемый период (см. *рис. 4*). Существенной статьей общих затрат на ИКТ по регионам РФ является покупка соответствующего оборудования, на эту категорию приходилось 30–33% всех расходов. При этом доля затрат на приобретение вычислительной и оргтехники была стабильна и составляла примерно 20%, а затраты на приобретение телекоммуникационного оборудования занимают все меньшую часть – их доля сократилась с 13% в 2015 г. до 10% в 2018 г. Наиболее существенным образом изменилась роль затрат на оплату услуг сторонних организаций и специалистов по ИКТ, если в 2015 г. на эту категорию приходилось 20% общих затрат, то в 2018 г. их доля выросла до 27%. Рост доли этих расходов в структуре затрат на ИКТ говорит о том, что компании все более активно занимаются внедрением цифровых решений в свою деятельность, причем все чаще эти решения разрабатываются внешними исполнителями, а не силами самих компаний.

¹ Так, в 2018 г. в РФ в целом в структуре затрат на технологические (продуктовые, процессные) инновации 34% связаны с приобретением оборудования (приобретение машин и оборудования, связанных с технологическими инновациями; приобретение новых технологий; приобретение программных средств), а 57% – с исследовательской деятельностью (исследование и разработка новых продуктов, услуг и методов их производства (передачи), новых производственных процессов; дизайн (деятельность по изменению формы, внешнего вида или удобства использования продуктов или услуг); инжиниринг, включая подготовку технико-экономических обоснований, производственное проектирование, пробное производство и испытания, монтаж и пусконаладочные работы, другие разработки (не связанные с научными исследованиями и разработками) новых продуктов, услуг и методов их производства (передачи), новых производственных процессов; обучение и подготовка персонала, связанные с инновациями; маркетинговые исследования), основу которых составляют затраты на оплату труда исследователей и разработчиков.

Рис. 4. Структура затрат на ИКТ, 2015–2018 гг., все регионы РФ

Fig. 4. Structure of ICT costs, 2015–2018, all regions of Russia

Источник: рассчитано авторами по: Регионы России. Социально-экономические показатели. / ФCGC. 2021. URL: https://gks.ru/bgd/regl/B19_14p/Main.htm (дата обращения: май 2021).

В таблице 2 приведены средние по регионам значения показателей, рассматриваемых в нашем анализе, за период 2015–2018 гг.

Оценивание зависимости производительности труда в выделенных секторах региональной экономики (добывающей и обрабатывающей промышленности) от уровня развития ИКТ проводилось с использованием анализа панельных данных. К преимуществам панельных данных можно отнести использование большого количества наблюдений, что позволяет улучшить качество оценок путем увеличения степеней свободы и снижения коллинеарности между объясняющими переменными, а также возможность изучить динамику характеристик объектов во времени (Ратникова, 2004). В качестве зависимой переменной рассматривалась производительность труда, а в качестве независимых – выделенные выше показатели развития региональной среды. При этом на первом шаге мы анализировали общий уровень затрат на ИКТ (переменная «затраты на ИКТ (всего)»), а затем, в случае выявления значимого эффекта, который оказывает этот фактор, рассматривались отдельные статьи затрат на ИКТ.

Прежде чем переходить к оцениванию зависимости, необходимо отметить, что различия в структуре валовой добавленной стоимости российских регионов весьма существенны (табл. 3).

Средние значения переменных, включенных в анализ

Таблица 2

Table 2

Average values of analyzed variables

Переменная	2015	2016	2017	2018
Производительность труда в отрасли добычи полезных ископаемых, млн руб. на тыс. чел.	3,82	3,39	3,28	4,87
Производительность труда в обрабатывающих производствах, млн руб. на тыс. чел.	0,90	0,89	0,93	0,98
Доля организаций с доступом к сети Интернет с широкополосным доступом, %	79,42	81,75	82,94	85,82
Число компьютеров с доступом к сети Интернет на 1000 работников	281,06	295,53	304,71	321,76
Доля организаций, использующих ПК, %	93,10	93,02	92,40	93,88
Доля организаций, использующих серверы, %	46,70	49,30	48,82	51,04
Доля организаций, использующих локальные вычислительные сети, %	62,62	61,42	60,26	62,70
Доля организаций, использующих «облачные» сервисы, %	17,79	19,51	21,96	24,69
Инвестиции в основной капитал, доля ВРП, %	24,00	23,11	24,51	24,86
Доля занятых с высшим образованием, %	31,39	31,98	32,93	33,20
Доля ВТБ в ВРП, %	3,62	3,70	3,69	3,56
Внутренние затраты на исследования и разработки, доля ВРП, %	0,77	0,75	0,78	0,74
Затраты на технологические инновации, доля ВРП, %	1,32	1,23	1,39	1,33
Затраты на ИКТ, всего, доля ВРП, %	1,48	1,17	1,10	1,07

Источник: рассчитано авторами по: Регионы России. Социально-экономические показатели. / ФСГС. 2021. URL: https://gks.ru/bgd/regl/B19_14p/Main.htm (дата обращения: май 2021).

