

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

---

Науково-практичний журнал

---

*Scientific and practical journal*



**Економіка  
Промисловості**  
*Economy of Industry*

---

Видається з 1997 року

Виходить щоквартально

---



№ 1 (85)

2019

**Науково-практичний журнал «Економіка промисловості» видається з 1997 р.  
Свідоцтво про державну реєстрацію журналу КВ № 23249-13089ПР від 22.03.2018 р.  
Виходить щоквартально**

**Журнал внесено до Переліку наукових фахових видань України**  
(відповідно до наказу Міністерства освіти і науки України від 24.10.2017 р. № 1413)

**ISSN 1562-109X (Print)**  
**ISSN 2306-532X (Online)**

Журнал зареєстровано у Міжнародному центрі  
періодичних видань (ISSN International  
Center, м. Париж)

Журнал «Економіка промисловості» індексується українською загальнодержавною реферативною базою даних «Україніка наукова» і представлений у **Науковій електронній бібліотеці періодичних видань НАН України**. Видання розміщено у світовій електронній бібліотеці наукової періодики **EBSCO Publishing**. Журнал внесено до світового каталогу наукових періодичних видань **Ulrich's Periodicals Directory**. З листопада 2011 р. видання включено до міжнародної наукометричної бази «Наукова електронна бібліотека **E-Library.Ru** (Російського індексу наукового цитування – **РИНЦ**)». Журнал внесено до переліку журналів міжнародного індексу наукового цитування **Index Copernicus** (Польща). Видання індексується вільно доступною системою **Google Scholar**. З 2013 р. науково-практичний журнал «Економіка промисловості» індексується у міжнародних наукометричних базах: **DRJI** (Directory of Research Journals Index) та **Research Bible** (Токіо, Японія).

**Засновники:**

Національна академія наук України,  
Інститут економіки промисловості

**E-mail:**

RPokotylenko@gmail.com,  
admin@econindustry.org.  
**Web:** www.econindustry.org.  
**Web:** iie.org.ua

**Адреса редакції:**

вул. М. Капніст, 2,  
Київ, Україна, 03057.  
**Тел.:** (044) 200-55-71.  
**Моб.:** (095) 291-03-11

**Науково-редакційна рада:**

АМОША О.І. (голова редакційної ради, акад. НАН України, Інститут економіки промисловості НАН України), АЛЕКСАНДРОВ І.О. (д.е.н., проф. Одеський національний політехнічний університет), ГЕЄЦЬ В.М. (акад. НАН України, Інститут економіки та прогнозування НАН України), ДЕМЕНТЬЄВ В.В. (д.е.н., проф. Фінансовий університет при Уряді Російської Федерації), КВІЛІНСЬКІ А. (к.е.н., Лондонська академія науки і бізнесу, Англія), ЛІБАНОВА Е.М. (акад. НАН України, Інститут демографії та соціальних досліджень ім. М.В. Птухи НАН України), МАКОГОН Ю.В. (д.е.н., проф. Маріупольський національний університет).

**Редакційна колегія:**

ВИШНЕВСЬКИЙ В.П. (головний редактор, акад. НАН України, Інститут економіки промисловості НАН України), ЗАЛОЗНОВА Ю.С. (заст. головного редактора, чл.-кор. НАН України, Інститут економіки промисловості НАН України), ПОКОТИЛЕНКО Р.В. (заст. головного редактора, відповідальний редактор, к.е.н. Інститут економіки промисловості НАН України), ГАРКУШЕНКО О.М. (секретар редакційної колегії, к.е.н. Інститут економіки промисловості НАН України), АНТОНЮК В.П. (д.е.н., проф. Інститут економіки промисловості НАН України), БРЮХОВЕЦЬКА Н.Ю. (д.е.н., проф. Інститут економіки промисловості НАН України), БУЛІСЄВ І.П. (д.е.н., проф. Інститут економіки промисловості НАН України), ЛЯШЕНКО В.І. (д.е.н., проф. Інститут економіки промисловості НАН України), МАЙБУРОВ І.А. (д.е.н., проф. Уральський федеральний університет ім. першого Президента Росії Б.М. Єльцина, Росія), НОВІКОВА О.Ф. (д.е.н., проф. Інститут економіки промисловості НАН України), ПАЙОНК К. (д.е.н., проф. Економічний університет у Познані, Польща), ПІДРИЧЕВА І.Ю. (к.е.н. Інститут економіки промисловості НАН України), ПОГОРЛЕЦЬКИЙ О.І. (д.е.н., проф. Санкт-Петербурзький державний університет, Росія), СОЛДАК М.О. (к.е.н. Інститут економіки промисловості НАН України), ХАРАЗІШВІЛІ Ю.М. (д.е.н., проф. Інститут економіки промисловості НАН України), ЧЕКІНА В.Д. (к.е.н. Інститут економіки промисловості НАН України), ЧЕРЕВАТСЬКИЙ Д.Ю. (к.т.н. Інститут економіки промисловості НАН України).

Статті для публікації в науково-практичному журналі відбираються на умовах конкурсу, за результатами внутрішнього та зовнішнього рецензування. Відповідальність за достовірність фактів, дат, назв, власних імен, даних, цитат несуть безпосередньо автори статей. Редакція може не поділяти висловлені у статтях думки та висновки, що не покладає на неї ніяких зобов'язань. Передруки і переклади дозволяються лише за згодою автора та редакції. Матеріали друкуються мовою оригіналу.

**Рекомендовано до друку вченою радою Інституту економіки промисловості НАН України**  
(протокол № 4 від 14.03.2019 р.)

© Інститут економіки промисловості НАН України  
© Економіка промисловості, 2019

## ЗМІСТ

### МАКРОЕКОНОМІЧНІ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ПРОМИСЛОВОСТІ

<b>Кравченко С. І., Заніздра М. Ю.</b> Типологізація базових наднаціональних інноваційних систем .....	5
<b>Вишневський В. П., Квілінські А.</b> Монетарні механізми стимулювання економіки в розвинених країнах: аналітичний огляд .....	30
<b>Чекіна В. Д., Князєв С. І.</b> Аналіз впливу Big Data and Analytics на реальний і державний сектори економіки та проблеми їх оцінювання за допомогою статистичних методів .....	51

### ПРОБЛЕМИ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ТА ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПРОМИСЛОВОСТІ

<b>Іщук С. О., Созанський Л. Й.</b> Виклики та перспективи розвитку хімічної промисловості України .....	65
<b>Липницький Д. В.</b> Можливості та виклики для блокчейн у новій індустріалізації .....	82
<b>Турлакова С. С.</b> Інформаційно-комунікаційні технології розвитку "розумних" виробництв .....	101

### РЕЦЕНЗІЇ

<b>Зелінська А.</b> Невикористані можливості та сучасний розвиток промисловості: на прикладі України (відгук на монографію "Промисловість України 2014-2016: невикористані можливості, шляхи відновлення, модернізації та сучасної розбудови") .....	123
--	-----



## МАКРОЕКОНОМІЧНІ ТА РЕГІОНАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 338.24:330.341.1:504.062

doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.01.005>

**Сергей Иванович Кравченко,**

*канд. экон. наук, доцент вице-президент*

"Институт развития международного сотрудничества" (МОО)

61863, Польша, г. Познань, ул. Казимира Великого, 24-26/1.

E-mail: [sergey.iv.kravchenko@gmail.com](mailto:sergey.iv.kravchenko@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0001-8391-0445>

**Мария Юрьевна Заниздра,**

*канд. экон. наук, с.н.с.*

Институт экономики промышленности НАН Украины

03057, Украина, г. Киев, ул. М. Капнист, 2.

E-mail: [marin2015zzz@gmail.com](mailto:marin2015zzz@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-3528-0212>

### ТИПОЛОГИЗАЦИЯ БАЗОВЫХ НАДНАЦИОНАЛЬНЫХ ИННОВАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Для подтверждения гипотезы о существовании нескольких характерных типов наднациональных инновационных систем (ННИС), которые можно найти и идентифицировать и к которым с той или иной степенью приближения относятся все национальные макроэкономики в мире, рассмотрен отечественный и зарубежный опыт разработки соответствующих классификаций. В том числе: трёхуровневая таксономия национальных инновационных систем (НИС) мира 2005 г. с особым акцентом на инновациях, распространении информации и знаниях; двухуровневая классификация 2006 г. НИС технологически развитых стран-членов ОЭСР; классификация налоговых популяций 2018 г. (Европейская, Китайско-Восточноазиатская, Индийско-Южноазиатская, Магрибско-Ближневосточная), основанная на "длинных" тенденциях развития.

Рассмотренные подходы к классификации наднациональных систем позволяют детально оценивать их сходства и различия в зависимости от структурных элементов, а также "вес" или степень влияния каждого основного элемента на конечную эффективность. Однако приведенные примеры являются более специфическими и узконаправленными, чем разработанная типологизация ННИС-2018.

Предлагаемый альтернативный научно-методический подход на основе кластерного анализа 95 стран мира, различных по уровню экономического и технологического развития, а также географическому расположению, позволяет определить четыре характерных типа ННИС в контексте модели "Quadruple helix" – ко-эволюционного взаимодействия научно-образовательного, производственно-экономического, государственно-политического и социокультурного комплексов.

Согласно предлагаемой типологизации выделены:

ННИС типа А "развитые страны с институтами преимущественно инклюзивного типа" – высокоэффективный тип инновационной системы, который занимает первые места по большинству классификационных признаков, за исключением развития социокультурной среды (вторая позиция);

ННИС типа В "развивающиеся страны со смешанными экстрактивно-инклюзивными институтами с сильно выраженной социокультурной составляющей (преимущественно мусульманского и буддийско-индуистского типов)" – средне-эффективный тип инноваци-

© С.И. Кравченко, М.Ю. Заниздра, 2019

онной системы, занимающий 1 место по уровню социокультурного развития, 2 – по производственно-экономической и государственно-политической ситуации, 3 – по уровню развития научно-образовательного комплекса;

ННИС типа С "развитые страны и развивающиеся страны со смешанными экстрактивно-инклюзивными институтами с сильно выраженной неформальной составляющей (в т.ч. постсоветского типа)" – слабоэффективный тип инновационной системы, который преимущественно занимает предпоследние (третьи) места по большинству классификационных признаков, за исключением научно-образовательного (вторая позиция);

ННИС типа D "развивающиеся страны с институтами преимущественно экстрактивного типа" – низкоэффективный тип инновационной системы, который занимает последние (четвертые) места по всем классификационным признакам, формируя нижнюю границу оценочного диапазона.

Охарактеризовано текущее положение Украины в разрезе разработанной типологии: относится к ННИС типа С; по ключевым показателям оптимизированной выборки отстает от образа усредненного лидера в своем кластере; большая часть целеполагающих показателей относится к группе государственно-политического комплекса, что характеризует низкий уровень эффективности отечественных социально-экономических институтов; согласно показателям научно-образовательного комплекса позиции Украины уступают лидерским не значительно.

*Ключевые слова:* национальная инновационная система, наднациональная инновационная система, типология, кластерный анализ, научно-образовательный комплекс, производственно-экономический комплекс, государственно-политический комплекс, социокультурный комплекс.

Общемировым трендом экономики развитых стран мира по-прежнему остается приоритет конкурентных стратегий, основанных на инновационном развитии промышленности и разработке уникальных продуктов. Соответственно поиск стимулов для активизации и способов управления инновационным путём развития как экономики в целом, так и её промышленного сектора не утрачивает остроты и важности. Одним из приоритетных направлений, принятых за основу исследований в сфере инноваций ОЭСР, ЕС, UNCTAD, UNIDO и т.д. [21], является Концепция национальных инновационных систем (НИС) [3; 8; 11], которая приобрела широкое признание в научной среде и получила распространение не только на национальном, но и на отраслевом, региональном и международном уровнях<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> В частности, на субнациональном (англ. *subnational realities*) – уровень Силиконовой долины, секторальном (англ. *sectoral*), отраслевом или технологическом, региональном (англ. *regional*), наднациональном (англ. *supra-national*).

Многообразие концепций НИС, созданных на основе базовой, а также подходов к их моделированию, анализу и классификации, вызвано как объективными факторами – комплексностью основополагающих элементов НИС (природного и человеческого капитала, технологического уклада производства, институтов и пр.), специфическими особенностями этнических популяций, формирующих социально-экономические и институциональные надстройки общества, так и субъективными – целеполаганием и профессиональными интересами исследователей. Таким образом, с одной стороны, категориальный аппарат, структура и подходы к определению, классификации и управлению развитием НИС непрерывно совершенствуются<sup>2</sup>, а с другой – в итоге теоретико-методологические положения не обладают единством взглядов, являются дискуссионными и в некоторых случаях противоречат друг другу [23].

<sup>2</sup> В т.ч.: Ч. Эдквистом [2], А. Амошей и А. Николаенко [18], Ю. Мазур [9], М. Шарко [28], Л. Федуловой и Н. Пашутой [27] и др.

Анализ ряда работ, обосновывающих различные варианты типологий НИС [1; 5; 20; 24], доказывает, что гипотеза существования типовых социально-экономических моделей, наднациональных инновационных систем, социально-экономических популяций объективно обоснована и может быть подтверждена эмпирическими наблюдениями.

Так, в соответствии с А. Николаенко [24], по уровню развития НИС, полноте инновационного цикла и отраслевой специфике большинство исследователей выделяют "евроатлантическую" (ЕС, США), "восточноазиатскую" (Япония, Южная Корея, Тайвань, Китай и др.) и "альтернативную" (Таиланд, Чили, Турция и др.) модели<sup>1</sup>. Однако существуют и более детальные классификации. Особый интерес для данного исследования представляют:

"Towards a taxonomy of innovation systems"<sup>2</sup> (M. Godinho, S. Mendonça и T. Pereira, 2005 [5]) – трёхуровневая таксономия НИС-2005, состоящая из "мега-кластеров", "кластеров" и "суб-кластеров" (по нисходящей). Выборка включает 69 стран (охватывающих, по терминологии авторов, 87,4% населения мира), различных по уровню экономического развития и регионам расположения. В целом исследование направлено на подтверждение либо опровержение наличия общностей НИС для развитых и развивающихся экономик;

"Mapping national innovation systems in the OECD area"<sup>3</sup> (M. Balzat и A. Pyka,

---

<sup>1</sup> "Евроатлантическая" модель имеет полный цикл инновационного процесса, развита в США, большинстве стран ЕС, где на современном этапе активно внедряется модель "тройной спирали". "Восточноазиатская" не содержит полного цикла инноваций, делая упор на прикладные технические разработки с высоким коммерческим эффектом. "Альтернативная" модель обеспечивает инновационное развитие отдельных конкурентоспособных отраслей национальной экономики. Каждая НИС носит конкретно-исторический характер, формируясь под влиянием особенностей природного, экономического, технологического, политического, социокультурного развития стран, стратегических приоритетов бизнеса и власти.

<sup>2</sup> "О классификации инновационных систем".

<sup>3</sup> "Сопоставление национальных инновационных систем в регионе ОЭСР".

2006 [1]) – классификация НИС-2006 по эмпирическому выявлению межнациональных различий и сходств в структуре и деятельности инновационных систем высокотехнологических развитых экономик (т.е. эмерджентные и развивающиеся страны выведены за рамки исследования). Выборка включает 18 стран-членов ОЭСР (из них 14 также являются членами ЕС);

"Наднациональные модели налоговых систем: от Китая до Магриба" (В. Вишневский, Л. Гончаренко, А. Гурнак, Е. Вишневская, 2018 [20]) – ставит целью нахождение "длинных" тенденций развития налоговых популяций, их ожидаемого расширения или сжатия, анализ возможных результатов взаимодействия и противодействия. На базе 19 показателей, характеризующих формирование и развитие налоговых систем, выделены Европейская<sup>4</sup>, Китайско-Восточноазиатская, Индийско-Южноазиатская, Магрибско-Ближневосточная налоговые популяции.

Несмотря на определенное сходство концепций, исходных предпосылок и аналитического инструментария, конечные цели, используемые подходы и конечный результат рассмотренных публикаций имеют несколько принципиальных отличий. Тем не менее, в них обоснована общая идея о существовании типовых моделей (базовых материнских популяций), выходящих за пределы существующих административных границ, которые базируются на общности институционально-культурных мемов, а также сформированных на их основе подходов к организации и самовоспроизведению социума как сложной экономической системы, включая инновационную деятельность.

Отдавая должное существующим научным наработкам по типологии НИС, следует отметить, что вследствие комплексности и динамичности национальных инновационных систем как социально-экономического явления, теоретические и практические вопросы инновационного

---

<sup>4</sup> В Европейскую включены сразу несколько субпопуляций: Западноевропейская, Североамериканская, Австралийская, Латиноамериканская и Евразийская с общей (родовой) основой – Западноевропейской.

развития, раскрытые ранее, ограничены спецификой целеполагания авторов и не являются универсальными.

Цель статьи заключается в эмпирическом обосновании иного, отличного от рассмотренных, набора основополагающих классификационных признаков НИС и, соответственно, перечня анализируемых показателей для разработки типологии, пригодной для определения базовых (материнских) типов наднациональных инновационных систем в контексте "quadruple helix", а также в установлении типа НИС, к которому относится национальная инновационная система Украины.

В качестве теоретического фундамента НИС в данном исследовании использована концепция четырёхзвенной спирали (англ. "Quadruple helix"), предполагающая ко-эволюционный характер развития социума, производства, технологий и социально-экономических институтов. Отсюда, ведущими элементами национальных и наднациональных инновационных систем выступают четыре взаимосвязанных комплекса: научно-образовательный (НО), производственно-экономический (ЭК), государственно-политический (ГК) и социокультурный (СК).

Образование и наука являются основополагающими и взаимодополняющими формами деятельности, определяющими формирование интеллектуального капитала [22], спрос на инновации, преемственность как биологических, так и технико-технологических поколений. Наука направлена на структурированное познание и преобразование окружающей действительности, в т.ч. для создания общественных благ и конкурентных преимуществ. Система образования обеспечивает передачу и закрепление культурного наследия и профессиональных навыков, знаний и опыта, достоверность и полезность которых подтверждены временем. Оба направления являются базовыми для формирования и развития НИС.

В рамках данного исследования классификационный признак "научно-образовательный комплекс" описывает НИС посредством 12 количественных и 11 качественных показателей, характеризую-

щих: продолжительность образовательного процесса; охват и доступность образования для различных возрастных групп населения; уровень занятости и качество предоставляемых услуг в данной сфере; доступность источников информации; развитость соответствующей инфраструктуры; конечные результаты научной деятельности.

С учетом того, что индустриализация объективно признана локомотивом развития [26, с. 1], а экономические результаты в целом являются одними из самых распространенных и показательных индикаторов эффективности, следующий классификационный признак, необходимый для корректного описания НИС, – состояние производственно-экономического комплекса. Поскольку объектами данного исследования выступают отдельные государства, классификационный признак "производственно-экономический комплекс" представлен преимущественно макроэкономическими показателями (32 наименования), позволяющими оценить объем и инвестиционный климат национальных экономик, установить структуру доходов и расходов, охарактеризовать их сбалансированность и инновационность.

Третий классификационный признак "государственно-политический комплекс" характеризует качество социально-экономических институтов<sup>1</sup>, соотношение конструктивных и деструктивных<sup>2</sup> форм, а

---

<sup>1</sup> В данном контексте термин "институт" употребляется для обозначения неких исторически выработанных, устойчивых ценностей, идеалов, общепринятых образцов деятельности и шаблонов поведения, позиционируемых как обязательные и стандартные для подавляющего большинства членов конкретного сообщества, а также форм коммуникации и организации совместной деятельности, созданных на уровне государств в связи с необходимостью удовлетворения наиболее важных потребностей общества (воспроизводство его членов и их социализация, воспроизводство и распределение благ).

<sup>2</sup> Изначально неправовые, паразитирующие по своей сути, формы социальных институтов – преступность, коррупция, бюрократия, теневая экономика. Либо видоизмененные конструктивные социальные институты, утратившие первоначальную функцию из-за деформации социальных ролей участников отношений.

также тех, эффективность и адекватность<sup>1</sup> которых определяют жизнеспособность социума и конкурентоспособность страны, представляющей его. Это наиболее обширная группа показателей включает 71 наименование с целью наиболее полно учесть специфику институциональной среды, обуславливающую уникальность и динамичность развития НИС.

Показатели качества жизни<sup>2</sup>, выступают прямым продолжением социального и экономического успеха научной и образовательной деятельности, выбранной экономической стратегии, эффективности управляющих институтов и т.д. Способность социума к самовоспроизводству также во многом определяет итоговые временные рамки его существования в долгосрочной перспективе. Поэтому демографическая<sup>3</sup> и криминогенная<sup>4</sup> ситуация, наряду с влиянием климатогеографических факторов и религиозным менталитетом, который также выделяют среди важнейших причин неравномерности экономического развития, социальных рисков и выгод, институциональных правил и "провалов" [16]<sup>5</sup>, выбраны основой четвер-

---

<sup>1</sup> Внутренняя дифференциация, специализация связей, функций и учреждений, конкретизация и профессионализм исполнения заданных функций, регламентация и т.д.

<sup>2</sup> Высокая продолжительность здоровой жизни, социальное равенство, материальное благополучие, высокий уровень субъективной удовлетворенности жизнью.

<sup>3</sup> Продолжительность жизни, естественный прирост населения, детская смертность; экономическая миграция.

<sup>4</sup> Наиболее влияющими среди криминогенных детерминант признаны: нищета большинства населения, негативные демографические процессы (неконтролируемая миграция, высокая смертность, низкая рождаемость и т.д.), высокая детская беспризорность, отсутствие духовного воспитания, падение нравственности в обществе, высокий уровень коррумпированности государственного аппарата и местного самоуправления.

<sup>5</sup> Доминирующее в обществе религиозное мировоззрение во многом определяет оценочную структуру, с помощью которой представители той или иной культуры осмысливают мате-

того классификационного признака – "социокультурного комплекса" (22 преимущественно количественных, измеряемых показателя).

Для формирования репрезентативного набора исходных показателей, характеризующих каждый из основных классификационных комплексов ННИС, использованы базы данных глобальных интегральных индексов:

Глобального индекса инноваций<sup>6</sup> (англ. *The Global Innovation Index*) международной бизнес-школы INSEAD;

Индекса человеческого развития<sup>7</sup> (англ. *Human Development Index*), разработанного в рамках ПРООН;

Индекса глобальной конкурентоспособности<sup>8</sup> (англ. *The Global Competitiveness Index*), разработанного Всемирным экономическим форумом;

Индекса готовности к будущему<sup>9</sup> международного дискуссионного клуба "Валдай" и Всероссийского центра изучения общественного мнения, а также информационные базы Института статистики ЮНЕСКО, Международного энергетического агентства и Программы содействия управлению энергетическим сектором Всемирного банка [13], Интернет-ресурса Travel Weather Averages [15] и др.

Преимуществами применения приведенных источников являются: достаточный уровень доверия к профессионализму профильных учреждений, отвечающих за формирование информационных баз данных; доступность, обширность и разнопла-

---

риальные условия своего существования; формируют представления об общепринятом, морально приемлемом порядке производства, распределения и потребления благ; создают мотивации, лежащие в основе их экономического и социального поведения, и обуславливают специфические формы, которые принимает это поведение.

<sup>6</sup> 82 различные переменные, характеризующие инновационное развитие стран мира [4].

<sup>7</sup> Около 100 исходных показателей [6].

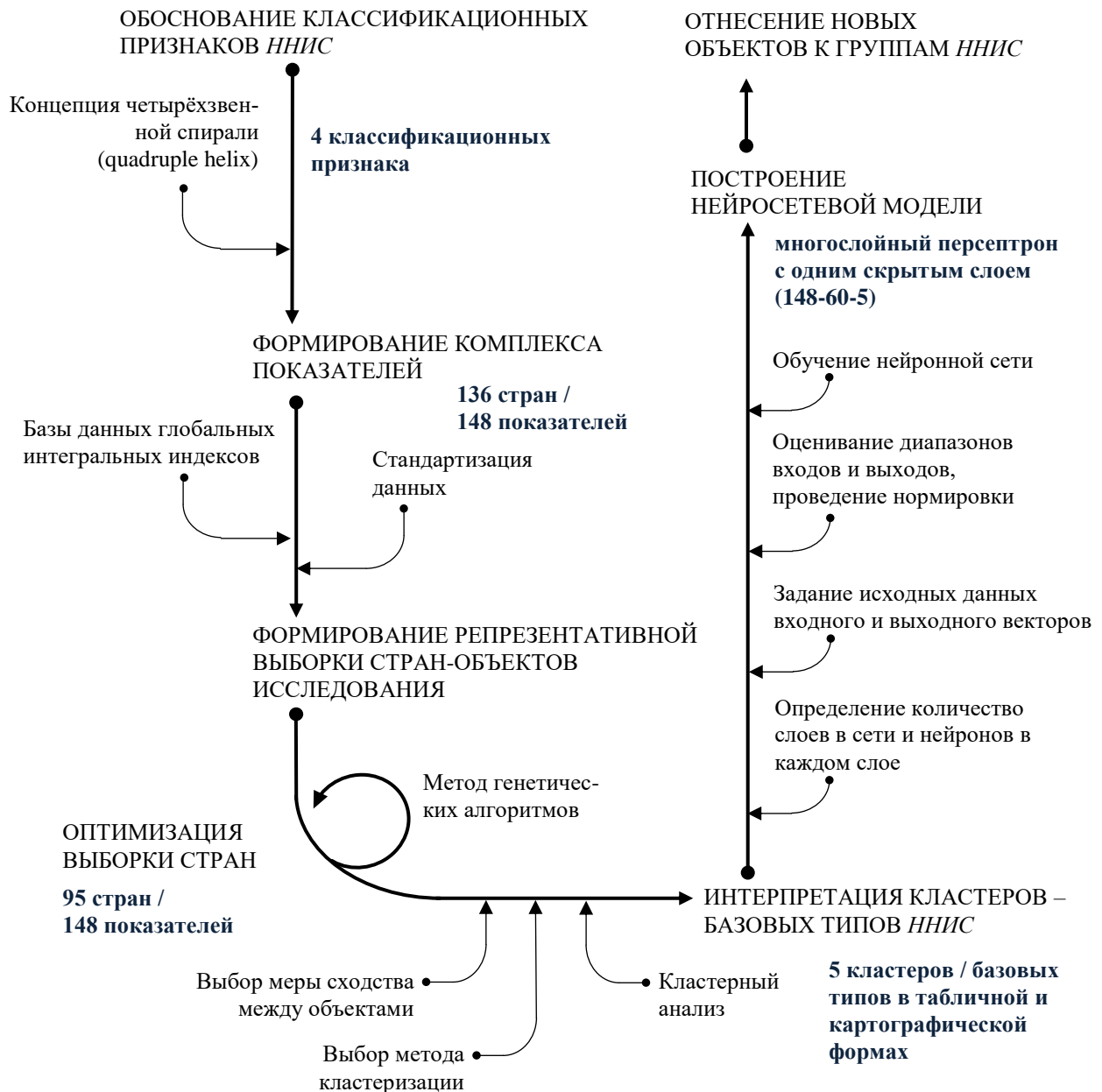
<sup>8</sup> 12 контрольных показателей, 113 переменных [12].

