

Цифровизация бизнес-процессов как инструмент технологического развития региона

Digitalization of business processes as a tool for technological development of the region



Л. Н. Борисоглебская,

д. э. н., профессор, проректор по научной и проектно-инновационной деятельности, Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева
✉ boris-gleb@rambler.ru

L. N. Borisoglebskaya,

doctor of economic sciences, professor, vice-rector for scientific and project-innovative activity, Oryol state university n. a. I. S. Turgenev



И. В. Голуб,

аспирант, Высшая школа сервиса и торговли, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
✉ ivan.ggg@list.ru

I. V. Golub,

postgraduate, Institute of industrial management, economy and trade, Peter the Great St. Petersburg polytechnic university



С. М. Сергеев,

к. т. н., доцент, Высшая школа производственного менеджмента, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
✉ sergeev2@yandex.ru

S. M. Sergeev,

PhD, associate professor, Institute of industrial management, economy and trade, Peter the Great St. Petersburg polytechnic university



Я. О. Лебедева,

к. э. н., доцент, кафедра Р1 «Менеджмент организации», начальник управления проектно-инновационной деятельности БГТУ «Военмех» им. Д. Ф. Устинова/докторант, Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева
✉ yana-lebedeva@bk.ru

Ya. O. Lebedeva,

candidate of economic sciences, associate professor, department P1 «Organization management», head of the department of project-innovative activity, BSTU «Voenmeh» n. a. D. F. Ustinov/doctoral, Oryol state university n. a. I. S. Turgenev



С. Ю. Новакова,

к. э. н., доцент, зав. информационно-аналитическим сектором, докторант, Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева
✉ novakova_s@mail.ru

S. Yu. Novakova,

candidate of economic sciences, associate professor, doctoral, head of the information and analytical sector, Oryol state university n. a. I. S. Turgenev

Решение задач цифровизации однозначно подразумевает создание алгоритмической основы программно-технических решений. В данном процессе взаимосвязаны все стороны деятельности социума, как в бизнесе, так и в государственных структурах, а также во всех видах производства и сферы услуг. Этот процесс с 2018 г. охватил страну глобально, что влияет на концепции экономической деятельности и самым непосредственным образом отражается на повседневной жизни каждого. В настоящем исследовании авторами предложена методика прогнозности комплексного показателя технологического развития региона. Так как в России каждый из регионов состоит из набора исторически сложившихся федеральных округов, концентрирующих промышленный потенциал, специализацию и ресурсы, то, используя это деление, можно искать решение, применяя в качестве критерия суммарный показатель технологического развития с обязательным учетом требования пропорциональности прогресса каждого из них. Это позволит исключить вероятность негативных сценариев, когда дисбаланс приведет к перетоку ресурсов в успешные округа, и появления депрессивных зон, что в перспективе приведет к неблагоприятным социальным последствиям. Авторами предлагается экономико-математическая модель, оперирующая критерием сбалансированности технологического развития региона при использовании цифровизации бизнес-процессов как инструмента регулирования, что позволит прогнозировать динамику изменений социально значимых индикаторов оценки развития регионов. Наиболее ярко данный процесс возможно отследить, если опираться на данные по вхождению состав Российской Федерации новых округов.

Solving digitalization problems clearly implies the creation of an algorithmic basis for software and hardware solutions. In this process, all aspects of social activity are interconnected, both in business and in government agencies, as well as in all types of production and services. This process has swept the country globally since 2018, which affects the concepts of economic activity and most directly affects the daily life of everyone. In this study, the authors proposed a methodology for predicting a complex indicator of technological development in a region. Since in Russia each of the regions consists of a set of historically established federal districts that concentrate industrial potential, specialization and resources, using this division one can look for a solution, using as a criterion the total indicator of technological development with mandatory consideration of the requirement of proportionality of the progress of each of them. This will eliminate the possibility of negative scenarios when an imbalance will lead to a flow of resources to successful districts and the emergence of depressed areas, which in the long term will lead to adverse social consequences. The authors propose an economic and mathematical model that operates on the criterion of balanced technological development of the region when using digitalization of business processes as a regulatory tool. This will allow us to predict the dynamics of changes in socially significant indicators for assessing regional development. This process can be tracked most clearly if we rely on data on the entry of new districts into the Russian Federation.

Ключевые слова: цифровизация, технологическое развитие, региональная экономика, бизнес-процессы.

Keywords: digitalization, technological development, regional economy, business processes.

Введение

Заявленные многоплановые цели в рамках национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» [1] являются важным направлением работы Правительства Российской Федерации в масштабе государства и подразумевают комплекс мер, направленных на совершенствование имеющейся технологической и научно-производственной базы, и их расширение в процессе освоения современных достижений цифровизации, инновационной экономики данных. В данном документе развернуто определены базовые зонтичные понятия для всей страны.