Доля отдельных отраслей экономики в валовой добавленной стоимости

Таблица 3

Table 3

Share of certain economic sectors in gross value added

Показатели по регионам РФ	Добыча полезных ископаемых				Обрабатывающие производства			
	2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017	2018
Максимум	69,90	74,80	74,60	83,20	40,90	40,60	41,50	45,10
Медиана	1,50	1,60	1,40	1,60	17,80	16,90	17,10	17,10
Среднее	9,75	10,12	10,75	12,06	17,46	17,40	17,65	17,99
Коэффициент вариации	1,68	1,64	1,61	1,60	0,61	0,62	0,61	0,64

Источник: рассчитано авторами по: Регионы России. Социально-экономические показатели. / ФСГС. 2021. URL: https://gks.ru/bgd/regl/B19_14p/Main.htm (дата обращения: май 2021).

С одной стороны, можно предположить, что, несмотря на отраслевую и технологическую разницу, различия между регионами в доле обрабатывающей промышленности не столь принципиальны и не будут влиять на результаты моделирования, об этом можно судить по близким значениям медианы и среднего значения доли обрабатывающих производств. С другой стороны, для доли добывающей промышленности эти показатели существенно отличаются, свидетельствуя о том, что роль добычи полезных ископаемых значительно различается в разных регионах.

Мы предполагаем, что наблюдаемые существенные различия роли добывающей промышленности в экономике регионов будут влиять на итоги нашего моделирования. Это было подтверждено в ходе предварительного анализа, когда при рассмотрении всех регионов как единой выборки не удалось выявить каких-либо устойчивых закономерностей. По результатам предварительного анализа было принято решение о необходимости разделения регионов РФ на две группы – «ресурсные» и «нересурсные» регионы – для моделирования влияния развития ИКТ на производительность труда в добывающей промышленности. К «ресурсным» регионам были отнесены те субъекты РФ, в которых доля добывающей промышленности превышала средний уровень по РФ в целом в течение более половины рассматриваемого периода, таких регионов было выделено 26¹. Остальные 59 регионов были отнесены к «нересурсным».

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

На первом шаге в расчеты были включены все рассматриваемые переменные, приведенные в таблице 1 (за исключением отдельных элементов расходов на ИКТ, которые рассматривались как общие затраты), при этом некоторые факторы оказались не значимы, эти факторы были пошагово удалены. Ниже приведены итоговые варианты зависимостей. Всего было оценено 6 моделей:

- Модель 1.1 – влияние уровня развития ИКТ на производительность труда в обрабатывающей промышленности, при этом рассматриваются общие затраты на ИКТ

¹ В группу «ресурсных» регионов вошли: Амурская область, Астраханская область, Белгородская область, Забайкальский край, Иркутская область, Кемеровская область, Красноярский край, Магаданская область, Мурманская область, Ненецкий автономный округ, Оренбургская область, Пермский край, Республика Карелия, Республика Коми, Республика Саха (Якутия), Республика Татарстан, Республика Тыва, Республика Хакасия, Самарская область, Сахалинская область, Томская область, Тюменская область без автономных округов, Удмуртская Республика, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Чукотский автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ.

$$Y_{manuf_{it}} = a + b_1 Org_intw_{it} + b_2 PCint_empl_{it} + b_3 PC_org_{it} + b_4 Serv_{it} + \\ + b_5 LCN_{it} + b_6 Cloud_{it} + b_7 ICT_subs_{it} + b_8 Inv_{it} + b_9 tert_ed_{it} + \\ + b_{10} HTB_{it} + b_{11} RnD_{it} + b_{12} Tech_Inn_{it} + b_{13} ICT_cost_{it} + v_{it}$$

$$v_{it} = u_i + e_{it},$$

где: i – регион, t – год, обозначения переменных соответствуют обозначениям, введенным в таблице 1.

• Модель 1.2.1 – влияние уровня развития ИКТ на производительность труда в добывающей промышленности в «ресурсных» регионах, при этом рассматриваются общие затраты на ИКТ

$$Y_{mining_{it}} = a + b_1 Org_intw_{it} + b_2 PCint_empl_{it} + b_3 PC_org_{it} + b_4 Serv_{it} + \\ + b_5 LCN_{it} + b_6 Cloud_{it} + b_7 ICT_subs_{it} + b_8 Inv_{it} + b_9 tert_ed_{it} + \\ + b_{10} HTB_{it} + b_{11} RnD_{it} + b_{12} Tech_Inn_{it} + b_{13} ICT_cost_{it} + v_{it}$$

$$v_{it} = u_i + e_{it},$$

где: i – регион, t – год, обозначения переменных соответствуют обозначениям, введенным в таблице 1.

• Модель 1.2.2 – влияние уровня развития ИКТ на производительность труда в добывающей промышленности в «нересурсных» регионах, при этом рассматриваются общие затраты на ИКТ

$$Y_{mining_{it}} = a + b_1 Org_intw_{it} + b_2 PCint_empl_{it} + b_3 PC_org_{it} + b_4 Serv_{it} + \\ + b_5 LCN_{it} + b_6 Cloud_{it} + b_7 ICT_subs_{it} + b_8 Inv_{it} + b_9 tert_ed_{it} + \\ + b_{10} HTB_{it} + b_{11} RnD_{it} + b_{12} Tech_Inn_{it} + b_{13} ICT_cost_{it} + v_{it}$$

$$v_{it} = u_i + e_{it},$$

где: i – регион, t – год, обозначения переменных соответствуют обозначениям, введенным в таблице 1.