<sup>9</sup> 10 направлений, 78 исходных показателей [22].

новость информации за долгосрочный период времени; широкая география стран-объектов исследования (около 200); ежегодное обновление сведений. Среди недостатков следует отметить: временной лаг выхода отчетов и, как следствие, устаревание информации на срок от 1 до 2 лет, а также распространенную практику исполь-

зования субъективных экспертных оценок (в баллах) и результатов социологических опросов для трудноизмеримых качественных показателей.

Схематически общий алгоритм обнаружения базовых типов ННИС представлен на рис. 1 и последовательно объединяет методы:



Составлено авторами.

Рисунок 1. Схема алгоритма исследования ННИС

стандартизации (англ. *Standardization*) или нормирования (англ. *normalization*) для приведения совокупности анализируемых показателей к сопоставимому виду;

генетических алгоритмов для оптимизации выборки стран путем исключения незначимых объектов, влиянием которых можно пренебречь;

кластерного анализа по Уорду для разбиения оптимизированной выборки стран на кластеры, соответствующие определенному типу ННИС;

нейросетевого моделирования для задач перекластеризации при иных временных рамках либо в случае изменения параметров анализа, а также при необходимости включения (исключения) новых объектов в состав существующих классификационных групп.

Согласно результатам расчетов:

1) исходная выборка представлена 136 странами, состояние НИС которых описано 148 количественными и качественными показателями, распределенными между четырьмя классификационными признаками (НО, ЭК, ГК и СК) на группы. Поскольку выборка показателей неоднородна по своему составу, проведение корректных сравнений нуждается в их приведении к сопоставимому виду;

2) показатели стандартизированы по правилу: чем выше значение стандартизованного показателя, тем более эффективным является функционирование страны-объекта анализа в конкретной сфере деятельности:

$$z_j = \frac{x_j - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}, \quad (1)$$

где  $x_j$  – исходное значение показателя для  $j$ -й страны;

$x_{\min(\max)}$  – минимальное (максимальное) значение показателя для всех стран.

Данное преобразование позволило привести показатели к диапазону [0, 1]. Выбор такого типа стандартизации обусловлен тем, что в дальнейшем планируется построение нейронной сети, которая работает с бинарным типом данных;

3) каждому анализируемому показателю присвоен номер в зависимости от того, к какому классификационному признаку (группе) он отнесен. С использованием полученного ряда в качестве целевой функции, методом генетических алгоритмов отобраны страны, которые могут быть значимыми для разбиения на группы на основе выбранных показателей.

Фактически решена обратная задача – при заданном разбиении объектов на группы выбрать те показатели, которые оказывают наиболее существенное влияние на данное разбиение. В этом случае в качестве групп выступили "группы показателей", а "страны" – как показатели, которые значимы для разбиения. В результате исходная матрица сократилась до 95 стран, описываемых 148 показателями;

4) с целью классификации оптимизированной выборки использован метод Уорда, минимизирующий внутригрупповую дисперсию. Мерой расстояния выступал квадрат евклидова расстояния. Согласно графику связей (пошаговых расстояний) можно выделить от 4 до 5 кластеров – типовых групп ННИС. Для точного определения количества кластеров использован функционал качества – сумма квадратов расстояний до центра кластеров:

$$F = \sum_{l=1}^k \sum_{i \in S_l} d^2(Z_i, \bar{Z}_l), \quad (2)$$

где  $l$  – номер кластера;

$\bar{Z}_l$  – центр  $l$ -го кластера;

$Z_i$  – вектор значений переменных для  $i$ -го объекта, входящего в  $l$ -й кластер;

$d(Z_i, \bar{Z}_l)$  – расстояние между  $i$ -м объектом и центром  $l$ -го кластера.

Проведенные расчеты показали, что для разбиения из 4 кластеров функционал равен 255, из 5 – 235, из 6 кластеров – 254. Следовательно, наиболее оптимальным будет разбиение исходной совокупности стран на 5 кластеров;

5) построена нейронная сеть – многослойный перцептрон с одним скрытым слоем (148-60-5). Разбивка исходных данных: 70% для обучения, 15% для тестирования, 15% для проверки (табл. 1).

Таблица 1. Резюме активных сетей (Spreadsheet1)<sup>1</sup>

Имя сети	Обучение	Тестирование	Производительность
MLP 148-60-5	100,0000	92,85714	85,71429

<sup>1</sup> Составлено авторами.

Таким образом, сеть на 100% правильно определила значения обучающей выборки, на 92,9% – тестовой и на 85,7% – значения проверяющей выборки, что свидетельствует о высоком качестве полученной сети.

Кластерный анализ выборки 95 стран мира, различных по уровню экономического развития и региональному расположению, согласно 148 показателям, характеризующим НИС, позволил выделить пять кластеров (табл. 2).

Однако страны, отнесенные к наиболее малочисленному кластеру (САР Гонконг, Китай<sup>1</sup>; Катар<sup>2</sup>; Сингапур<sup>3</sup> и Объединенные Арабские Эмираты<sup>4</sup>), являются нетипичными примерами национальных инновационных систем. По данным МВФ [7] эти страны входят в число самых богатых экономик мира, высокие показатели эффективности которых достигаются за счет доходов рентного типа.

Так, Объединенные Арабские Эмираты и Катар являются крупнейшими экспортерами углеродных энергоносителей (нефти и природного газа), что обеспечивает преобладающую долю их совокупного дохода (около 85% доходов от экспорта и 70-80% государственных доходов) и стремительный рост экономики. Однако конкурентная стратегия, которая опирается на эксплуатацию уникального природного ресурса, доминирование ислама как государственной религии, уникальное сочетание республиканского строя с традиционной наследственной монархией обуславливают высокий уровень консервативности общества и инерционности экономических рутин. Поэтому, выступая активными по-

требителями инновационных продуктов, что вызвано чрезвычайно высокой покупательной способностью населения, по данным агентства Bloomberg, эти экономики занимают предпоследние позиции<sup>5</sup> в рейтинге "самых инновационных экономик мира" (Bloomberg Innovation Index 2019, [14]).

Гонконг и Сингапур также относятся к наиболее богатым странам мира, однако их материальное благосостояние опирается на освобождение от налогообложения и отсутствие таможенных сборов, что обеспечивает их привлекательность для транснациональных корпораций. То есть фундаментом их экономики выступает развитый сектор финансовых услуг. Итак, среди стран рассматриваемого кластера только Сингапур<sup>6</sup> занимает высокую позицию среди инновационных экономик по рейтингу Bloomberg 2019 г. – 6 место, однако его статус был снижен с 3 позиции, которую он занимал в 2018 г.

Таким образом, кластер богатых стран, экономика которых специализируются на доходах рентного типа, исключён из типологии базовых типов наднациональных инновационных систем. В итоге установлено четыре типа НИС (табл. 2, рис. 2): А – "развитые страны с институтами преимущественно инклюзивного типа";

В – "развивающиеся страны со смешанными экстрактивно-инклюзивными институтами с сильно выраженной социокультурной составляющей (преимущественно мусульманского и буддийско-индуистского типов)";

С – "развитые и развивающиеся страны со смешанными экстрактивно-инклюзивными институтами с сильно выраженной неформальной составляющей (в т. ч. постсоветского типа)";

Д – "развивающиеся страны с институтами преимущественно экстрактивного типа".

<sup>1</sup> Буддизм и даосизм.

<sup>2</sup> Государственная религия – ислам (77,5% населения).

<sup>3</sup> Буддизм (33,3%), христианство (18,3%), ислам (14,7%), даосизм (10,9%) и индуизм (5,1%).

<sup>4</sup> Официальная религия – ислам, преобладают сунниты (85% населения).

<sup>5</sup> 46 и 57 соответственно из 60 возможных.

<sup>6</sup> Гонконг занимает 38 место в рейтинге Bloomberg Innovation Index 2019

Таблица 2. Группы кластеров и базовые типы наднациональных инновационных систем<sup>1</sup>

		Кластеры					
		Первый	Второй	Третий	Четвёртый	Пятый	
		1	2	3	4	5	
1	САР Гонконг*, Китай	Базовые типы ННИС					
		А	В	С	D		
2	Катар	Развитые страны с институтами преимущественно инклюзивного типа	Развивающиеся страны со смешанными экстрактивно-инклюзивными институтами с сильно выраженной социокультурной составляющей (преимущественно мусульманского и буддийско-индустрического типов)	Развитые и развивающиеся страны со смешанными экстрактивно-инклюзивными институтами с сильно выраженной неформальной составляющей (в т.ч. постсоветского типа)	Развивающиеся страны с институтами преимущественно экстрактивного типа		
3	Сингапур						
4	Объединенные Арабские Эмираты						
1	Австралия	1	Азербайджан	1	Армения	1	Алжир
2	Австрия	2	Бахрейн	2	Хорватия	2	Аргентина
3	Канада	3	Бруней-Даруссалам	3	Чешская Республика	3	Бангладеш
4	Дания	4	Китай	4	Грузия	4	Бразилия
5	Эстония	5	Индия	5	Греция	5	Кабо Верде
6	Финляндия	6	Индонезия	6	Венгрия	6	Камбоджа
7	Франция	7	Иордания	7	Италия	7	Чад
8	Германия	8	Кувейт	8	Латвия	8	Коста Рика
9	Исландия	9	Маврикий	9	Монголия	9	Доминиканская Республика
10	Ирландия	10	Оман	10	Черногория	10	Египет, Арабская Республика
11	Израиль	11	Панама	11	Польша	11	Сальвадор
12	Япония	12	Саудовская Аравия	12	Португалия	12	Гана
13	Республика Корея	13	Таиланд	13	Румыния	13	Гаити
14	Люксембург			14	Российская Федерация	14	Гондурас
15	Мальта			15	Сербия	15	Иран
16	Нидерланды			16	Словацкая Республика	16	Кения
17	Новая Зеландия			17	Испания	17	Лаосская НДР
18	Норвегия			18	Украина	18	Ливан
19	Швеция					19	Лесото
20	Швейцария					20	Либерия
21	Великобритания					21	Мадагаскар
22	Соединенные Штаты					22	Малави
						23	Мали

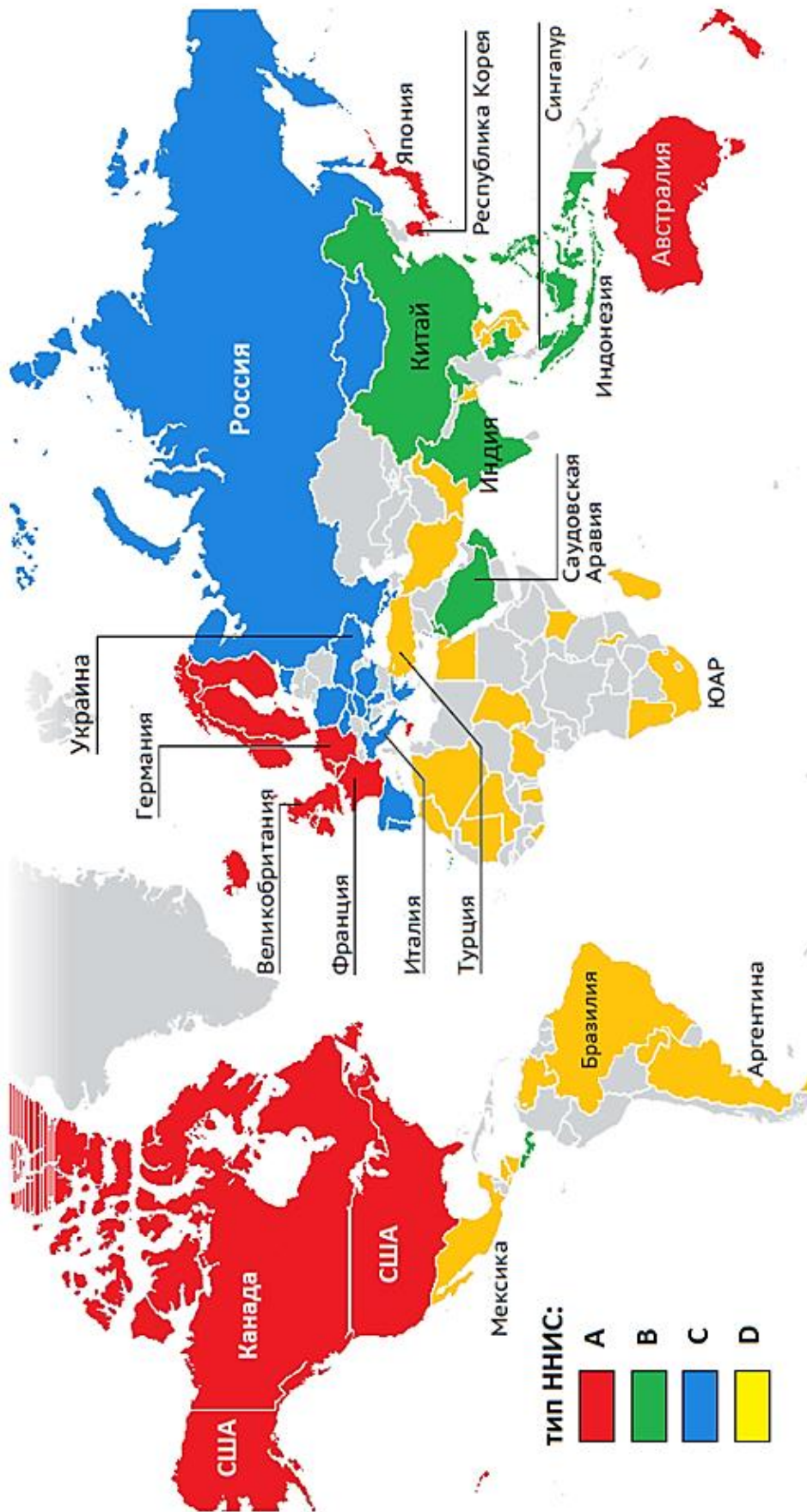
1	2	3	4	5
				24 Мавритания
				25 Мексика
				26 Марокко
				27 Намибия
				28 Никарагуа
				29 Нигерия
				30 Пакистан
				31 Парагвай
				32 Филиппины
				33 Южная Африка
				34 Свазиленд
				35 Тринидад и Тобаго
				36 Турция
				37 Венесуэла, РБ
				38 Вьетнам

<sup>1</sup> Составлено авторами.

ННИС типа А "развитые страны с институтами преимущественно инклюзивного типа" – высокоэффективный тип инновационной системы, характерный для североамериканских, западноевропейских и некоторых развитых восточноазиатских стран (последние – с цивилизационным уклоном в конфуцианство) – урбанизированных, индустриальных, высокотехнологичных, с высоким качеством жизни, а также некоторых стран, которые были западноевропейскими колониями или подвержены значительному политическому влиянию западной цивилизации (табл. 2, рис. 2-4). Большинство анализируемых показателей данных стран варьируется в диапазоне 0,6-0,7 единиц. Как подчеркивается в монографии "Наднациональные модели налоговых систем: от Китая до Магриба" [20], большинство стран этого кластера доминировали на протяжении всего XX в., однако сейчас по разным причинам постепенно теряют политическое влияние и экономическую мощь. Данный тип ННИС занимает первые места по большинству классификационных признаков, за исключением развития социокультурной среды – вторая позиция, уступая мусульманским и буддийско-индуистским странам (ННИС типа В) (см. рис. 4). ННИС типа В "развивающиеся страны со смешанными экстрактивно-инклюзивными институтами с сильно выраженной социо-

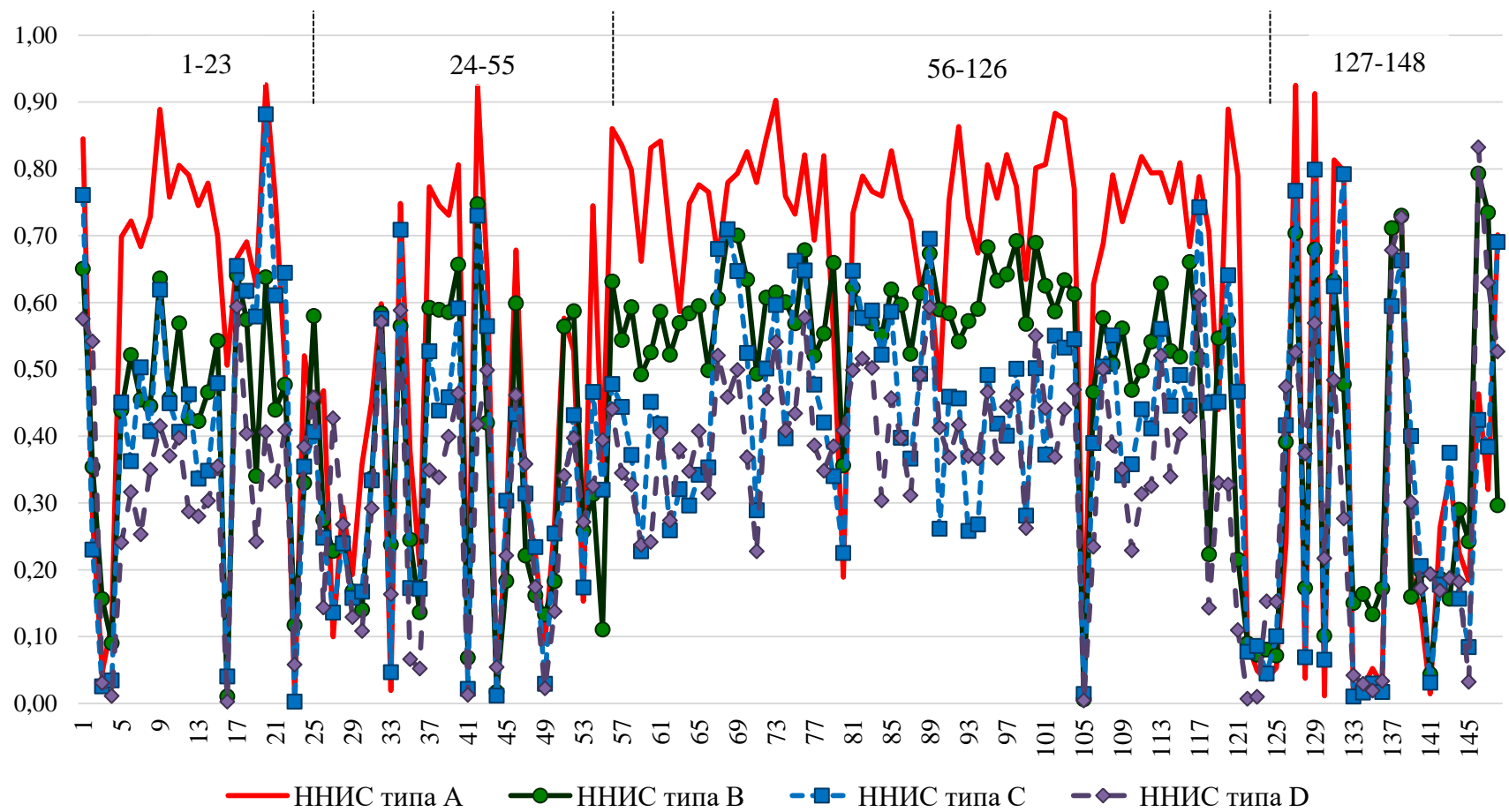
культурной составляющей (преимущественно мусульманского и буддийско-индуистского типов)" – средне-эффективный тип инновационной системы, характерный для стран Ближнего и Дальнего Востока, Саудовской Аравии и Панамы (см. табл. 2, рис. 2-4). В основном характеризуются быстрым ростом и наибольшей численностью населения среди всех кластеров при продолжительности жизни ниже среднего и паритете городского и сельского населения 66 на 34% соответственно.

По результатам своей деятельности страны, которые вошли в эту группу, занимают промежуточное положение по отношению к низкоконкурентным странам с недостаточным уровнем инновационного развития и экономически и технологически развитыми странами. Этому типу ННИС свойственен широкий разброс значений (от 0,2 до 0,7 единиц). Можно утверждать, что большинство исследуемых параметров сосредоточено в диапазоне 0,5-0,6 единиц. В соответствии с уровнем развития научно-образовательного комплекса данный тип ННИС находится на 3 месте (более неблагоприятная ситуация характерна лишь для ННИС базового типа D); по производственно-экономическому и государственно-политическому классификационным признакам – вторые места и 1 место – по уровню социокультурного развития (близко к уровню ННИС базового типа А).



Составлено авторами.

Рисунок 2. Географическое распределение типовых транснациональных инновационных систем

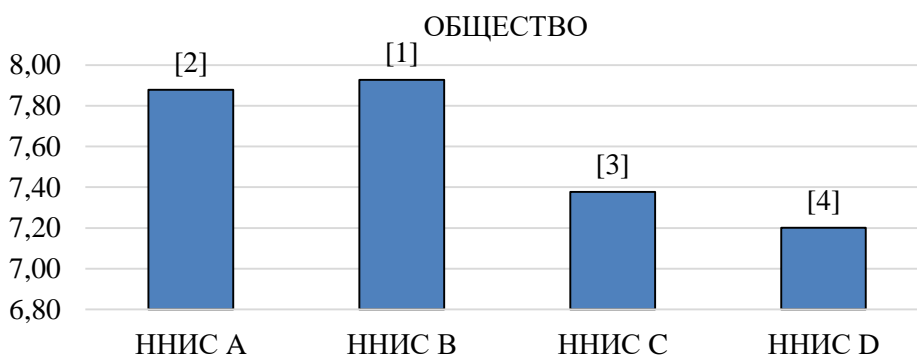
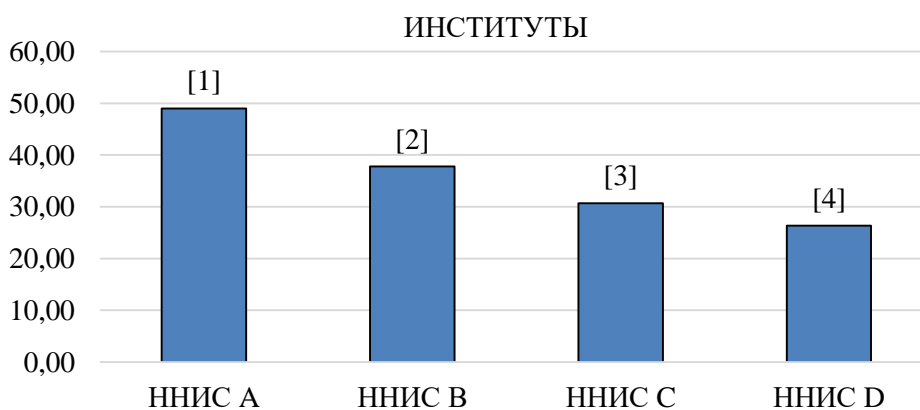
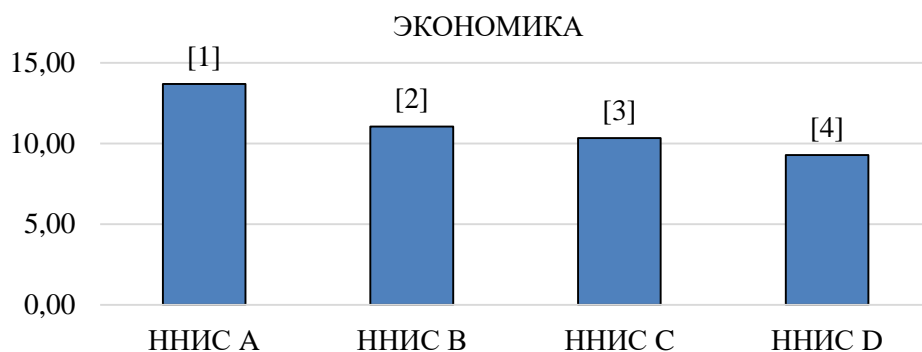
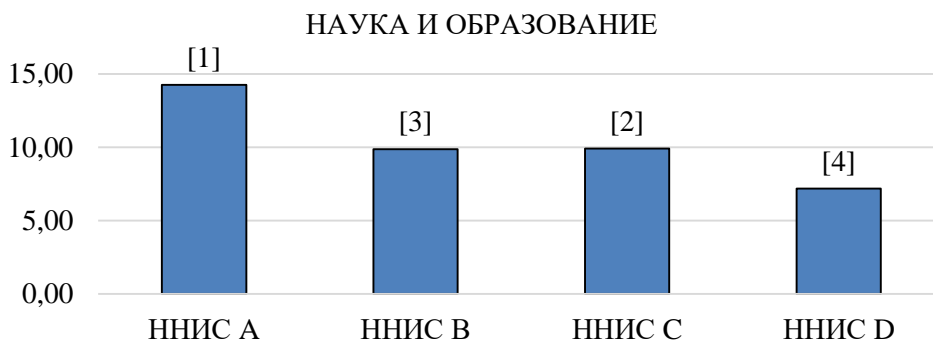


Составлено авторами.

