

**МОНИТОРИНГ ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ, ПРОБЛЕМЫ,
ПЕРСПЕКТИВЫ**

Шестаков Р.Б.

к.э.н., доцент,
ФГБОУ ВО Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина,
г. Орел

Солодовник А.И.

к.э.н.,
ФГБОУ ВО Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина,
Орел

Аннотация: Актуальность исследования определяется необходимостью осмысления цифровой трансформации промышленности и определения системы мониторинга цифрового развития. Исследование процессов цифровизации экономики на основе данных государственной статистики показывает, что проникновение в воспроизводственные процессы цифровых технологий оказывает заметное влияние на отечественную промышленность. В статье проведен анализ цифрового развития промышленности, выделены факторы, ограничивающие широкое внедрение цифровых технологий, определены перспективы принятия управленческих решений по стратегии цифрового развития в рамках промышленной цифровой политики.

Ключевые слова: цифровизация, индикаторы цифровой трансформации, цифровая экономика, метод главных компонент, государственная промышленная политика.

**DIGITAL INDUSTRIAL DEVELOPMENT MONITORING: PRELIMINARY
ANALYSIS, PROBLEMS, PROSPECTS**

Shestakov R.B.,

Cand. Sci. (Economic), docent,
FSBEI HE Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhina,
Oryol, Russia

Solodovnik A.I.,

Cand. Sci. (Economic),
FSBEI HE Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhina,
Oryol, Russia

Abstract: The relevance of the study is determined by the need to comprehend the digital transformation of industry and determine a monitoring system for digital development. A study of the processes of digitalization of the economy based on state statistics shows that penetration of digital technologies into the reproduction processes has a noticeable effect on domestic industry. The article analyzes the digital development of industry, identifies factors limiting the widespread adoption of digital technologies, identifies the prospects for making

managerial decisions on a digital development strategy within the framework of industrial digital policy.

Keywords: digitalization, indicators of digital transformation, digital economy, the method of principal components, state industrial policy.

Промышленная политика в области цифровой трансформации обладает потенциалом для повышения эффективности промышленного производства, производительности труда, качества производимой продукции. Современная промышленная политика по сравнению с традиционными формами становится сложной, гибкой, интегрированной, сопряженной, т.е. охватывает сферы инновационной трансформации всего воспроизводственного процесса в экономике. Изменение индустриального ландшафта под влиянием четвертой промышленной революции в сторону высокотехнологичного интеллектуально роботизированного производства требует новых принципов формирования промышленной политики. В этих условиях промышленная политика должна быть направлена на поддержку производственной индустрии, цепочек создания добавленной стоимости, т.е. реализовываться с учетом сопряженных отраслей и противоречивых тенденций в мировой экономике.

Мировой опыт реализации промышленной политики показывает широкий диапазон институциональных механизмов регулирования цифровой трансформации. Промышленная политика и стратегии корпораций США направлены на сохранение лидерства в инновационном производстве и технологиях, в частности для создания благоприятной среды высокотехнологичным производствам совершенствуется патентное законодательство и поощряется экспорт инновационных продуктов. В Германии в промышленной политике большое внимание уделяется промышленному интернету вещей, киберсистемам в производственных процессах, искусственный интеллект в отношении организационно-управленческой сферы. Стратегия развития цифровых технологий в политике Правительства Великобритании является приоритетной. На основе регулярных исследований определены прорывные технологии многоцелевого назначения, которые поддерживаются дополнительным финансированием. В Китае реализуются стратегический план развития промышленности «Сделано в Китае 2025» и национальная концепция цифровизации экономики «Интернет +», в основе которых внедрение инновационных нововведений в производство.

Для достижения стратегических целей экономического роста в информационно-цифровом обществе по мнению исследователей и экспертов необходимо выделение прорывных технологий и факторов, способствующих цифровой трансформации экономики. Среди технологий выделяют промышленный интернет вещей, нейротехнологии, биофотонику, квантовые технологии, искусственный интеллект, технологии виртуальной и дополненной реальности, трехмерное моделирование и печать, синтетическую биологию, хранилища энергии. К факторам, которые оказывают содействие развитию цифрового производства, относят: формирование благоприятной среды для развития цифровизации промышленности и АПК; подготовку кадров с необходимым количеством научных компетенций; разработка оборудования для производства; развитие аутсорсинга или субконтрактных отношений; интегрирование специалистами информационной сферы нововведений в цифровую оболочку [4], а также информационную, научную инфраструктуру и институциональную среду.