• Модель 2.1 – влияние уровня развития ИКТ на производительность труда в обрабатывающей промышленности, при этом рассматривается структура затрат на ИКТ

$$Y_{manuf_{it}} = a + b_1 Org_intw_{it} + b_2 PCint_empl_{it} + b_3 PC_org_{it} + b_4 Serv_{it} + \\ + b_5 LCN_{it} + b_6 Cloud_{it} + b_7 ICT_subs_{it} + b_8 Inv_{it} + b_9 tert_ed_{it} + \\ + b_{10} HTB_{it} + b_{11} RnD_{it} + b_{12} Tech_Inn_{it} + b_{13} ICT_cost1_{it} + \\ + b_{14} ICT_cost2_{it} + b_{15} ICT_cost3_{it} + b_{16} ICT_cost4_{it} + b_{17} ICT_cost5_{it} + \\ + b_{18} ICT_cost6_{it} + b_{19} ICT_cost7_{it} + b_{20} ICT_cost8_{it} + v_{it}$$

$$v_{it} = u_i + e_{it},$$

где: i – регион, t – год, обозначения переменных соответствуют обозначениям, введенным в таблице 1.

• Модель 2.2.1 – влияние уровня развития ИКТ на производительность труда в добывающей промышленности в «ресурсных» регионах, при этом рассматривается структура затрат на ИКТ

$$Y_{\text{mining}_{it}} = a + b_1 \text{Org_intw}_{it} + b_2 \text{PCint_empl}_{it} + b_3 \text{PC_org}_{it} + b_4 \text{Serv}_{it} + \\ + b_5 \text{LCN}_{it} + b_6 \text{Cloud}_{it} + b_7 \text{ICT_subs}_{it} + b_8 \text{Inv}_{it} + b_9 \text{tert_ed}_{it} + \\ + b_{10} \text{HTB}_{it} + b_{11} \text{RnD}_{it} + b_{12} \text{Tech_Inn}_{it} + b_{13} \text{ICT_cost1}_{it} + \\ + b_{14} \text{ICT_cost2}_{it} + b_{15} \text{ICT_cost3}_{it} + b_{16} \text{ICT_cost4}_{it} + b_{17} \text{ICT_cost5}_{it} + \\ + b_{18} \text{ICT_cost6}_{it} + b_{19} \text{ICT_cost7}_{it} + b_{20} \text{ICT_cost8}_{it} + v_{it}$$

$$v_{it} = u_i + e_{it},$$

где: i – регион, t – год, обозначения переменных соответствуют обозначениям, введенным в таблице 1.

• Модель 2.2.2 – влияние уровня развития ИКТ на производительность труда в добывающей промышленности в «нересурсных» регионах, при этом рассматривается структура затрат на ИКТ.

$$Y_{\text{mining}_{it}} = a + b_1 \text{Org_intw}_{it} + b_2 \text{PCint_empl}_{it} + b_3 \text{PC_org}_{it} + b_4 \text{Serv}_{it} + \\ + b_5 \text{LCN}_{it} + b_6 \text{Cloud}_{it} + b_7 \text{ICT_subs}_{it} + b_8 \text{Inv}_{it} + b_9 \text{tert_ed}_{it} + \\ + b_{10} \text{HTB}_{it} + b_{11} \text{RnD}_{it} + b_{12} \text{Tech_Inn}_{it} + b_{13} \text{ICT_cost1}_{it} + \\ + b_{14} \text{ICT_cost2}_{it} + b_{15} \text{ICT_cost3}_{it} + b_{16} \text{ICT_cost4}_{it} + b_{17} \text{ICT_cost5}_{it} + \\ + b_{18} \text{ICT_cost6}_{it} + b_{19} \text{ICT_cost7}_{it} + b_{20} \text{ICT_cost8}_{it} + v_{it}$$

$$v_{it} = u_i + e_{it},$$

где: i – регион, t – год, обозначения переменных соответствуют обозначениям, введенным в таблице 1.

Результаты проведенных расчетов приведены в таблицах 4 и 5.

Результаты расчетов показывают, что показатели развития региональной среды, отражающие состояние ИКТ, научного и инновационного потенциала, оказывают явное влияние на производительность труда в обрабатывающей промышленности. Для добывающей промышленности зависимость также была выявлена, но она не столь четкая.

Для обрабатывающей промышленности оцениваемая связь оказалась устойчивой вне зависимости от типа исходной модели и первоначального набора переменных. В конечном итоге было получено, что факторами, имеющими важное значение для уровня производительности труда, являются число компьютеров с доступом к сети Интернет на 1000 работников, доля высокотехнологичного бизнеса в региональной экономике и доля затрат на ИКТ в ВРП. При этом, судя по качеству оцененных моделей (значение R^2 within выше для модели 2.1 по сравнению с моделью 1.1), имеет значение не столько сам объем затрат на ИКТ, сколько отдельные статьи затрат: из всех статей затрат на ИКТ значимыми оказались затраты на приобретение вычислительной техники и оргтехники и затраты на оплату услуг сторонних организаций и специалистов по ИКТ в ВРП.

Таблица 4

Оценка влияния уровня развития ИКТ на производительность труда
в отдельных секторах промышленности (общие затраты на ИКТ), 2015–2018 гг.