В реальности такая масштабная деятельность должна проводиться с учетом очень большой неравномерности показателей технологического развития даже в рамках отдельных регионов, составляющих Российскую Федерацию, что подразумевает конкретизацию и рациональный подход в зависимости от местных условий и конкретных экономических параметров. Задача сбалансированного развития целого региона при разнице их уровня развития по ключевым экономическим [2] индикаторам, должна решаться методами прогнозного моделирования с применением инструментов технологий BigData, программной аналитики [3] и информационных ресурсов [4], находящихся в ведении региональных правительств и администраций.

В исследовании рассматривается регион, имеющий в своем составе N округов. Для формирования исходных данных как аргументов модели используется обработка статистических [5] данных по взаимосвязанному сочетанию имеющихся округов общей территории региона. Это опирается на возможности мер по реализации Указов Президента РФ от 07.05.18 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 г.» и от 21.07.20 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 г.» [1].

Используемые математические формализмы

Динамика полученных данных даст набор зависимостей по эффективности инвестирования в цифровизацию. Также необходимо учесть сведения по созданию рабочих мест порождаемых цифровизацией в ограниченной среднесрочной перспективе [6]. Кроме того, можно оценить условия возникновения принципиально новой траектории [7] развития. Это диктуется требованиями цифровой экономики и рассматривается на долгосрочную перспективу [8].

Введем статистическую матрицу $S = \|s_{ij}\|_{6 \times 6}$, элементы которой по сути функциональные зависимости

$s_{ij}(q_i) \forall i$, отражающие влияние на область i , где $i = 1, 2, \dots, 6$ инвестиций в другие сегменты j , где $j = 1, 2, \dots, 6$. Конкретные численные зависимости определены из обработки [9] отчетности по конверсии сумм инвестиций в направлении цифровизации. В данном исследовании особый интерес представляет сечение данных с точки зрения привлечения кадров из других сегментов. Такие индикаторы [10] коррелированы с общим уровнем развития региона.

Данная статистическая матрица является стохастической справа, т. е. выполняется

$$\sum_{j=1}^6 s_{ij} = 1$$

при любом $i = 1, 2, \dots, 6$. Введем в рассмотрение вектор \bar{V} , значение составляющих которого

$$\bar{V} = (v_1, v_2, \dots, v_6)$$

определены из отчета по рынку труда. Именно динамика данного вектора в зависимости от инвестиционной стратегии государства и вариантов концентрации капитала в цифровизацию позволит оптимально повысить уровень аллокации трудовых ресурсов и послужит выбору принципов долгосрочного планирования. В первую очередь настоящее исследование посвящено протяженным горизонтам вариантов регулирования [11] рынка труда.

Рассмотрим начальное состояние системы, описывающей изменение технологического развития в текущий момент. При отсутствии влияния мер относящихся к цифровизации, перетекания трудовых ресурсов вызванного именно таким набором факторов не будет и матрица будет единичной, обозначаемой как E , т. е. в матричном уравнении выполнено $S = E$, где

$$E = \begin{vmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{vmatrix}$$

Согласно теории [12], разработанной для применения статистических данных, при отклонении элементов данной матрицы в незначительных пределах, значение ее определителя снижается. Это соответствует условию $\det(S) \leq 1$ причем единичное значение соответствует стабильности, т. е. без изменения технологического уровня [13] и соответствующего оттока трудовых ресурсов. Степень уменьшения $\det(S)$ зависит от отклонения статистических данных по миграции основных ресурсов. Пример расчета данных по округу для $2\% \det(S) = 0,886$ приведен в табл. 1.

Таблица 1

Пример расчета данных по округу

	Регион 1	Регион 2	Регион 3	Регион 4	Регион 5	Регион 6
Регион 1	0,9745	0,0059	0,0063	0,0023	0,0058	0,0053
Регион 2	0,0092	0,9799	0,0028	0,0025	0	0,0055
Регион 3	0	0,0042	0,9833	0,0011	0,0028	0,0075
Регион 4	0,0050	0,0052	0	0,9867	0	0,0030
Регион 5	0	0,0009	0,0037	0,0022	0,9888	0,0045
Регион 6	0,0090	0,0086	0,0057	0,0036	0,0057	0,9675

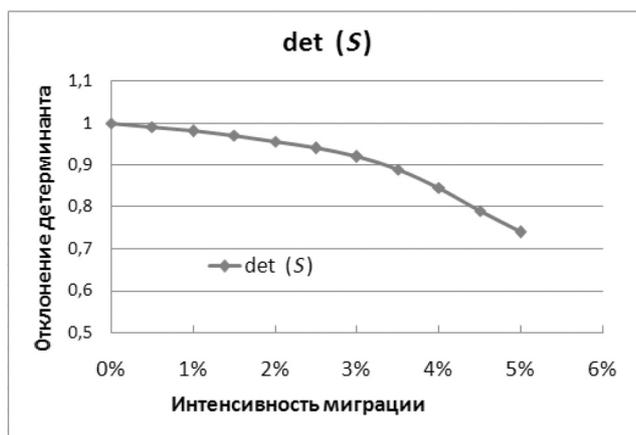


Рис. 1. Зависимость детерминанта от интенсивности миграции

В приведенном расчете учитывалось, что ряд значений $s_{ij}=0$, что соответствует отсутствию миграции технологических ресурсов. Это обусловлено различной специализацией экономических регионов южного федерального округа, в частности, четким разделением на вспомогательные и обслуживающие отрасли, а также ориентацией территориальных комплексов на сельскохозяйственную, добывающую и обрабатывающую отрасли промышленности.