Несмотря на большое количество исследований в сфере информационно-цифровой экономики, уделяется недостаточное внимание анализу факторов, характеристике показателей развития промышленной сферы, а также перспективам

реализации дифференцированных стратегий. В представленной работе преследуется цель частично восполнить эти пробелы.

Данные и методы Для анализа выбраны данные из официального мониторинга цифрового развития ФСГС РФ, прямо или косвенно связанные с промышленным производством (табл.1). Все данные приведены в схожих единицах измерения (проценты), и подобраны наиболее «дисперсионные». ID показателей играют роль «псевдонимов» для облегчения интерпретации в последующем анализе.

Таблица 1

Мониторинг развития информационного общества (промышленная сфера) [1]

ID	Годы								
	Показатели	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
A	Доля организаций, использовавших CRM-системы, в общем числе обследованных организаций, %	4,1	4,6	5	5,7	7,2	9,9	9,4	10,3
B	Доля организаций, размещавших заказы на товары (работы услуги) в Интернете, в общем числе обследованных организаций, %	35	39,2	41,1	43,4	41,7	41,3	41,6	41,2
C	Доля организаций, получавших заказы на выпускаемые товары (работы, услуги) по Интернету, в общем числе обследованных организаций, %	16,9	17,1	18	18,9	17,6	18,2	19,3	20,1
D	Доля внутренних затрат на исследования и разработки, в % к ВВП	1,13	1,01	1,03	1,03	1,07	1,1	1,1	1,11
E	Доля внутренних затрат на научные исследования и разработки сектора ИКТ, в общем объеме внутренних затрат на научные исследования и разработки, %	1,3	1,5	2,9	2,2	2,3	3,7	3,6	2,5
F	Доля затрат на технологические инновации, в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг организаций промышленного производства и сферы услуг, %	1,6	2,2	2,5	2,9	2,9	2,6	2,5	2,4
G	Численность исследователей, выполнявших научные исследования и разработки, на 10000 занятых в экономике, %	54,6	55,3	54,8	54,3	55,1	52,5	51,4	50,1
H	Удельный вес затрат на исследования и разработки, нацеленные на развитие экономики, в общем объеме внутренних затрат на исследования и разработки, %	35	38	42,3	40,5	37,8	36,7	37,8	39,8
I	Доля организаций промышленного производства и сферы услуг, осуществлявших технологические инновации, в общем числе обследованных организаций, %	7,9	8,9	9,1	8,9	8,8	8,3	7,3	7,5
J	Доля инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг организаций промышленного производства и сферы услуг, %	4,8	6,3	8	9,2	8,7	8,4	8,5	7,2
K	Доля инновационных товаров, работ,	4,6	9,2	12,6	14,1	11,9	9,4	8,7	7,5

	услуг в общем объеме экспорта товаров, работ, услуг организаций промышленного производства и сферы услуг, %								
L	Удельный вес принципиально новых технологий, в общем числе разработанных передовых производственных технологий, %	11,8	9,7	10,2	10,7	11,6	12,5	12,5	13,6
M	Доля занятого населения в возрасте 25-64 лет, имеющего высшее образование в общей численности занятого населения соответствующей возрастной группы, %	30,1	30,7	31,2	32,6	33	33,8	34,3	35,1