Условные обозначения:

показатели 1-23 – "Наука и образование"; 24-55 – "Экономика"; 56-126 – "Институты"; 127-148 – "Общество".

Рисунок 3. Центры кластеров (по стандартизированным значениям)



Составлено авторами.

**Рисунок 4. Итоговые результаты рейтингов в разрезе классификационных признаков (по центрам кластеров)**

ННИС типа С "развитые и развивающиеся страны со смешанными экстрактивно-инклюзивными институтами с сильно выраженной неформальной составляющей (в т.ч. постсоветского типа)" – слабоэффективный тип инновационной системы, к которому принадлежит большинство юго-западных и юго-восточных стран Европейского Союза, страны СНГ, Грузия и Монголия (всего 17 стран). Отличительной особенностью является наличие в истории развития (для многих из них) периода перехода от административно-командной системы к рыночным отношениям и смешанной экономике. Диапазон разброса значений по некоторым показателям довольно значителен, но в основной массе составляет 0,4-0,7 единиц, то есть в среднем около 0,5 единиц.

Таким образом, результаты деятельности данного кластера находятся на ступень выше, чем у развивающихся стран с институтами экстрактивного типа. Однако по отдельным направлениям они могут быть хуже<sup>1</sup> или, наоборот, приближаться к уровню более эффективных кластеров: к развивающимся странам с институтами мусульманского и буддийско-индуистского типа, а также к развитым странам с институтами инклюзивного типа. Данный тип ННИС преимущественно занимает предпоследнее (третье) место по большинству классификационных признаков, за исключением научно-образовательного комплекса, по которому находится на 2 месте, опережая ННИС базового типа В "развивающиеся страны с институтами мусульманского и буддийско-индуистского типов".

ННИС типа D "развивающиеся страны с институтами преимущественно экстрактивного типа" – низкоэффективный тип инновационной системы, к которому отнесено большее количество объектов из выборки – 38 государств (40%) с широкой географией и диапазоном религиозных

<sup>1</sup> Например, по способности стран привлекать и сохранять таланты данный тип ННИС получил худший результат из возможных.

течений<sup>2</sup>. Большинство можно отнести к "странам Третьего мира": страны Ближнего Востока, Африканского континента, Мексиканского полуострова, Панамского перешейка, Южной Америки, Южной Азии и прилегающих островных государств (см. табл. 2, рис. 2-4). Данный кластер имеет наименьший разброс показателей – график центров кластера на рис. 3 варьируется в диапазоне 0,2-0,5 единиц, в основном на уровне оси 0,4 стандартизированных значений, формируя нижнюю границу оценочного диапазона, занимает последнее (четвертое) место по всем классификационным признакам (см. рис. 4).

Поскольку концепция НИС тесно связана с изучением прямых и косвенных факторов инновационных усилий в рамках специфических, исторически сложившихся институциональных условий, для предлагаемой типологии в качестве базового классификационного признака для обозначения полученных типов ННИС использованы характеристики доминирующих институтов.

Под институтами инклюзивного типа (от англ. inclusive – "включающие", "объединяющие") следует понимать разрешающие и стимулирующие социально-экономические институты, фундаментальным принципом которых является то, что они способствуют экономическому росту, повышению производительности труда и процветанию всех слоев общества<sup>3</sup> [17]. Под экстрактивными институтами (от англ. to extract – "извлекать", "выжимать"), в свою очередь, подразумеваются институ-

<sup>2</sup> 53% стран – преимущественно христианские (католические и протестантские); 24% – мусульманские; 13% – со смешанными верованиями (традиционные языческие, христианство и ислам); 5% – буддисты.

<sup>3</sup> Частью инклюзивных институтов обязательно являются защищенные права частной собственности, беспристрастная система правосудия и равные возможности для участия всех граждан в экономической активности; эти институты должны также обеспечивать свободный вход на рынок для новых компаний и свободный выбор профессии и карьеры для всех граждан.

ты, обладающие свойствами, противоположными инклюзивным, т.е. направленными на то, чтобы получить максимальный доход путём эксплуатации одной части общества в интересах обогащения другой, меньшей его части. Фундаментальным принципом экстрактивных институтов является жесткое принуждение, пропагандистский характер взаимодействия общества и структур власти, отсутствие независимой правовой системы и равных возможностей.

Неформальные институты представляют собой устойчивые и взаимосвязанные, но при этом не зафиксированные в знаковой форме и не узаконенные, во многих отношениях явно нелегитимные и частично принудительного характера [19]. Их существование, как правило, признано на законодательном уровне и в бизнес-кругах реальной и значимой негативной силой (явлением), искажающей свободные экономические и правовые отношения. К примеру, это выражается в официальной критике коррупции и разработке мер борьбы с ней, мультиплицировании "двойных стандартов" в различных сферах, признании деятельности "влиятельных кругов", не имеющих формальных полномочий.

Страны постсоветского пространства представляют собой наглядный пример доминирования неформальных институтов и последствий их влияния на политику, экономику и жизнь общества в целом. К их числу относятся институт "блата", скрытые формы и механизмы приватизации, демонстративное оппортунистическое поведение экономических агентов, рейдерские захваты частного бизнеса путем банкротства, в том числе осуществляющиеся представителями государственной власти и др. [25].

Институты мусульманского, буддийско-индуистского и конфуцианского типов апеллируют к справедливости гипотезы о том, что формирование трудовой этики и интенсивность экономического развития в государстве находятся в прямой зависимости от типа и силы религиозной самоидентификации населения. В частности, доми-

нирующее религиозное течение способно оказывать определяющее влияние на жесткость расслоения и замкнутость социальных групп в общества (система каст, кланов, классов), восприятие института собственности (этичность или неэтичность стремления к накоплению материальных благ), распространенности и разнообразия экономических ролей (возможность и право получать образование, заниматься торговлей или финансовыми спекуляциями, продавать и покупать наемный труд, важность благотворительности и многое другое).

Так, распространено мнение, что рациональная основа протестантского мировоззрения дала мощный стимул к развитию капитализма<sup>1</sup>. С другой стороны, "буддийская экономика" – пример идеального образа, в котором соединяются моральная гармония и социальное благополучие, а также превалирует идея обладания "только праведным богатством" и акцентируется распределяющая функция государства<sup>2</sup>.

Полученная иерархическая градация наднациональных инновационных систем согласно типологии ННИС-2018, помимо проведения межнациональных сопоставлений и классификации частных случаев НИС, может быть использована в целях

---

<sup>1</sup> Согласно М. Веберу, мирская аскеза протестантизма отвергала непосредственное наслаждение богатством и стремилась сократить потребление, когда оно превращалось в излишества. При этом снимались ограничения на стремление к наживе, и богатство как результат профессиональной деятельности становилось "Божьим благословением". Это способствовало установлению буржуазного, экономически рационального образа жизни.

<sup>2</sup> Римские категории собственности неуместны, обладание не может рассматриваться с точки зрения отчуждаемости, всякая кооперация людей лучше частной конкуренции [16]. Государство "по традиции" устанавливает экономическую гармонию, т.е. не осознается как субъект собственности и не может "насильственно" отбирать, неограниченно накапливать и концентрировать материальные блага. Его роль – справедливое разделение благ; смысл его экономического доминирования – быть высшей моральной инстанцией.

стратегического планирования и прогнозирования эволюции инновационных систем различных стран и представляет собой бесспорный теоретический и практический интерес. При этом некорректно утверждать, что данная типология является идеальным и единственно верным решением классификации национальных инновационных систем. В частности, несмотря на удобство и распространенность кластерного анализа как достаточно объективного инструмента для эмпирического обоснования выдвинутой концепции о существовании характерных типов ННИС, использованный метод обладает ограничениями.

Кардинальное изменение структуры и соотношения типов рассматриваемых показателей, смещение акцентов анализа посредством присвоения больших весов тому или иному классификационному признаку, критическое расширение или сужение выборки исследуемых стран, иной временной период, принимаемый в рассмотрение, – все перечисленные факторы могут значительно повлиять на конечный результат. Дальнейшая детализация и расширение анализируемой информации до определенного предела будут способствовать раздроблению полученных кластеров. Сокращение выборки стран и количества значимых критериев анализа (например, при попытке фильтрации "статистического шума"), напротив, может спровоцировать объединение выделенных групп. Эволюция инновационной системы конкретной страны может привести к смене основного типа ННИС и, соответственно, кластера, к которому она относилась ранее. Таким образом, при определенных условиях полученная типология ННИС может быть существенно изменена.

Подтверждением данного вывода служат примеры классификаций, рассмотренных ранее. Так, типологии, разработанные в рамках работ "Towards a taxonomy of innovation systems" [5], "Mapping national innovation systems in the OECD area" [1] и "Наднациональные модели налоговых систем: от Китая до Магриба" [20], суще-

ственно отличаются между собой и от текущего исследования по географической локализации и уровню развития стран-объектов исследования, размеру выборки (от 17 до 117 стран), количеству показателей (от 19 до 145), количеству и качественному наполнению классификационных признаков (ключевых составляющих: "структурных блоков" или "аспектов") НИС.

Соответственно, несмотря на применение схожего аналитического инструментария (кластерного анализа), при формировании классификаций получено различное количество групп (от трёх до пятнадцати<sup>1</sup>) и, как следствие, различное распределение стран между выделенными группами.

По сравнению с ранее рассмотренными вариантами, разработанная типология 2018 г. менее детальна – содержит только один уровень и относительно малое количество кластеров – четыре, а также не предусматривает градации количества кластеров в соответствии с основными элементами НИС. Однако, несмотря на то что при таком подходе полученная классификация представляется менее подробной и точной, следует принимать во внимание, что она построена на основе больших выборок стран и показателей<sup>2</sup>. Т.е. преимуществами данного исследования являются как широкая география и разнообразие уровней развития анализируемых стран (95

<sup>1</sup> Как упоминалось ранее, таксономия НИС-2005 г. имеет три уровня и включает два крупных мега-кластера, шесть кластеров и пятнадцать подкластеров. В то время как классификация НИС-2006 г. позволяет оценивать сходства и различия НИС не только комплексно, но и в разрезе отдельных структурных блоков, из-за чего количество возможных кластеров варьируется от 3 до 7.

<sup>2</sup> Так, если таксономия НИС-2005 построена на базе 69 стран, различных по уровню экономического развития и регионам расположения, и 29 показателях, характеризующих основополагающие элементы инновационных систем, то классификация НИС-2006, хотя и учитывает большее количество переменных (60), охватывает лишь 18 промышленно развитых стран-членов ОЭСР (14 из которых – члены ЕС).

НИС), так и репрезентативная выборка показателей – 148. Следовательно, полученное распределение обладает достаточным уровнем достоверности. Кроме того, учитывая изменчивость состава и, вероятно, количества типов наднациональных инновационных систем во времени, рекомендуемая типология ННИС-2018 является наиболее соответствующей современным реалиям.

Также следует отметить, что относительно небольшое количество кластеров неизменно как при рассмотрении инновационной системы в целом, так и её основных элементов (НО, ЭК, ГК, СК), что облегчает восприятие и анализ информации относительно базовых типов ННИС.

Безусловно, подходы, о которых упоминалось ранее, обладают преимуществами: позволяют детальнее оценивать сходства и различия НИС в зависимости от структурных элементов, а также "вес" или степень влияния каждого из основных элементов на конечную оценку эффективности НИС. Однако рассмотренные примеры классификаций НИС 2005 и 2006 гг. являются более специфическими и узконаправленными<sup>1</sup>, чем разработанная классификация ННИС-2018. В первом случае особый акцент сделан на инновациях, распространении информации и знаниях. Во втором – на отраслевой специфике индустриальных, финансово обеспеченных и технологически развитых стран.

С другой стороны, предлагаемая типология ННИС-2018 позволяет выполнить обратную задачу – подобрать по каждому классификационному признаку некий комплекс показателей (переменных), который и относит конкретную НИС к тому или иному типу. Это в дальнейшем позволит их регулировать и обосновать наименее за-

---

<sup>1</sup> Упомянутая ранее классификация, разработанная в монографии "Наднациональные модели налоговых систем: от Китая до Магриба" [20], ещё более специфична для сопоставлений с текущей типологией, так как сосредоточена на налоговых особенностях, идентификации и интерпретации типовых налоговых популяций.

тратные и эффективные меры по влиянию на траекторию развития НИС в целом согласно конечным целям текущего исследования. Несмотря на самостоятельную теоретическую и практическую ценность классификации базовых типов ННИС для дальнейшего развития теории инновационных систем, полученная типология является лишь промежуточным этапом научной работы.

При этом следует подчеркнуть, что, несмотря на существенные отличия рассмотренных классификаций 2005, 2006 и 2018 гг. по структуре, размеру и качественному составу анализируемых выборок, временным рамкам и т.д., в них также прослеживаются определенные схожие черты (табл. 3). Так, учитывая разницу в изначальном размере анализируемой выборки, наполнение кластера, характеризующего "развитые страны", согласно типологии НИС-2018 г. практически не изменилось по сравнению с 2006. Однако некоторые страны (Испания, Италия, Эстония) за минувшие годы ухудшили свои позиции и сменили кластер.

Помимо этого, подтверждено существование концептуальных различий между экономиками, построенными на принципах Западной европейской цивилизации, доказано особое место в глобальной экономике мусульманских стран Ближнего Востока и Северной Африки<sup>2</sup>, а также уникальность в эволюционно-биологическом и цивилизационно-культурном аспектах, таких крупных растущих экономик, как Китай, Индия и Бразилия.

Кроме того, продемонстрирована важность влияния глобальных тенденций (финансового кризиса) на качественный состав кластеров, а также возможность перехода конкретной страны из одного типа ННИС к другому вследствие кардинального изменения национальной инновационной политики – приверженности к иннова-

---

<sup>2</sup> Положительную и, главное, стабильную экономическую динамику демонстрируют страны, которые являются членами Исламского банка развития (Islamic Development Bank).

Таблица 3. Качественный состав кластера, характеризующего "развитые страны"<sup>1</sup>

Типология НИС-2006	Типология НИС-2018
Австралия	Австралия
Австрия	Австрия
Бельгия	<u>не анализировалась</u>
Великобритания	Великобритания
Германия	Германия
Дания	Дания
<u>не анализировался</u>	Израиль
Ирландия	Ирландия
<u>не анализировалась</u>	Исландия
Испания	<u>менее развитый тип НИС (D)</u>
Италия	<u>менее развитый тип НИС (D)</u>
Канада	Канада
Люксембург	Люксембург
<u>в "развивающихся странах"</u>	Мальта
Нидерланды	Нидерланды
Новая Зеландия	Новая Зеландия
Норвегия	Норвегия
Сингапур	<u>Исключён из типологии</u>
Соединенные Штаты	Соединенные Штаты
Тайвань	<u>не анализировался</u>
Финляндия	Финляндия
Франция	Франция
Швейцария	Швейцария
Швеция	Швеция
<u>в "развивающихся странах"</u>	Эстония
Южная Корея	Южная Корея
Япония	Япония

<sup>1</sup> Составлено авторами на основе расчётов и источника [5].

циям, ориентированию на экономику знаний (на примере Ирландии, Финляндии, Швейцарии и Швеции). В целом, выполненный анализ показал, что в мире действительно существуют относительно однородные группы стран, которые можно трактовать как некоторые наднациональные модели или популяции.

Таким образом, доказана достоверность гипотезы о существовании базовых типов ННИС, выходящих за пределы существующих административных границ, обладающих общими социокультурными корнями, определяющими сходство конкурентных стратегий (инновационных и экономических) и институциональной среды.

*Выводы.* Предлагаемый альтернативный научно-методический подход к опре-

делению базовых типов наднациональных инновационных систем позволил определить четыре характерных типа ННИС, обладающих специфическими научно-образовательными, производственно-экономическими, государственно-политическими и социокультурными особенностями. Согласно полученной типологии выделены:

ННИС типа А "развитые страны с институтами преимущественно инклюзивного типа" – высокоэффективный тип инновационной системы, который занимает первые места по большинству классификационных признаков, за исключением развития социокультурной среды (вторая позиция); характерен для североамериканских, западноевропейских и некоторых развитых восточноазиатских стран (по-

следние – с цивилизационным уклоном в конфуцианство) – урбанизированных, индустриальных, высокотехнологичных, с высоким качеством жизни;

ННИС типа В "развивающиеся страны со смешанными экстрактивно-инклюзивными институтами с сильно выраженной социокультурной составляющей (преимущественно мусульманского и буддийско-индуистского типов)" – средне-эффективный тип инновационной системы, занимающий 1 место по уровню социокультурного развития, 2 – по производственно-экономической и государственно-политической ситуации, 3 – по уровню развития научно-образовательного комплекса; характерен для стран Ближнего и Дальнего Востока, Саудовской Аравии и Панамы, которые отличаются быстрым ростом и наибольшей численностью населения среди всех кластеров, при продолжительности жизни ниже среднего и преобладании городского населения;

ННИС типа С "развитые и развивающиеся страны со смешанными экстрактивно-инклюзивными институтами с сильно выраженной неформальной составляющей (в т. ч. постсоветского типа)" – слабоэффективный тип инновационной системы, который преимущественно занимает предпоследнее (третье) место по большинству классификационных признаков, за исключением научно-образовательного (вторая позиция); характерен для большинства юго-западных и юго-восточных стран Европейского Союза, стран СНГ, Грузии и Монголии, отличительной особенностью которых является наличие в истории развития периода перехода от административно-командной системы к рыночным отношениям и смешанной экономике;

ННИС типа D "развивающиеся страны с институтами преимущественно экстрактивного типа" – низкоэффективный тип инновационной системы, который занимает последние (четвертые) места по всем классификационным признакам, формируя нижнюю границу оценочного диапазона; характерен для 38 государств "Треть-

его мира" (40% выборки) с широкой географией и диапазоном религиозных течений.

Несмотря на некоторые методологические ограничения<sup>1</sup>, в целом результаты проведенного исследования подтверждают достоверность гипотезы о существовании базовых наднациональных типов инновационных систем, выходящих за пределы административных единиц.

В рамках типологии ННИС 2018 г. Украина относится к ННИС типа С – кластеру стран Южной и Юго-Восточной Европы, включающему, в том числе, бывшие постсоветские страны, с низшим уровнем культурного капитала, хозяйственной этикой не-протестантского типа и устойчивыми неформальными институтами (коррупция, мафия и т.д.). В традиционной интерпретации от Всемирного банка в данный тип ННИС входят как экономически развитые инновационно продвинутые страны (Италия, Португалия, Польша и т.д.), так и страны со средним уровнем развития, а также страны с уровнем развития ниже среднего и слабыми инновационными системами (Грузия, Армения, Украина и т.д.). Исходя из характеристики различных комплексов НИС Украины в разрезе своего типа ННИС определено, что:

по ключевым показателям оптимизированной выборки (25 из 95) Украина отстает от образа усредненного лидера в своем кластере;

наиболее весомыми показателями (по группам), способными обеспечить существенное приближение к кластерному ориентиру, являются: "Качество дорог", "Бремя таможенных процедур" и "Бизнес влияние туберкулеза", получившие низкие оценки;

большая часть целеполагающих показателей относится к группе государственно-политического комплекса, что

<sup>1</sup> Менее детализированная кластеризация по сравнению с некоторыми аналогами, необходимость регулярного проведения перекластеризации, трудоемкость сбора исходных данных для анализа и др.

характеризует низкий уровень эффективности отечественных социально-экономических институтов ("Бремя таможенных процедур", "Нерегулярные платежи и взятки");

показатели группы научно-образовательного комплекса указывают на меньшую приоритетность изменений в этом направлении для достижения уровня развития усредненного лидера ННИС типа С, так как в своем кластере позиции Украины в данной сфере уступают лидерским незначительно.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются:

обоснование состава регуляторов, пригодных для воздействия на развитие научно-образовательного комплекса, а также связанных с ним элементов НИС, и через них – на развитие системы в целом;

определение целевых ориентиров в развитии НИС на базе серии вычислительных экспериментов;

разработка стратегических направлений развития национального НОК и мероприятий по достижению поставленных целей на среднесрочную перспективу. При этом возможными стратегиями развития НИС Украины являются: ориентирование на усредненного лидера в своем типе ННИС; ориентирование на усредненного мирового лидера – переход НИС Украины в другой тип ННИС и переход НИС усредненного лидера кластера Украины в другой тип ННИС.

### Литература

1. Balzat M., Pyka A. Mapping national innovation systems in the OECD area. *International Journal of Technology and Globalisation*. 2006. Vol.2, № 1-2. P. 158-176. doi: <http://dx.doi.org/10.1504/IJTG.2006.009132>
2. Edquist C., Nelson R., Mowery D., Fagerberg J. (eds.) *Systems of Innovation: Perspectives and Challenges. The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press. 2006. P. 181-208. doi: <http://dx.doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199286805.003.0007>

3. Freeman C. *The Economics of Hope: Essays on Technical Change and Economic Growth*. London: Pinter. 1992.

4. Global Innovation Index. INSEAD, WIPO. URL: <https://www.globalinnovationindex.org> (дата обращения: 05.05.2018).

5. Godinho M., Mendonça S., Pereira T. Towards a taxonomy of innovation systems. *Working Papers Department of Economics*. 2005. № 13, 44 p.

6. Human Development Index. Доклад о человеческом развитии 2016. Человеческое развитие для всех и каждого. Программа развития ООН. М.: Изд-во «Весь Мир». 284 с.

7. IMF country information. International Monetary Fund. URL: <https://www.imf.org/en/countries> (дата обращения: 05.01.2019).

8. Lundvall B.-A. (eds.) *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter. 1992.

9. Mazur J. O. Evaluation of investment and innovative development of Ukrainian economy: evolutionary approach. *Економіка промисловості*. 2014. № 1 (65). С. 44-55.

10. Metcalfe S., Dosi G., Freeman C., Nelson R. (eds.) *The Diffusion of Innovations: An Interpretative Survey. Technology and Economic Theory*. London: Pinter. 1988. P. 560-589.

11. Nelson R. *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. N.Y.: Oxford University Press. 1993.

12. Schwab K. *GC Report: The Global Competitiveness Report 2017-2018*. World Economic Forum. Appendix D: Technical Notes and Sources. 2018. P. 341-350.

13. Sustainable Energy for All (SE4ALL) database from the SE4ALL Global Tracking Framework World Bank, International Energy Agency, Energy Sector Management Assistance Program. URL: <https://data.worldbank.org/indicator> (дата обращения: 24.12.2017).

14. These Are the World's Most Innovative Countries. *Bloomberg*. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/20>

19-01-22/germany-nearly-catches-korea-as-innovation-champ-u-s-rebounds [Accessed 5 January 2019] (дата обращения: 05.01.2019).

15. Weatherbase. URL: <http://www.weatherbase.com/weather/countryall.php3#> (дата обращения: 05.05.2018).

16. Агаджанян А.С. Буддийский путь в XX веке: религиозные ценности и современная история стран тхеравады. М.: Наука. Издательская фирма «Восточная литература». 1993. URL: <https://webshus.ru/20576> (дата обращения: 02.12.2018).

17. Аджемоглу Д., Робинсон Дж. А. Почему одни страны богатые, а другие бедные. Происхождение власти, процветания и нищеты; пер. с англ. Д. Литвинова, П. Миронова, С. Сановича. М.: АСТ. 2016. 693 с.

18. Амоша О. І., Ніколаєнко А. І. Національна інноваційна система України в контексті міжнародних порівнянь. *Економічний вісник Донбасу*. 2015. № 1 (39). С. 115-121.

19. Бахарева Т.В. Неформальные институты как объект научного анализа. Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2012. № 5. С. 12-16.

20. Вишневский В., Гончаренко Л., Гурнак А., Вишневская Е. Наднациональные модели налоговых систем: от Китая до Магриба (Китайско-Восточноазиатская, Индийско-Южноазиатская и Магрибско-Ближневосточная налоговые популяции): монография. М.: Магистр: ИНФРА-М, 2018. 272 с.

21. Голиченко О. Г. Национальная инновационная система: от концепции к методологии исследования. URL: <http://institutions.com/innovations/2523-nacionalnaya-innovacionnaya-sistema.html> (дата обращения: 02.12.2018).

22. Индекс готовности к будущему. Совместный проект международного дискуссионного клуба «ВАЛДАЙ» и ВЦИОМ. М. 2017. 25 с. URL: [https://wciom.ru/fileadmin/file/reports\\_conferences/2017/2017-10-18\\_igb.pdf](https://wciom.ru/fileadmin/file/reports_conferences/2017/2017-10-18_igb.pdf) (дата обращения: 02.12.2018).

23. Кузнецов Д.В. Национальная инновационная система: проблема дефиниции. *Транспортное дело России*. 2009. С. 96-99.

24. Ніколаєнко А.І. Механізм забезпечення розвитку національної інноваційної системи України: автореф. дис. ... канд. екон. наук: 08.00.03. Київ, 2016. 24 с.

25. Паппэ Я., Галухина Я. Российский крупный бизнес: первые 15 лет. Экономические хроники 1993-2008 гг. М.: Издательский дом ГУВШЭ. 2009. С. 213-216.

26. Путь к достижению всеохватывающего и устойчивого промышленного развития. *Лимская декларация*. 2014. URL: [https://unido.org/sites/default/files/2014-04/Lima\\_Declaration\\_RU\\_web\\_0.pdf](https://unido.org/sites/default/files/2014-04/Lima_Declaration_RU_web_0.pdf) (дата обращения: 02.12.2018).

27. Федулова Л., Пашута М. Развитие национальной инновационной системы Украины. *Економіка України*. 2005. № 4. С. 35-47.

28. Шарко М. Модель формування національної інноваційної системи України. *Економіка України*. 2005. № 8. С. 25-30.

