

DOI: 10.18721/JE.12402

УДК 51-77

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА РАЗВИТИЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

И.В. Лутошкин, А.А. Парамонова

Ульяновский государственный университет,
г. Ульяновск, Российская Федерация

Общие мировые тенденции, определяющие переход в новую цифровую экономику, отмечаются многими исследователями, при этом существует проблема количественной оценки того, насколько экономика страны трансформировалась в направлении существующих тенденций. Кроме того, ряд исследователей высказывают противоположные гипотезы о потенциальных результатах цифровой трансформации, что вызывает интерес к проверке этих гипотез, исходя из текущего положения экономики. В частности, вызывает интерес, насколько экономика Российской Федерации соответствует общемировым тенденциям, насколько глубоко её процессы подверглись цифровизации. Всё это стимулирует к использованию количественных методов анализа цифровой трансформации экономики. Рассматривается проблема влияния инвестиций в информационные и коммуникационные технологии на развитие экономики Российской Федерации. В качестве аппарата анализа используется корреляционный и регрессионный анализ для построения количественных отношений между информационно-коммуникационными показателями и макроэкономическими показателями Российской Федерации. В качестве информационной базы взяты статистические данные, приведенные на сайте Федеральной службы государственной статистики. Исходя из представленных на сайте показателей, для исследования выбраны такие объясняющие информационные факторы, как общие затраты на информационные технологии, затраты на приобретение вычислительной техники, затраты на приобретение программного обеспечения. В качестве объясняемых факторов выделены такие традиционные макроэкономические показатели России, как валовой внутренний продукт, валовой национальный продукт, валовая прибыль, валовая добавленная стоимость, индекс потребительских цен, среднедушевой доход населения, расходы на конечное потребление, уровень безработицы, сальдо внешней торговли, дефицит бюджета, валовое накопление. На основе корреляционного анализа сделаны выводы о наличии статистической связи между макроэкономическими показателями и инвестициями в информационные технологии, проверен ряд гипотез о развитии мировых тенденций в России. В рамках корреляционного анализа определены внешние факторы, влияющие на развитие информационных и коммуникационных технологий, дана количественная оценка влияния этих факторов. Для оценки влияния информационных и коммуникационных технологий на экономику России построен ряд моделей, имеющих распределенную форму воздействия информационно-коммуникационных показателей на макроэкономические показатели.

Ключевые слова: цифровая экономика, индустрия 4.0, инвестиции в ИКТ, модель влияния ИКТ, макроэкономические показатели

Ссылка при цитировании: Лутошкин И.В., Парамонова А.А. Анализ влияния цифровых технологий на развитие национальной экономики // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2019. Т. 12, № 4. С. 20–31. DOI: 10.18721/JE.12402

ANALYSIS OF THE IMPACT OF DIGITAL TECHNOLOGIES ON THE DEVELOPMENT OF THE NATIONAL ECONOMY

I.V. Lutoshkin, A.A. Paramonova

Ulyanovsk State University, Ulyanovsk, Russian Federation

General global trends determine the transition to a new digital economy, it is noted by many researchers. There is a problem of quantifying how the national economy has transformed in the direction of existing trends. In addition, many researchers are of the opposite hypothesis about the potential results of digital transformation, that is of interest to test these hypotheses, based on the current state of the economy. In particular, it is of interest as far as the economy of the Russian Federation corresponds to global trends, how deeply its processes have undergone digitalization. All this stimulates the use of quantitative methods for analyzing the digital transformation of the economy. In the article the problem of influence of investments into information and communication technologies on development of economy of the Russian Federation is considered. As an analysis tool, correlation and regression analysis is used to build quantitative relationships between information and communication indicators and macroeconomic indicators of the Russian Federation. The statistical data provided on the website of the Federal State Statistics Service are taken as an information base. Based on the indicators presented on the website, the following informational factors were chosen for the research, such as total information technology costs, computer equipment purchase costs, software purchase costs. As a dependent of factors have been highlighted such traditional macroeconomic indicators of the Russian Federation as gross domestic product, gross national product, gross profit, gross value added, the consumer price index, the average per capita income, the final consumption expenditure, unemployment rate, foreign trade balance, budget deficit, gross capital formation. Based on a correlation analysis, conclusions were drawn about the presence of a statistical link between macroeconomic indicators of the Russian Federation and investments in information technology, and a many hypotheses about the development of world trends in Russia were tested. As part of the correlation analysis, external factors affecting the development of information and communication technologies are identified, the quantitative assessment of the impact of these factors is given. In order to assess the impact of information and communication technologies on the Russian economy, many models have been built that have a distributed form of impact of information and communication indicators on macroeconomic indicators.

Keywords: digital economy, industry 4.0, ICT investment, ICT impact model, macroeconomic indicators

Citation: I.V. Lutoshkin, A.A. Paramonova, Analysis of the Impact of Digital Technologies on the Development of the National Economy, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 12 (4) (2019) 20–31. DOI: 10.18721/JE.12402

Введение. Современное развитие общества и экономики характеризуется необходимостью трансформации в новую экосистему (цифровую экономику). Данная необходимость определяется, в первую очередь, потенциалом, накопленным в области производства информационных технологий. Развитие электроники, телекоммуникационных технологий, программного обеспечения создали предпосылки к новой форме

взаимодействия и управления во всех отраслях экономики [1]. В историческом аспекте многие отрасли начали процессы автоматизации, информатизации и интеллектуализации ещё во второй половине XX в. При этом скорость развития процессов была неоднородна, что привело к различному уровню цифровизации в отраслях. Сейчас, когда мировая экономическая система стоит на пороге информационной революции

индустрия 4.0, необходимо понимать, насколько экономика России готова пройти через эту трансформацию [2, 3].