График зависимости отклонения детерминанта от интенсивности миграции ресурсов приведен на рис. 1.

Следует отметить, что в условиях стабильной [14] экономики не происходит резких всплесков статистики по переселению характерных лишь для периодов катастрофических изменений в окружающей среде или политической обстановке. Также в любом случае такие неблагоприятные процессы все равно имеют значительную протяженность во времени, что позволяет для расчетов применять математический аппарат [15] матричной алгебры, разработанный для моделирования сложных многомерных экономических процессов.

Формирование математической модели

В качестве расчетной базы использованы статистические данные по южному федеральному округу. В рамках исследования рассмотрены 6 экономических регионов как показано в табл. 2.

Для целей экономически обоснованного расчета введем параметрическую матрицу R . Состав матрицы

Таблица 2

Сегментация округа на регионы		
№	Субъект	Валовой региональный продукт, млрд руб. [11, 25]
1	Краснодарский край	2441
2	Ростовская область	1367
3	Волгоградская область	825
4	Астраханская область	368
5	Республика Крым и Севастополь	518
6	Республика Адыгея и Республика Калмыкия	173

$R=\|r_{ij}\|_{6 \times 6}$ отражает экономический эффект от перемещения технологического ресурса. Отметим, что значения r_{ij} могут быть как положительными, т. е. прибыль от перемещения ресурса, так и отрицательными, что соответствует негативному влиянию. Это продиктовано определенными обстоятельствами, например, свобода перемещения рабочей силы выгодна для предпринимательства, но очень сильно вредит семейным отношениям работников. Поэтому этот показатель относится к тому, что развитие рынка труда в отдельном регионе ухудшает положение семей другого, что в дальнейшем пагубно скажется на развитии и ментальном здоровье всего населения.

Для окончательного формирования математического описания использован вектор

$$\bar{V}(n)=(v_1(n), v_2(n), \dots, v_6(n)),$$

результатирующий воздействие цифровизации на управление технологическими ресурсами за n плановых периодов. Это интегральный индикатор как экономических, так и демографических аспектов формирования отраслевого и регионального распределения, повышения эффективности использования ресурсов в условиях становления цифровой экономики. Он отражает обстоятельство, что цифровизация представляет собой один из доминирующих трендов современности и оказывает существенное влияние на технологическое окружение и трудовые отношения [16]. Варьируя инвестиции в цифровизацию, создаются условия для того, чтобы технологические ресурсы и, соответственно, рабочую силу можно было управляемо перебрасывать с одного региона как сегмента территории южного федерального округа на другой.

Алгоритм расчета

Рассчитаем вектор $\bar{V}(n)$ суммарного ожидаемого эффекта после n плановых периодов. При этом зафиксированы известные параметры в начале горизонта планирования. Тогда, технологический ресурс после окончания первого периода из значения, определяемого индексом i перейдет в j . Соответственно, обозначим уровень эффекта от внедрения цифровых технологий значением с соответствующими индексами r_{ij} . Также надо формализовать ожидаемый эффект от цифровизации, который будет наблюдаться после рассматриваемого текущего периода за продолжительность $n-1$ периодов. Обозначим его как $v_j(n-1)$. Следовательно, начиная с региона i достигнув региона или сегмента j , оценим экономический эффект на горизонте продолжительностью n значением: $r_{ij}+v_j(n-1)$. Так как процессы стохастические, то исходя из i можно осуществить переход технологических и трудовых ресурсов в различные сегменты j . Но их статистическая вероятность известна как s_{ij} . Соответственно, становится возможным рассчитать полностью величину экономического эффекта по каждому региону i :

$$v_i(n)=\sum_{j=1}^6 s_{ij} [r_{ij}+v_j(n-1)]=\sum_{j=1}^6 s_{ij} r_{ij}+\sum_{j=1}^6 s_{ij} v_j(n-1).$$

Рассчитав по данной формуле по ряду $i=1, 2, \dots, 6$, можно определить все элементы вектора $\bar{V}(n)$. Далее применим рекуррентный расчет по следующему принципу:

$$\bar{V}(n-1) = (v_1(n-1), v_2(n-1), \dots, v_6(n-1)).$$

Перепишем в векторно-матричном виде полную систему расчетных уравнений при $i=1, 2, \dots, 6$, в сокращенном виде:

$$\bar{V}(n) = \bar{Q} + S \times \bar{V}(n-1),$$

где \bar{Q} – вектор, элементами которого служат

$$q_i = \sum_{j=1}^6 s_{ij} r_{ij}$$

для $i=1, 2, \dots, 6$.