## References

1. Balzat, M., & Pyka, A. (2006). Mapping national innovation systems in the OECD area. *International Journal of Technology and Globalisation*, Vol. 2, № 1-2. P. 158-176. doi: <http://dx.doi.org/10.1504/IJTG.2006.009132>

2. Edquist, C., Nelson, R., Mowery, D., & Fagerberg, J. (eds.) (2006). Systems of Innovation: Perspectives and Challenges. *The Oxford Hand-book of Innovation*. Oxford: Oxford University Press, pp. 181-208. doi: <http://dx.doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199286805.003.0007>

3. Freeman C. (1992). The Economics of Hope: Essays on Technical Change and Economic Growth. London: Pinter.

4. Global Innovation Index (2017). INSEAD, WIPO. Retrieved from: <https://www.globalinnovationindex.org>.

5. Godinho, M., Mendonça, S., & Pereira, T. (2005). Towards a taxonomy of innovation systems. *Working Papers Department of Economics*, № 13.

6. Human Development Index (2017). Human development report 2016. Human development for everyone. UNDP. Moscow: Publishing House «The Whole World». 284 p. [in Russian].
7. International Monetary Fund (2019) IMF country information. Retrieved from: <https://www.imf.org/en/countries>.
8. Lundvall, B.-A. (eds.) (1992). National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. London: Pinter.
9. Mazur, J. O. (2014). Evaluation of investment and innovative development of Ukrainian economy: evolutionary approach. *Econ. promisl.*, № 1 (65). pp. 44-55.
10. Metcalfe, S., Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R. (eds.) (1988). The Diffusion of Innovations: An Interpretative Survey. Technology and Economic Theory. London: Pinter. pp. 560-589.
11. Nelson, R. (1993). National Innovation Systems: A Comparative Analysis. N.Y.: Oxford University Press.
12. Schwab, K. (2018). GC Report: The Global Competitiveness Report 2017-2018. World Economic Forum. Appendix D: Technical Notes and Sources, pp. 341-350.
13. Sustainable Energy for All (SE4ALL) database from the SE4ALL Global Tracking Framework (2017, December) World Bank, International Energy Agency, Energy Sector Management Assistance Program. Retrieved from: <https://data.worldbank.org/indicator>.
14. These Are the World's Most Innovative Countries (2019, January) Bloomberg. Retrieved from: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-01-22/germany-nearly-catches-korea-as-innovation-champ-u-s-rebounds>.
15. Weatherbase (2018, May) Retrieved from: <http://www.weatherbase.com/weather/countryall.php3#>.
16. Agadzhanian, A. S. (1993). Buddhist way in the XX century: Religious values and modern history of the Theravada countries. Moscow: Science. Publishing company "Eastern literature". Retrieved from: <https://webshus.ru/20576> [in Russian].
17. Adzhemoglu, D., & Robinson, Dzh. A. (2016). Why are some countries rich and others poor. The origin of power, prosperity and poverty; Trans.with English. D. Litvinova. P. Mironova. S. Sanovicha. Moscow: AST. [in Russian].
18. Amosha, O. I., & Nikolaienko, A. I. (2015). National innovation system of Ukraine in the context of international comparisons. *Economic Bulletin of Donbass*. № 1 (39). pp. 115-121 [in Ukrainian].
19. Bakhareva, T. V. (2012). Informal institutions as an object of scientific analysis. *Bulletin of Saratov state socio-economic University*, № 5, pp. 12-16 [in Russian].
20. Vishnevskiy, V., Goncharenko, L., Gurnak, A., Vishnevskaya, E. (2018). Supranational models of tax systems: from China to the Maghreb (Chinese-East Asian, Indian-South Asian and Maghreb-middle Eastern tax populations): monograph. Moscow: Magistr: INFRA-M [in Russian].
21. Golichenko, O. G. (2014). National innovation systems: from conception toward the methodology of the study. Retrieved from: <http://institutiones.com/innovations/2523-nacionalnaya-innovacionnaya-sistema.html> [in Russian].
22. The index of readiness for the future (2017) Joint project of the international discussion club «VALDAY» & All-Russian center for the study of public opinion. Moscow. Retrieved from: [https://wciom.ru/fileadmin/file/reports\\_conferences/2017/2017-10-18\\_igb.pdf](https://wciom.ru/fileadmin/file/reports_conferences/2017/2017-10-18_igb.pdf). [in Russian].
23. Kuznetsov, D. V. (2009). National innovation system: the problem of definition. *Transport business in Russia*. pp. 96-99 [in Russian].
24. Lima declaration (2014). The path to inclusive and sustainable industrial development. Retrieved from: [https://unido.org/sites/default/files/2014-04/Lima\\_Declaration\\_RU\\_web\\_0.pdf](https://unido.org/sites/default/files/2014-04/Lima_Declaration_RU_web_0.pdf) [in Russian].
25. Nikolaienko, A. I. (2016). The mechanism of ensuring the development of the national innovation system of Ukraine:

autoref. dis. ... PhD in economics: 08.00.03. Kiev [in Ukrainian].

26. Pappe, Ya., & Galukhina, Ya. (2009). Russian big business: first 15 years. Economic Chronicles 1993-2008 years. Moscow: Publishing house GU-VShE. pp. 213-216 [in Russian].

27. Fedulova, L., & Pashuta, M. (2005). Development of the national innovation system of Ukraine. *Economy of Ukraine*, № 4, pp. 35-47 [in Ukrainian].

28. Sharko, M. (2005). Model of formation of the national innovation system of Ukraine. *Economy of Ukraine*, № 8, pp. 25-30 [in Ukrainian].

**Сергій Іванович Кравченко,**

*канд. екон. наук, доцент віце-президент*

"Інститут розвитку міжнародного співробітництва" (МОО)  
61863, Польща, м. Познань, вул. Казимира Великого, 24-26/1.

E-mail: sergey.iv.kravchenko@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8391-0445>

**Марія Юрїївна Заніздра,**

*канд. екон. наук, с.н.с.*

Інститут економіки промисловості НАН України  
03057, Україна, м. Київ, вул. М. Капніст, 2.

E-mail: marin2015zzz@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3528-0212>

## ТИПОЛОГІЗАЦІЯ БАЗОВИХ НАДНАЦІОНАЛЬНИХ ІННОВАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Для підтвердження гіпотези про існування декількох характерних типів наднаціональних інноваційних систем (ННІС), які можна знайти й ідентифікувати і до яких з тим чи іншим ступенем наближення належать усі національні макроекономіки у світі, розглянуто вітчизняний і зарубіжний досвід розробки відповідних класифікацій. У тому числі: трірівнева класифікація національних інноваційних систем (НІС) світу 2005 р. з особливим акцентом на інноваціях, поширенні інформації та знаннях, дворівнева класифікація НІС 2006 р. технологічно розвинених країн-членів ОЕСР, а також класифікація податкових популяцій 2018 р. (Європейська, Китайсько-Східноазійська, Індійсько-Південноазійська, Магрибсько-Близькосхідна), заснована на "довгих" тенденціях розвитку.

Розглянуті підходи до класифікації наднаціональних систем дозволяють детально оцінювати їх подібності та відмінності залежно від структурних елементів, а також "вагу" або ступінь впливу кожного основного елемента на кінцеву ефективність. Проте наведені приклади є більш специфічними і вузькоспрямованими, ніж розроблена типологія ННІС-2018.

Запропонований альтернативний науково-методичний підхід на основі кластерного аналізу 95 країн світу, різних за рівнем економічного та технологічного розвитку, а також географічним розташуванням, дозволяє визначити чотири характерних типи ННІС у контексті моделі "Quadruple helix" – ко-еволюційної взаємодії науково-освітнього, виробничо-економічного, державно-політичного і соціокультурного комплексів. Згідно із запропонованою типологізацією виокремлено:

ННІС типу А "розвинені країни з інститутами переважно інклюзивного типу" – висококоefficientний тип інноваційної системи, який посідає перші місця за більшістю класифікаційних ознак, за винятком розвитку соціокультурного середовища (друга позиція);

ННІС типу В "країни, що розвиваються, зі змішаними екстрактивно-інклюзивними інститутами із сильно вираженою соціокультурною складовою (переважно мусульманського і буддійсько-індуїстського типів)" – середньо-ефективний тип інноваційної системи, що посі-

дає 1 місце за рівнем соціокультурного розвитку, 2 – за виробничо-економічною та державно-політичною ситуацією, 3 – за рівнем розвитку науково-освітнього комплексу;

ННІС типу С "розвинені країни та країни, що розвиваються, зі змішаними екстрактивно-інклюзивними інститутами із сильно вираженою неформальною складовою (у т. ч. пострадянського типу)" – менш ефективний тип інноваційної системи, який переважно посідає передостанні (треті) місця за більшістю класифікаційних ознак, за винятком науково-освітнього комплексу (друга позиція);

ННІС типу Д "країни, що розвиваються, з інститутами переважно екстрактивного типу" – низькоефективний тип інноваційної системи, який посідає останні (четверті) місця за всіма класифікаційними ознаками, формуючи нижню межу оцінювального діапазону.

Охарактеризовано поточний стан України в розрізі розробленої типології: належить до ННІС типу С; за ключовими показниками оптимізованої вибірки відстає від усередненого лідера у своєму кластері; велика частина цільових показників належить до групи державно-політичного комплексу, що характеризує низький рівень ефективності вітчизняних соціально-економічних інститутів; згідно з показниками науково-освітнього комплексу позиції України незначною мірою поступаються лідерським.

*Ключові слова:* національна інноваційна система, наднаціональна інноваційна система, типологізація, кластерний аналіз, науково-освітній комплекс, виробничо-економічний комплекс, державно-політичний комплекс, соціокультурний комплекс.

**Sergey I. Kravchenko,**

*PhD in Economics, vice president*

"Institute for the Development of International Cooperation" (IPO)

61863, Poland, Poznan, 24-26/1 Great Casimir Str,

E-mail: serghey.iv.kravchenko@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8391-0445>

**Mariia Yu. Zanizdra,**

*PhD in Economics*

Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine

03057, Ukraine, Kyiv, 2 M. Kapnist Str.

E-mail: marin2015zzz@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3528-0212>

## TYOLOGY OF BASIC SUPRANATIONAL INNOVATIVE SYSTEMS

To confirm the hypothesis of the existence of several characteristic types of supranational innovation systems (SNIS), which can be found and identified, and to which all national macroeconomics in the world belong to with more or less degree of approximation, national and foreign experience in the development of appropriate classifications was considered. That includes: three-level taxonomy of national innovation systems (NIS) of the world (dated from 2005) with a special emphasis on innovation, dissemination of information and knowledge; two-level taxonomy of NIS of technologically developed OECD countries (dated from 2006); as well as the classification of tax populations, dated from 2018 (European, Chinese-East Asian, Indian-South Asian, Maghreb-middle East) and based on the "long" development trends.

The considered approaches to supranational systems' classification allow to estimate in detail their similarities and differences, depending on the structural elements, as well as the "weight" or the degree of influence of each main element on the final efficiency. However, these examples are more specific and narrowly focused than the developed typology of the SNIS-2018.

The alternative scientific and methodological approach, offered in the paper, which is made on the basis of cluster analysis of 95 countries of the world, different in terms of economic and technological development, as well as geographical location, allows us to determine four distinc-

tive types of SNIS in the context of the "Quadruple helix" model – co-evolutionary interaction of scientific, educational, industrial, economic, political and socio-cultural complexes. According to the proposed taxonomy has been allocated:

type A SNIS – "developed countries with primarily inclusive institutions" – is a highly efficient type of innovative systems, which occupies the 1<sup>st</sup> place in the majority of classification criteria, except for the development of socio-cultural environment (2<sup>nd</sup> position);

type B SNIS – "developing countries with mixed extractive-inclusive institutions with a strong socio-cultural component (predominantly Muslim and Buddhist-Hindu types)" – an average efficient type of innovative systems, which occupies the 1<sup>st</sup> place in terms of socio-cultural development, the 2<sup>nd</sup> – in terms of production, economic and political situation, the 3<sup>rd</sup> – in terms of the development of scientific and educational complex;

type C SNIS – "developed countries and developing countries with mixed extractive-inclusive institutions with a strong informal component (including post-Soviet type)" – is a weakly efficient type of innovative systems, which mainly occupies the penultimate (3<sup>rd</sup>) place in most classification criteria, except for scientific and educational (2<sup>nd</sup> position) ones;

type D SNIS – "developing countries with primarily extractive institutions" – is a low-efficient type of innovative systems, which occupies the last (4<sup>th</sup>) place in all classification criteria, forming the lower limit of the estimated range.

The current situation of Ukraine in the context of the developed typology was characterized as follows: Ukraine belongs to type C SNIS; key indicators of the optimized sample lag behind the image of the average leader in its cluster; most of the target indicators belong to the group of state-political complex, which characterizes the low level of efficiency of national socio-economic institutions; according to the indicators of scientific and educational complex Ukraine's position is not significantly inferior to the leaders.

*Keywords:* national innovative system, supranational innovative system, typology, cluster analysis, scientific and educational complex, industrial and economic complex, state-political complex, socio-cultural complex.

JEL: O11, O30, O570.

*Форматы цитирования:*

Кравченко С.И., Заниздра М.Ю. Типологизация базовых наднациональных инновационных систем. *Экономика промышленности*. 2019. № 1(85). С. 5-29. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.01.005>

Kravchenko, S. I. & Zanizdra, M. Yu. (2019). Typology of basic supranational innovative systems. *Econ. promisl.*, 1(85), pp. 5-29. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.01.005>

*Представлена в редакцию 24.01.2019 г.*

**Валентин Павлович Вишневецький,***академік НАН України*

Інститут економіки промисловості НАН України

03057, Україна, Київ, вул. М. Капніст, 2.

E-mail: [vishnevsky@nas.gov.ua](mailto:vishnevsky@nas.gov.ua)<https://orcid.org/0000-0002-8539-0444>**Алекси Квілінські,***доктор філософії з економіки*

Лондонська академія науки і бізнесу

W1U 6TU, Англія, Лондон, Бейкер-стріт, 120, 3 поверх.

E-mail: [a.kwilinski@london-asb.co.uk](mailto:a.kwilinski@london-asb.co.uk)<https://orcid.org/0000-0001-6318-4001>

## МОНЕТАРНІ МЕХАНІЗМИ СТИМУЛЮВАННЯ ЕКОНОМІКИ В РОЗВИНЕНИХ КРАЇНАХ: АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

У статті розглянуто монетарні політики провідних ЦБ світу, які були успішно використані для подолання світової фінансово-економічної кризи 2008-2009 рр. і тепер також є важливими чинниками, що визначають сучасні тенденції розвитку глобальної економіки.

Останнє десятиріччя (десяті роки XXI ст.) – це період розгортання четвертої промислової революції, але одночасно – це і період глобального поширення фінансової нестабільності, пов'язаної, в тому числі, з подоланням наслідків світової фінансово-економічної кризи 2008-2009 рр. Розвинені країни, які є сьогодні світовими технологічними лідерами в Індустрії 4.0, зуміли подолати цю кризу, перш за все, за допомогою монетарних механізмів. Для цього було винайдено і вперше застосовано нетрадиційну монетарну політику, яка передбачала: кількісні пом'якшення з відповідним швидким зростанням зобов'язань центробанків; де-факто – проактивне підтримання множинності їх цілей, у тому числі щодо забезпечення фінансової стабільності та зниження рівня безробіття; розширену участь центробанків у фінансуванні бюджетних дефіцитів урядів із розмиванням різниці між монетарною і фіскальною політиками.

Вжиті заходи сприяли подоланню в основному рецесії в розвиненому світі й переходу на траєкторію економічного зростання. Теперішні заходи щодо нормалізації монетарної політики, яку започаткували США, передбачають поступове підвищення ключової процентної ставки і згортання балансів центробанків. Проте де-факто у значній частині розвиненого світу (ЄС, Японії) епоха нетрадиційної монетарної політики все ще триває.

У цілому наслідки цієї політики можна оцінювати по-різному. Але важко заперечувати два головних висновки: перший – коли це потрібно для подолання перешкод на шляху розвитку економіки, фахівці та політики розвинених країн без вагань відмовляються від ринкових догм і застосовують нові, нетрадиційні інструменти регулювання, які до цього вважалися неприйнятними; другий – завдяки, у тому числі, цим нетрадиційним інструментам долар США і євро зберегли своє лідерство серед світових валют. Це означає, що США, а також інші розвинені країни, які входять до вузької кампанії світових монетарних центрів, незважаючи навіть на негативні для себе наслідки виробничого офшорингу, зберігають шанси на утримання провідних позицій також у сфері новітніх індустріальних технологій, адже останні є вже тепер не просто кібер-фізичними, а кібер-фінансово-фізичними.

*Ключові слова:* монетарна політика, центральний банк, фінансова нестабільність, нормалізація монетарної політики, промислова революція.

© В. П. Вишневецький, А. Квілінські, 2019

---

*Економіка промисловості*  *Economy of Industry*

Останнє десятиліття (десяти роки ХХІ ст.) – це період не тільки розгортання четвертої промислової революції [1], але і глобального поширення фінансової нестабільності, пов'язаної, в тому числі, з подоланням наслідків світової фінансово-економічної кризи 2008-2009 рр. [2]. Розвинені країни, які сьогодні є світовими технологічними лідерами в Індустрії 4.0, зуміли подолати цю кризу, перш за все, за допомогою монетарних механізмів та використання нетрадиційних інструментів грошово-кредитної політики. Ця політика широко обговорювалася у професійних колах, у тому числі за участю голів провідних центробанків (ЦБ): США (Б. Бернанке [3], Дж. Єллен [4]), ЄС (М. Драгі [5]), Китаю (Чжоу Сяочуань [6]) та ін. Разом із позитивними оцінками її наслідків (переломлення негативних тенденцій у динаміці ВВП, зниження безробіття, успішна протидія дефляції та ін.) [7; 8] вона отримала також низку справедливих критичних зауважень (щодо викривлення ринкових цін, надування чергових фінансових бульбашок, регресивного перерозподілу доходів, розігрівання валютних війн тощо) [8; 9]. Тому її результати не можна оцінювати однозначно.

У зв'язку з цим, а також з урахуванням того, що кризові роки залишилися позаду, доцільно підбити деякі підсумки минулого періоду і позначити поточні тренди грошово-кредитної політики світових монетарних центрів, яка суттєвою мірою впливає на розвиток не тільки фінансових, але і реального секторів економік багатьох держав, у тому числі України.

Структура статті побудована таким чином. Спочатку наводиться загальна характеристика провідних ЦБ світу. Потім послідовно розглядаються особливості дії їх монетарних механізмів до, під час і після фінансово-економічної кризи 2008-2009 рр. Завершують огляд короткі підсумки і висновки про сучасні тенденції монетарної політики в контексті четвертої промислової революції.

## **Новітня нестабільність монетарних механізмів провідних ЦБ світу**

У світі налічується декілька глобальних монетарних центрів, які є місцем зосередження важелів управління світовими грошово-кредитними потоками і резервними валютами. Найбільш важливими з цих валют є долар США (USD), євро (EUR), британський фунт стерлінгів (GBP), японська єна (JPY), а також китайський юань (CNY), який у 2016 р. був включений МВФ до кошика спеціальних прав запозичення (СПЗ) і, таким чином, став ще однією світовою резервною валютою. Монетарні центри, що регулюють обіг цих валют, розташовані відповідно у Нью-Йорку, Франкфурті-на-Майні, Лондоні, Токіо і Пекіні (табл. 1).

Із тих країн, де розташовані ці монетарні центри, тільки Китай належить до категорії ринків, що формуються. Усі інші є розвиненими країнами. Але КНР уже багато десятиліть демонструє випереджальні темпи зростання і є світовим індустріальним лідером. Це позначається і на монетарній політиці Народного банку Китаю – ключова ставка РВС є найвищою серед провідних центробанків світу і складає тепер 4,35%.

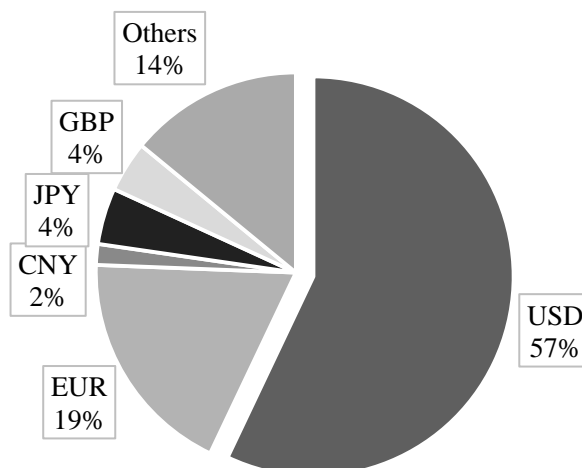
Розвинені країни, багато з яких переживають тепер не найкращі часи, використовують монетарну політику для розігріву національних економік, встановлюючи ключові ставки на низьких рівнях. І тільки США, які останніми роками зуміли перейти на траєкторію високих (як для розвинених країн) темпів зростання [10], поступово підвищують ключову ставку, яка станом на 27 вересня 2018 р. досягла рівня 2,0-2,25% [11].

Якщо поглянути на питому вагу основних світових валют, що використовуються для формування офіційних резервів (рис. 1), то можна побачити, що найбільшу частку серед них займають долар США і євро, які вважаються головними суперниками на світовому валютному ринку вже майже 20 років.

Таблиця 1. **Коротка характеристика провідних центральних банків світу**<sup>1</sup>

Назва	Рік заснування	Організаційна форма і статус	Валюта регулювання	Штаб-квартира	Ключова ставка, % (01.10.2018)
Федеральна резервна система (Federal Reserve, Fed)	1913	Незалежне федеральне агентство	Долар США, USD	Вашингтон (округ Колумбія)	2,25
Європейський центральний банк (European Central Bank, ECB)	1998	Незалежний центральний банк	Євро, EUR	Франкфурт-на-Майні	0,0
Банк Англії (Bank of England, BOE)	1694	Центральний банк з особливим правовим статусом	Фунт Стерлінгів, GBP	Лондон	0,75
Банк Японії (Bank of Japan, BOJ)	1882	Акціонерна компанія	Японська ієна, JPY	Токіо	-0,10
Народний банк Китаю (People's Bank of China, PBC)	1948	Центральний банк, підконтрольний уряду КНР	Китайський юань, CNY	Пекін	4,35

<sup>1</sup> Складено за даними: Federal Reserve Board. (2018). Federal Reserve Board – Home. [online] Retrieved from <https://www.federalreserve.gov/> [Accessed 30 Oct. 2018]; European Central Bank. (2018). Official website. [online] Retrieved from <https://www.ecb.europa.eu/home/html/index.en.html> [Accessed 30 Oct. 2018]; Bank of Japan. (2018). About the Bank. [online] Retrieved from <http://www.boj.or.jp/en/about/index.htm/> [Accessed 30 Oct. 2018]; Bank of England. (2018). Official website. [online] Retrieved from <https://www.bankofengland.co.uk/> [Accessed 30 Oct. 2018]; Bank of China. (2018). Bank of China Global Web Site. [online] Retrieved from <http://www.boc.cn/en/index.html> [Accessed 30 Oct. 2018]; Triami Media BV. (2018). Central banks, summary of current interest rates. [online] Global-rates.com. Retrieved from <https://www.global-rates.com/interest-rates/central-banks/central-banks.aspx> [Accessed 29 Oct. 2018].



Складено за даними: IMF (2018). Currency Composition of Official Foreign Exchange Reserves. [online] Retrieved from <http://data.imf.org/> [Accessed 29 Oct. 2018].

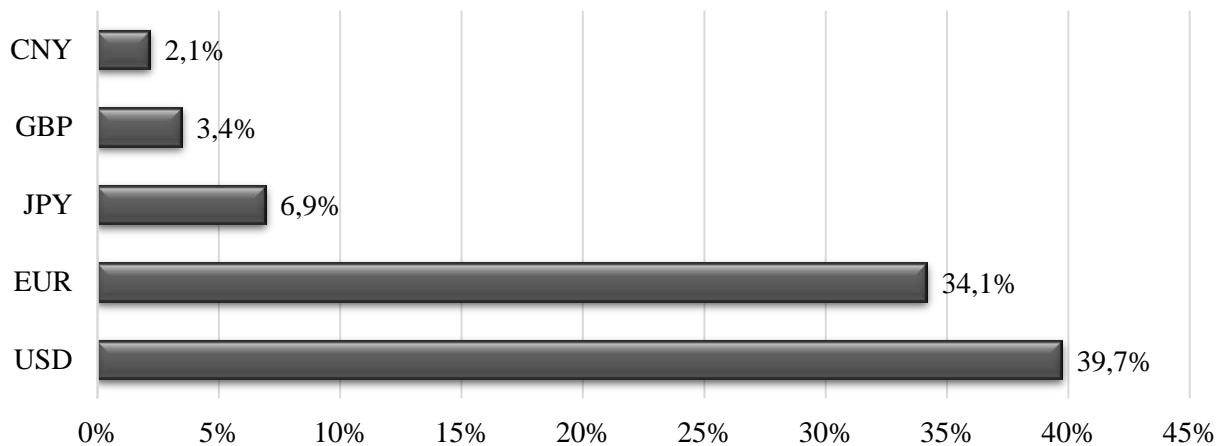
### Рисунок 1. Валютна структура офіційних резервів іноземної валюти (Q2 2018)

При цьому, якщо долар став світовою резервною валютою ще з середини ХХ ст., то євро отримало цей статус відносно не-

давно (в історичному вимірі), і лише з початку ХХІ ст. ця нова валюта стала використовуватися майже повсюдно.

Західні країни (США і ЄС) сьогодні є монетарними лідерами світу. Саме країнами Заходу у свій час були створені головні міжнародні фінансово-кредитні інститути – Міжнародний валютний фонд (МВФ) і Міжнародний банк реконструкції та розвитку (МБРР). І тепер, за даними Society

for Worldwide Interbank Financial Telecommunications (SWIFT), на долар США – найбільш затребувану валюту на планеті – припадає близько 40% всіх платежів, а на євро – більше 30%, тобто в сукупності вони обслуговують понад 70% (за вартістю) трансакцій у світі (рис. 2).



Складено за даними: SWIFT (2018). Currency Composition of Official Foreign Exchange Reserves. [online] Retrieved from <https://www.swift.com/> [Accessed 29 Oct. 2018].