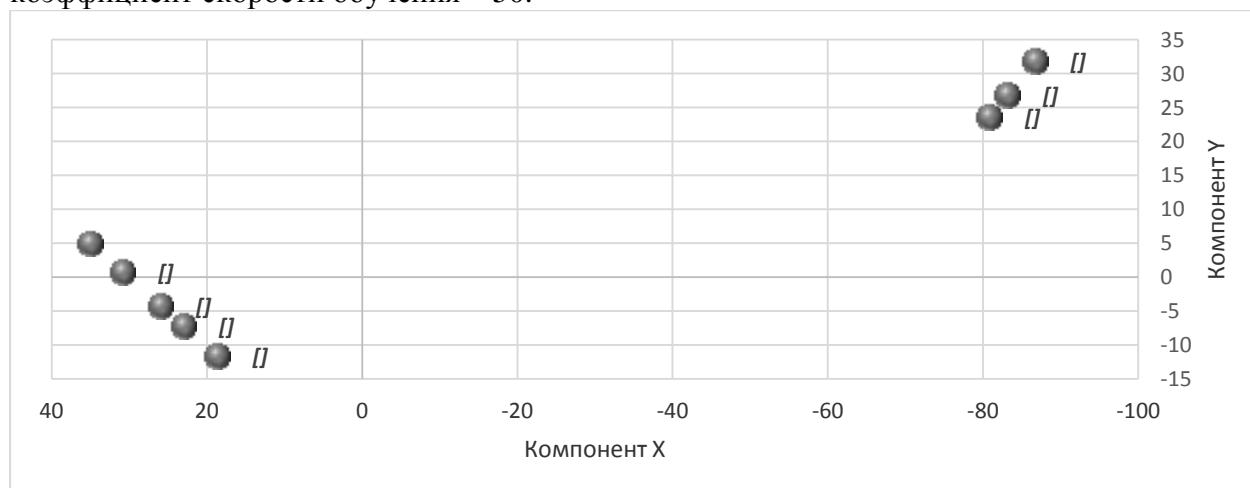
Источник: по данным ФСГС РФ

Главной методологической проблемой при изучении динамики располагаемых данных является избыточность признаков по отношению к наблюдениям. Необходимо использовать методы сжатия размерности. В качестве подобных инструментов выбраны следующие:

- стохастическое вложение соседей с t -распределением (англ. t -distributed Stochastic Neighbor Embedding, t -SNE) — это алгоритм машинного обучения для визуализации данных больших размерностей посредством нелинейного сжатия [2].
- метод главных компонент (англ. principal component analysis, PCA) — один из «классических» способов уменьшить размерность данных, потеряв наименьшее количество информации.
- обычный метод наименьших квадратов для установления линейного тренда данных.

Перед использованием в моделях исходные значения предварительно стандартизированы (как отношения разности конкретного значения со средним признака к стандартному отклонению).

Модели и результаты. На рис. 1 представлена декомпозиция исходных данных в двумерное отображение. Подгонка модели выполнена с использованием специализированного пакета Sklearn программной среды Python [3]. Используются следующие гиперпараметры алгоритма: количество кластеров – 2, перплексия – 2, коэффициент скорости обучения – 50.



Источник: сформировано авторами

Рисунок 1 – Визуализация двумерных кластеров стандартизированных исследуемых данных по методу t -SNE

На графике хорошо выражена кластеризация данных. К первому кластеру (слева) относятся показатели первых пяти лет временного ряда (2010-2014 годы), а ко

второму последние три года (2015-2017 годы). То есть можно констатировать обособление отрезков динамики в показателях информационного развития.

Следующим шагом будет нахождение PCA-компоненты и построения линейного тренда за исследуемый период. С помощью вышеуказанных инструментов выполнено сжатие набора данных до единственной компоненты. Полученные параметры отражены в таблице 2.

Таблица 2

Параметры PCA-модели по возрастанию

ID показателя	M	A	C	E	L	B	J	F	D	H	K	I	G
Коэффициенты	-0,39	-0,38	-0,36	-0,32	-0,30	-0,27	-0,26	-0,22	-0,14	-0,09	-0,05	0,21	0,34

Источник: рассчитано авторами

Из таблицы 2 видно, какие показатели имеют наибольшие коэффициенты и соответственно наиболее влиятельны. Сюда можно отнести [1]: долю организаций, использовавших CRM-системы, в общем числе обследованных организаций; долю занятого населения в возрасте 25-64 лет, имеющего высшее образование в общей численности занятого населения соответствующей возрастной группы; доля организаций, получавших заказы на выпускаемые товары (работы, услуги) по Интернету, в общем числе обследованных организаций; численность исследователей, выполнявших научные исследования и разработки, на 10000 занятых в экономике и некоторые другие. Подавляющая часть оценок отрицательная, что влияет на общую направленность компоненты.

На рисунке 2 отражен временной ряд выделенной главной компоненты с выраженным линейным трендом.



Источник: сформировано авторами

Рисунок 2 – Линейный тренд главной стандартизированной компоненты исследуемых данных и его основные параметры

Компоненту сложно интерпретировать напрямую, но уже визуально можно сделать вывод об устойчивой ежегодной динамике взаимосвязанного пула показателей с небольшой 3-летней цикличностью. Все параметры, включая коэффициент и свободный член уравнения статистически значимы на 5% уровне р-значения. Модель обладает хорошей аппроксимацией на уровне 96%.

Используем тренд для прогнозирования на ближайшие 3 года, то есть 2018-2020 годы. Прогнозные значения подвергнем инверсионной трансформации (рис.3).