Разница в объеме потребления информационных технологий между промышленным производством и банками, нефтегазовым сектором в последние годы в России понемногу сокращается. Однако это происходит недостаточно быстро, для того чтобы можно было сделать качественный рывок в производственных возможностях нашей страны. Российские предприятия все еще существенно отстают в производительности труда, в сроках вывода на рынок новых продуктов от предприятий тех стран, которые активно продвигают цифровые формы в экономику [4].

При этом применение технологий цифрового производства крайне важно для предприятий, выпускающих сложную высокотехнологичную продукцию: в космической отрасли, в авиационной отрасли, энергомашиностроении, атомной промышленности, в отдельных областях судостроения, машиностроения и станкостроения [5, 6]. Проблема возникает даже на уровне бухгалтерского учета сложного производственного оборудования с программным управлением, а также вычислительной техники на каком-либо конкретном предприятии. Каким образом учитывать такое оборудование и его модернизацию каждое предприятие или организация решают самостоятельно [7]. Поэтому важно разработать решения для контроля работы основных средств производства. Такие системы выявляют участки с отклонениями с точки зрения как надежности оборудования, так и технологий производства, и предотвращают удорожание продукции за счет, например, предупреждения незапланированных ремонтов или снижения количества брака, который надо пускать в повторный цикл переработки.

На этом фоне растет потребность в комплексных решениях, позволяющих выйти за рамки таких узких задач и в целом анализировать предприятие, выделить его потребности, проблемные зоны. Также растет интерес к комплексным решениям прогнозирования поведения покупателей и надежности работы собственного оборудования. Популярность набирают и решения для целевого

планирования производства, учитывающие множество факторов и критериев: физические ограничения мощностей, конкурентную и макроэкономическую среды предприятия [8, 9].

Невозможно выделить что-то одно и назвать это самым приоритетным направлением или решением для цифровизации российской промышленности. Существует государственная программа «Развитие промышленности и обеспечение ее конкурентоспособности» [10], основные приоритеты, указанные в программе: цифровые технологии проектирования и производства, робототехника, разработка инженерного программного обеспечения, применение аддитивных технологий, интеллектуальные системы управления производством и т. п.

Цифровые фабрики, виртуальное проектирование и т. п. — это инструменты, которые должны помогать создавать конкурентоспособные продукты и производственные системы [6, 11]. Для того, чтобы производство было конкурентоспособным, необходимо постоянно изменяться, оперативно реагировать на появление новых программных продуктов, создавать свои программные продукты и т. д.

Отметим, что в государственных программах на первое место выносятся технический аспект цифровизации экономики, во многих исследованиях также делается упор на техническую и юридическую сторону применения информационных технологий, при этом экономический аспект от цифровизации процессов в экономике и обществе остается на втором плане [12].

Таким образом, проблема цифровизации экономики остается актуальной, а вопрос влияния информационных технологий на макроэкономические процессы открыт. Многими исследователями проводится анализ отдельных сторон или следствий этого явления, однако в силу различных причин не сформировано понимание соотношения информации и производства, распределения, обмена, потребления, воспроизводства в целом. Для формирования целостной макроэкономической картины информатизации общества необходимо изучение указанных вопросов, это становится важным не только для

получения научного знания, но и для определения национальной стратегии, особенностей государственного регулирования.

Методика и результаты исследования.

Макроэкономические показатели. Макроэкономические показатели, отражающие состояние национальной экономики, ее развитие, с цифровой трансформацией также будут претерпевать изменения. В ближайшем будущем, вполне возможно, в качестве макроэкономических показателей будут использоваться валовый индивидуальный индекс потребления или валовый индекс счастья, или даже количество лайков в социальных сетях. Мы будем рассматривать традиционные показатели. Для определения влияния информационных технологий (ИТ) на экономику России были взяты некоторые макроэкономические показатели России и данные по ним, представленные на сайте Федеральной службы государственной статистики [13].

Очевидно, что если внедрение информационных технологий влияет на развитие России, то должна быть статистическая связь ИТ с валовым внутренним продуктом (ВВП), валовым национальным продуктом (ВНП), валовой прибылью экономики (ВПЭ). Это стало основанием для выбора ВВП, ВНП и ВПЭ в качестве анализируемых показателей.

Одной из широко обсуждаемых проблем является проблема замены человека на информационные системы в процессе производства благ [14]. Информационные технологии, в частности, программное обеспечение, может привести к сокращению числа персонала, так как может заменить или объединить некоторые функции, которые ранее выполнялись человеком. С другой стороны, для создания сложных информационных систем необходимы кадры с новым качеством компетенций, что может требовать увеличение потребности в соответствующих трудовых ресурсах. Для анализа влияния ИТ на занятость населения нами выбран показатель «уровень безработицы» (УБ). При этом естественно ожидать, что на уровень безработицы оказывают влияние целое множество факторов, возможно, более значительных, чем информационные технологии.

Применение ИТ на этапе производства должно уменьшать прямые издержки, увеличивать производительность предприятия, при этом вырастают косвенные издержки, связанные с поддержкой информационных систем, меняется качество продукта, становится иной система распределения производимых благ. Всё это влияет на себестоимость благ, а с учетом изменения системы распределения благ – на потребительские цены. Поэтому при предварительном рассмотрении ожидаемо наличие связи валовой добавленной стоимости (ВДС), индекса потребительских цен (ИПЦ), среднедушевого дохода населения (СД), расходов на конечное потребление (РКП) с ИТ.

В процессе цифровизации экономики происходит трансформация основных средств: наряду с материальными активами (например, оборудованием) важным элементом основного капитала становятся нематериальные активы (например, программные продукты), следовательно, должна прослеживаться связь между ИТ и валовым накоплением (ВН).