Рисунок 2. Частка світових резервних валют в обслуговуванні міжнародних і внутрішніх розрахунків (за вартістю) (August 2018)

Ці ж країни є значною мірою винуватцями тієї глобальної монетарної нестабільності, яка стала характерною відзнакою минулого десятиліття. Саме у США у 2007 р. стартувала криза високоризикованих іпотечних кредитів, яка згодом переросла у глобальну фінансову кризу. Її наслідком стали майже повсюдне (за рідкими виключеннями) скорочення обсягів виробництва, зростання безробіття, зниження попиту і цін на сировинні товари, від яких постраждали мільярди людей.

Однак витоки сьогоденної монетарної нестабільності потрібно шукати не тільки у помилках тих чи інших світових гравців. Вони є наслідком комплексу тих суперечливих процесів, які характерні для всієї системи сучасної глобалізованої капіталістичної економіки. Як відзначено у черговій доповіді Римському клубу (2017), "Нинішні тенденції жодним чином не є стійкими. Продовження звичайного зрос-

тання призводить до масових зіткнень із природними планетарними межами. Економіка під диктат фінансової системи з її спокусою до спекуляції, як правило, призводить до збільшення розриву з точки зору багатства і доходів. ... Багато людей бачать світ у стані безладу, замішання і невизначеності" [12, р. vii].

Велике значення, яке надається в цій доповіді фінансовій системі, обумовлене, у тому числі, об'єктивно – випереджаючим розвитком світових фінансових ринків і радикальним підвищенням мобільності міжнародних потоків капіталу. Протягом останніх десятиліть визначальними чинниками розвитку глобальних фінансових ринків стали демонетизація золота в 70-х роках ХХ ст., прискорене зростання обсягів міжнародної торгівлі й потоків капіталу, лібералізація регуляторних норм, а також швидке поширення інформаційних технологій (у т. ч. найсучасніших, так званого

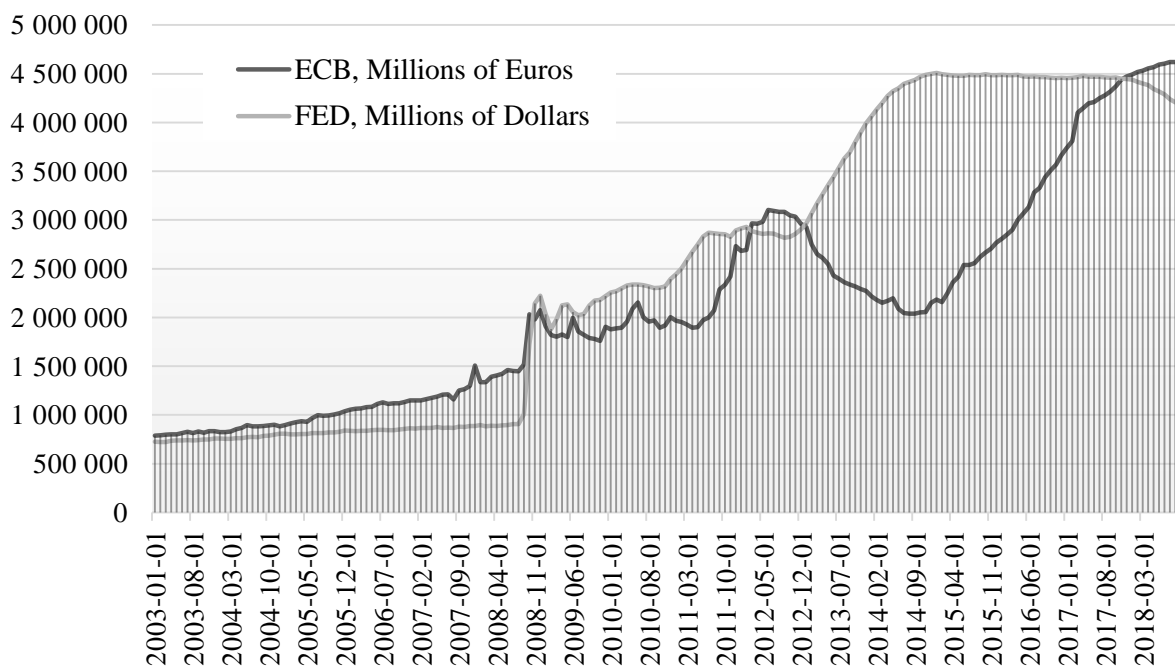
фінтеху [13]). Ці самі чинники сприяли перетворенню фінансових ринків на осередки локальних і глобальних проблем, пов'язаних із прискоренням процесів відриву фінансових активів від реальної економіки, які супроводжуються підвищенням частоти виникнення банківських криз [14, pp. 46-47], а також зростанням фінансової нестабільності загалом. Перш за все це стосується тих країн, які мають високу питому вагу короткострокової зовнішньої заборгованості в загальній сумі валового зовнішнього боргу [15, p. 3]. Нові канали для передачі впливу зовнішніх фінансових шоків було створено в низці економік, що розвиваються (Emerging and Developing Economies, EDEs), через безпрецедентне посилення іноземної присутності на внутрішніх ринках кредитів, цінних паперів і нерухомості.

Відрив фінансових активів від реальної економіки став одним із головних чинників світової фінансової кризи 2008-2009 рр. Але ж і тепер докризова модель світових фінансів продовжує відтворюва-

тися: останніми роками, незважаючи на уповільнення темпів зростання ВВП, грошова маса продовжує прискорено зростати.

Центральні банки розвинених країн, насамперед Fed і ЕСВ, для подолання фінансової кризи "накачували" власні економіки ліквідністю за рахунок придбання довгострокових облігацій, іпотечних та інших паперів. Як наслідок, їх баланси зросли в рази порівняно з докризовими роками і сягнули безпрецедентних розмірів (рис. 3). Тривалий період підтримання низьких процентних ставок провідними монетарними центрами розвинених країн підняв ринок акцій дуже високо (рис. 4).

Такі тенденції череваті черговою фінансовою кризою, оскільки економічне зростання в багатьох розвинених країнах базується не стільки на реальних досягненнях, скільки на запозиченнях (дефіцитах бюджетів і платіжних балансів) при викривлених оцінці активів й економічних стимулах. Тому не дивно, що останні оцінки ситуації фахівцями МВФ є вельми обережними.



Складено за даними: Fred.stlouisfed.org. (2018). Federal Reserve Economic Data | FRED | St. Louis Fed. [online] Retrieved from <https://fred.stlouisfed.org/> [Accessed 29 Oct. 2018].

Рисунок 3. Динаміка сукупних активів FED і ЕСВ



Складено за даними: FRED. St. Louis Fed. (2018). Federal Reserve Economic Data. [online] Retrieved from <https://fred.stlouisfed.org/> [Accessed 29 Oct. 2018]; Yahoo Finance. (2018). S&P 500. [online] Retrieved from <https://finance.yahoo.com/> [Accessed 29 Oct. 2018].

Рисунок 4. Порівняльна динаміка ефективної ставки по федеральних фондах FED та індексу S&P 500

Як відзначено у черговій доповіді з питань глобальної фінансової стабільності (жовтень 2018 р.): "... фінансові умови у країнах з розвинутою економікою залишаються м'якими, особливо у Сполучених Штатах; при цьому процентні ставки все ще є низькими за історичними мірками, схильність до прийняття ризику є високою, а ціни на активи на основних ринках підвищуються", при тому, що країни з ринками, які формуються, "... як і раніше, уразливі до ефектів нормалізації грошово-кредитної політики у країнах з розвинутою економікою і можуть зіткнутися зі скороченням припливу капіталу навіть при відносно оптимістичному сценарії" [16, р. ix].

Особливості такої ситуації визначаються, в тому числі, параметрами тих монетарних політик, які провідні центробанки світу (перш за все Fed і ЕСВ, яким в огляді приділено основну увагу) проводили до, під час і після світової фінансово-економічної кризи 2008-2009 рр.

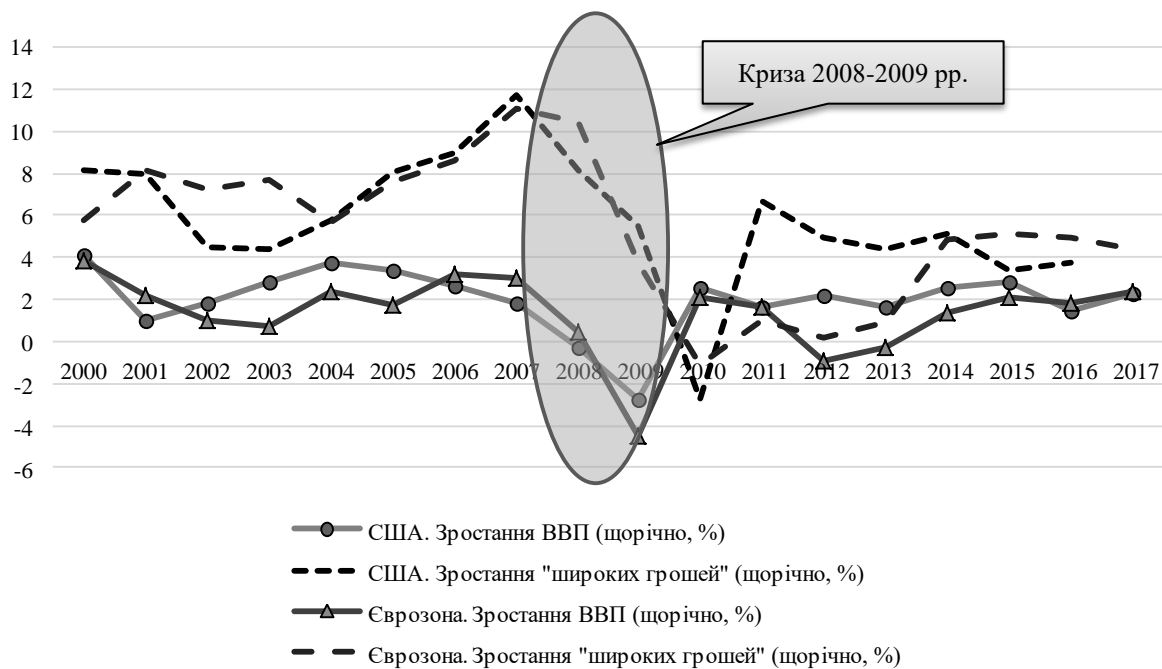
#### Особливості монетарних механізмів провідних ЦБ до кризи 2008-2009 рр.

Докризовий період (з початку ХХІ ст. до 2008 р.) характеризувався поступовим розвитком економік і грошово-кредитних систем головних монетарних центрів світу – США і ЄС. При цьому відповідно до основних цілей грошово-кредитної політики з використанням стандартних інструментів (операцій на відкритому ринку, встановлення процентної ставки овернайт і вимог до банківських резервів) ними було забезпечено необхідне для нормального функціонування економік збільшення "широкої" грошової маси<sup>1</sup> (в середньому за період 2000-2007 рр. – 7-8% на рік) з під-

<sup>1</sup> За визначенням Світового банку у даному випадку під "широкими грошима" розуміється сума валюти поза банками, депозитів до запитання, строкових, ощадних та валютних депозитів, банківських і дорожніх чеків, інших цінних паперів (деPOSITНИХ сертифікатів, комерційних паперів) [17, р. 107].

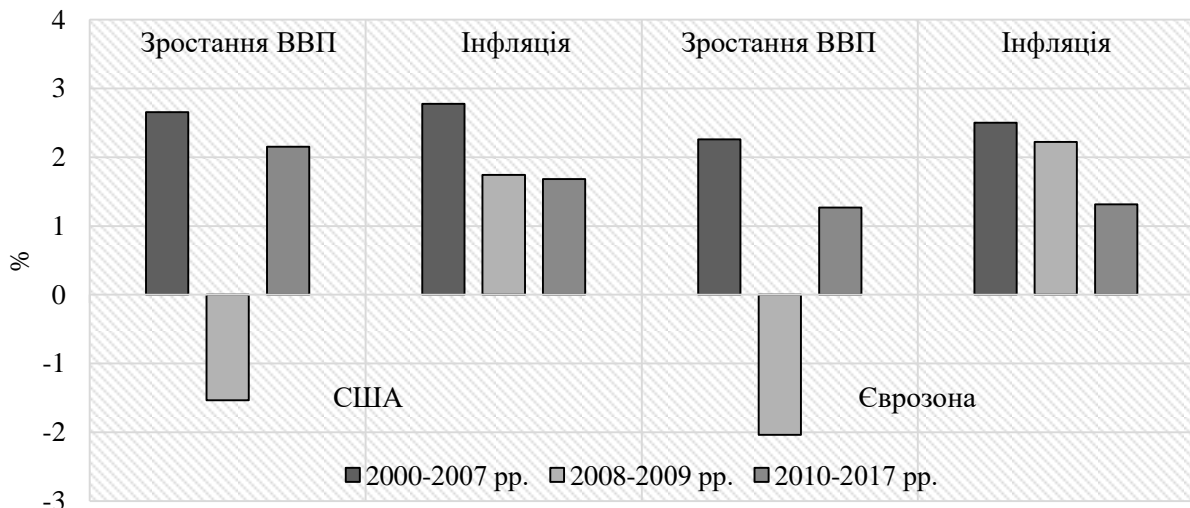
тримкою контрольованої інфляції (у середньому за період 2000-2007 рр. – 2,5-3% на рік), що, у свою чергу, сприяло поступаль-

ному зростанню економік США і Євросони (дещо більше 2%) (рис. 5, 6).



Складено за даними: The World Bank. (2018). World Development Indicators | DataBank. [online] Retrieved from <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators#> [Accessed 31 Oct. 2018].

Рисунок 5. Порівняльна динаміка зростання ВВП і грошової маси (широких грошей) у США та Євросоні



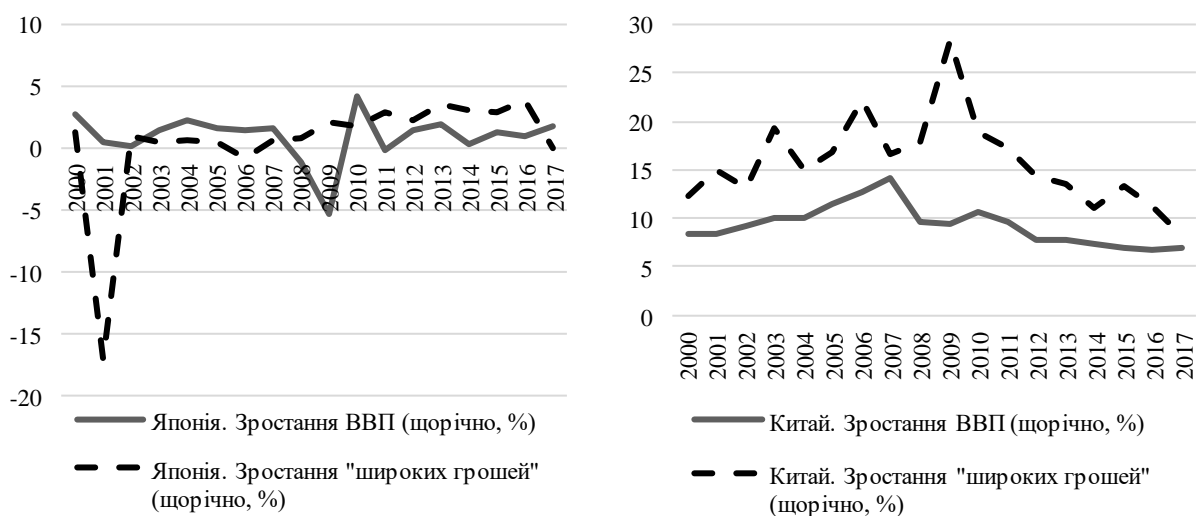
Складено за даними: The World Bank. (2018). World Development Indicators | DataBank. [online] Retrieved from <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators#> [Accessed 31 Oct. 2018].

Рисунок 6. Інфляція (індекс споживчих цін) й економічне зростання у США та Євросоні в окремі періоди на початку XXI ст.

На цьому тлі по-іншому виглядала грошово-кредитна політика Народного банку Китаю. Суттєво відстаючи від провідних розвинених країн за рівнем ВВП на душу населення, РВС здійснював більш активну політику монетарного стимулювання економіки – темпи зростання грошової маси становили у 2000-2007 рр. у середньому більше 16% на рік (приблизно у 2 рази більше, ніж у ЄС і США), при тому, що інфляція залишалась помірною і контрольованою (1,7% за той самий період). Одним з основних інструментів монетарного стимулювання китайської економіки стало прискорене зростання обсягів внут-

рішнього кредитування суб'єктів господарювання, що спричинило виникнення надлишкових потужностей у вугільній, металургійній та інших традиційних галузях промисловості.

Тим не менш, середні темпи зростання економіки КНР становили у 2000-2007 рр. понад 10% – вражаюча цифра, особливо на тлі геополітичного суперника – Японії, яка після Азіатської фінансової кризи 1997-1998 рр. так і не змогла вийти на траєкторію прискореного економічного розвитку (середній темп зростання ВВП у 2000-2007 рр. склав менше 1,5%) (рис. 7).



Складено за даними: FRED. St. Louis Fed. (2018). Federal Reserve Economic Data. [online] Retrieved from <https://fred.stlouisfed.org/> [Accessed 29 Oct. 2018].

Рисунок 7. Порівняльна динаміка зростання ВВП і грошової маси (широких грошей) у Японії та Китаї

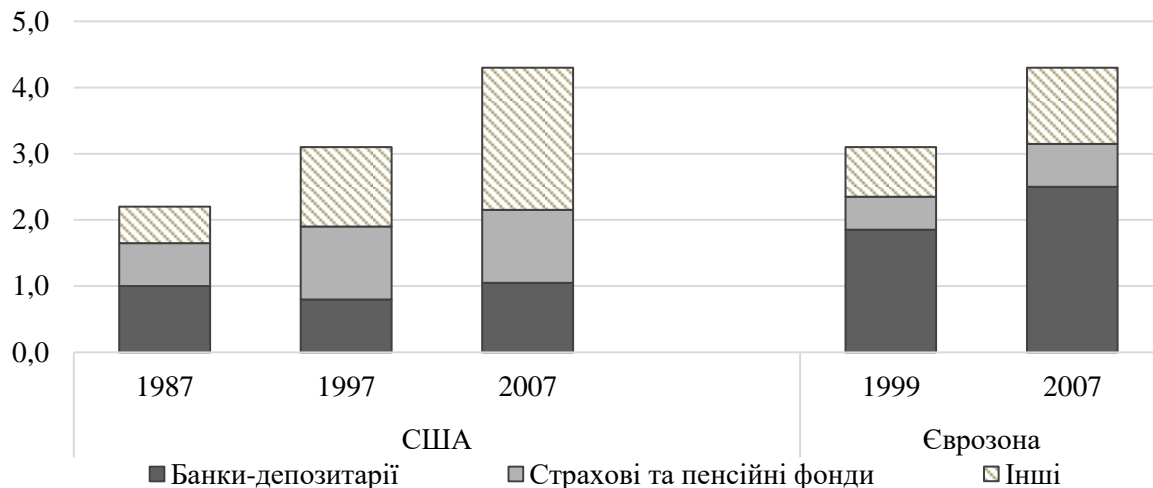
Незважаючи на те що провідні центробанки світу (Fed і ЕСВ) намагалися здійснювати пруденційну політику, вони не змогли запобігти поширенню нових системних ризиків, оскільки грошово-кредитні системи поступово накопичували структурні зрушення, які зрештою сприяли виникненню світової фінансової кризи 2008-2009 рр. Зокрема, йдеться про збільшення у фінансовому посередництві відносного значення парабанківських (near-

banks<sup>1</sup>) фінансових установ, спеціалізованих на операціях із структурованими цінними паперами, перехід банків від депозит-

<sup>1</sup> До парабанківських (near-banks) фінансових установ у даному випадку віднесено: емітентів цінних паперів, забезпечених активами (asset-back security, ABS), та інших структурованих продуктів; підприємства, що спонсуються урядом (Government-sponsored enterprises, GSEs), і пули GSE, які фінансують іпотечні кредити; фінансові компанії, схожі на банки з боку активів, але відносно малі за розмірами і фінансовані на ринку (market-based); брокерів і дилерів з операцій із цінними паперами [23, р. 88].

ного до менш надійного ринкового фінансування, скорочення строків погашення банківських зобов'язань, у результаті чого короткострокові ринки стали більш важливими способом управління їх активами і пасивами [23, pp. 86-94].

У передкризові часи парабанківські фінансові установи отримали значну частку сектору фінансового посередництва розвинених країн. Особливо велику частку таких установ було сформовано у США (рис. 8).



Джерело: International Monetary Fund. (2008). Global financial stability report. Financial Stress and Deleveraging Macrofinancial Implications and Policy. Washington, DC: IMF Multimedia Services Division. P. 87.

Рисунок 8. Розміри фінансових активів у США та Єврозоні (кратно до ВВП)

Усе вищезазначене в комплексі з іншими чинниками, у т. ч. фундаментального характеру, обумовило "вибух" ринкової турбулентності у липні 2007 р. і різкий перелом у дії трансмісійного механізму процентних ставок. За цими подіями восени того самого року відбулося падіння акцій західних банків і підприємств, а з середини 2008 р., коли швидко подешевшала нафта, – також акцій компаній країн, що розвиваються. Фінансова криза набула світового характеру.

#### Особливості монетарних механізмів провідних ЦБ світу під час подолання кризи 2008-2009 рр.

Першою відповіддю на розгортання фінансової кризи 2008-2009 рр. у США стало очікуване зниження цільової ставки по федеральних фондах (federal funds target rate), що визначається Fed. У грудні 2008 р. вона досягла мінімального значення 0-0,25% річних і потім на довгі роки "застрягла" на цьому надзвичайно низькому рівні.

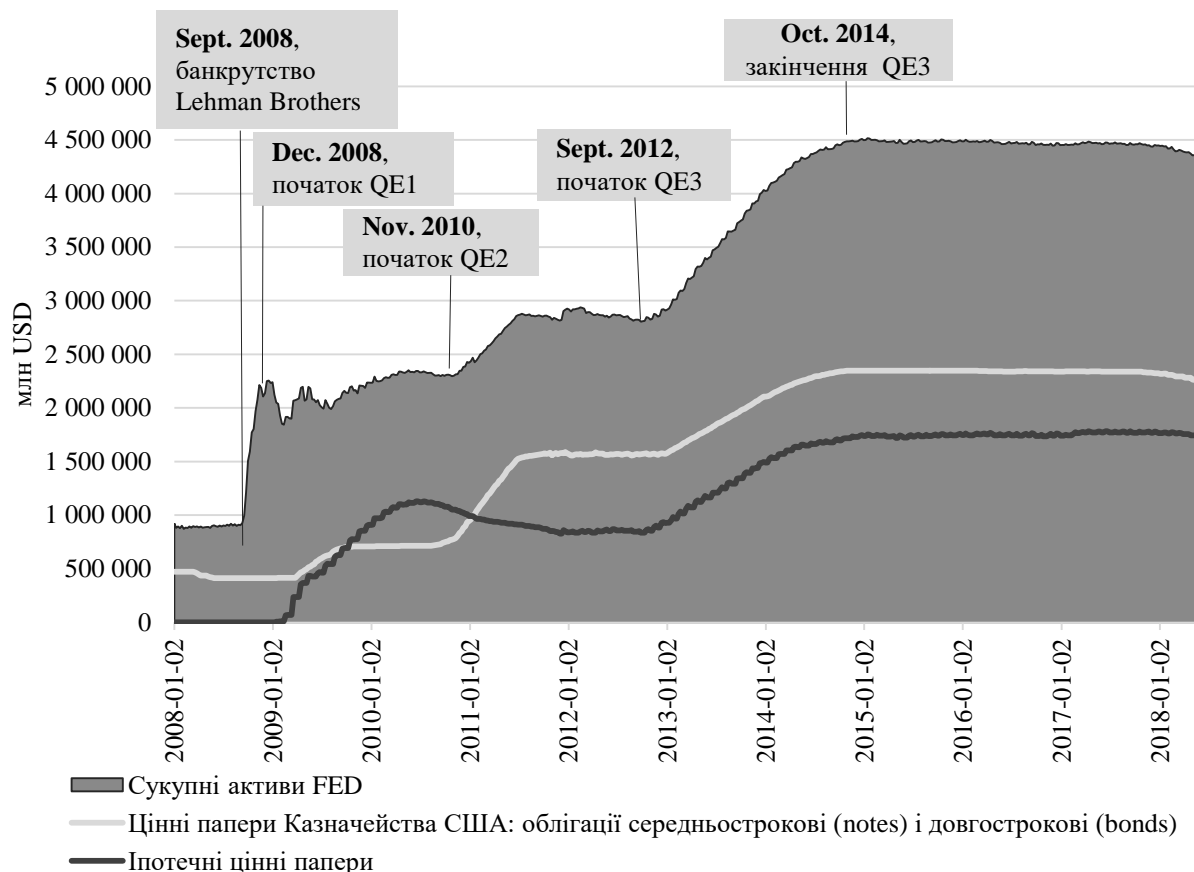
Дещо пізніше на кризу аналогічно прореагував ЕСВ, який почав поступово знижувати процентну ставку за основними операціями рефінансування (interest rate on the main refinancing operations), що забезпечують основну частину ліквідності банківської системи EMU – з 3,75% у жовтні 2008 р. до 2,5% у грудні 2008 р. і 1,0% у травні 2009 р. Ключова ставка Банку Англії (Bank of England base rate) також була поступово знижена з 5,0% у вересні 2008 р. до 0,5% у березні 2009 р. Що стосується ключової ставки Банку Японії (overnight call rate target), то в той період (2008-2009 рр.) вона зменшувалася в інтервалі від 0,5 до 0,3%, а пізніше, у лютому 2016 р., взагалі стала від'ємною (-0,1%).