Table 4

Assessment of the impact of the ICT development level on labor productivity
in selected industries (total ICT costs), 2015–2018

Зависимая переменная: производительность труда	В обрабатывающих производствах	В отрасли добычи полезных ископаемых	
		«ресурсные» регионы	«нересурсные» регионы
Название модели	Модель 1.1	Модель 1.2.1	Модель 1.2.2
Число регионов	85	26	59
Тип модели	с фиксированными эффектами	с фиксированными эффектами	со случайными эффектами
Независимые переменные	коэффициент (p-знач.)	коэффициент (p-знач.)	коэффициент (p-знач.)
PCint_empl	0,013 (0,009)	1,739 (0,002)	–
Org_intw	–	0,799 (0,027)	–
Cloud	–	–0,645 (0,033)	–
LCN	–	–	0,022 (0,022)
RnD	–	66,316 (0,000)	–
HTB	0,042 (0,000)	–	–
ICT_subs			–0,147 (0,064)
ICT_cost	0,032 (0,011)	–	–
Качество модели	R2 within = 0,0806	R2 within = 0,4753	corr(u _i , X) = 0 8,33 (0,0155)
Тест Вальда	34,19 (0,0000)	5,90 (0,0000)	25,82 (0,0000)
Тест Бройша – Пагана	392,99 (0,0000)	10,11 (0,0007)	260,50 (0,0000)
Тест Хаусмана	30,75 (0,0000)	50,68 (0,0000)	0,83 (0,6594)

Источник: расчеты авторов.

Высокая значимость роли высокотехнологичного бизнеса в структуре региональной экономики, а также важность сотрудничества с внешними организациями, предоставляющими услуги в области ИКТ, для повышения производительности труда обрабатывающих производств говорит, с одной стороны, о положительном влиянии ИКТ на развитие обрабатывающей промышленности, с другой – о включенности этих компаний в экономику своих регионов, когда не все производственные задачи решаются внутри предприятия, а часть (и, как видно из полученных результатов, это высокотехнологичные задачи) выполняется в кооперации и по заказу другими организациями. Подобного рода сотрудничество не просто расширяется в своих масштабах, как было показано на рисунке 4, но и является весьма эффективным, значимо способствуя повышению производительности труда обрабатывающей промышленности. Здесь следует оговориться, что в рассматриваемый период происходили процессы распространения аутсорсинга

ИКТ услуг, когда из внутрифирменного оборота они переходили во внешний, при этом в ряде случаев объем и содержание этих услуг могли оставаться прежними. На наш взгляд, в этом случае описанные процессы, с одной стороны, позволяют потребителям ИКТ услуг сосредоточиться на своей основной деятельности, с другой стороны, теперь уже специализированные организации, предоставляющие ИКТ услуги, имеют больше возможностей для повышения эффективности своих внутренних процессов, что, в том числе, способствует повышению качества услуг. В конечном итоге, можно говорить о повышении труда обрабатывающей промышленности как за счет отказа от непрофильной активности, так и за счет более высокого качества получаемых ИКТ услуг.

Таблица 5

Оценка влияния уровня развития ИКТ на производительность труда в отдельных секторах промышленности (структура затрат на ИКТ), 2015–2018 гг.

Table 5

Assessment of the impact of the ICT development level on labor productivity in selected industries (structure of ICT costs), 2015–2018

Зависимая переменная: производительность труда	В обрабатывающих производствах	В отрасли добычи полезных ископаемых
		«нересурсные» регионы
Название модели	Модель 2.1	Модель 2.2.2
Число регионов	85	59
Тип модели	с фиксированными эффектами	со случайными эффектами
Независимые переменные	коэффициент (p-знач.)	коэффициент (p-знач.)
PCint_empl	0,010 (0,050)	–
LCN	–	0,020 (0,033)
NTB	0,037 (0,001)	–
ICT_subs	–	–0,145 (0,064)
ICT_cost1	0,222 (0,001)	0,612 (0,040)
ICT_cost7	0,206 (0,066)	–
Качество модели	R2 within = 0,1254	corr(u _i , X) = 0
		12,75 (0,0052)
Тест Вальда	32,68 (0,0000)	26,39 (0,0000)
Тест Бройша – Пагана	358,86 (0,0000)	261,46 (0,0000)
Тест Хаусмана	20,85 (0,0003)	1,20 (0,7541)

Источник: расчеты авторов.

Что касается добывающей промышленности, то для этого вида деятельности зависимость прослеживалась не столь четко. Как было отмечено выше, при рассмотрении всех регионов как единой выборки какие-то закономерности обнаружены не были, в связи с чем было сделано предположение о принципиальных различиях экономического поведения и вза-

имосвязей в зависимости от места добывающих производств в структуре региональной экономики. Решение этой проблемы – разделение регионов на «ресурсные» и «нересурсные». Тот факт, что зависимости, полученные для этих двух групп, оказались разными, подтверждает верность сделанного предположения, и действительно, деятельность, связанная с добычей полезных ископаемых, в «ресурсных» и «нересурсных» регионах определяется разными факторами.