Развитие ИТ-отрасли с каждым годом играет более существенную роль в общей экономике России, предприятия ИТ-отрасли практически не пострадали от санкций, принятых в отношении России рядом стран мира. Более того, именно в результате санкций был принят вектор на импортозамещение программных продуктов на российские. Таким образом, представляется обоснованным рассмотреть связь сальдо внешней торговли (СВТ), дефицита бюджета (ДБ) с ИТ.

Рассмотрим показатели, отражающие развитие ИТ-отрасли. Согласно данным Федеральной службы государственной статистики [13] выделяются следующие показатели: общие затраты на информационные технологии, в том числе на приобретение вычислительной техники и оргтехники, на приобретение телекоммуникационного оборудования, на приобретение программного обеспечения, на оплату услуг связи, из них на оплату доступа к сети Интернет, на обучение сотрудников, связанное с развитием и использованием информационных и коммуникационных технологий (ИКТ), на оплату услуг сторонних организаций и специалистов по информацион-

ным и коммуникационным технологиям (кроме услуг связи и обучения); процентное соотношение использования персональных компьютеров и сети Интернет организациями по видам экономической деятельности, а также населением. В составе затрат на ИКТ учитываются текущие и капитальные затраты обследованных организаций (без субъектов малого предпринимательства).

Корреляционный анализ влияния ИТ на экономику России. Для первичной оценки влияния ИКТ на экономику России проведен корреляционный анализ выбранных макроэкономических показателей и показателей ИКТ. В результате анализа сделан вывод, что не все макроэкономические показатели, которые были отобраны предварительно, исходя из их сущности, коррелируют со всеми показателями затрат на информационные технологии. Таким образом, для исследования влияния ИТ на экономику России выбраны факторы, имеющие наиболее существенную статистическую связь: общие затраты на ИТ (ICT_t), затраты на приобретение вычислительной техники ($ICTH_t$), затраты на приобретение программного обеспечения ($ICTS_t$). Результаты корреляционного анализа по выбранным факторам ИКТ и макроэкономическим показателям представлены в табл. 1.

Введем следующие обозначения: ICT_t – общие затраты на ИКТ в год t ; $ICTH_t$ – затраты на приобретение вычислительной техники в год t ; $ICTS_t$ – затраты на приобретение программного обеспечения в год t ; ВВП $_t$ – валовой внутренний продукт в год t ; ВВП $_t$ – валовой национальный продукт в год t ; ВДС $_t$ – валовая добавленная стоимость в год t ; ВПЭ $_t$ – валовая прибыль экономики в год t ; РКП $_t$ – расходы на конечное потребление в год t ; ВН $_t$ – валовое накопление в год t ; ДБ $_t$ – дефицит бюджета в год t ; СВТ $_t$ – сальдо внешней торговли в год t ; УБ $_t$ – уровень безработицы в год t ; СД $_t$ – среднедушевой доход в год t ; ИПЦ $_t$ – индекс потребительских цен в год t .

Вложения в ИКТ носят инвестиционный характер, что подразумевает, в первую очередь, распределенную целевую отдачу от вложений [15]. Так как вложения в ИКТ, как правило, долгосрочные, внедрение новых информационных систем и перестройка работы предприятий и компаний занимает достаточно длительное время, сильная связь между объемом инвестиций и макроэкономическими показателями сохраняется не только в текущем году. Поэтому коэффициенты корреляции рассчитаны без лага (длительность лага составляет один год), с одним и двумя лагами. Большое количество лагов в табл. 1 не представлено, так как расчеты показали, что через три года эффект от инвестиций в ИКТ ослабевает.

Таблица 1

Коэффициенты корреляции макроэкономических показателей и показателей ИКТ

Correlation coefficients of macroeconomic indicators and ICT indicators

	ICT_t	ICT_{t-1}	ICT_{t-2}	$ICTH_t$	$ICTH_{t-1}$	$ICTH_{t-2}$	$ICTS_t$	$ICTS_{t-1}$	$ICTS_{t-2}$
ВВП $_t$	0,96	0,94	0,90	0,89	0,86	0,78	0,97	0,96	0,93
ВНП $_t$	0,96	0,94	0,91	0,88	0,85	0,79	0,98	0,95	0,93
ВДС $_t$	0,96	0,95	0,92	0,89	0,87	0,81	0,98	0,96	0,94
ВПЭ $_t$	0,97	0,95	0,94	0,91	0,89	0,85	0,98	0,96	0,95
РКП $_t$	0,97	0,94	0,89	0,90	0,87	0,78	0,98	0,97	0,93
ВН $_t$	0,94	0,92	0,89	0,87	0,84	0,78	0,96	0,93	0,91
ДБ $_t$	-0,57	-0,62	-0,68	-0,46	-0,54	-0,67	-0,58	-0,63	-0,68
СВТ $_t$	0,69	0,59	0,43	0,64	0,50	0,24	0,70	0,64	0,52
УБ $_t$	-0,78	-0,72	-0,63	-0,80	-0,72	-0,53	-0,76	-0,72	-0,66
СД $_t$	0,95	0,93	0,90	0,86	0,83	0,78	0,96	0,95	0,93
ИПЦ $_t$	-0,36	-0,07	0,10	-0,36	0,05	0,28	-0,37	-0,24	0,01

Как видно из табл. 1, наблюдается сильная связь общих затрат на ИКТ с такими показателями, как ВВП, ВВП, ВДС, ВПЭ, РКП, ВН, УБ, СД. Рост вложений в ИКТ имеет прямой отклик во всех перечисленных показателях, за исключением уровня безработицы. А для уровня безработицы рост вложений в ИКТ имеет обратный эффект, т. е. вопреки ожиданиям роста уровня безработицы в связи с активным развитием ИКТ. Можно высказать предположение, что на данный момент развитие ИКТ положительно сказывается на занятости населения. Это может быть связано с увеличением спроса на специализированное программное обеспечение сложных автоматизированных систем управления, что является следствием изменения отношения руководящего менеджмента предприятий и частных организаций к ИТ-продуктам и работе ИТ-подразделений [16].