Таким образом получен порядок расчета по рекуррентному алгоритму. Итогом будет вектор экономического эффекта [17] от мер по цифровизации. По приведенным выражениям удобно программировать различные приложения. В частности элементы q_i взяты как i -й диагональный элемент после умножения S на транспонированную матрицу R . То есть, $S \times R^T$. Проведя расчеты с использованием ЭВМ, можем анализировать влияние цифровизации.

Расчет

Данные для проведения экономического расчета использовались из отчетности федеральной службы государственной статистики с учетом современных требований цифровизации для отражения важности задач, стоящих перед субъектами РФ на сегодняшнем этапе развития государства.

В своей деятельности правительство округа, в первую очередь, уделяет внимание осуществлению руководства и межотраслевой координации [18] в области развития технологий, динамики кадровых процессов, баланса занятости, а также контроля и принятия соответствующих мер регулирования процессов миграции технологических ресурсов. Также благодаря успехам цифровизации и оснащения работы аппарата управления округом самым современным оборудованием изменилась работа всех департаментов. Важнейшую роль отвели следующим структурным подразделениям:

- департамент по вопросам экономической и социальной политики;
- департамент по вопросам внутренней политики;
- контрольный департамент;
- главные федеральные инспекторы.

Именно данный набор компетенций позволяет собрать все необходимые для анализа и расчета экономических показателей в рамках настоящего исследования. Их современный стиль работы основан дата-аналитике, работе с большими данными BigData, что позволяет с высокой степенью достоверности получать актуальные экономически значимые индикаторы [19]. Достоверность таких сведений опирается на разверну-

тые департаментами программные решения ведущих мировых разработчиков. Соответствующие метрики в любых требуемых разрезах экономических данных после обработки технологиями BigData позволяют отследить ключевые показатели в динамике.

Набор использованных программ включает в себя Statgraphics Centurion как комплексный продукт для статистического анализа и прогнозной аналитики с встроенным StatAdvisor для получения необходимых показателей в удобной форме. Также задействованы возможности экосистемы Hadoop от Apache Software Foundation, а также ряд систем типа Spark, Kafka, что дает функционал имеющихся утилит, библиотек и фреймворк для распределенных расчетов на кластерах из многочисленных узлов. В анализе использованы Hadoop Common как связующее, HDFS как файловый хаб, YARN и Hadoop MapReduce. Это дает один из самых развитых инструментов технологий BigData. Для получения достоверных результатов и их валидации применены методы интеграции. В их основе положен ETL (Extract, Transform, Load) процессинг. Также встроены различные инструменты экосистемы больших данных Hadoop/NoSQL. Широко использованы повсеместно внедренные в цифровой среде [20] управления округом, встроенные в облачные сервисы модели EaaS (Environment-as-a-Service) базирующиеся на платформах Amazon Web Services (AWS) и других широко распространенных, таких как Microsoft Azure и Google Cloud Platform (GCP), системы парсинга.

Такой широкий спектр доступных облачных вычислительных мощностей на территории южного федерального округа, обладающих высоким уровнем SLA (service-level agreement) совместно с развитой IT-инфраструктурой и поддержкой государством данного направления исследований, а именно расходы на системы Cloudera Enterprise, Alteryx и другие, дали возможность применения в процессе работы предиктивной аналитики и data-driven (дата-ориентированного) подхода.

Исходные данные для экономического расчета по приведенной математической модели

Для выбора оптимальных вариантов, рассматриваются три статистических матрицы S_1, S_2, S_3 . Их различие состоит в методике охвата данных. Так, если учитывать переток высококвалифицированных ресурсов в результате цифровизации, то в результате обработки данных технологией BigData, набор чисел дает матрицу S_1 . Ее параметры отражают ситуацию, возникающую от того, что цифровая трансформация проводилась в обособленных отраслях. Но в результате произошла трансформация всей цепочки бизнес-процессов. На первый план вышли компании, поставившие приоритетной целью цифровизацию, уверенно инвестировали в технологии, в HR-капитал.

При учете всех категорий квалифицированной рабочей силы для расчета применена другая матрица S_2 . Эти данные также были сконцентрированы в отчетности федеральной службы государственной статистики и отражают актуальные для рынка занятости важные тренды. Это обусловлено рисками возникновения яв-

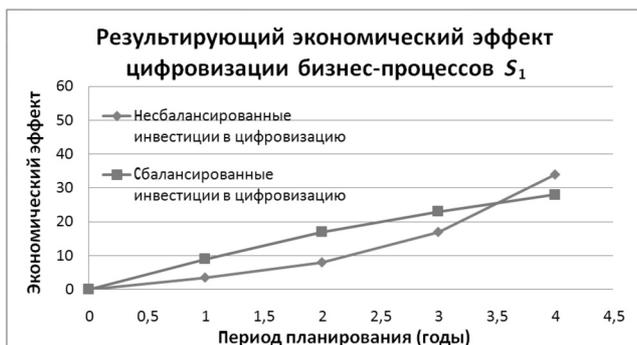


Рис. 2. Результаты расчета ×млн руб. для данных матрицы S_1

ления под названием «технологической безработицы» и ее последствиями в южном федеральном округе. Такое направление инвестирования позволяет подготовить HR-потенциал [21] к динамичным процессам, а также выявлять существующие тренды и вызовы цифровой экономики.