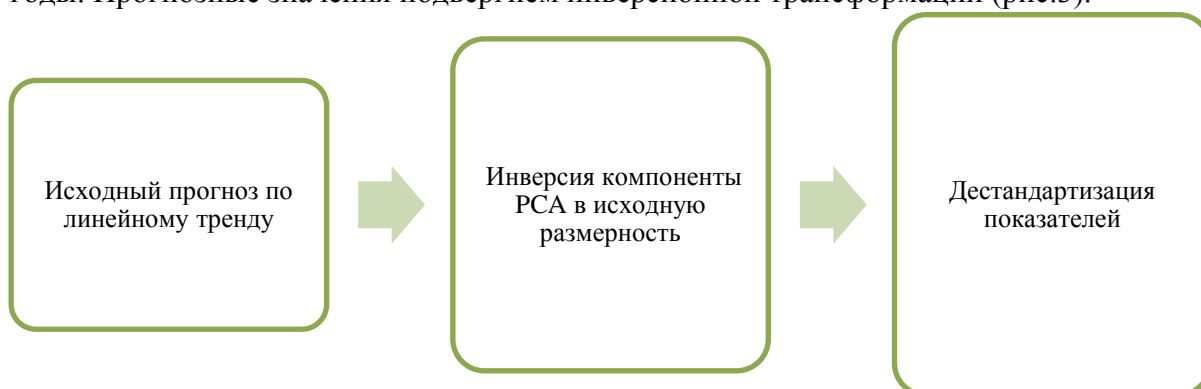


Рисунок 3 – Инверсионная трансформация данных в исходный вид

Окончательные результаты приведены в таблице 3. Прогноз по каждому году включает точечное значение (далее – ТЗ) и интервалы прогноза (далее – ИП), или, другими словами, доверительные интервалы экстраполяции.

В прогнозе большинство исследуемых показателей имеют тенденцию к росту, хотя и незначительную, в пределах десятых долей процента. Наибольший прирост ожидается у доли организаций, использовавших CRM-системы, в общем числе обследованных организаций и доли внутренних затрат на научные исследования и разработки сектора ИКТ, в общем объеме внутренних затрат на научные исследования и разработки (по +0,15%).

Таблица 3

ID показателей		Результаты прогнозирования исходных данных на 2018-2020 годы												
		А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	І	Ј	К	Л	М
Годы														
2018	Верхний ИП	14,0	45,5	21,1	1,1	4,5	3,1	48,7	39,9	7,3	10,4	10,9	14,4	37,7
	ТЗ	12,3	44,3	20,4	1,1	4,0	3,0	49,9	39,6	7,5	9,7	10,6	13,7	36,5
	Нижний ИП	10,5	43,1	19,7	1,1	3,5	2,8	51,1	39,2	7,8	9,0	10,3	13,0	35,2
2019	Верхний ИП	15,1	46,3	21,6	1,1	4,8	3,2	47,9	40,2	7,1	10,8	11,1	14,9	38,5
	ТЗ	13,2	45,0	20,8	1,1	4,3	3,0	49,2	39,8	7,4	10,1	10,8	14,1	37,2
	Нижний ИП	11,4	43,7	20,1	1,1	3,8	2,9	50,5	39,4	7,7	9,3	10,5	13,3	35,8
2020	Верхний ИП	16,2	47,1	22,0	1,1	5,1	3,3	47,2	40,4	6,9	11,2	11,3	15,3	39,4
	ТЗ	14,2	45,7	21,2	1,1	4,6	3,1	48,6	40,0	7,2	10,5	10,9	14,5	37,9
	Нижний ИП	12,2	44,2	20,4	1,1	4,0	2,9	49,9	39,6	7,5	9,7	10,6	13,7	36,4
Прирост за прогнозный период по точечным значениям, %		0,15	0,03	0,04	0	0,15	0,03	-0,03	0,01	-0,04	0,08	0,03	0,06	0,04

Источник: рассчитано авторами

Динамика отсутствует или отрицательна у следующих признаков: доли внутренних затрат на исследования и разработки в ВВП (0%, регрессия к среднему наблюдалась и на фактических данных), численности исследователей, выполнявших научные исследования и разработки, на 10000 занятых в экономике (-0,03%, отрицательная динамика была и на фактических данных), доли организаций промышленного производства и сферы услуг, осуществляющих технологические инновации, в общем числе обследованных организаций (-0,04%, также схоже фактическом тренду).