Также из табл. 1 следует, что между общими затратами на ИКТ и дефицитом бюджета, сальдо внешней торговли, а также индексом потребительских цен сильная связь не выявляется. Отсутствие сильной связи общих затрат на ИКТ и дефицита бюджета можно объяснить большим ко-

личеством составляющих бюджета и его расходами, которые слабо согласованы с ИКТ [17]. Так как связь между затратами на ИКТ и сальдо внешней торговли слабая, можно сделать вывод, что производство наиболее конкурентоспособной, уникальной, востребованной, дефицитной продукции в сфере ИКТ, которая пользуется спросом за границей, пока еще не на должном уровне [18]. Отсутствие связи между ИКТ и индексом потребительских цен, скорее всего, связано с относительностью самого индекса, в то время как показатели ИКТ имеют абсолютный характер.

Регрессионный анализ влияния ИКТ. Для выявления функциональной зависимости между рассматриваемыми показателями проведен регрессионный анализ. Выбор зависимости для вычислительного эксперимента основан на гипотезе, высказанной К. Швабом [1], об экспоненциальном росте цифровой экономики, а также общем развитии систем, которые в начальной фазе своего временного жизненного цикла имеют сверхлинейный (экспоненциальный) характер развития.

Рассмотрим, как ведут себя затраты на ИКТ при изменении времени (рис. 1–3).

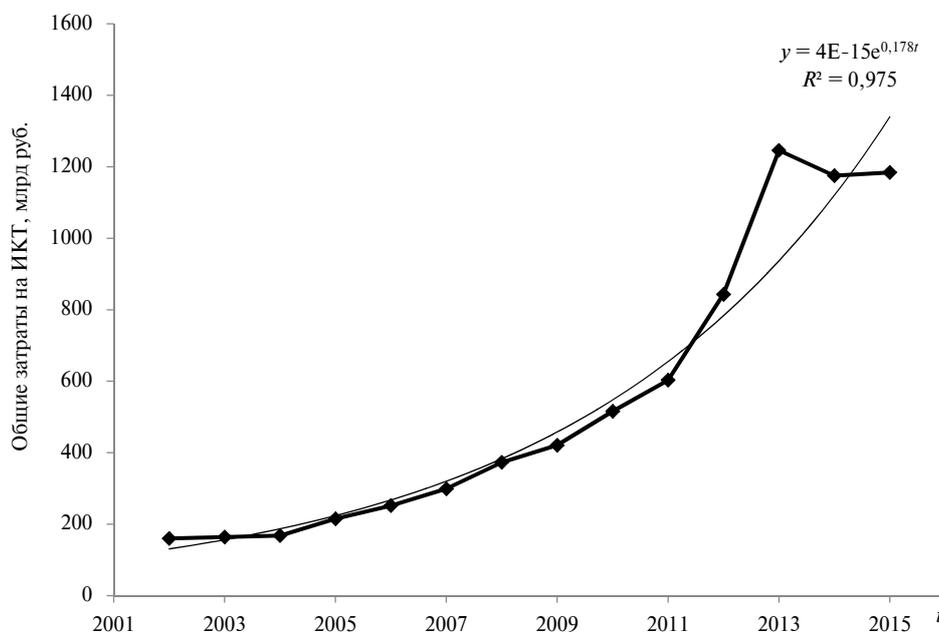


Рис. 1. Рост общих затрат на ИКТ в зависимости от времени

Fig. 1. Increase in total ICT costs depending on time

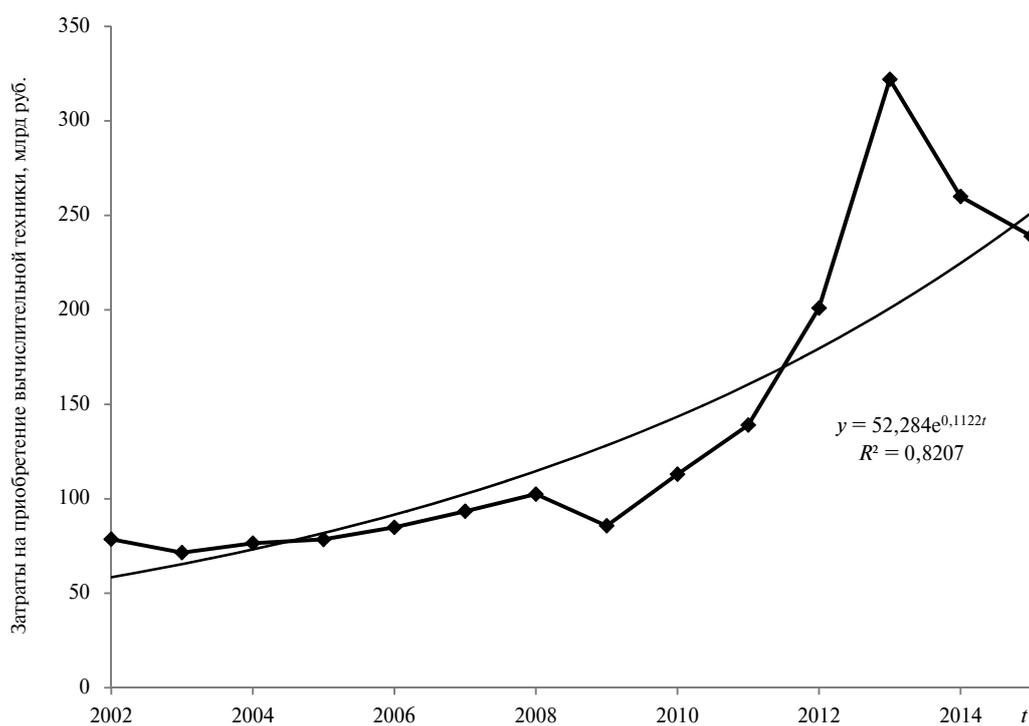


Рис. 2. Рост затрат на приобретение вычислительной техники в зависимости от времени
Fig. 2. The increase in the cost of acquiring computer equipment, depending on time