Для «ресурсных» регионов значимыми факторами являются доступ организаций в целом и отдельных работников к сети Интернет, доля внутренних затрат на исследования и разработки в ВРП и использование «облачных» сервисов, причем последние оказывают негативное влияние на производительность труда в отрасли. Значимость доступа к сети Интернет свидетельствует о развитии технологий удаленного доступа, применяемых в добывающей промышленности, причем внедрение этих технологий действительно дает эффект, выражающийся в увеличении производительности труда. Выделение роли исследований и разработок, на наш взгляд, свидетельствует о существовании партнерских связей между добывающими производствами и научными организациями, расположенными в «ресурсных» регионах, когда проводимые ими научные исследования направлены на решение задач, актуальных для добычи полезных ископаемых, и находят свое практическое применение. Отрицательное влияние использования «облачных» сервисов говорит, с одной стороны, о распространении и важности подобных технологий, поскольку связь была выявлена, с другой стороны, знак данной связи свидетельствует о том, что потенциал их использования еще не полностью раскрыт, идет процесс накопления данных.

В добывающей промышленности «нересурсных» регионов значимыми факторами оказались доля организаций, использующих локальные вычислительные сети, и субсидии на ИКТ, которые негативно влияют на производительность труда в отрасли. Цифровизация производства в добывающей промышленности играет особую роль и для «нересурсных» регионов, но процессы здесь протекают иначе. Значимость фактора использования локальных вычислительных сетей свидетельствует о важности построения моделей освоения месторождений, которые способствуют повышению производительности труда добычи полезных ископаемых на тех территориях, где этот вид деятельности не является основным для региональной экономики.

Противоречивым оказался эффект от получения регионом субсидий на ИКТ. Согласно результатам расчетов факт получения субсидии не оказывает никакого влияния на производительность труда в обрабатывающей промышленности и в добывающей в «ресурсных» регионах, в моделях 1.1 (как и 2.1) и 1.2.1 (как и 2.2.1) эта переменная незначима. А для добывающей

промышленности в «нересурсных» регионах имеет место отрицательный эффект, когда получение субсидии регионом приводит к снижению производительности труда, что может быть свидетельством того, что предоставление субсидий происходит за счет каких-то других, более важных для отрасли добычи полезных ископаемых, статей бюджетных расходов, тогда как эффекты, возникающие от субсидирования ИКТ, находят свое применение в прочих отраслях. Отчасти это может быть вызвано тем, что в анализируемый период времени государственные субсидии были направлены преимущественно на цифровизацию госуслуг и не были связаны с промышленностью, а ИКТ-компании, задействованные в этих процессах, переключают предложение своих услуг с добывающего сектора на сектор госуслуг.

Отметим также роль затрат на ИКТ в повышении производительности труда добывающей промышленности. Для группы «ресурсных» регионов эта переменная в модели 1.2.1 оказалась незначимой, тем не менее было сделано предположение, что, несмотря на отсутствие связи, отдельные элементы затрат на ИКТ будут оказывать влияние на производительность труда в отрасли. Но в модели 2.2.1 переменные, отражающие различные статьи затрат на ИКТ, также оказались незначимыми, результаты моделирования полностью совпали с предыдущей моделью. Таким образом, ни отдельные расходы на ИКТ, ни затраты в совокупности не оказывают никакого влияния на производительность труда в добывающей промышленности в «ресурсных» регионах. Для группы «нересурсных» регионов (модель 1.2.2) первоначально также не было выявлено связи. Однако разделение затрат на ИКТ на отдельные статьи расходов (модель 2.2.2) позволило выявить тот элемент расходов, который оказывает положительное влияние на производительность труда. Им оказалась доля затрат на приобретение вычислительной техники и оргтехники в ВРП. Учитывая также значимость использования локальных вычислительных сетей в этой группе регионов, мы можем говорить о свидетельстве применения современных вычислительных методов, для которых требуется обновление вычислительной техники.

Таким образом, выдвинутая гипотеза о том, что использование ИКТ в регионе способствует повышению эффективности совокупных результатов деятельности экономических агентов, функционирующих на данной территории, определенных как производительность труда отдельных секторов региональной экономики, принимается.

* * *

Результаты проведенного исследования подтверждают вывод о том, что широкое распространение ИКТ оказывает положительное влияние на экономику регионов, а именно на производительность труда отдельных сек-