Третий вид исходных данных S_3 соответствует первому варианту, но оцениваются показатели, отражающие последние два года. Это связано с необходимостью проанализировать влияние постпандемийного периода, отличающегося низкой исходной базой. Соответственно запрограммированы значения матриц S_1, S_2, S_3 . Для всех трех вариантов исходными данными по распределению технологического потенциала на рынке труда будет вектор

$$\bar{P}(0) = (p_1(0), p_2(0), \dots, p_6(0)),$$

что соответствует начальному (нулевому) периоду. Его значения получены из статистики данных за 2023 г. Значения параметрической матрицы $R = \|r_{ij}\|_{6 \times 6}$ используемые для расчета получены сравнением экономических данных в рамках рассматриваемой сегментации округа. Также в процессе расчета рассматривались возможные отклонения значений элементов статистической матрицы, что отражает возможность варьировать объемы инвестирования между различными регионами.

Результаты расчета

Порядок применения математической модели осуществлен согласно правилам решения задачи по обеспечению ускоренного внедрения цифровых технологий

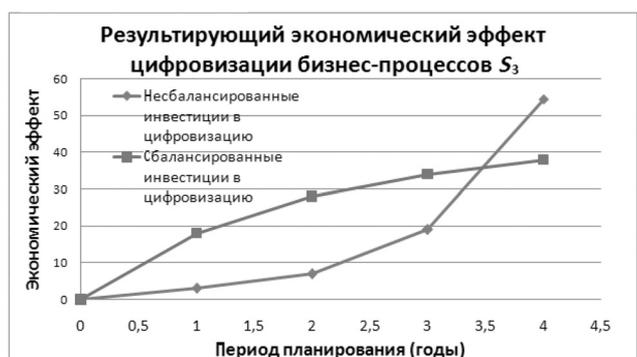


Рис. 4. Результаты расчета ×млн руб. для данных матрицы S_3

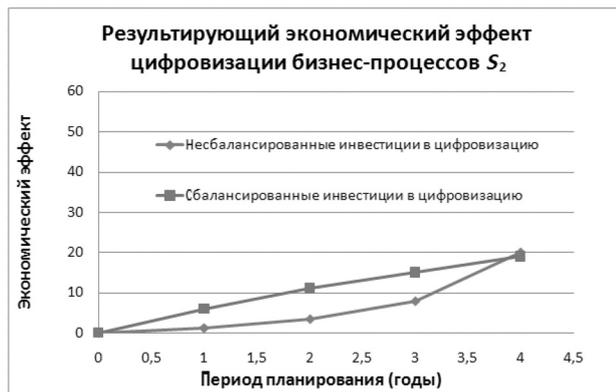


Рис. 3. Результаты расчета ×млн руб. для данных матрицы S_2

в экономике и социальной сфере. В центре развития правительства ЮФО была собрана актуальная информация о том, как происходит цифровизация в округе.

Выбор глубины анализа в 4 годовых периода обусловлен рядом факторов. В основе динамично меняющаяся экономическая ситуация [22], сменяемость технологий и вызванная этим трудно прогнозируемая стабильность параметров экономико-математической модели. Существенно влияет на параметры также то, что более 70 тыс. молодых граждан будут появляться на региональном рынке труда ежегодно. Также растет число экономически активного населения. Несмотря на прирост количества занятого населения, уровень безработицы неуклонно снижается. Отметим, что наблюдается дисбаланс между спросом и предложением. Цифровые технологии служат платформой, на которой создаются новые предпосылки для трудоустройства. Уже не имеют прежней роли территориальные границы в процессе поиска работы. Это также потребует через 3-4 года полностью изменить параметры математической модели, необходимо также будет учитывать неизбежно возникающие трудно прогнозируемые условия, отражающие цифровую реальность. Сравнение полученных результатов позволяет сделать следующие основные выводы.

При сбалансированном распределении инвестиций в цифровизацию, что отражено в равномерном характере матриц, результирующий экономический эффект по всем трем вариантам хоть и отличается численно, однако показывает схожую динамику, что показано на рис. 2-4.