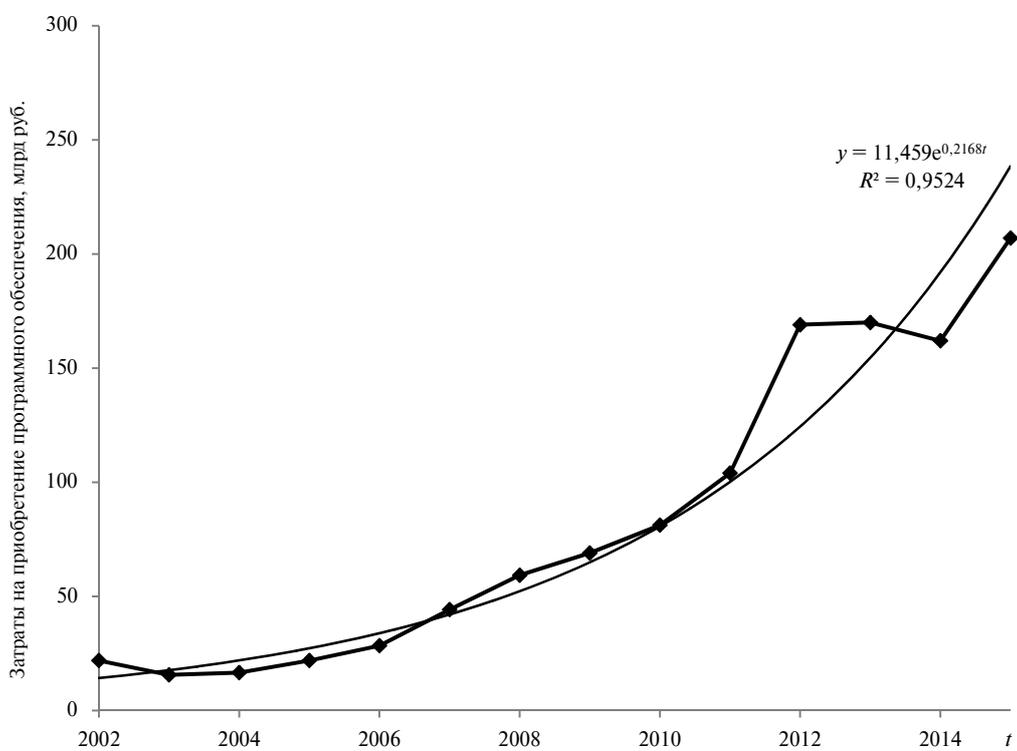


Рис. 3. Рост затрат на приобретение программного обеспечения в зависимости от времени
Fig. 3. The increase in the cost of acquiring software depending on time

По данным Росстата после продолжительного роста затрат на ИКТ в 2014 г. произошел спад. Это можно объяснить валютно-экономическим кризисом. При этом затраты на ИКТ, произведенные в 2015 г., остались практически на уровне 2014 г. Поэтому можно сказать, что в 2015 г. кризисная ситуация оказывает влияние на уровень затрат на ИКТ в той же степени, что и в 2014 г.

Для затрат на приобретение вычислительной техники наблюдается три периода спада: 2003, 2009 и 2014 гг. Спад, начавшийся в 2003 г., компенсируется только в 2006 г. Это можно объяснить сложившейся ситуацией в стране вследствие отсутствия прогресса в борьбе с инфляцией и обострения противоречий между бизнесом и правительством в сфере собственности, что усилило инвестиционные риски и снизило позитивный эффект от роста экспортных цен. Спад 2009 г. компенсируется уже в 2010 г. Провал затрат 2009 г. является следствием мирового экономического кризиса 2008 г. [19].

Спад 2014 г. проявляется для всех видов затрат на ИКТ. Но именно для затрат на приобретение вычислительной техники наблюдается спад еще и в 2015 г., тогда как в других случаях после каждого спада наблюдается пусть не стремительный, но все же рост затрат. Это является следствием недоверия к российской валюте, в связи с резким ее ослаблением и рядом негативных последствий этого в ходе кризиса [20].

Аналогично затратам на приобретение вычислительной техники для затрат на приобретение программного обеспечения, по данным Росстата, имеются спады в 2003 и 2014 гг. Но в 2015 г. был значительный рост затрат. То есть несмотря на кризисную ситуацию в стране, руководство предприятий и организаций осознавало всю важность программного обеспечения для развития бизнеса и производства и инвестировало средства именно в эту область ИТ-сектора [21].

При графическом анализе можно сделать выводы:

- затраты на различные виды ИКТ имеют спад в некоторый период времени, период зависит от показателя;
- все виды исследуемых затрат ИКТ тесно связаны со временем, причем связь имеет экспоненциальный вид с высоким коэффициентом детерминации.

Последнее означает, что развитие ИКТ в России обусловлено общемировыми тенденциями, которые развиваются относительно независимо и с очень высокой скоростью роста, вероятно, опережающей восприятие этих технологий большинством населения страны. Этот вывод подтверждает предположения, сделанные в [1].

В свою очередь, чтобы получить высоко значимое уравнение регрессии влияния затрат ИКТ на макроэкономические показатели, необходимо ввести дополнительный показатель, объясняющий спад. В случае общих затрат – это фактор 2014 г., для затрат на приобретение вычислительной техники – факторы 2004, 2009 и 2014 гг., для затрат на приобретение программного обеспечения – факторы 2004 и 2014 гг.