торов экономики регионов – как добывающей, так и обрабатывающей промышленности. Среди факторов, влияющих на производительность труда в добывающей промышленности, можно выделить долю организаций с доступом к сети Интернет и число компьютеров с доступом к сети Интернет на 1000 работников, долю организаций, использующих «облачные» сервисы, а также долю внутренних затрат на исследования и разработки в ВРП для «ресурсных» регионов и долю организаций, использующих локальные вычислительные сети, получение регионом субсидии на ИКТ, а также долю затрат на приобретение вычислительной техники и оргтехники в ВРП для «нересурсных». Для обрабатывающей промышленности значимыми факторами являются число компьютеров с доступом к сети Интернет на 1000 работников, доля высокотехнологичного бизнеса в ВРП, доля затрат на приобретение вычислительной техники и оргтехники и доля затрат на оплату услуг сторонних организаций и специалистов по ИКТ в ВРП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Григорьев Л.М., Голяшев А.В., Лобанова А.А., Павлюшина В.А. Региональные различия динамики промышленного производства в России: текущие тенденции // *Пространственная экономика*. 2017. № 4. С. 148–169. <https://doi.org/10.14530/se.2017.4.148-169>
- Данилова И.В., Каретникова Т.М., Амирова Т.Ф. Влияние информационно-коммуникационного сектора на производительность труда в экономике РФ // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент»*. 2019. Т. 13. № 2. С. 45–53. <https://doi.org/10.14529/em190205>
- Иванова А.И., Халимова С.Р. Оценка влияния уровня развития информационно-коммуникационных технологий на региональное экономическое развитие // *Инфраструктура пространственного развития РФ: транспорт, энергетика, инновационная система, жизнеобеспечение* / отв. ред. О.В. Тарасова; Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2020. С. 274–295.
- Индикаторы цифровой экономики: 2018: стат. сб. М.: НИУ ВШЭ, 2018. 268 с. URL: <https://www.hse.ru/primarydata/ice2018> (дата обращения: апрель 2021).
- Лавровский Б.Л. Российские регионы в системе мировых трендов производительности труда // *Регион: экономика и социология*. 2017. № 3. С. 50–68. <https://doi.org/10.15372/REG20170303>
- Михеева Н.Н. Сравнительный анализ производительности труда в российских регионах // *Регион: экономика и социология*. 2015. № 2. С. 86–112.
- Попов Е.В., Семячков К.А., Симонова В.Л. Оценка влияния информационно-коммуникационных технологий на инновационную активность регионов // *Финансы и кредит*. 2016. Т. 22. Вып. 46. С. 46–60.
- Ратникова Т.А. Анализ панельных данных в пакете «STATA» / Государственный университет ВШЭ, 2004. 40 с.
- Соколов Б.В., Цивирко Е.Г., Юсупов Р.М. Анализ влияния информатики и информационных технологий на развитие теории и систем управления сложными объектами // *Труды СПИИРАН*. 2009. Вып. 11. С. 11–51. <https://doi.org/10.15622/sp.11.1>

- Урасова А.А. Региональный промышленный комплекс в цифровую эпоху: информационно-коммуникационное измерение // Экономика региона. 2019. Т. 15. № 3. С. 684–694. <https://doi.org/10.17059/2019-3-5>
- Халимова С.Р., Юсупова А.Т. Влияние региональных условий на развитие высокотехнологических компаний в России // Регион: экономика и социология. 2019. № 3. С. 116–142. <https://doi.org/10.15372/REG20190305>
- Что такое цифровая экономика? Тренды, компетенции, измерение: докл. к XX Апрель. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества (9–12 апреля, 2019 г., Москва) / науч. ред. Л.М. Гохберг; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: НИУ ВШЭ, 2019. 82 с.
- Юсупов Р.М. Информационные технологии и экономика информационного общества // Инновации. 2013. № 11 (181). С. 40–46.
- Andersson M., Karlsson C. Regional Innovation Systems in Small and Medium-Sized Regions // The Emerging Digital Economy. Advances in Spatial Science / Edited by B. Johansson, C. Karlsson, R. Stough. Berlin, Heidelberg: Springer, 2006. Pp. 55–81. https://doi.org/10.1007/3-540-34488-8_4
- Andersson M., Karlsson C. The Role of Accessibility for the Performance of Regional Innovation Systems / Economics and Institutions of Innovation. Working Paper Series. 2004. No. 9. 27 p. URL: https://www.researchgate.net/publication/5094330_The_Role_of_Accessibility_for_the_Performance_of_Regional_Innovation_Systems (дата обращения: сентябрь 2021).
- Belorgey N., Lecat R., Maury T.-P. Determinants of Productivity per Employee: An Empirical Estimation Using Panel Data // Economics Letters. 2006. Vol. 91. Issue 2. Pp. 153–157. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2005.09.003>
- Brynjolfsson E., Kahin B. Understanding the Digital Economy: Data, Tools, and Research. Cambridge: MIT Press. 2000. 401 p.
- Crescenzi R. Innovation and Regional Growth in the Enlarged Europe: The Role of Local Innovative Capabilities, Peripherality, and Education // Growth and Change. 2005. Vol. 36. Issue 4. Pp. 471–507. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2257.2005.00291.x>
- Dederick J., Gurbaxani V., Kraemer K. Information Technology and Economic Performance: A Critical Review of the Empirical Evidence // ACM Computing Surveys. 2003. Vol. 35. Issue 1. Pp. 1–28. <https://doi.org/10.1145/641865.641866>
- Digital Transformation Initiative in Collaboration with Accenture / WEF. 2018. 75 p. URL: <http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-executive-summary-20180510.pdf> (дата обращения: март 2021).
- Jalava J., Pohjola M. Economic Growth in the New Economy: Evidence from Advanced Economies // Information Economics and Policy. 2002. Vol. 14. Issue 2. Pp. 189–210. [https://doi.org/10.1016/S0167-6245\(01\)00066-X](https://doi.org/10.1016/S0167-6245(01)00066-X)
- Jorgensen D., Ho M., Stiroh K. Projecting Productivity Growth: Lessons from the U.S. Growth Resurgence // Technology, Growth, and the Labor Market / Edited by D.K. Ginther, M. Zavodny. Springer US, 2003. Pp. 19–40. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0325-5_3
- Jorgensen D., Stiroh K. Information Technology and Growth // American Economic Review. 1999. Vol. 89. No. 2. Pp. 109–115. <https://doi.org/10.1257/aer.89.2.109>
- Karlsson C., Johansson B. Dynamics and Entrepreneurship in a Knowledge-Based Economy // Entrepreneurship and Dynamics in the Knowledge Economy. London: Routledge, 2006. Pp. 12–46.
- Karlsson C., Maier G., Trippel M., Siedschlag I., Owen R., Murphy G. ICT and Regional Economic Dynamics: A Literature Review. JRC Scientific and Technical Reports. Publications Office of the European Union, 2010. 102 p. <https://doi.org/10.2791/46419>