Для аналитики необходимо просчитать динамику расхождения данных по миграции технологических

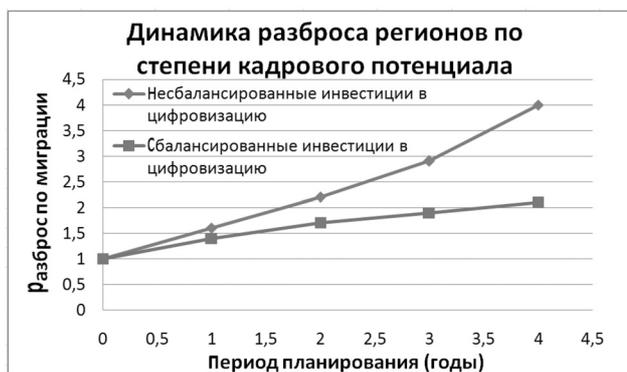


Рис. 5. Динамика разброса показателей регионов

ресурсов, вызванную большей привлекательностью регионов с высокими показателями цифровизации. Расчет показывает, что ситуация существенно меняется при дисбалансе. Это вызвано сильным перетоком трудовых ресурсов. При решении задачи аллокации, такая ситуация грозит вымыванием не только квалифицированных кадров, но и других категорий. Результатом может стать либо стагнация, либо быстрая деградация региона и превращение ряда областей в экономически депрессивные, что недопустимо в рамках принятых государственных программ развития Российской Федерации. Для оценки данного показателя рассчитано средневзвешенное соотношение распределения кадрового ресурса по окончании прогнозного периода к исходному. На объединенном графике, представленном на рис. 5 отчетливо видно, что дисбаланс приобретает экспоненциальный, неуправляемый характер. Это может усугубить положение регионов с низкими инвестициями в цифровую трансформацию.

Также в результате проведения сравнительного анализа в отношении сбалансированного распределения отметим, что прогностика на четырехлетний период показывает незначительное (в пределах 15-20%) превышение суммарного экономического эффекта. Однако предпочтительным является несколько более низкий уровень, так как дальнейшее применение модели с исходными данными некорректно за пределами столь длительного горизонта. Это обусловлено отсутствием фактора уверенности, как в численных данных матриц R , S , так и значениях вектора P . Причины те же: непредсказуемо меняющаяся экономическая ситуация [23], появление иных технологий. Выделяется искусственный интеллект и вызванная этим трудно прогнозируемая стабильность параметров математической модели.

Заключение

Анализ технологического развития в условиях цифровой трансформации экономики на основании экономико-математического моделирования позво-

ляет обосновать необходимость равномерного распределения инвестиций в инструменты и средства цифровизации [24]. Показано, что несбалансированная политика в данной инновационной области неизбежно приводит к серьезным нарушениям аллокации технологических и трудовых ресурсов и приводит к серьезным нарушениям всего бизнес ландшафта как сложной социально-экономической системы, взаимодействующей с цифровой экономикой. Необходим взвешенный институциональный, научно-обоснованный и просчитанный на моделях подход для учета роли институтов и экономически долговременных изменений при цифровизации.

Дополнительно отметим, что южный федеральный округ, как принявший новые регионы, является субъектом РФ с интенсивно развивающейся экономикой [25]. В то же время он имеет значительную поддержку и полностью интегрирован в структуру российской экономики. При этом является одним из тех ее сегментов, которые наиболее весомо ощущают на себе последствия мирового технологического прогресса, в том числе автоматизацию сферы труда. Результаты математического моделирования структурно-логической схемы направления технологических ресурсов в условиях цифровизации и формализации как сложной социально-экономической системы дает органам власти возможность принимать дата ориентированные решения в виде прогностического анализа и выработки соответствующих постановлений, регулирующих экономику на ограниченно длительный плановый горизонт.

Цифровизация в настоящее время оказывает существенное влияние на структуру экономики. Кроме того, быстрыми темпами формирует в новое качество социальную парадигму. Применение научно-обоснованных методов прогнозирования вызвано требованием времени с упором на взаимодействие с цифровой экономикой при институциональном подходе с учетом роли институтов и институциональных изменений при цифровизации.