На практиці це означало, що в багатьох розвинених країнах можливості традиційного монетарного регулювання були фактично вичерпані. Тому у США з метою надійного подолання наслідків фінансової кризи Fed започаткувала стимулювання економіки за допомогою нетрадиційних

інструментів грошово-кредитної політики (unconventional policy tools), які орієнтовані на покриття витрат і забезпечення доступності зовнішнього фінансування для банків, домашніх господарств та нефінансових компаній. Це, перш за все, так зване "кількісне пом'якшення" (Quantitative Easing, QE), що передбачає викуп різних активів (зокрема, облігацій іпотечних агентств і

казначейських<sup>1</sup>), застосування якого зумовило розширення і зміну структури балансу Fed, а також тією чи іншою мірою вплинуло на різні сфери економічної та монетарної активності як у США, так і в усьому світі.

Можна виокремити три етапи кількісного пом'якшення у США (рис. 9).



Складено за даними: Board of Governors of the Federal Reserve System. (2018). The Fed - Recent balance sheet trends. [online] Retrieved from [https://www.federalreserve.gov/monetarypolicy/bst\\_recenttrends.htm](https://www.federalreserve.gov/monetarypolicy/bst_recenttrends.htm) [Accessed 30 Oct. 2018].

### Рисунок 9. Основні віхи монетарної політики FED і динаміка федеральних резервних активів

Програма QE1, що стартувала наприкінці 2008 р., коли Fed витратила 500 млрд дол. на придбання іпотечних цінних паперів та 100 млрд дол. на придбання боргів підприємств, спонсорованих урядом (Government-sponsored enterprises) [24]. У 2009 р. покупки продовжились. У цілому до кінця QE1 Fed вклала в економіку 2,1

<sup>1</sup> Кількісне пом'якшення (QE) відрізняється від кредитного (credit easing, CE). Політика CE призначена для зниження конкретних відсоткових ставок та/або відновлення функціонування певних кредитних ринків, а термін QE описує будь-яку політику, яка надзвичайно збільшує розмір зобов'язань центрального банку – валюти та банківських резервів [24, р. 55].

трлн дол., що приблизно подвоїло розмір його грошової бази. У червні 2010 р., коли стало зрозуміло, що економіка розвивається належним чином, програму QE1 було завершено.

Однак ефект QE1 виявився короткостроковим, і восени 2010 р. Fed розпочала другий раунд кількісного пом'якшення – QE2. Він тривав до середини 2011 р. і являв собою покупку облігацій Казначейства США на суму 600 млрд дол. Крім того, ще 300 млрд дол. доходів, отриманих від раніше придбаних облігацій, були реінвестовані у ці самі активи.

У вересні 2011 р. Fed оголосила програму збільшення середнього терміну до погашення свого портфеля державних цінних паперів без подальшого розширення балансу – операцію "твіст" (operation twist). У рамках цієї програми до кінця 2012 р. Fed придбала довгострокові облігації (строком до погашення від 6 до 30 років) на суму 400 млрд дол., паралельно реалізувавши наявні в неї короткострокові казначейські облігації (терміном до погашення менше 3 років) на відповідну величину.

Нарешті, у вересні 2012 р. було оголошено про запуск третього раунду заходів монетарного стимулювання (QE3), у рамках якого Fed проголосила про намір щомісяця додатково купувати іпотечні облігації на суму 40 млрд дол. і казначейські – на суму 45 млрд дол. Загальна тривалість цього раунду із самого початку не була встановлена, але Fed неодноразово підкреслювала, що головним критерієм є загальний стан економіки США.

У кінці 2014 р. у зв'язку з досягненням нормальних, за оцінками монетарної влади, темпів відновлення американської економіки, за рішенням Федерального комітету відкритого ринку програму QE3 було згорнуто.

Рішення Fed про запуск програм кількісного пом'якшення стало прикладом для центробанків інших розвинених країн [24].

Слід за релізом про купівлю активів від Fed, Банк Японії 2 грудня 2008 р. також оголосив, що він буде необмежено видавати кредити майже за нульовими ставками

через спеціальні операції з надання коштів (special-funds-supplying operations). А наприкінці того року Банк Японії знизив ключову ставку (overnight call rate target) до 0,1% і оголосив про збільшення прямих покупок японських державних облігацій і нову програму покупок корпоративних фінансових інструментів.

На початку 2009 р. про перехід до реалізації програми кількісного пом'якшення оголосив Банк Англії. BOE провів дві окремі програми купівлі активів через спеціально створений механізм (asset purchase facility, APF): придбання приватних активів для полегшення умов кредитування і більш традиційного грошового стимулювання економіки. У березні 2009 р. Банк Англії заявив, що через APF він буде керувати програмою кількісного пом'якшення, націленою на збільшення грошової бази на 75 млрд фунтів стерлінгів із подальшим розширенням до 200 млрд.

ЄЦБ, який дещо спізнився з реалізацією програм покупок активів, надав свою відповідь у травні 2009 р., знизивши фіксовану процентну ставку за основними операціями рефінансування до 1%. Крім того, він започаткував спеціальні програми щодо забезпечення банків ліквідністю, продовжив терміни рефінансування і розширив список активів, що приймалися як забезпечення кредитів.

Очевидним результатом усіх цих дій провідних центробанків розвинених країн стало суттєве розширення і зміна структур монетарних баз. Якщо, наприклад, у портфелі Fed у докризовий період домінували короткострокові державні папери (казначейські векселі та облігації з близьким терміном погашення), то тепер значну роль стали відігравати казначейські облігації з тривалим терміном погашення, а також іпотечні папери. При цьому баланс Fed збільшився в рази, а сам він по суті перетворився на великого іпотечного кредитора, свого роду велетенський комерційний банк. Схожих трансформацій зазнали багато інших провідних центробанків. У комплексі з надзвичайно низькими процентними ставками і зростанням державних

боргів у розвинених країнах, загостренням проблем конкурентної девальвації валют і підвищенням системних ризиків світової економіки загалом це сформувало ситуацію нової фінансової нормальності, яка стала визначати особливості грошово-кредитної політики посткризового періоду.

### **Особливості монетарних механізмів провідних ЦБ у посткризовий період**

Програми нетрадиційної грошово-кредитної політики сприяли успіхам у подоланні фінансової кризи та відновленні економіки розвинених країн. Зокрема, у фінансовій сфері було досягнуто зниження загального рівня процентних ставок, у тому числі за довгостроковими фінансовими інструментами, підвищено рівні кредитної активності, відновлено динаміку ринків акцій, в економічній сфері – стабілізовано ціни, подолано негативні тренди на ринках праці й відновлено економічне зростання.

Як відзначають фахівці The McKinsey Global Institute, "Багато досліджень, академічних установ і центральних банків показали, що заходи, вжиті центральними банками, запобігли більш глибокому спаду і високому рівню безробіття, які в іншому разі могли б трапитися. Оцінки, отримані за допомогою макроекономічних моделей Федеральної резервної системи США, Банку Англії та інших, показують, що порівняно зі сценарієм, у якому не було вжито жодних дій, нетрадиційна грошово-кредитна політика поліпшила ВВП від 1 до 3 відсотків, знизила рівень безробіття приблизно на 1 процентний пункт і запобігла дефляції. Якщо надзвичайні заходи, задіяні на початку фінансової кризи, дійсно запобігли неконтрольованій спадній спіралі глобальної фінансової системи, то макроекономічне значення запобігання шкоді може бути навіть більшим, ніж показують ці оцінки" [7, р. 1].

Проте є аргументи на користь того, що успіхи нетрадиційної політики не можна вважати беззаперечними.

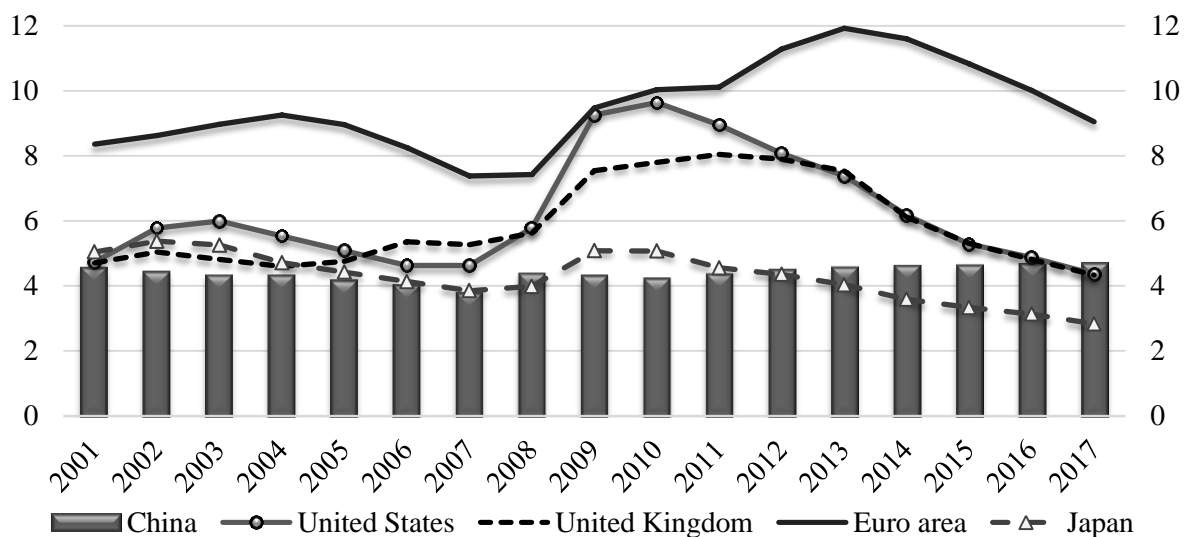
По-перше, темпи зростання американської економіки у період відновлення після фінансово-економічної кризи 2007-

2008 рр. поступалися середнім темпам, які спостерігалися у посткризові періоди в післявоєнний час. Протягом перших трьох років після завершення рецесії (2010-2012 рр.) зростання реального ВВП у середньому становило лише 2,2% при тому, що за такі самі інтервали часу після попередніх 10 американських рецесій реальний ВВП збільшувався в середньому у два рази швидше – по 4,6% на рік [4, рр. 1-2].

По-друге, основними бенефіціарами програм кількісного пом'якшення стали банки і парабанківські фінансові установи та найбільш забезпечені верстви населення, зайняті у фінансовому секторі, або ті, хто володіє будинками. За даними Бюджетного управління конгресу США, практично весь приріст доходів домашніх господарств до оподаткування за період дії QE (з 2009 по 2014 р.) стався у верхньому децилі розподілу доходів у США. Тобто є підстави стверджувати, що QE посилює і без того серйозну нерівність доходів в Америці [8].

По-третє, планомірне великомасштабне здешевлення грошей, яке сталось у рамках нетрадиційної монетарної політики, зумовлює штучне подорожчання вартості активів (низькі процентні ставки підвищують доходи за акціями, корпоративними облигаціями, нерухомістю та інших активів, підштовхуючи їх вартість вгору), заохочує підприємства до невиправданого збільшення заборгованості та викривляє економічну інформацію для інвесторів. Усе це має довгострокові негативні наслідки, підвищує ризики "надування" чергових фінансових "бульбашок" і підтримує на плаву корпорації "зомбі", які таким чином уникають творчого руйнування за Шумпетером. Потоки інвестицій направляються у проекти, які у звичайних умовах не були б привабливими, в "ігри" з курсами цінних паперів і фінансові спекуляції [21, с. 175-176].

Нарешті, важливо відзначити, що посткризове відновлення виявилось різним у різних місцях. Краще воно відбувалося у США та Британії, гірше – у країнах континентальної Європи та Японії. Відставання ЄС від США демонструє графік безробіття (рис. 10).



Складено за даними: The World Bank. (2018). World Development Indicators | DataBank. [online] Retrieved from <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators#> [Accessed 31 Oct. 2018].

Рисунок 10. Динаміка безробіття, % від загальної чисельності робочої сили (змодельована оцінка ІЛО)

Якщо в США та Британії в 2016 р. безробіття знизилася нижче 5% (у Японії цей показник уже багато років є відносно низьким), то в ЄС у 2016 р. безробіття перевищувало 10%. А восени 2018 р. безробіття в США скоротилося до рівня 3,7% [26] – найнижчого за останні 50 років спостережень.

США уже кілька років як перейшли до нормалізації грошово-кредитної політики. Ще у вересні 2014 р. Федеральний комітет з відкритого ринку виклав свій підхід до нормалізації грошово-кредитної політики, вказавши, що для цього мають використовуватися два основних компоненти: поступове підвищення цільового діапазону ставок федеральних фондів до більш нормального рівня та поступове скорочення запасів цінних паперів Федерального резерву [25]. Так, власне, і сталось. Fed почав поступово підвищувати ставку по федеральних фондах у березні 2017 р., а потім робив це ще 5 разів (у червні та грудні 2017 р., березні, червні та вересні 2018 р.). Потрохи зменшується сума загальних активів Fed – з 4,4 трлн у березні 2018 р. до 4,1 трлн у листопаді.

Дещо пізніше цього самого курсу дотримався і Банк Англії. Якщо з початку світової фінансової кризи базова ставка ВОВ неухильно зменшувалась (з 5% у квітні 2008 р. до 0,25% у серпні 2016 р.), то у листопаді 2017 р. низхідний тренд було переламано і її вперше було підвищено до 0,5%, а в серпні 2018 р. – удруге до 0,75%. Як пояснило керівництво Банку Англії, підставою для цього стали рекордно висока зайнятість, невеликі запаси вільних виробничих потужностей, зростання реальної заробітної плати і зменшення зовнішнього цінового тиску [27].

У той же час ЕСВ тільки у червні 2018 р. заявив про свій намір розпочати поступову нормалізацію грошово-кредитної політики і зменшити чисті покупки за програмою придбання активів із вересня 2018 р. до 15 млрд євро, а в наступному році – відмовитись від них взагалі. На черговому засіданні з питань монетарної політики, яке відбулось у кінці жовтня 2018 р., ЕСВ підтвердив свої аргументи на користь підтримки від'ємних процентних ставок (-0,4%) до літа 2019 р., а також скорочення покупок у рамках програми QE до 15 млрд євро та їх завершення до кінця грудня [31].

У Японії нормалізацію грошово-кредитної політики планують розпочати тільки в наступні 5 років, а перед тим керівництву ВОЈ потрібно докласти більше зусиль для забезпечення стабільності цін [28].

Проте самі по собі заходи щодо нормалізації грошово-кредитної політики не можуть забезпечити вирішення накопиченого комплексу соціально-економічних проблем розвинених країн Заходу. Очевидно, що для цього потрібні широкомасштабні структурні реформи, які мають охопити багато сфер – від фінансових ринків і ринків праці до податкових систем, тенденцій народжуваності та якості освіти [29].

Дещо осторонь від провідних центробанків Західного світу стоїть ВОС. Це обумовлено тим, що Китай суттєво менше постраждав від світової фінансової кризи і поки що досить упевнено підтримує випереджаючі темпи економічного зростання. Тим не менш, проблем у цій країні, як відомо, є дуже багато: наявність надлишку виробничих потужностей як результат прискореного розвитку минулих років, недостатня збалансованість фінансового сектору, де переважають великі державні банки, невиправдані фінансові привілеї для державних підприємств, масштабний "тіньовий" банкінг, накопичені великі корпоративні борги у нефінансовому секторі економіки тощо.

З урахуванням цих обставин ВОС намагається здійснювати обережну і зважену монетарну політику, яка підтримує декілька цілей: помірно низьку інфляцію, забезпечення запланованих темпів економічного зростання, високого рівня зайнятості, активного платіжного балансу.

Що стосується довгострокових цілей розвитку ВОС, то вони узгоджуються із загальною стратегією поступового соціально-економічного розвитку КНР і передбачають реалізацію трьох етапів. На першому етапі, до 2020 р., коли Китай планує завершити будівництво помірно заможного суспільства, банк має поліпшити свої системи і механізми, а також зміцнити загальну потужність. На другому етапі, до

2035 р., коли Китай планує в основному здійснити модернізацію країни, ВОС має стати банком світового класу в усіх напрямках. Нарешті, на третьому етапі, до 2050 р., він має перетворитися на "фінансовий скарб" країни і зразок для світової фінансової індустрії [30].

*Висновки.* Монетарні політики провідних ЦБ світу були успішно використані для подолання світової фінансово-економічної кризи 2008-2009 рр. і тепер також є важливими чинниками, що визначають сучасні тенденції розвитку глобальної економіки.

У докризовий період у кошику інструментів провідних монетарних центрів розвинених країн домінували традиційні заходи грошово-кредитної політики, акцентовані на утримання контрольованої інфляції. Цього вважалося цілком достатньо для забезпечення стабільного економічного зростання. Ключовим інструментом монетарної політики виступала ставка овернайт. Відповідно домінувало короткострокове рефінансування банків з боку центробанків. Реалізація такої політики не викликала сумнівів за умов поступового економічного зростання, прийняттого рівня безробіття та відсутності критичних спадів виробництва.

Ситуація різко змінилась у зв'язку зі світовою фінансово-економічною кризою 2008-2009 рр., коли застосування традиційних механізмів монетарної політики щодо стимулювання економік вичерпало свій потенціал, оскільки ключові відсоткові ставки були знижені майже до нуля, при тому що спад ВВП і зростання безробіття тривали.

Тому було винайдено і вперше застосовано нетрадиційну монетарну політику, яка передбачала: кількісні пом'якшення з відповідним швидким зростанням зобов'язань центробанків; де-факто – проактивне підтримання множинності їх цілей, у тому числі щодо забезпечення фінансової стабільності та зниження рівня безробіття; розширену участь ЦБ у фінансуванні бюджетних дефіцитів урядів із розмиванням різниці між монетарною і фіскальною політиками.

Вжиті заходи сприяли подоланню в основному рецесії в розвиненому світі й переходу на траєкторію економічного зростання. Однак успіхи посткризового відновлення виявилися різними. Кращі результати було досягнуто у США та Британії, дещо гірші – у країнах континентальної Європи та Японії.

Теперішні заходи щодо нормалізації монетарної політики, яку започаткували США, передбачають поступове підвищення ключової процентної ставки і згортання балансів центробанків. Проте де-факто у значній частині центральних банків розвиненого світу (ЕСВ, ВОЈ) цикл нетрадиційної монетарної політики все ще триває.

У цілому наслідки цієї політики можна оцінювати по-різному. Але важко заперечувати два головних висновки: перший – коли це потрібно для подолання перешкод на шляху розвитку економіки, фахівці та політики розвинених країн без вагань відмовляються від ринкових догм і застосовують нові, нетрадиційні інструменти регулювання, які до цього вважалися неприйнятними; другий – завдяки, у тому числі, цим нетрадиційним інструментам долар США і євро зберегли своє лідерство серед світових валют. Долару, зокрема, і як резервній валюті, і як валюті, що використовується для обслуговування міжнародних транзакцій, поки що реальної альтернативи немає і, напевне, найближчим часом не буде. Тобто соціо-економічні інститути США вкотре продемонстрували свою здатність до відтворення реальної глобальної економічної влади в нових умовах. А тому США та інші розвинені країни, що входять до вузької кампанії світових монетарних центрів, незважаючи навіть на негативні для себе наслідки виробничого офшорингу, зберігають шанси на утримання провідних позицій також у сфері новітніх індустріальних технологій, адже останні є вже тепер не просто кібер-фізичними, а кібер-фінансово-фізичними [32, с. 147]. Або, як відзначає К. Шваб, "Глобальні економічні взаємодії вже не можуть бути розділені на торгівлю товарами і послугами, фінансові операції та інвестиції. Усі еко-

номічні потоки інтегровані в комплексну систему транскордонного обміну матеріальними і нематеріальними цінностями" [33].

Тим не менш, багато проблем (все ще занижені за історичними мірками процентні ставки, завищені у цьому зв'язку ціни активів і схильності ринкових суб'єктів до прийняття на себе ризиків та ін.) залишаються невирішеними. Це свідчить про те, що глобальна фінансова нестабільність зберігається і позначається, у тому числі, на коливаннях курсу в рамках головної світової пари валют EUR/USD, які суттєво впливають на стан економіки України. Такий вплив обумовлений процесами фінансової глобалізації та позиціями України у світі як малої відкритої економіки, спеціалізованої тепер на виготовленні ринкових товарів із низьким ступенем переробки. Дотримуючись загальносвітового тренду, курс гривні до долара США у другій половині 2018 р. демонстрував зниження, у результаті чого один долар уже коштує більше 27 грн. Крім цього, слід ураховувати, що економіка України значною мірою залежить від динаміки світових цін на сировину, зокрема від цін на сталь і пшеницю. А вони, у свою чергу, також демонструють певний взаємозв'язок із коливаннями тренду валютної пари EUR/USD.

Справа в тому, що періоди зростання долара зазвичай супроводжуються підвищенням процентних ставок Fed і зростанням прибутковості американських цінних паперів. Це, у свою чергу, обумовлює прагнення інвесторів та покупців сировини збалансувати свої активи шляхом збільшення в них частки доларових фінансових інструментів. У результаті довгі позиції по сировинних активах скорочуються, а ринки сировинних товарів переходять у "ведмежий" тренд. Коли ж спостерігається зниження курсу долара і падіння прибутковості американських облігацій, ринки сировини поступово повертаються до своїх колишніх котирувань [34]<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Але тільки за інших рівних умов. Наприклад, у 2018 р. можна було спостерігати, як із

Вищезазначені обставини свідчать про необхідність подальших досліджень ключових параметрів монетарних політик провідних ЦБ світу, що впливають на курсові тренди валютної пари EUR/USD, а також на інші важливі монетарні змінні, які значною мірою впливають на темпи і характер розвитку всієї світової економіки взагалі й України зокрема. При цьому важливо підкреслити, що подальший перебіг подій залежатиме не тільки від монетарних змінних, а насамперед від динаміки розвитку і розміщення у світі нового реального – кібер-фінансово-фізичного – сектору світової економіки в умовах четвертої промислової революції, а також від перспектив глобального економічного зростання загалом, які на фундаментальному рівні визначають джерела, динаміку і структуру монетарних потоків.

### Література

1. Шваб К. (2016). *Четвертая промышленная революция*. М.: Эксмо, 138 с.
2. Vishnevsky V. P., Shelud'ko N. M. World monetary centres at the stage of global financial instability: risks, challenges and perspectives. *Economy of Industry*. 2017. № 4 (80). pp. 75-96. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2017.04.075>
3. Bernanke B. *Monetary Policy since the Onset of the Crisis*. Wyoming, Jackson Hole: Federal Reserve Bank of Kansas City Economic Symposium. 2012. August 31, 24 pp.
4. Yellen J. A Painfully Slow Recovery for America's Workers: Causes, Implications, and the Federal Reserve's Response. *A Trans-Atlantic Agenda for Shared Prosperity*. A Conference Sponsored by the AFL-CIO, Friedrich-Ebert-Stiftung and the IMK Macroeconomic Policy Institute, Washington, D.C. 2013. 18 pp.
5. Draghi M. ECB: Euro area economic outlook, the ECB's monetary policy and current policy challenges. Statement by Mario Draghi, President of the ECB. *Prepared for the thirty-first meeting of the International Monetary and Financial Committee*. Washington DC, 2015. 17 April.
6. Zhou Xiaochuan. Statement by the Hon. Zhou Xiaochuan, Governor of the Fund for the People's Republic of China. *IMF Annual Meetings, Governor's Statement*. 2016 No. 30, October 7.
7. Dobbs R., Lund S., Koller T., Shwayder A. QE and ultra-low interest rates: Distributional effects and risks. *McKinsey Global Institute, Discussion paper*. 2013. November, 61 pp.
8. Roach S. QE Turns Ten [online]. *Project Syndicate*. URL: <https://www.project-syndicate.org/commentary/lessons-from-a-decade-of-quantitative-easing-by-stephen-roach-2018-07?barrier=accesspay> [Accessed 15 Nov. 2018].
9. Rickards J. *Currency wars: the making of the next global crisis*. London: Penguin Books Ltd. 2011
10. Imbert F. The US economy grew at a 3.5% pace in the third quarter, faster than expected [online]. *CNBC*. URL: <https://www.cnbc.com/2018/10/26/first-read-on-us-q3-2018-gross-domestic-product.html> [Accessed 29 Oct. 2018].
11. Triami Media BV. Central banks, summary of current interest rates [online]. *Global-rates.com*. URL: <https://www.global-rates.com/interest-rates/central-banks/central-banks.aspx> [Accessed 29 Oct. 2018].
12. Weizsäcker E., Wijkman A. Come On! Capitalism, Short-termism, Population and the Destruction of the Planet. A Report to the Club of Rome. *Springer Science+Business Media LLC*. 2018.
13. Fintech and Financial Services: Initial Considerations. *IMF Staff Team*. IMF staff discussion note. 2017. SDN/17/05.
14. *Human Development Report 2014. Sustaining Human Progress: Reducing Vulnerabilities and Building Resilience*. New

---

підвищенням курсу долара одночасно на світових ринках зросли ціни на пшеницю у зв'язку з ризиками можливого скорочення врожаю через несприятливі погодні умови і скорочення площі посівів [35].

York: United Nations Development Programme, 2014.

15. International Capital Mobility: Structural Policies to Reduce Financial Fragility? *OECD Economics Department Policy Notes*, 2012. № 13, June

16. Global Financial Stability Report – A Decade after the Global Financial Crisis: Are We Safer? *International Monetary Fund*. Washington, DC, 2018. October.

17. World Development Indicators 2016. *World Bank*. Washington, DC. 2016. doi: <http://doi.org/10.1596/978-1-4648-0683-4>.

18. Avakov A. *Two thousand years of economic statistics: world population, GDP, and PPP*. New York: Algora Publishing, 2010.

19. Global Trends 2030: Alternative Worlds. *A publication of the National Intelligence Council*, USA, 2012.

20. Bats J., Houben A. Bank-based versus market-based financing: implications for systemic risk. *De Nederlandsche Bank*. 2017. Working Paper No. 577.