- Maurseth P., Verspagen B. Europe: One or Several Systems of Innovation? An Analysis Based on Patent Citations // *The Economic Challenge for Europe: Adapting to Innovation Based Growth* / Edited by J. Fagerberg, P. Guerrieri, B. Verspagen. Edward Elgar, 1999. Pp. 149–174.
- OECD Digital Economy Outlook 2017 / OECD. 2017. 324 p. <https://doi.org/10.1787/9789264276284-en>
- Oliner S., Sichel D. Computers and Output Growth Revisited: How Big Is the Puzzle? // *Brookings Papers on Economic Activity*. 1994. No. 2. Pp. 273–334. <https://doi.org/10.2307/2534658>
- Stiroh K.J. Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What Do the Industry Data Say? // *American Economic Review*. 2002. Vol. 92. No. 5. Pp. 1559–1576. <https://doi.org/10.1257/000282802762024638>
- Triplet J., Bosworth B. 'Baumol's Disease' Has Been Cured: IT and Multifactor Productivity in US Service Industries // *The New Economy and Beyond: Past, Present and Future* / Edited by D.W. Jansen. Edward Elgar Publishing, 2006. Pp. 34–71. <https://doi.org/10.4337/9781845428891.00009>
- Van Ark B. Measuring the New Economy: An International Comparative Perspective // *Review of Income and Wealth*. 2002. Vol. 48. Issue 1. Pp. 1–14. <https://doi.org/10.1111/1475-4991.00036>

REFERENCES

- Andersson M., Karlsson C. Regional Innovation Systems in Small and Medium-Sized Regions. *The Emerging Digital Economy. Advances in Spatial Science*. Edited by B. Johansson, C. Karlsson, R. Stough. Berlin, Heidelberg: Springer, 2006, pp. 55–81. https://doi.org/10.1007/3-540-34488-8_4
- Andersson M., Karlsson C. The Role of Accessibility for the Performance of Regional Innovation Systems. *Economics and Institutions of Innovation. Working Paper Series*, 2004, no. 9, 27 p. Available at: https://www.researchgate.net/publication/5094330_The_Role_of_Accessibility_for_the_Performance_of_Regional_Innovation_Systems (accessed September 2021).
- Belorgey N., Lecat R., Maury T.-P. Determinants of Productivity per Employee: An Empirical Estimation Using Panel Data. *Economics Letters*, 2006, vol. 91, issue 2, pp. 153–157. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2005.09.003>
- Crescenzi R. Innovation and Regional Growth in the Enlarged Europe: The Role of Local Innovative Capabilities, Peripherality, and Education. *Growth and Change*, 2005, vol. 36, issue 4, pp. 471–507. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2257.2005.00291.x>
- Danilova I.V., Savelyeva I.P., Lapo A.S. Evaluation of the Strategic Social and Economic Policy of the Region: Methodological Approach. *Vestnik YuUrGU. Seriya 'Ekonomika i Menedzhment' = Bulletin of the South Ural State University. Series 'Economics and Management'*, 2019, vol. 13, no. 2, pp. 45–53. <https://doi.org/10.14529/em190205> (In Russian).
- Dederick J., Gurbaxani V., Kraemer K. Information Technology and Economic Performance: A Critical Review of the Empirical Evidence. *ACM Computing Surveys*, 2003, vol. 35, issue 1, pp. 1–28. <https://doi.org/10.1145/641865.641866>
- Digital Transformation Initiative in Collaboration with Accenture. WEF, 2018, 75 p. Available at: <http://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-executive-summary-20180510.pdf> (accessed March 2021).
- Grigoryev L.M., Golyashev A.V., Lobanova A.A., Pavlyushina V.A. Regional Differences