Модель влияния затрат на ИКТ на макроэкономические показатели с учетом введенных факторов года выглядит следующим образом:

$$Y_t = \alpha_0 ICT_t + \alpha_1 ICT_{t-1} + \alpha_2 ICT_{t-2} + \beta_1 F_{2004} + \beta_2 F_{2009} + \beta_3 F_{2014} + \gamma,$$

где Y_t – макроэкономический показатель в год t ; α_i – коэффициент регрессии для показателя ИТ; β_i – коэффициент регрессии для фактора года; γ – свободный коэффициент.

Для общих затрат на ИТ F_{2004} и F_{2009} отсутствуют, а F_{2014} имеет следующие значения:

$$F_{2014} = \begin{cases} 0, & t < 2014, \\ 1, & t \geq 2014. \end{cases}$$

Значения фактора 2014 г. выбраны таким образом в силу того, что в 2015 г. рост затрат был незначительным относительно затрат в 2014 г. и не достиг значения 2013 г. (рис. 1).

Для затрат на приобретение вычислительной техники значения для факторов года следующие:

$$F_{2004} = \begin{cases} 1, & t \leq 2005, \\ 0, & t > 2005, \end{cases} \quad F_{2009} = \begin{cases} 1, & t = 2009, \\ 0, & t \neq 2009, \end{cases}$$

$$F_{2014} = \begin{cases} 0, & t < 2014, \\ 1, & t \geq 2014. \end{cases}$$

Значения факторов в этом случае основаны на том, что спад затрат, начавшийся в 2003 г., не компенсируется ростом затрат в 2004–2005 гг. Не смотря на спад затрат в 2009 г., затраты 2010 г. уже превысили затраты 2008 г. Этим объясняется выбор значений для фактора 2009 г. Затраты в 2014–2015 гг. имеют тот же тренд, что и общие затраты в этот же период. Поэтому значения фактора 2014 г. аналогичны (рис. 2).

Для затрат на программное обеспечение F_{2009} отсутствует, а остальные факторы имеют вид:

$$F_{2004} = \begin{cases} 1, & t \leq 2004, \\ 0, & t > 2004, \end{cases} \quad F_{2014} = \begin{cases} 1, & t = 2014, \\ 0, & t \neq 2014. \end{cases}$$

Выбранные значения фактора 2004 объясняются тем, что затраты на программное обеспечение имеют спад в 2003–2004 гг., а в 2005 г. уровень затрат равен уровню 2002 г. А значения фактора 2014 г. выбраны таким образом потому, что в 2014 г. наблюдается единичный случай спада уровня затрат (рис. 3).

Итоговые значения коэффициентов для описания модели представлены в табл. 2–4.

Как видно из табл. 2, общие затраты на ИКТ в текущем году не оказывают значимого влияния

на макроэкономические показатели. Основной вклад дают затраты, совершенные одним годом ранее. То есть отдача от вложений в ИКТ проявляется через год. Это можно объяснить либо свойством ИКТ в целом, либо применяемых конкретно в России.

Таблица 2

Оценки коэффициентов модели для общих затрат ИКТ с уровнем надежности 95 %

Estimates of the model coefficients for the total cost of ICT with the level of reliability of 95 %

	α_0	α_1	α_2	β_3	γ	R^2
ВВП	–	80,25	–	–26862,05	10939,92	0,95
ВНП	–	135,92	–	–45565,82	19965,63	0,94
ВДС	–	69,59	–	–21649,54	9245,63	0,95
ВПЭ	–	18,97	19,10	–10811,48	1486,90	0,96
РКП	–	60,52	–	–21769,01	5809,83	0,96
ВН*	–	17,17	–	–5284,30	2622,28	0,89
СД	–	28,32	–	–10040,15	4873,86	0,93

* Коэффициент β_3 рассчитан с уровнем надежности 91,7 %.

Что касается затрат на приобретение вычислительной техники, их отражение в макроэкономических показателях проявляется через год и через два года, а текущие затраты не имеют влияния на макроэкономические показатели. Можно сделать вывод, что это следствие закупки оборудования с повышенными системными требованиями для предотвращения быстрого его устаревания, а также запаздывающего ввода в эксплуатацию.

Таблица 3

Оценки коэффициентов модели для затрат на приобретение вычислительной техники с уровнем надежности 95 %

Estimates of model coefficients for the cost of acquisition of computer equipment with the level of reliability 95 %

	α_0	α_1	α_2	β_1	β_2	β_3	γ	R^2
ВВП*	–	310,70	201,99	–	–	–52729,54	–9288	0,88
ВНП	–	507,51	373,20	–	–	–91145,66	–15207,25	0,87
ВДС	–	263,42	191,81	–	–	–45773,59	–9202,94	0,89
ВПЭ	–	118,67	109,62	–	–21919,98	–	–7679,57	0,93
РКП	–	206,92	125,64	–9961,85	–33645,06	–	–2120,46	0,95
ВН	–	45,18	–	–4793,51	–	–	5387,42	0,84
СД	–	81,46	68,02	–6132,96	–	–14587,6	2212,57	0,93

* Коэффициент α_2 рассчитан с уровнем надежности 94,7 %.

Таблица 4

Оценка коэффициентов модели
для затрат на приобретение программного обеспечения
с уровнем надежности 95 %

Estimation of the model coefficients for the cost
of acquiring the software with confidence level 95 %

	α_0	α_1	α_2	β_1	β_3	γ	R^2
ВВП	226,97	–	119,48	–9416,71	–	19811,4	0,98
ВНП	383,56	–	203,08	–16694,64	–	35076,15	0,98
ВДС	195,39	–	116,31	–7608,88	–	16455,14	0,99
ВПЭ*	143,26	–	–	3426,71	–	4174,76	0,97
РКП	169,16	–	83,40	–6601,01	–	12846,58	0,98
ВН	74,14	–	–	–	–	3720,74	0,93
СД*	74,49	–	44,21	–4250,56	–	8382,88	0,97

* Коэффициент α_2 рассчитан с уровнем надежности 92,8 %.