21. Вишне́вський В. П., Вишне́вська Е. Н., Матю́шин А. В., Шелу́дько Н. М. Монетарна вла́сть в соре́мненно́му ми́ре. Кто бро́сит ви́зов до́лару? Под ред. В.П. Вишне́вского и Н.М. Шелу́дько; ГУ "Инсти́тут еко́номики и про́гнози́рованя НАН України". Ки́ев: Акаде́мпериодика, 2017. 200 с.

22. Muslim Population Growth in Europe [online]. *Pew Research Center's Religion & Public Life Project*. URL: <http://www.pewforum.org/2017/11/29/europes-growing-muslim-population/> [Accessed 8 Nov. 2018].

23. Global financial stability report. Financial Stress and Deleveraging Macroeconomic Implications and Policy. *International Monetary Fund*. Washington, DC: IMF Multimedia Services Division, 2008.

24. Fawley B., Neely C. Four Stories of Quantitative Easing. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 2013. January/February, 95(1). pp. 51-88. doi: <http://dx.doi.org/10.20955/r.95.51-88>

25. The Fed – Policy Normalization [online]. *Board of Governors of the Federal Reserve System*. URL <https://www.federalreserve.gov/monetarypolicy/policy-normalization.htm> [Accessed 16 Nov. 2018].

26. The Employment Situation – October 2018. *Bureau of Labor Statistics*. U. S. Department of Labor, USDL-18-1739. 2018. 39 pp.

27. Martin W. Bank of England hikes rates for the 2nd time since the financial crisis. [online]. *Business Insider*. URL: <https://www.businessinsider.com/bank-of-england-interest-rate-decision-2018-8> [Accessed 16 Nov. 2018].

28. Fujioka T. BOJ to Consider Normalization During Next 5 Years, Kuroda Says [online]. *Bloomberg*. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-04-09/boj-to-consider-normalization-during-next-5-years-kuroda-says> [Accessed 16 Nov. 2018].

29. Liu Q. From Economic Crisis to World War III [online]. *Project Syndicate*. Retrieved from <https://www.project-syndicate.org/commentary/economic-crisis-military-conflict-or-structural-reform-by-qian-liu-2018-11> [Accessed 16 Nov. 2018].

30. 2017 Annual Report. *Bank of China Limited*. 2018. 397 pp.

31. Benjamin J. ECB holds rates steady – Enters final leg of QE purchases [online]. *Orbex Forex Trading Blog*. URL: <https://www.orbex.com/blog/en/2018/10/ecb-holds-rates-steady-enters-final-leg-of-qe-purchases> [Accessed 16 Nov. 2018].

32. Вишне́вський В. П., Вісе́цька О. В., Гаркуше́нко О. М., Князе́в С. І., Лях О. В., Че́кіна В. Д., Череватський Д. Ю. Смарт-проми́слові́сть в епо́ху ци́фрово́ї еко́номики: перспекти́ви, напра́ми і меха́нізми розви́тку: монографія / за ред. ака́д. НАН України В.П. Вишне́вського; НАН України, Ін-т еко́номики пром-сті. Ки́їв, 2018. 192 с.

33. Schwab K. The Great Reconstruction [online]. *Project Syndicate*. URL: <https://www.project-syndicate.org/onpoint/the-great-reconstruction-by-klaus-schwab-2019->

01?barrier=accesspay [Accessed 17 Feb. 2019].

34. Rising Interest Rates Tend to Be Bearish for Commodities [online]. *The Balance*. URL: <https://www.thebalance.com/rising-interest-rates-in-the-us-808940> [Accessed 03 Nov. 2018].

35. Торг уместен: Рост цен на пшеницу озадачил продавцов и покупателей [online]. *Российская газета*. 2018. URL: <https://rg.ru/2018/08/06/rost-cen-na-pshenicu-ozadachil-prodavcov-i-pokupatelej.html> [Accessed 03 Nov. 2018].

### References

1. Shvab, K. (2016). *Fourth industrial revolution*. Moscow: Eksmo, 138 p.

2. Vishnevsky, V. P., Shelud'ko, N. M. (2017). World monetary centres at the stage of global financial instability: risks, challenges and perspectives. *Econ. promisl.*, 4 (80). pp. 75-96. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2017.04.075>

3. Bernanke, B. (2012, August 31). Monetary Policy since the Onset of the Crisis. *Wyoming, Jackson Hole: Federal Reserve Bank of Kansas City Economic Symposium*, 24 pp.

4. Yellen, J. (2013). A Painfully Slow Recovery for America's Workers: Causes, Implications, and the Federal Reserve's Response. *A Trans-Atlantic Agenda for Shared Prosperity. A Conference Sponsored by the AFL-CIO, Friedrich-Ebert-Stiftung and the IMK Macroeconomic Policy Institute*, Washington, D.C. 18 pp.

5. Draghi, M. (2015, April 17). ECB: Euro area economic outlook, the ECB's monetary policy and current policy challenges. Statement by Mario Draghi, President of the ECB. *Prepared for the thirty-first meeting of the International Monetary and Financial Committee*, Washington DC,.

6. Zhou, Xiaochuan (2016, October 7). Statement by the Hon. Zhou Xiaochuan, Governor of the Fund for the People's Republic of China. *IMF Annual Meetings, Governor's Statement*, 30.

7. Dobbs, R., Lund, S., Koller, T., & Shwayder, A. (2013, November). QE and ultra-low interest rates: Distributional effects and risks. *McKinsey Global Institute, Discussion paper*, 61 pp.

8. Roach, S. (2018). QE Turns Ten [online]. *Project Syndicate*. Retrieved from <https://www.project-syndicate.org/commentary/lessons-from-a-decade-of-quantitative-easing-by-stephen-s-roach-2018-07?barrier=accesspay> [Accessed 15 Nov. 2018].

9. Rickards, J. (2011). *Currency wars: the making of the next global crisis*. London: Penguin Books Ltd.

10. Imbert, F. (2018). The US economy grew at a 3.5% pace in the third quarter, faster than expected [online]. *CNBC*. Retrieved from <https://www.cnbc.com/2018/10/26/first-read-on-us-q3-2018-gross-domestic-product.html> [Accessed 29 Oct. 2018].

11. Triami Media BV. (2018). Central banks, summary of current interest rates. [online] *Global-rates.com*. Retrieved from <https://www.global-rates.com/interest-rates/central-banks/central-banks.aspx> [Accessed 29 Oct. 2018].

12. Weizsäcker, E., & Wijkman, A. (2018). Come On! Capitalism, Short-termism, Population and the Destruction of the Planet. A Report to the Club of Rome. *Springer Science+Business Media LLC*.

13. *IMF Staff Team*. (2017). Fintech and Financial Services: Initial Considerations. IMF staff discussion note. SDN/17/05.

14. *UNDP*. (2014). Human Development Report 2014. Sustaining Human Progress: Reducing Vulnerabilities and Building Resilience. New York: United Nations Development Programme.

15. *OECD*. (2012). International Capital Mobility: Structural Policies to Reduce Financial Fragility? OECD Economics Department Policy Notes, № 13, June

16. *International Monetary Fund*. (2018). Global Financial Stability Report – A Decade after the Global Financial Crisis: Are We Safer? Washington, DC, October.

17. *World Bank* (2016). World Development Indicators 2016. Washington, DC:

World Bank. doi: <http://doi.org/10.1596/978-1-4648-0683-4>.

18. Avakov, A. (2010). *Two thousand years of economic statistics: world population, GDP, and PPP*. New York: Algora Publishing.

19. *National Intelligence Council*. (2012). *Global Trends 2030: Alternative Worlds*. a publication of the National Intelligence Council, USA.

20. Bats, J., & Houben, A. (2017). Bank-based versus market-based financing: implications for systemic risk. *De Nederlandse Bank*. Working Paper No. 577.

21. Vishnevsky, V. P., Vishnevskaya, E. N., Matiushin, A. V., & Sheludko, N. M. (2017). Monetary power in the modern world. Who will challenge the dollar? In V. P. Vishnevsky & N. M. Sheludko (Eds.); Institute of Economics and Forecasting, NAS of Ukraine. Kyiv: Akademperiodika, 200 p.

22. *Pew Research Center's Religion & Public Life Project*. (2017). Muslim Population Growth in Europe [online]. Retrieved from <http://www.pewforum.org/2017/11/29/europes-growing-muslim-population/> [Accessed 8 Nov. 2018].

23. *International Monetary Fund*. (2008). *Global financial stability report. Financial Stress and Deleveraging Macroeconomic Implications and Policy*. Washington, DC: IMF Multimedia Services Division.

24. Fawley, B., & Neely, C. (2013). Four Stories of Quantitative Easing. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, January/February, 95(1), pp. 51-88. doi: <http://dx.doi.org/10.20955/r.95.51-88>

25. *Board of Governors of the Federal Reserve System* (2018). The Fed - Policy Normalization [online]. Retrieved from <https://www.federalreserve.gov/monetarypolicy/policy-normalization.htm> [Accessed 16 Nov. 2018].

26. *Bureau of Labor Statistics* (2018). The Employment Situation – October 2018. U. S. Department of Labor, U.SDL-18-1739. 39 pp.

27. Martin, W. (2018). Bank of England hikes rates for the 2nd time since the financial crisis [online]. *Business Insider*. Retrieved from <https://www.businessinsider.com/bank-of-england-interest-rate-decision-2018-8> [Accessed 16 Nov. 2018].

28. Fujioka, T. (2018). BOJ to Consider Normalization During Next 5 Years, Kuroda Says [online]. *Bloomberg*. Retrieved from <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-04-09/boj-to-consider-normalization-during-next-5-years-kuroda-says> [Accessed 16 Nov. 2018].

29. Liu, Q. (2018). From Economic Crisis to World War III [online]. *Project Syndicat*. Retrieved from <https://www.project-syndicate.org/commentary/economic-crisis-military-conflict-or-structural-reform-by-qian-liu-2018-11> [Accessed 16 Nov. 2018].

30. *Bank of China* (2018). 2017 Annual Report. Bank of China Limited. 397 pp.

31. Benjamin, J. (2018). ECB holds rates steady – Enters final leg of QE purchases. *Orbex Forex Trading Blog* [online]. Retrieved from <https://www.orbex.com/blog/en/2018/10/ecb-holds-rates-steady-enters-final-leg-of-qe-purchases> [Accessed 16 Nov. 2018].

32. Vishnevsky, V. P., Vietska, O. V., Garkushenko, O. M., Kniaziev, S. I., Liah, O. V., Chekina, V. D., & Cherevatsky, D. Yu. (2018). *Smart industry in the digital era: perspectives, direct and me-hanzmi development*. In V. P. Vishnevsky (Ed.); NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine, 192 p.

33. Schwab, K. (2019). The Great Reconstruction [online]. *Project Syndicate*. Retrieved from <https://www.project-syndicate.org/onpoint/the-great-reconstruction-by-klaus-schwab-2019-01?barrier=accesspay> [Accessed 17 Feb. 2019].

34. *The Balance* (2017) Rising Interest Rates Tend to Be Bearish for Commodities [online]. Retrieved from <https://www.thebalance.com/rising-interest-rates-in-the-us-808940> [Accessed 03 Nov. 2018].

35. *Russian newspaper* (2018) Bargaining is appropriate: the rise in wheat prices puzzled sellers and buyers [online]. Retrieved from <https://rg.ru/2018/08/06/rost-cenna-pshenicu-ozadachil-prodavcov-i-pokupatelej.html> [Accessed 03 Nov. 2018].

**Валентин Павлович Вишнеvский,**

*академик НАН Украины*

Институт экономики промышленности НАН Украины

03057, Украина, Киев, ул. М. Капнист, 2.

E-mail: vishnevsky@nas.gov.ua

<https://orcid.org/0000-0002-8539-0444>

**Алекси Квилински,**

*доктор философии по экономике,*

Лондонская академия науки и бизнеса

W1U 6TU, Англия, Лондон, Бейкер-стрит, 120, 3 этаж.

E-mail: a.kwilinski@london-asb.co.uk

<https://orcid.org/0000-0001-6318-4001>

## **МОНЕТАРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ СТИМУЛИРОВАНИЯ ЭКОНОМИКИ В РАЗВИТЫХ СТРАНАХ: АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР**

В статье рассмотрены монетарные политики ведущих ЦБ мира, которые были успешно использованы для преодоления мирового финансово-экономического кризиса 2008-2009 гг. и теперь также являются важными факторами, определяющими современные тенденции развития глобальной экономики.

Последнее десятилетие (десятые годы XXI вв.) – это период не только развёртывания четвертой промышленной революции, но и одновременно – глобального распространения финансовой нестабильности, связанной, в том числе, с преодолением последствий мирового финансово-экономического кризиса 2008-2009 гг. Ведущие развитые страны, которые являются сегодня мировыми технологическими лидерами в Индустрии 4.0, сумели преодолеть этот кризис, прежде всего, с помощью монетарных механизмов. Для этого было изобретено и впервые применено нетрадиционная монетарная политика, которая предусматривала: количественные смягчения с соответствующим быстрым ростом обязательств центробанков; де-факто – проактивное поддержание множественности их целей, в том числе по обеспечению финансовой стабильности и снижению уровня безработицы; расширенное участие центробанков в финансировании бюджетных дефицитов правительств с размыванием разницы между монетарной и фискальной политиками.

Принятые меры способствовали преодолению в основном рецессии в развитом мире и переходу на траекторию экономического роста. Нынешние меры по нормализации монетарной политики, которую начали США, предусматривают постепенное повышение ключевых процентных ставок и свёртывание балансов центробанков. Однако де-факто в значительной части развитого мира (ЕС, Японии) эпоха нетрадиционной монетарной политики все ещё продолжается.

В целом последствия этой политики можно оценивать по-разному. Но трудно отрицать два главных вывода: первый – когда это нужно для преодоления препятствий на пути развития экономики, специалисты и политики развитых стран без колебаний отказываются от рыночных догм и применяют новые, нетрадиционные инструменты регулирования, которые до этого считались неприемлемыми; второй – благодаря, в том числе, этим нетрадиционным инструментам доллар США и евро сохранили своё лидерство среди мировых валют. Это, в свою очередь означает, что США и другие развитые страны, входящие в узкую кампанию мировых монетарных центров, несмотря даже на негативные последствия производственного офшоринга, сохраняют шансы на удержание ведущих позиций в сфере новейших промышленных технологий, поскольку эти технологии уже теперь не просто кибер-физические, а кибер-финансово-физические.

*Ключевые слова:* монетарная политика, центральный банк, финансовая нестабильность, нормализации монетарной политики, промышленная революция.

**Valentin P. Vishnevsky,**

*Fellow of the NAS of Ukraine*

Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine

03057, Ukraine, Kyiv, 2 M. Kapnist Str.

E-mail: vishnevsky@nas.gov.ua

<https://orcid.org/0000-0002-8539-0444>

**Aleksy Kwilinski,**

*PhD in Economics,*

The London Academy of Science and Business

W1U 6TU, England, London, 120 Baker Street, 3rd Floor.

E-mail: a.kwilinski@london-asb.co.uk

<https://orcid.org/0000-0001-6318-4001>

## MONETARY MECHANISMS OF AN ECONOMY STIMULATION IN DEVELOPED COUNTRIES: AN ANALYTICAL REVIEW

The paper considers the monetary policy of leading Central Banks of the world that have been successfully used to overcome the global financial and economic crisis of 2008-2009 and now is also an important determinant of the modern development trends in the global economy.

The last decade (the last ten years of the XXI century) is the period of the Fourth industrial revolution. But at the same time, this is a period of global spread of financial instability, including overcoming the consequences of the global financial and economic crisis of 2008-2009. Advanced developed countries, which today are the world's technological leaders in Industry 4.0, managed to overcome this crisis, primarily through monetary mechanisms. For this purpose, a non-traditional monetary policy was invented and applied for the first time, which included: quantitative easing with a corresponding rapid growth of Central banks' liabilities; *de facto* proactive maintaining a plurality of their goals, including ensuring financial stability and reducing unemployment; expanded participation of Central banks in financing government budget deficits with blurring the difference between monetary and fiscal policies.

The measures taken helped to overcome the recession in the developed world and the transition to the trajectory of an economic growth. Current measures to normalize monetary policy, which the United States began, provide for a gradual increasing in the key interest rates and shrinking balance sheets of central banks. However, *de facto*, in much of the developed world (EU, Japan) the era of unconventional monetary policy is still going on.

In general, the impact of these policies can be assessed in different ways. But it is difficult to deny two main conclusions. First, when it is necessary to overcome obstacles to the economic development, specialists and politicians of advanced countries do not hesitate to abandon market dogmas and apply new, non-traditional regulatory instruments, which were previously considered unacceptable. And the second conclusion is that, as a result, among other things, of these non-traditional instruments' implementation, the U.S. Dollar and the Euro have retained their leadership among the world currencies. This, in turn, means that the United States, as well as other advanced countries, that are a part of a narrow group of global monetary centres, despite the negative consequences of industrial offshoring, retains the chances of holding a leading position in the field of advanced industrial technologies, since these technologies are no longer just cyber-physical, but cyber-financial-physical.

*Keywords:* monetary policy, central bank, financial instability, monetary policy normalization, industrial revolution.

JEL: E520, E580, O250.

*Формат цитування:*

Вишневецький В. П., Квілінські А. Монетарні механізми стимулювання економіки в розвинених країнах: аналітичний огляд. *Економіка промисловості*. 2019. № 1 (85). С. 30-50. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.01.030>

Vishnevsky, V. P., & Kwilinski, A. (2019). Monetary mechanisms of an economy stimulation in developed countries: an analytical review. *Econ. promisl.*, 1 (85), pp. 30-50. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.01.030>

Надійшла до редакції 12.02.2019 р.

**Вікторія Денисівна Чекіна,***канд. екон. наук, с.н.с.*Інститут економіки промисловості НАН України  
03057, Україна, м. Київ, вул. М. Капніст, 2.E-mail: [vdchekina@gmail.com](mailto:vdchekina@gmail.com)<https://orcid.org/0000-0003-2118-901X>**Святослав Ігорович Князєв,***канд. екон. наук, с.н.с. учений секретар*

Відділення економіки НАН України

Президія Національної академії наук України  
01030, Україна, м. Київ, вул. Володимирська, 54.E-mail: [ksi@nas.gov.ua](mailto:ksi@nas.gov.ua)<https://orcid.org/0000-0002-5308-4960>

## АНАЛІЗ ВПЛИВУ BIG DATA AND ANALYTICS НА РЕАЛЬНИЙ І ДЕРЖАВНИЙ СЕКТОРИ ЕКОНОМІКИ ТА ПРОБЛЕМИ ЇХ ОЦІНЮВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ

Однією з базових технологій, на якій ґрунтується цифрова трансформація економіки, є великі дані та їх аналіз (Big Data and Analytics). Упровадження цієї технології у виробництво дозволяє оптимізувати якість продукції, скоротити енергетичні витрати, поліпшити обслуговування обладнання та систем виробництва й управління. А використання великих даних у державному секторі розглядається як інструмент побудови більш безпечного суспільства, удосконалення адміністративних функцій, прогнозування та зменшення державних витрат.

Окреслено переваги і бар'єри впровадження великих даних у діяльність підприємств та організацій, проаналізовано основні напрями функціонування компаній, які пропонують технічну підтримку та інші послуги, пов'язані з використанням Big Data. Встановлено, що новий напрям бізнесу, заснований на управлінні та аналізі великих даних, є найбільш динамічним та зростаючим сегментом ІТ-індустрії.

Дослідження показало, що наразі існує дефіцит визнаної на державному рівні статистичної інформації щодо використання Big Data and Analytics у діяльності підприємств та їх впливу на кінцевий випуск товарів і послуг в економіці.

Запропоновано вдосконалити визначення терміна "товар" у "Класифікації видів економічної діяльності ДК 009:2010" Національного класифікатора України та звернути увагу на показники, які можуть виступати маркерами для аналізу розвитку вітчизняного ринку Big Data: кількість компаній, що працюють у сфері аналізу великих даних (вендорів Big Data), обсяг доходів цих компаній від виробництва обладнання та програмного забезпечення для аналізу великих даних, кількість компаній та підприємств, що використовують аналіз великих даних у своїй діяльності (розмір, види діяльності, регіони), обсяг інвестицій підприємств у великі дані, частку доходу компаній та підприємств, створену за рахунок використання великих даних тощо.

*Ключові слова:* великі дані та аналітика (Big Data and Analytics), ринок Big Data, цифрові технології, оптимізація, прогнозування, статистична інформація, статистичні методи, оцінювання.

© В. Д. Чекіна, С. І. Князєв, 2019

За даними досліджень Boston Consulting Group<sup>1</sup> (BCG) "Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries" ("Промисловість 4.0: майбутнє виробництва та зростання у галузях промисловості) однією з базових технологій, на якій ґрунтується цифрова трансформація економіки, є аналіз великих даних (Big Data and Analytics) як одна з компонентів інформаційно-комунікаційних систем<sup>2</sup> [2].

Наразі існує велика кількість визначень Big Data and Analytics, проте всі вони зводяться до того, що великі дані (Big Data) – це термін, який застосовується до наборів даних, розмір або тип яких виходить за межі можливостей традиційних реляційних баз даних. Великі дані підпадають під одну або кілька характеристик – великий обсяг, висока швидкість або велика різноманітність та надходять з Інтернету, датчиків, пристроїв, відео / аудіофайлів, файлів журналів, транзакційних додатків, велика частина з яких генерується в режимі реального часу і в дуже великих масштабах.

Аналітика великих даних (Big Data Analytics) дозволяє дослідникам і бізнескористувачам приймати більш якісні та швидкі рішення з використанням даних, які раніше були недоступні або непридатні для використання. Застосовуючи передові методи аналізу, такі як аналіз тексту, машинне навчання, прогнозна аналітика, інтелектуальний аналіз даних, статистика й обробка природною мовою, підприємства можуть аналізувати раніше не використані джерела даних незалежно або разом зі сво-

їми існуючими корпоративними даними, щоб отримувати нові ідеї, що приводить до прийняття більш ефективних і швидких рішень [3].

Важливість використання аналізу великих даних важко переоцінити, оскільки впровадження цієї технології у виробництво дозволяє оптимізувати якість продукції, знизити енергетичні витрати, поліпшити обслуговування обладнання та систем виробництва й управління. Використання аналітики великих даних у діяльності державних установ та організацій дозволяє скоротити державні витрати та змінює підходи до надання державних послуг населенню.

У зв'язку з цим питання оцінки переваг і бар'єрів впровадження великих даних у діяльність підприємств, аналізу основних напрямів функціонування компаній, які пропонують технічну підтримку та інші послуги, пов'язані з використанням Big Data, є вкрай актуальними та знаходять своє відображення в багатьох сучасних доробках.

Загальні дані та концептуальні положення про Big Data й можливості їх використання розкрито в роботах К. Taylor-Sakyi [4], P.C. Zikopoulos, C. Eaton, D. de Roos, T. Deutsch, G. Lapis [5]. Ученими досліджено трансформування підходів до визначення великих даних, надано характеристики Big Data та проаналізовано їх джерела, визначено можливості використання цього інструменту шляхом застосування хмарних компонентів, проведено оцінку інструментів інтелектуального аналізу. Окремо слід відзначити, що всі дослідники вказують на ризики використання Big Data в частині конфіденційності даних (достатності алгоритмів шифрування, надійності та цілісності даних, проблем зберігання Big Data та інших недоліків нових цифрових технологій).

Сфери застосування великих даних, основні відомості про діяльність Big Data аналітиків і технологічні компоненти середовища великих даних окреслено Хіаоменг Су [6], ключові тренди та важливість

<sup>1</sup> Boston Consulting Group (BCG) – міжнародна консалтингова компанія з понад 80 офісами по всьому світу. Надає консультації провідним організаціям з питань інноваційного розвитку, трансформації, управління ланцюгами поставок, стратегій створення вартості тощо. Займає друге місце серед 100 кращих компаній "Fortune's 100 Best Companies to Work For".

<sup>2</sup> Більш детально про ІКТ можна дізнатися, наприклад, в роботі О.М. Гаркушенко "Інформаційно-комунікаційні технології в епоху становлення смарт-промисловості: проблеми визначення та умови розвитку" [1].

використання великих даних у життєдіяльності людини наведено у монографії М. Minelli, М. Chambers, А. Dhiraj [7]. Важливість використання великих даних у діяльності підприємств та організацій розкрито авторами на прикладах із різних галузей економіки; детально проаналізовано деякі аспекти створення культури та організаційної структури, а також мультидисциплінарного підходу у підготовці фахівців для роботи з великими даними.

Серед вітчизняних учених, які досліджують розвиток великих даних і можливості їх застосування для потреб органів статистики, слід відзначити В. Саріогло [8]. Автором проаналізовано питання потенційної можливості використання в офіційній державній статистиці великих даних із визначенням їх переваг та окреслено проблеми, які необхідно вирішувати при використанні Big Data; наведено аргументи щодо подальшого використання статистичного моделювання, моделювання поведінки, переваг, настроїв, інформаційного впливу як ефективних інструментів використання великих даних.

Перспективи розвитку цієї технології та проблеми впровадження великих даних у діяльність вітчизняних компаній висвітлено в роботі Л. Самойленко, де науковцем виконано аналіз ринку Big Data в Україні з порівнянням розвитку цього ринку в зарубіжних країнах і надано рекомендації щодо його подальшого розвитку, а саме: впровадження автоматизації бізнес-процесів, аналітики і широке застосування технологій великих даних [9].

Актуальність використання моделі Big Data в бізнес-процесах розкрито К. Шіковець та В. Мінаковою: досліджено історію та причини виникнення великих даних, проаналізовано перспективи впровадження цього інструменту в діяльність підприємств, наведено приклади застосування Big Data для підвищення конкурентоспроможності [10].

Оцінку застосування великих даних у публічному управлінні викладено в роботі О. Орлова [11]. Автором досліджено мож-

ливості використання інформаційних ресурсів у системі публічного управління, а саме: проаналізовано проблеми впровадження системи Електронного врядування в Україні, виявлено переваги та обмеження використання великих даних у реформованні державного управління, розглянуто питання застосування Big Data зарубіжними державними органами.