Список использованных источников

1. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» утвержденная (протокол заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 4 июня 2019 г. № 7). <https://digital.gov.ru>.
2. C. Matt, T. Hess, A. Benlian. Digital Transformation Strategies//Bus. Inf. Syst. Eng. 2015, 57, 339-343. doi: 10.1007/s12599-015-0401-5.
3. J. Parra, M. E. Pérez-Pons, J. González. The impact and correlation of the digital transformation on GDP growth in different regions worldwide//In Advances in Intelligent Systems and Computing. 2021. Vol. 1242 AISC. P. 182-188.
4. Л. Н. Борисоглебская, Е. Н. Провоторова, С. М. Сергеев, А. П. Худяков. Автоматизированная система хранения и поиска для концепции «Индустрии 4.0»//Серия конференций ИОР: материаловедение и инженерия. 2019. 537 (3). 0-6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/537/3/032036>.
5. J. Švarc, J. Lažnjak, M. Dabić. The role of national intellectual capital in the digital transformation of EU countries//Another digital divide J. Intellect. Cap. 2020. doi:10.1108/JIC-02-2020-0024.
6. M. Feldstein. Underestimating the Real Growth of GDP, Personal Income, and Productivity//J. Econ. Perspect. 2017, 31, 145-164. doi: 10.1257/jep.31.2.145.
7. Л. Н. Борисоглебская, И. А. Миронова, С. М. Сергеев. Моделирование коммерческой деятельности предприятий в условиях инновационных предложений//Инновации. 2013. № 1 (171). С. 107-111.
8. N. A. Ganichev, O. B. Koshovets. Integrating Russia into the Global Project of Digital Transformation: Opportunities, Problems and Risks//Stud. Russ. Econ. Dev. 2019, 30, 627-636. doi: 10.1134/S1075700719060030.
9. V. Pulyaeva, E. Kharitonova, N. Kharitonova, V. Shchepinin. Practical aspects of HR management in digital economy//IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 2019, 497, 012085. doi: 10.1088/1757-899X/497/1/012085.
10. Л. Н. Борисоглебская, Я. О. Лебедева. Создание консорциумов университетов с высокотехнологичными компаниями с целью научно-технологического развития регионов//Отв. редактор В. И. Герасимов//В сб.: «Россия: тенденции и перспективы развития». Ежегодник. Материалы XIII Международной научно-практической конференции. Москва, 2022. С. 400-404.
11. J. H. Marler, E. Parry. Human resource management, strategic involvement and e-HRM technology//Int. J. Hum. Resour. Manag. 2016, 27, 2233-2253. doi: 10.1080/09585192.2015.1091980.
12. J. H. Marler; X. Liang, J. H. Dulebohn. Training and Effective Employee Information Technology Use//J. Manage. 2006, 32, 721-743. doi: 10.1177/0149206306292388.
13. Я. О. Лебедева, С. Н. Макарова, С. М. Сергеев. Разработка цифровых платформ функционирования логистических сетей//Инновации. 2022. № 2 (280). С. 49-53.
14. S. E. Barykin, A. V. Strimovskaya, S. M. Sergeev et al. Smart city logistics on the basis of digital tools for esg goals achievement//Sustainability. 2023. Vol. 15. № 6. P. 5507.

15. R. Doherty. Getting social with recruitment//Strateg. HR Rev. 2010, 9, 11-15. doi: 10.1108/14754391011078063.
16. M. Marchington, A. Wilkinson. Human Resource Management at Work: People Management and Development//Hum. Resour. Manag. Work 2005, 71-98.
17. S. E. Barykin, S. M. Sergeev, I. V. Kapustina et al. Environmental sustainability and digital transformation of socio-economic: quality of life perspective//Journal of Environmental Assessment Policy and Management. 2023. Vol. 25. № 1. P. 2350001.
18. S. Searle, W. Hausman. Matrix algebra for business and economics. Wiley Interscience. 1970. P. 362.
19. S. M. Sergeev. Cross-systems method of approach to energy economy higher educational institutions/Ed. E. Sibirskaia//In the collection: «Economics. Society». Selected Papers of the International Scientific School «Paradigma». (Summer-2015, Varna, Bulgaria). Yelm, WA, USA, 2015. P. 38-41.
20. N. Vasetskaya, T. Gaevskaia. Digitalization as an instrument for economic growth//Proc. 33rd Int. Bus. Inf. Manag. Assoc. Conf. IBIMA 2019 Educ. Excell. Innov. Manag. through Vis. 2020 2019, 8914-8919.
21. O. Karin, Y. Bar-On, T. Milo et al. Adaptive cyclic exit strategies from lockdown to suppress COVID-19 and allow economic activity. 2020. doi: 10.1101/2020.04.04.20053579.
22. O. V. Pilipenko, E. N. Provotorova, S. M. Sergeev, O. V. Rodionov. Automation engineering of adaptive industrial warehouse//In the collection: «Journal of Physics: Conference Series». International Scientific Conference «Conference on Applied Physics, Information Technologies and Engineering — APITECH-2019». Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations; Polytechnical Institute of Siberian Federal University. 2019. P. 44045.
23. The Importance of SMEs as Innovators of Sustainable Inclusive Employment: New Evidence from Regional and Local Labour Markets/Eds. C. Larsen, J. Kipper, A. Schmid, M. Ricceri. Rainer Hampp Verlag: Munich.
24. M. J. Kavanagh; M. Thite. Human Resource Information Systems: Basics, Applications, and Future Directions. 2009. 469.
25. <https://rosstat.gov.ru>.