Для затрат, направленных на приобретение программного обеспечения, наблюдается связь с макроэкономическими показателями как в текущем году, так и двумя годами ранее. То есть организации приобретают такое программное обеспечение, отдача от которого проявляется либо сразу, либо спустя два года. Оказалось, что для рассматриваемой модели фактор 2014 г. себя не проявил. Это можно объяснить заметным ростом затрат в 2015 г., и поэтому статистически спад 2014 г. не дает большую погрешность в предложенной модели. Затраты на приобретение программного обеспечения являются единственным видом затрат с моментальной отдачей из всех рассматриваемых показателей.

Выводы. Для выявления силы и степени влияния ИКТ на экономику России в целом проведен статистический анализ ряда макроэкономических показателей и показателей ИКТ. На основе корреляционного анализа сделаны выводы

по ряду факторов: влияние ИКТ на макроэкономические факторы имеет наиболее серьезную отдачу в течение трех лет после инвестирования в ИКТ; коэффициенты корреляции затрат на ИКТ и макроэкономических показателей оказались достаточно высокими, что позволило использовать линейную регрессионную модель. При анализе затрат на ИКТ выявлены общеэкономические факторы, существенно определяющие динамику затрат на ИКТ (факторы 2004, 2009, 2014 гг.), а также независимый временной фактор, объективно определяющий характер развития ИКТ в России. При использовании регрессионного анализа в качестве показателей, объясняющих общеэкономические факторы, использовались показатели затрат на ИКТ с нулевым, одним и двумя лагами, а также факторы, определяющие общеэкономическую ситуацию. Это позволило построить качественные уравнения регрессии с высоким уровнем надежности. Последнее означает, что предложенная модель влияния затрат достаточно хорошо описывает связь показателей макроэкономики и затрат на информационные технологии. Таким образом, с помощью построенных моделей можно с высокой степенью надежности прогнозировать значение ряда макроэкономических показателей, зная значения затрат на ИКТ, или в предположении сохранения динамики затрат на ИКТ строить прогноз по временной характеристике.

Полученные в результате статистического анализа выводы и модели будут использоваться в дальнейших исследованиях для построения функциональной модели, учитывающей распределенный характер влияния ИКТ на экономику России. Предполагаемая модель будет моделью управления, что может позволить строить эффективную программу затрат на ИКТ в зависимости от заданных целевых показателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Шваб К. Четвертая промышленная революция. М.: Эксмо, 2016. 230 с.

[2] Бабкин А.В., Буркальцева Д.Д., Костень Д.Г., Воробьев Ю.Н. Формирование цифровой экономики в

России: сущность, особенности, техническая нормализация, проблемы развития // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2017. Т. 10, № 3. С. 9–25. DOI: 10.18721/JE.10301

- [3] **Устинова Л.Н.** Индустрия 4.0 – Новые вызовы для Российского производства // Труды научно-практической конференции с международным участием / под ред. А.В. Бабкина. 2018. С. 81–87.
- [4] **Кузнецов С.В., Горин Е.А.** Цифровизация экономики и трансформация промышленной политики // Инновации. 2017. № 12 (230). С. 34–39.
- [5] **Колосова В.В., Костин М.А., Сазонова М.В.** Обоснование направлений развития организационно-экономического механизма управления предприятием машиностроения // Вестник университета. 2016. № 4. С. 24–26.
- [6] Цифровое производство: сегодня и завтра Российской промышленности : [электрон. журнал]. 2017. № 1. URL: <http://www.up-pro.ru/companies/news/digital-pro-anons.html>
- [7] **Мялкина А.Ф., Оводкова Т.А., Трегубова В.М.** Принципы учета и формирования информации об основных средствах в финансовой отчетности: международная и российская практика // Социально-экономические явления и процессы. 2014. № 10. С. 72–79.
- [8] Управление производством // Цифровое производство: сегодня и завтра российской промышленности. 2018. № 3. URL: http://www.up-pro.ru/library/information_systems/production/cyfra-russia.html
- [9] **Polyanskov Y., Lutoshkin I., Yardaeva M., Lipatova S.** Model of production schedule modification assessment for digital production management systems // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 497 (2019) 012082 IOP Publishing. URL: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/497/1/012082>
- [10] Государственная программа Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности». URL: <http://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm>
- [11] **Herrmann F.** The Smart Factory and Its Risks // Systems. 2018. № 6(4). P. 38. URL: <https://doi.org/10.3390/systems6040038>
- [12] **Дьяченко О.В., Истомина Е.А.** Теоретические основы цифровой экономики в документах стратегического планирования // Вестник ЧелГУ. 2018. № 8 (418). Экономические науки. Вып. 62. С. 90–102.
- [13] Россия в цифрах / Федеральная служба государственной статистики. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1135075100641
- [14] **Пауэлл Д.** Современные проблемы влияния развития научно-технического прогресса на занятость населения // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2015. № 2 (22). С. 173–178.
- [15] **Lutoshkin I., Lipatova S., Polyanskov Y., Yamaltdinova N., Yardaeva M.** The Mathematical Model for Describing the Principles of Enterprise Management «Just in Time, Design to Cost, Risks Management» // Dolinina O., Brovko A., Pechenkin V., Lvov A., Zhmud V., Kreinovich V. [et al.]. Recent Research in Control Engineering and Decision Making. ICIT 2019. Studies in Systems, Decision and Control. 2019. Vol. 199. Springer, Cham. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-12072-6_55
- [16] **Зоргнер А.** Автоматизация рабочих мест: угроза для занятости или источник предпринимательских возможностей? // Форсайт. 2017. № 3. С. 37–48.
- [17] **Карпычев В.Ю., Шальнова Ю.П.** Экспорт программного обеспечения как драйвер национальной экономики: особенности, тенденции и перспективы // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2017. Т. 13, №7. С. 1214–1226.
- [18] **Базанкова Д.Н.** Тенденции российской экономики в мировой динамике инноваций // Вестник КГУ. 2013. № 4. С. 45–48.
- [19] **Воронин Ю.М.** Россия и кризис–2008 // Финансы: теория и практика. 2009. № 5. С. 5–12.
- [20] **Бушенева Ю.К.** Место и роль антиинфляционной политики в период кризиса 2014–2015 гг. // ПСЭ. 2015. № 3 (55). С. 119–122.
- [21] **Дорошенко М.Е., Скрипкин К.Г.** Развитие национального рынка программного обеспечения: альтернативы государственной политики // Форсайт. 2013. № 1. С. 44–57.