Заключение. Таким образом, несмотря на небольшой размер динамического ряда, и объективно ожидаемую небольшую статистическую мощность применяемых методов, результаты достаточно выражены в своих тенденциях. Возможно, избыточность признаков так же помогла в решении этой проблемы, учитывая взаимную динамику. Если учесть предыдущую модель, особую роль играют 2015-2017 годы. Возможно, здесь сказывается незавершенный цикл, который виден на графике PCA, и, который, вероятно, завершится 2019 или 2020 году. Историко-логически кластеризация t-SNE и колебания главной компоненты PCA коррелируются с ключевыми макроэкономическими процессами. Например, посткризисное «плато» 2010-2013 года, а после 2014 года, началом «санкционного» противостояния и падения ресурсного рынка, и, естественно начала торможения общей экономической динамики.

В целом консервативный прогноз помимо влияния макроэкономики, может свидетельствовать о проблемах с реализацией политики цифровизации в целом. Дальнейшее исследование процессов развития цифровой трансформации в промышленности и использование результатов в промышленной политике обуславливает необходимость усовершенствования системы мониторинга цифрового развития по отраслям. Более глубокий анализ позволит выявить проблемные области, противодействующие факторы, перспективные направления инновационного развития. Реализацию новых подходов в промышленной политике предлагается формировать на основе глубокой кооперации отраслей промышленности в рамках глобальных цепочек формирования стоимости, а также развития институциональной среды, в рамках которой будут использованы эффективные инструменты, в том числе государственно-частного партнерства.

Вопросам формирования и развития институционального аспекта промышленной политики следует уделять в направлении программирования стратегии информационно-цифрового развития для решения социально-экономических проблем на национальном и территориальном уровнях. Институциональная среда каждой страны формирует собственную уникальную форму экономического планирования и прогнозирования, поэтому определение системной методологии мониторинга в области стратегического прогнозирования приоритетов инновационного развития позволит сосредотачивать ресурсы на решении системных проблем, а также на развитии тех направлений предпринимательской деятельности, которые несут системообразующий характер и повлекут за собой развитие смежных видов деятельности.

Такие вопросы напрямую связаны с экономической безопасностью страны и конкурентоспособностью в мировой экономике.

Список источников

1. ФСГС РФ. Цифровая экономика. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gks.ru>

2. Van der Maaten L.J.P., Hinton G.E. Visualizing Data Using t-SNE // *Journal of Machine Learning Research*. — 2008. — Ноябрь (т. 9).
3. Scikit-learn Machine Learning in Python [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://scikit-learn.org/>
4. Официальный сайт «Автоматизация бизнес-процессов «СофтЭксперт». Обзор рынка цифровизации производства в России. – 2018. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://www.sfx-tula.ru>.
5. Солодовник А.И., Ловчикова Е.И., Федотенкова О.А., Хашир А.А. Стратегические ориентиры управления агропромышленным комплексом в рамках реализации государственных программ развития. // *Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве*. 2019. №2 (47). С. 79-87
6. Шестаков Р.Б., Ловчикова Е.И. Анализ динамики аграрного производства в условиях общей экономической рестрикции // *Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве*. 2017. № 4 (33). С. 65-73
7. Алпатов А.В., Шестаков Р.Б. Развитие систем управления в АПК Орловской области на муниципальном уровне в пространстве цифровой экономики // *Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве*. -2018. -№ 2 (35). -с. 46-54
8. Попов Е.В., Semyachkov К.А. Digital economy as an object of sociotechnological research // *Материалы Всероссийской конференции с международным участием «Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование высокотехнологичных систем»*. Издательство: Российский университет дружбы народов (РУДН)(Москва), 2019, С. 94-96
9. Романова О.А., Пономарева А.О. Промышленная политика в рамках новой структурной экономической теории // *E-FORUM*, 2018, №4(5) С. 17 [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36958246>
10. Плотников В.А. Цифровизация производства: теоретическая сущность и перспективы развития в российской экономике // *Известия СПбГЭУ*. 2018. №4 (112). [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-proizvodstva-teoreticheskaya-suschnost-i-perspektivy-razvitiya-v-rossiyskoj-ekonomike> (дата обращения: 30.08.2019).
11. Korovin G.B. Problems of industrial digitalisation in Russia // *Известия УрГЭУ*. 2018. №3. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problems-of-industrial-digitalisation-in-russia> (дата обращения: 30.08.2019).
12. Белоброва Н.В., Хохловская О.А. Цифровое развитие экономики: общемировые тенденции и приоритеты // *Актуальные проблемы экономики и управления: теоретические и прикладные аспекты* [Электронный ресурс]: материалы Третьей международной научно - практической конференции, г. Горловка, 30 марта 2018 г. / отв. ред. Е.П. Мельникова / Автомобильно-дорожный институт ГОУВПО «ДонНТУ». – Горловка: АДИ ДонНТУ, 2018 – 586 с. С. 43-52.