References

1. National program «Digital Economy of the Russian Federation» approved (minutes of the meeting of the Presidium of the Council under the President of the Russian Federation for Strategic Development and National Projects dated June 4, 2019 № 7). <https://digital.gov.ru>.
2. C. Matt, T. Hess, A. Benlian. Digital Transformation Strategies//Bus. Inf. Syst. Eng. 2015, 57, 339-343. doi: 10.1007/s12599-015-0401-5.
3. J. Parra, M. E. Pérez-Pons, J. González. The impact and correlation of the digital transformation on GDP growth in different regions worldwide//In Advances in Intelligent Systems and Computing. 2021. Vol. 1242 AISC. P. 182-188.
4. L. N. Borisoglebskaya, E. N. Provotorova, S. M. Sergeev, A. P. Khudyakov. Automated Storage and Retrieval System for the Industry 4.0 Concept//IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. 537 (3). 0-6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/537/3/0320363>.
5. J. Švarc, J. Lažnjak, M. Dabić. The role of national intellectual capital in the digital transformation of EU countries//Another digital divide J. Intellect. Cap. 2020. doi: 10.1108/JIC-02-2020-0024.
6. M. Feldstein. Underestimating the Real Growth of GDP, Personal Income, and Productivity//J. Econ. Perspect. 2017, 31, 145-164. doi: 10.1257/jep.31.2.145.
7. L. N. Borisoglebskaya, I. A. Mironova, S. M. Sergeev. Modeling the commercial activities of enterprises in the context of innovative proposals//Innovations. 2013. № 1 (171). P. 107-111.
8. N. A. Ganichev, O. B. Koshovets. Integrating Russia into the Global Project of Digital Transformation: Opportunities, Problems and Risks//Stud. Russ. Econ. Dev. 2019, 30, 627-636. doi: 10.1134/S1075700719060030.
9. V. Pulyaeva, E. Kharitonova, N. Kharitonova, V. Shchepinin. Practical aspects of HR management in digital economy//IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 2019, 497, 012085. doi: 10.1088/1757-899X/497/1/012085.
10. L. N. Borisoglebskaya, Ya. O. Lebedeva. Creation of consortia of universities with high-tech companies for the purpose of scientific and technological development of regions/Ed. V. I. Gerasimov//In the collection: «Russia: trends and development prospects». Yearbook. Materials of the XIII International Scientific and Practical Conference. Moscow, 2022. P. 400-404.
11. J. H. Marler, E. Parry. Human resource management, strategic involvement and e-HRM technology//Int. J. Hum. Resour. Manag. 2016, 27, 2233-2253. doi: 10.1080/09585192.2015.1091980.
12. J. H. Marler; X. Liang, J. H. Dulebohn. Training and Effective Employee Information Technology Use//J. Manage. 2006, 32, 721-743. doi: 10.1177/0149206306292388.
13. Ya. O. Lebedeva, S. N. Makarova, S. M. Sergeev. Development of digital platforms for the functioning of logistics networks//Innovations. 2022. № 2 (280). P. 49-53.
14. S. E. Barykin, A. V. Strimovskaya, S. M. Sergeev et al. Smart city logistics on the basis of digital tools for esg goals achievement//Sustainability. 2023. Vol. 15. № 6. P. 5507.
15. R. Doherty. Getting social with recruitment//Strateg. HR Rev. 2010, 9, 11-15. doi: 10.1108/14754391011078063.
16. M. Marchington, A. Wilkinson. Human Resource Management at Work: People Management and Development//Hum. Resour. Manag. Work 2005, 71-98.
17. S. E. Barykin, S. M. Sergeev, I. V. Kapustina et al. Environmental sustainability and digital transformation of socio-economic: quality of life perspective//Journal of Environmental Assessment Policy and Management. 2023. Vol. 25. № 1. P. 2350001.
18. S. Searle, W. Hausman. Matrix algebra for business and economics. Wiley Interscience. 1970. P. 362.
19. S. M. Sergeev. Cross-systems method of approach to energy economy higher educational institutions/Ed. E. Sibirskaia//In the collection: «Economics. Society». Selected Papers of the International Scientific School «Paradigma». (Summer-2015, Varna, Bulgaria). Yelm, WA, USA, 2015. P. 38-41.
20. N. Vasetskaya, T. Gaevskaia. Digitalization as an instrument for economic growth//Proc. 33rd Int. Bus. Inf. Manag. Assoc. Conf. IBIMA 2019 Educ. Excell. Innov. Manag. through Vis. 2020 2019, 8914-8919.
21. O. Karin, Y. Bar-On, T. Milo et al. Adaptive cyclic exit strategies from lockdown to suppress COVID-19 and allow economic activity. 2020. doi: 10.1101/2020.04.04.20053579.
22. O. V. Pilipenko, E. N. Provotorova, S. M. Sergeev, O. V. Rodionov. Automation engineering of adaptive industrial warehouse//In the collection: «Journal of Physics: Conference Series». International Scientific Conference «Conference on Applied Physics, Information Technologies and Engineering — APITECH-2019». Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations; Polytechnical Institute of Siberian Federal University. 2019. P. 44045.
23. The Importance of SMEs as Innovators of Sustainable Inclusive Employment: New Evidence from Regional and Local Labour Markets/Eds. C. Larsen, J. Kipper, A. Schmid, M. Ricceri. Rainer Hampp Verlag: Munich.
24. M. J. Kavanagh; M. Thite. Human Resource Information Systems: Basics, Applications, and Future Directions. 2009. 469.
25. <https://rosstat.gov.ru>.