ЛУТОШКИН Игорь Викторович. E-mail: lutoshkiniv@ulsu.ru

ПАРАМОНОВА Анна Александровна. E-mail: aa_paramonova@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 11.06.2019

REFERENCES

- [1] **K. Schwab**, The Fourth Industrial Revolution. URL: <https://luminariaz.files.wordpress.com/2017/11/the-fourth-industrial-revolution-2016-21.pdf>. (accessed May 21, 2019)
- [2] **A.V. Babkin, D.D. Burkaltseva, D.G. Vorobey, Yu.N. Kosten**, Formation of digital economy in Russia: essence, features, technical normalization, development problems, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 10 (3) (2017) 9–25. DOI: 10.18721/JE.10301
- [3] **L.N. Ustinova**, Industry 4.0 – New Challenges for Russian Production, Proceedings of a Scientific-Practical

Conference with International Participation. Ed. by A.V. Babkin, (2018) 81–87.

[4] **S.V. Kuznetsov, E.A. Gorin**, Digitization of the economy and the transformation of industrial policy, *Innovations*, 12 (230) (2017) 34–39.

[5] **V.V. Kolosova, M.A. Kostin, M.V. Sazonova**, Obosnovanie napravlenij razvitiya organizacionno ehkonomicheskogo mekhanizma upravleniya predpriyatiem mashinostroeniya [Justification of the directions of development of the organizational-economic mechanism of enterprise management engineering], *University Bulletin*, 4 (2016) 24–26.

[6] Digital production: today and tomorrow of the Russian industry, *Electronic magazine*, 1 (2017). URL: <http://www.up-pro.ru/companies/news/digitalpro-anons.html>

[7] **A.F. Myalkina, T.A. Ovodkova, V.M. Tregubova**, Principles of Accounting and the Formation of Information about Fixed Assets in Financial Statements: International and Russian Practice, *Social and Economic Phenomena and Processes*, 10 (2017) 72–79.

[8] Production Management, Digital production: Russian industry today and tomorrow, 3 (2017). URL: http://www.up-pro.ru/library/information_systems/production/cyfra-russia.html

[9] **Y. Polyanskov, I. Lutoshkin, M. Yardaeva, S. Lipatova**, Model of production schedule modification assessment for digital production management systems, *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 497 (2019) 012082 IOP Publishing. URL: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/497/1/012082>

[10] The State program of the Russian Federation «The development of industry and increasing its competitiveness». URL: <http://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm>

[11] **F. Herrmann**, The Smart Factory and Its Risks, *Systems*, 6(4) 38. URL: <https://doi.org/10.3390/systems6040038>

[12] **O.V. Dyachenko, E.A. Istomina**, Theoretical foundations of the digital economy in strategic planning documents, *Vestnik ChelSU*, 8 (418) (2018) 90–102

[13] Russia in figures. Federal State Statistics Service. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1135075100641

[14] **D. Powell**, Modern Problems of the Impact of the Development of Scientific and Technological Progress on the Employment of the Population, *MIR (Modernization. Innovations. Development)*, 2 (22) (2015) 173–178

[15] **I. Lutoshkin, S. Lipatova, Y. Polyanskov, N. Yamaltdinova, M. Yardaeva**, (2019) The Mathematical Model for Describing the Principles of Enterprise Management «Just in Time, Design to Cost, Risks Management», O. Dolinina, A. Brovko, V. Pechenkin, A. Lvov, V. Zhmud, V. Kreinovich (eds.) *Recent Research in Control Engineering and Decision Making. ICIT 2019. Studies in Systems, Decision and Control*, 199. Springer, Cham. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-12072-6_55

[16] **A. Sorgner**, The Automation of Jobs: A Threat for Employment or a Source of New Entrepreneurial Opportunities? *Foresight*, 3 (2017) 37–48.

[17] **V.Yu. Karpychev, Yu.P. Shalnova**, Software exports as a driver of the national economy: features, trends and prospects, *National interests: priorities and security*, 13 (7) (2017) 1214–1226

[18] **D.N. Bazankova**, Tendencies of the Russian economy in the global dynamics of innovations, *Vestnik KSU*, 4 (2013) 45–48

[19] **Yu. M. Voronin**, Russia and the crisis of 2008, *Finance: theory and practice*, 5 (2009) 5–12

[20] **Yu.K. Busheneva**, The place and role of anti-inflationary policy in the period of the crisis of 2014–2015, *PSE*, 3 (55) (2015) 119–122

[21] **M. Doroshenko, K. Skripkin**, Developing the National Software Market: Public Policy Alternatives, *Foresight*, 1 (2013) 44–57

LUTOSHKIN Igor V. E-mail: lutoshkiniv@ulsu.ru

PARAMONOVA Anna A. E-mail: aa_paramonova@mail.ru