- in the Dynamics of Industrial Production in Russia: Modern Trends. *Prostranstvennaya Ekonomika = Spatial Economics*, 2017, no. 4, pp. 148–169. <https://doi.org/10.14530/se.2017.4.148-169> (In Russian).
- Indicators of the Digital Economy. 2018: Statistical Collection*. Moscow: National Research University Higher School of Economics, 2018, 268 p. Available at: <https://www.hse.ru/primarydata/ice2018> (accessed April 2021). (In Russian).
- Ivanova A.I., Khalimova S.R. Assessment of the Impact of the Level of Development of Information and Communication Technologies on Regional Economic Development. *Spatial Development Infrastructure of the Russian Federation: Transport, Energy, Innovation System, Life Support*. Edited by O.V. Tarasova. Novosibirsk: Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS, 2020, pp. 274–295. (In Russian).
- Jalava J., Pohjola M. Economic Growth in the New Economy: Evidence from Advanced Countries. *Information Economics and Policy*, 2002, vol. 14, issue 2, pp. 189–210. [https://doi.org/10.1016/S0167-6245\(01\)00066-X](https://doi.org/10.1016/S0167-6245(01)00066-X)
- Jorgensen D., Ho M., Stiroh K. Projecting Productivity Growth: Lessons from the U.S. Growth Resurgence. *Technology, Growth, and the Labor Market*. Edited by D.K. Ginther, M. Zavodny. Springer US, 2003, pp. 19–40. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0325-5_3
- Jorgensen D., Stiroh K. Information Technology and Growth. *American Economic Review*, 1999, vol. 89, no. 2, pp. 109–115. <https://doi.org/10.1257/aer.89.2.109>
- Karlsson C., Johansson B. Dynamics and Entrepreneurship in a Knowledge-Based Economy. *Entrepreneurship and Dynamics in the Knowledge Economy*. London: Routledge, 2006, pp. 12–46.
- Karlsson C., Maier G., Tripl M., Siedschlag I. Owen R., Murphy G. *ICT and Regional Economic Dynamics: A Literature Review. JRC Scientific and Technical Reports*. Publications Office of the European Union, 2010, 102 p. <https://doi.org/10.2791/46419>
- Khalimova S.R., Yusupova A.T. The Effect of Regional Conditions on the Development of High-Tech Companies in Russia. *Region: Ekonomika i Sotsiologiya = Regional Research of Russia*, 2019, no. 3, pp. 116–142. <https://doi.org/10.15372/REG20190305> (In Russian).
- Lavrovsky B.L. Russian Regions in the System of Global Workforce Productivity Trends. *Region: Ekonomika i Sotsiologiya = Regional Research of Russia*, 2017, no. 3, pp. 50–68. <https://doi.org/10.15372/REG20170303> (In Russian).
- Maurseth P., Verspagen B. Europe: One or Several Systems of Innovation? An Analysis Based on Patent Citations. *The Economic Challenge for Europe: Adapting to Innovation Based Growth*. Edited by J. Fagerberg, P. Guerrieri, B. Verspagen. Edward Elgar, 1999, pp. 149–174.
- Mikheyeva N.N. Workforce Productivity in Russian Regions: Comparative Analysis. *Region: Ekonomika i Sotsiologiya = Regional Research of Russia*, 2015, no. 2, pp. 86–112. (In Russian).
- OECD *Digital Economy Outlook 2017*. OECD, 2017, 324 p. <https://doi.org/10.1787/9789264276284-en>
- Oliner S., Sichel D. Computers and Output Growth Revisited: How Big Is the Puzzle? *Brookings Papers on Economic Activity*, 1994, no. 2, pp. 273–334. <https://doi.org/10.2307/2534658>
- Popov E.V., Semyachkov K.A., Simonova V.L. Assessing the Impact of Information and Communication Technologies on Innovative Activity of Regions. *Finansy i Kredit = Finance and Credit*, 2016, vol. 22, issue 46, pp. 46–60. (In Russian).
- Ratnikova T.A. *Analysis of Panel Data in the 'STATA' Package*. Moscow: State University HSE, 2004, 40 p. (In Russian).

- Sokolov B.V., Tsivirko E.G., Yusupov R.M. Influence Analysis of Informatics and Computer Science on Development of Theory and Systems of Control by Complex Objects. *Trudy SPIIRAN = SPIIRAS Proceedings*, 2009, issue 11, pp. 11–51. <https://doi.org/10.15622/sp.11.1> (In Russian).
- Stiroh K.J. Information Technology and the U.S. Productivity Revival: What Do the Industry Data Say? *American Economic Review*, 2002, vol. 92, no. 5, pp. 1559–1576. <https://doi.org/10.1257/000282802762024638>
- Triplet J., Bosworth B. ‘Baumol’s Disease’ Has Been Cured: IT and Multifactor Productivity in US Service Industries. *The New Economy and Beyond: Past, Present and Future*. Edited by D.W. Jansen. Edward Elgar Publishing, 2006, pp. 34–71. <https://doi.org/10.4337/9781845428891.00009>
- Understanding the Digital Economy: Data, Tools, and Research*. Edited by E. Brynjolfsson, B. Kahin. Cambridge: MIT Press, 2000, 401 p.
- Urasova A.A. Regional Industry in the Digital Era: Information and Communication Dimension. *Ekonomika Regiona = Economy of Region*, 2019, vol. 15, no. 3, pp. 684–694. <https://doi.org/10.17059/2019-3-5> (In Russian).
- Van Ark B. Measuring the New Economy: An International Comparative Perspective. *Review of Income and Wealth*, 2002, vol. 48, issue 1, pp. 1–14. <https://doi.org/10.1111/1475-4991.00036>
- What Is the Digital Economy? Trends, Competencies, Measurement: Report for the XX April International Scientific Conference on Economic and Social Development (April 9–12, 2019, Moscow)*. Edited by L.M. Gokhberg. Moscow: National Research University Higher School of Economics, 2019, 82 p. (In Russian).
- Yusupov R.M. Information Technologies and Information Society Economy. *Innovatsii = Innovations*, 2013, no. 11 (181), pp. 40–46. (In Russian).

Поступила в редакцию / Submitted: 13.04.2021

Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing: 05.10.2021

Принята к публикации / Accepted for publication: 11.11.2021

Доступно онлайн / Available online: 24.12.2021