І якщо спочатку такі роботи були поодинокими, то з кожним роком дослідників, які виявляють інтерес до впровадження нових технологій у життя, стає все більше – нові відомості про цифрові технології, з одного боку, надають надію та натхнення щодо нових можливостей економічного зростання, а з іншого – несуть проблеми та ризики, які слід урахувувати задля уникнення негативних явищ.

*Метою* статті є визначення переваг та бар'єрів впровадження великих даних у діяльність підприємств та організацій, дослідження основних напрямів функціонування компаній, які пропонують технічну підтримку щодо використання великих даних, та розробка пропозицій з удосконалення методичних підходів до оцінки розвитку вітчизняного ринку Big Data.

Досить непомітно цифрові технології увійшли в життя кожної людини. Великі дані не є виключенням, адже оцифрування надало можливості накопичувати і зберігати великі масиви структурованої та неструктурованої інформації. І якщо спочатку таку інформацію використовували лише для маркетингу, кредитування та логістики, наразі в інформаційних потоках виділяють конкретні дані, які дозволяють зосереджуватися на вдосконаленні окремих виробничих процесів.

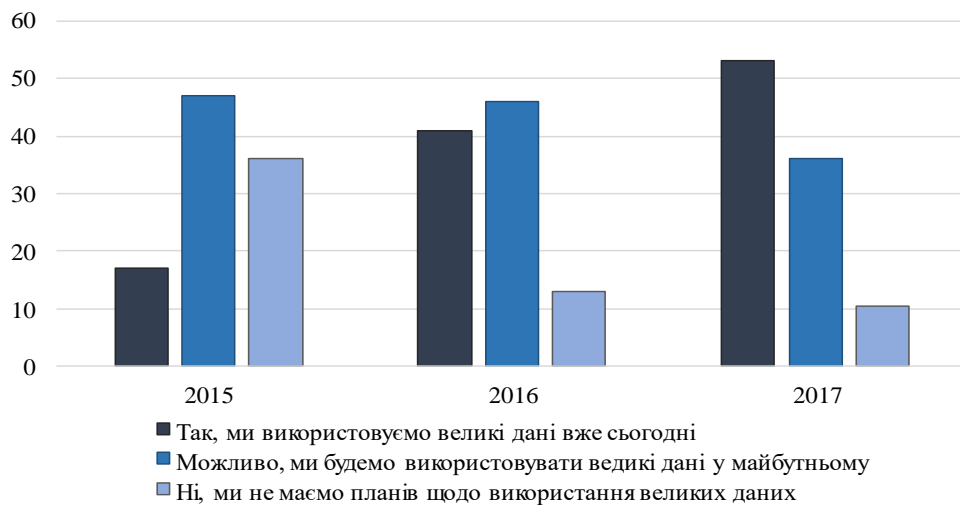
Так, наприклад, у дослідженні McKinsey<sup>1</sup> наводяться дані про те, як за допомогою використання аналізу великих даних

<sup>1</sup> McKinsey – міжнародна консалтингова фірма, яка обслуговує широкий спектр приватних, державних і соціальних інституцій. Спеціалізується на вирішенні завдань, пов'язаних зі стратегічним управлінням. Разом із Bain & Company та BCG входить до так званої "Великої трійки".

можна підвищити ефективність роботи вітряної електростанції шляхом правильного налаштування турбін, які оптимізують рівень вітру. Вони вироблятимуть енергії на 10% більше з тією самою кількістю вітру [12]. А використання великих даних виробником напівпровідників Infineon Technologies наведено у звіті BCG: шляхом співставлення даних чипів із технологічними даними, зібраними у процесі виробництва, на підприємстві змогли визначити моделі, які допомагають ідентифікувати пошкоджені чипи на початку процесу ви-

робництва та поліпшити якість продукції [13].

За даними опитування NewVantage Partners, близько 85,5% підприємств планують або вже використовують аналіз великих даних, проте тільки 37,1% досягли успіху в цьому напрямі [14]. У звіті Dresner Advisory Services "Big Data Analytics Market Study" ("Дослідження ринку аналітики великих даних") у 2017 р. великі дані у своїй діяльності використовували 53% компаній, що на 36% більше, ніж у 2015 р. (рис. 1).



Складено за джерелом [15].

Рисунок 1. Упровадження Big Data у 2015-2017 рр., % (за даними Dresner Advisory Services, LLC)

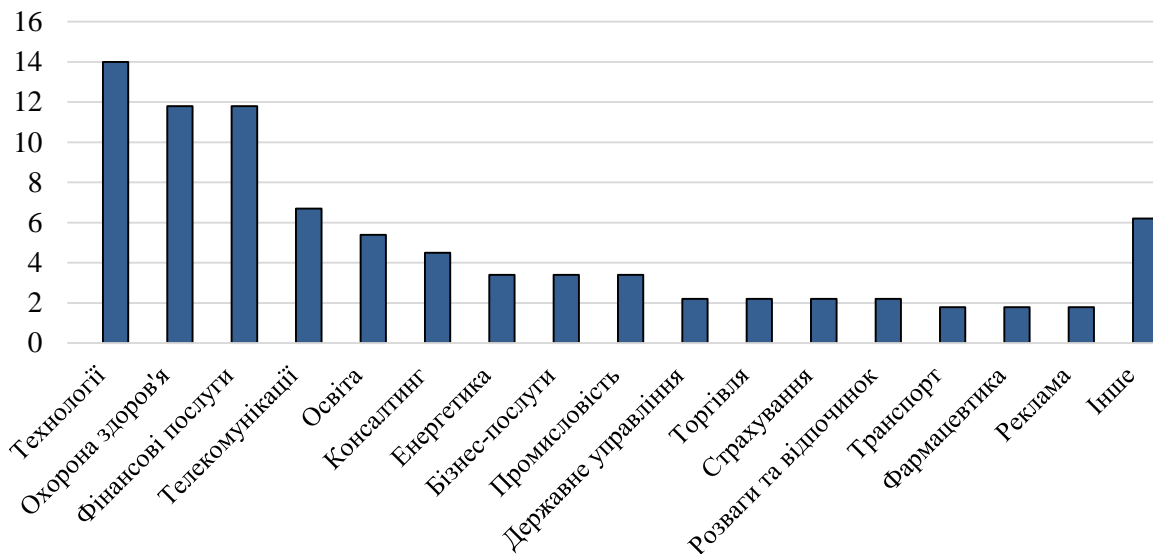
Найбільш активно технологію Big Data використовують у таких галузях, як технології (14%), охорона здоров'я, фінансові послуги (12%), телекомунікації (7%), освіта, послуги консультування (5%), енергетика, промисловість та бізнес-послуги (3%) (рис. 2).

Найбільшу віддачу від аналізу великих даних підприємства отримують за рахунок скорочення витрат і створення нових можливостей для інновацій: 49,2% підприємств зазначили, що змогли зменшити обсяг операційних витрат за рахунок інвестицій у великі дані, 44,3% – знайти нові можливості для інновацій, 27,9% підприємств

вдалося створити та налагодити ефективну систему використання Big Data (Data-Driven Culture) [14].

Фахівці з McKinsey Analytics у глобальному огляді "Analytics comes of age" ("Аналітика досягла повноліття") визначили сфери бізнесу, на які великі дані мають найбільший вплив [16]. Дані було зібрано шляхом онлайн-опитування 530 керівників компаній вищої ланки з різних регіонів та галузей.

Так, за їх даними аналіз великих даних суттєво змінив практику продажів і сферу маркетингу та значно вплинув на сферу галузевих науково-дослідних і дос-



Складено за [15].

Рисунок 2. Сфери впровадження Big Data у діяльність підприємств (за даними Microstrategy.com)

лідно-конструкторських робіт (НДДКР). Також ця цифрова технологія використовуються у ланцюжках постачання, управлінні персоналом, виробництві та інших сферах діяльності підприємств.

За результатами огляду зростаюча частка компаній використовує великі дані для генерування доходів (або отримання "нових" доходів). Монетизація Big Data відбувається шляхом створення більшої цінності компанії для клієнтів та бізнесу через розробку нових бізнес-моделей, створення пулів із компаній суміжних галузей, що використовують великі дані, додавання нових послуг, нових напрямів і видів збуту продукції, підвищення рівня якості продукції тощо. Було встановлено, що частка монетизованих Big Data у загальних доходах компаній, які використовують аналіз великих даних для генерування доходів, може складати більше 20% [16].

З кожним роком усе стрімкіше розвивається новий напрям використання великих даних – упровадження результатів прогностичних моделей Big Data (аналітики великих даних) у державний сектор економіки. Урядові організації по всьому світу

вже давно оцінили значущість володіння великими масивами інформації. Тепер, коли з'явилася можливість управління ними, держави отримали інструмент для ефективного використання великих даних з метою побудови більш безпечного суспільства, удосконалення адміністративних функцій, прогнозування та зменшення державних витрат.

Аналіз великих даних дозволяє прогнозувати поведінку людини в суспільстві, її реакцію на форс-мажорні обставини, що надає органам поліції та органам управління з питань надзвичайних ситуацій нові можливості для розробки предиктивної політики та коригування своїх планів і завдань – від рейдів по ігрових залах до прогнозування можливих місць загоряння об'єктів. Тут можна додати, що великі дані можуть стати в нагоді при реагуванні уряду на швидко мінливі події, що змінюють настрої суспільства, показуючи його незадоволення або потребу в допомозі.

Big Data надають великі можливості для скорочення часу та державних коштів у сфері оподаткування, оскільки особисті дані платників, які збираються державними податковими органами, найчастіше дублю-

ється кілька разів та зберігаються в кількох місцях одночасно – платники повинні заповнювати нові форми з інформацією, яку урядові органи вже мають. Тепер цього можна уникнути, адже інструментарій аналітики великих даних дозволяє систематизувати, оновлювати та використовувати накопичений обсяг інформації без додаткових витрат грошей та часу.

Інструментарій великих даних може допомогти мінімізувати шахрайство у сфері податків і соціального забезпечення населення шляхом виявлення патернів для пошуку підозрілих транзакцій у режимі реального часу – отримання державної допомоги, пільг при одночасному отриманні великого доходу з різних джерел.

На рівні надання медичних послуг великі дані можуть допомогти спрогнозувати потреби щодо охорони здоров'я на основі даних про аварії, хвороби, екологію, соціальний стан тощо.

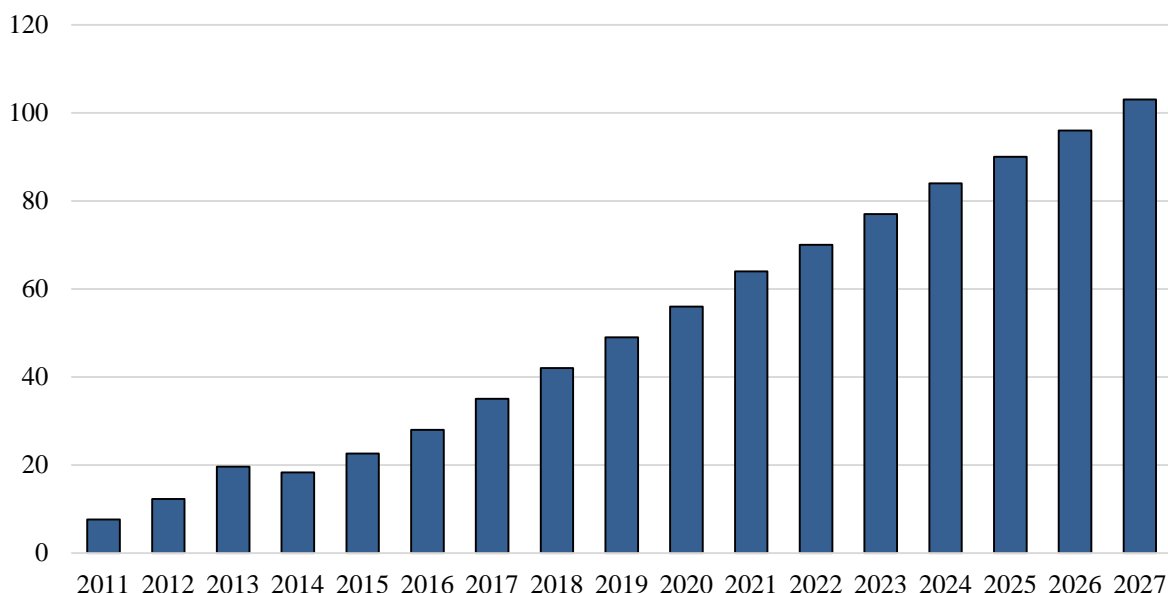
Окремо слід відзначити, що економія державних коштів може відбуватися навіть на рівні контролю за роботою урядових чиновників, їх відрядженнями тощо.

Проте разом з успішним досвідом використання великих даних підприємства та організації вказують на такі бар'єри впровадження Big Data: недостатньо підготов-

лена організаційна структура (42,6%), відсутність розуміння на середньому рівні управління (41,0%), опір чи нерозуміння (41,0%), відсутність узгодженої стратегії (29,5%), відсутність спільного бачення (26,2%), відсутність політики та практики управління великими даними (21,3%) [14]. Тому підприємствам допомагають компанії, які пропонують технічну підтримку й інші послуги, пов'язані з використанням Big Data.

Наразі новий напрям бізнесу, заснований на управлінні великими даними та їх аналізі, є найбільш динамічним і зростаючим сегментом ІТ-індустрії. Клієнтами компаній, що спеціалізуються на великих даних, виступають як великі корпорації, так і малі підприємства. За прогнозами статистичного порталу Statista [17] ринок Big Data (продаж комерційних технологій, обладнання, програмного забезпечення та послуг Big Data) у 2027 р. становитиме близько 103 млрд дол. (рис. 3).

Для оцінки розвитку ринку Big Data за даними журналу CRN, який щорічно публікує список "Big Data 100", де зібрано провідні компанії ринку Big Data, складено список топ-5 компаній цієї сфери (див. таблицю).



Складено за джерелом [17].

Рисунок 3. Прогноз розвитку ринку Big Data and Analytics від Statista

Таблиця. Топ-5 компаній ринку Big Data (2016-2018 рр.)<sup>1</sup>

№	2016	2017	2018
<b>Бізнес-аналітика</b>			
1	Algorithmia	Alpine Data Labs	Alteryx
2	Alpine Data Labs	Alteryx	Anodot
3	Alteryx	Anodot	Arcadia Data
4	Arcadia Data	Arcadia Data	Attivio
5	Attivio	Attivio	Birst
<b>Управління даними та інтеграція</b>			
1	Alation	Alation	1010 Data
2	AtScale	AtScale	Actian
3	Attunity	Attunity	Alation
4	Bedrock Data	Bedrock Data	AtScale
5	Confluent	Confluent	Attunity
<b>Платформа великих даних</b>			
1	Altiscale	Amazon Web Services	Amazon Web Services
2	Amazon Web Services	BlueData Software	BlueData Software
3	BlueData Software	Cazena	Cazena
4	BlueTalon	Cloudera	Cloudera
5	Cazena	Dell Technologies	Dell Technologies

<sup>1</sup> Складено за джерелами [18-20].

Перша п'ятірка – це компанії, що спеціалізуються на бізнес-аналізі та розробці програмного забезпечення для бізнес-аналізу, аналітики і візуалізації.

Друга п'ятірка – компанії, що розробляють технології для управління великими даними та їх інтеграції. Програмне забезпечення, яке пропонується компаніями, використовується для багатовимірного аналізу, бізнес-аналітики й управління даними.

Третя п'ятірка – це компанії, які пропонують підприємствам обладнання (апаратні сервери) та програмне забезпечення (програмні платформи, електронні додатки, хмарні сервіси тощо), а також інфраструктурні технології обробки великих даних.

Як видно з таблиці, ринок Big Data є дуже динамічним – щороку відбувається зміна лідерів, які нарощують капітал та мають високі фінансові показники. Так, наприклад, доходи компанії Alteryx – лідера у сфері бізнес-аналітики – у 2016 р. становили 85,8 млн дол., у 2017 р. – 136,1 [21], а за I квартал 2018 р. – 42,8 млн дол. [22]. Другий рік поспіль тримають свої позиції компанії-лідери у сфері хмарних техноло-

гій.<sup>1</sup> Доходи Amazon від Amazon Web Services у 2016 р. склали 12 387 млн дол., у 2017 р. – 17 458, за I квартал 2018 р. – 5 442 млн дол. [23]. Саме Amazon Web Services є основним засобом отримання прибутку корпорації Amazon.

Тобто з'явився новий сегмент економіки, що виробляє додану вартість. У Повідомленні Комісії Європейському парламенту та Раді "Time to establish a modern, fair and efficient taxation standard for the digital economy" ("Час для створення сучасного, справедливого та ефективного стандарту оподаткування в цифровій економіці"), яке було оприлюднено у березні 2018 р., наводяться дані про те, що цінність економіки Big Data у ЄС у 2020 р. становитиме близько 739 млрд євро, що дорівнюватиме 4% загального обсягу ВВП ЄС [24].

<sup>1</sup> Слід пояснити, що до групи "Big Data Platform" потрапили тільки компанії, основною діяльністю яких є розробка та реалізація обладнання і програмного забезпечення для обробки Big Data у хмарному просторі. Вочевидь, через це гіганти-провайдери хмарних сервісів, такі як Microsoft або IBM, не увійшли до списку "Big Data 100".

При визначенні впливу цифровізації на обсяг ВВП доцільно враховувати такий показник, як доходи підприємств, що працюють у сфері програмного забезпечення, обладнання та послуг Big Data.

Однак за таким запитом знайти інформацію у державних статистичних управліннях не вдалося. При цьому комерційні статистичні платформи, типу Statista [25], а також великі аналітичні корпорації, такі як Gartner [26], IDC [27], Forrester Research [28] та ін., дослідження яких базуються на даних клієнтських баз (а це сотні та тисячі корпорацій та підприємств), таку інформацію мають і надають, проте вартість окремих матеріалів може становити до 5 тис. дол. за один звіт. Втім уже з'являються компанії, створені як співтовариства фахівців-практиків і консультантів, які спільно використовують відкриті довідкові матеріали з відкритим вихідним кодом (наприклад, Wikibon [29]).

Підводячи *короткі підсумки*, доцільно відзначити, що оскільки монетизація великих даних розпочалася не так давно, і цей процес швидко розповсюджується, урядам країн варто замислитися над тим, щоб розробити визнану на державному рівні методику оцінювання впливу великих даних на збільшення доходів, створення доданої вартості та ВВП загалом. Основними показниками для такої методики можуть виступати:

а) для оцінки постачальників Big Data – кількість компаній, що працюють у сфері великих даних (вендорів Big Data), обсяг доходів цих компаній від виробництва програмного забезпечення для великих даних та їх аналізу, а також вартість послуг, пов'язаних зі збором, зберіганням й аналізом великих даних;

б) для оцінки споживачів Big Data – кількість компаній та підприємств, що використовують Big Data у своїй діяльності (розмір, види діяльності, регіони), обсяг витрат підприємств на великі дані, частка доходу компаній та підприємств, створена

за рахунок використання великих даних тощо.

Таким чином, у розпорядженні статистичних управлінь з'явилася б інформація, яку можна було б використовувати для оцінки розвитку вітчизняного ринку Big Data, аналізу діяльності підприємств на сучасному етапі та розробки прогнозів розвитку економіки в умовах цифровізації.

Для збору показників діяльності підприємств – споживачів великих даних Держкомстату України потрібно буде розробити нові статистичні форми, а підприємствам – виокремлювати, можливо, оціночним методом, частку доходів, отриманих завдяки Big Data.

Що стосується збору статистичної інформації по новому бізнесу, створеному Big Data, то тут складніше, оскільки зрозуміло, що в переліку кодів видів економічної діяльності за національним класифікатором такого виду діяльності не існує. Проте така діяльність могла б бути віднесена до розділу 62 "Комп'ютерне програмування, консультування та пов'язана з ними діяльність" секції J "Інформація та телекомунікації".

У 2017 р. Міжнародний валютний фонд опублікував дослідження "Big Data: Potential, Challenges, and Statistical Implications" ("Великі дані: потенціал, виклики та статистичні наслідки"), де було запропоновано класифікацію великих даних (продукції), яка відповідає макроекономічній та фінансовій статистиці [30]. Серед них: соціальні мережі (інформація про людські ресурси), традиційні бізнес-системи, Інтернет речей (машинні дані).

Для збору більш детальної інформації про діяльність компаній – постачальників великих даних можна скористатися досвідом німецької компанії "Experton Group", яка розробила Методику оцінювання вендорів Big Data та використовує її для проведення щорічного моніторингу цього ринку (наприклад, "Big Data Vendor Benchmark 2015" [31]).

Також доцільним є виправлення визначення терміна "товар" у "Класифікації видів економічної діяльності ДК 009:2010" Національного класифікатора України, оскільки завдяки стрімким темпам цифровізації товари вже давно є не тільки матеріальними об'єктами – оцифровані товари та програмне забезпечення не потрібно транспортувати, проте вони є предметом купівлі, продажу або обміну і не належать до послуг.

Оскільки національні класифікатори розробляються згідно з International Standard Industrial Classifications of All Economic Activities (ISIC)<sup>1</sup>, можна прогнозувати, що через стрімкий розвиток цифровізації та зростання ролі інформаційної індустрії в недалекому майбутньому деякі види економічної діяльності буде переглянуто, а деякі додано до переліку. Також будуть розроблені методики щодо вимірювання впливу великих даних (та інших технологій цифровізації) на розвиток економіки. Проте все це стане можливим тільки після того, як буде узгоджено та загально прийнято визначення терміна "цифрова економіка" або "інформаційна індустрія", або "цифровий сектор економіки", розроблено його класифікацію та класифікацію його продуктів тощо.

### Література

1. Гаркушенко О. Н. Информационно-коммуникационные технологии в эпоху становления смарт-промышленности: проблемы определения и условия развития. *Економіка промисловості*. 2018. № 2 (82). С. 50-75. doi: <http://dx.doi.org/10.15407/econindustry2018.02.050>

2. Rüßmann M., Lorenz M., Gerbert P., Waldner M., Justus J., Engel P., Harnisch M. Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. Boston Consulting Group. 2015. 20 p.

---

<sup>1</sup> International Standard Industrial Classifications of All Economic Activities (ISIC) – Міжнародна стандартна галузева класифікація всіх видів економічної діяльності.

3. Big Data Analytics Ibm.com. Available: <https://www.ibm.com/analytics/hadoop/big-data-analytics> (last accessed 21.02.2019).

4. Taylor-Sakya K. Big Data: Understanding Big Data. *Researchgate.net*. Available: [https://www.researchgate.net/publication/291229189\\_Big\\_Data\\_Understanding\\_Big\\_Data](https://www.researchgate.net/publication/291229189_Big_Data_Understanding_Big_Data) (last accessed 16.02.2019).

5. Zikopoulos P. C., Eaton C., deRoos D., Deutsch T., Lapis G. Understanding Big Data. Analytics for Enterprise Class Hadoop and Streaming Data. Chicago: McGraw-Hill Osborne Media, 2011. 166 p.

6. Su X. Introduction to Big Data. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Available: <https://www.ntnu.no/iie/fag/big/lessons/lesson2.pdf>. (last accessed 16.02.2019).

7. Minelli M., Chambers M., A. Dhiraj. Big Data, Big Analytics: Emerging Business Intelligence and Analytic Trends for Today's Businesses. s.l: John Wiley & Sons, 2013. 205 p.

8. Сариогло В. Г. "Великі дані" як джерело інформації та інструментарій для офіційної статистики: потенціал, проблеми, перспективи. *Статистика України*. 2016. № 4. С. 12-19.

9. Самойленко Л. Б. Можливості та проблеми застосування технологій Big Data вітчизняними компаніями. *Ефективна економіка*. 2018. № 1. URL: [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/1\\_2018/59.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/1_2018/59.pdf) (дата звернення: 15.02.2019).

10. Мінакова В. П. Актуальність використання моделі Big Data в бізнес-процесах. *Економіка і суспільство*. 2017. Вип. № 10. С. 892-896.

11. Орлов О. В. Великі дані у публічному управлінні: технології майбутнього. *Державне будівництво*. 2016. № 1. С. 1-11.

12. How companies are using big data and analytics. McKinsey & Company. Available: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/how-companies-are-using-big-data-and-analytics> (last accessed 16.02.2019).

13. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. The Boston Consulting Group. Available: <https://www.bcg.com/publications/2015/>

engineered\_products\_project\_business\_industry\_4\_future\_productivity\_growth\_manufacturing\_industries.aspx (last accessed 12.02.2019).

14. Big Data Business Impact: Achieving Business Results through Innovation and Disruption. Big Data Executive Survey 2017. Executive Summary of Findings. NewVantage Partners LLC. Available: <http://newvantage.com/wp-content/uploads/2017/01/Big-Data-Executive-Survey-2017-Executive-Summary.pdf> (last accessed 26.01.2019).

15. Big Data Analytics Market Study. Wisdom of Crowds Series. *Microstrategy.com*. Available: [https://www.microstrategy.com/getmedia/cd052225-be60-49fd-ab1c-4984ebc3cde9/Dresner-Report-Big\\_Data\\_Analytic\\_Market\\_Study-WisdomofCrowdsSeries-2017](https://www.microstrategy.com/getmedia/cd052225-be60-49fd-ab1c-4984ebc3cde9/Dresner-Report-Big_Data_Analytic_Market_Study-WisdomofCrowdsSeries-2017) (last accessed 11.02.2019).

16. Analytics comes of age. *McKinsey & Company*. Available: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Analytics/Our%20Insights/Analytics%20comes%20of%20age/Analytics-comes-of-age.ashx> (last accessed 11.02.2019).

17. Forecast of Big Data market size, based on revenue, from 2011 to 2027 (in billion U.S. dollars). *Statista. The Statistics Portal*. Available: <https://www.statista.com/statistics/254266/global-big-data-market-forecast/> (last accessed 21.01.2019).

18. 2016 Big Data 100. *CRN*. Available: <https://www.crn.com/news/applications-os/300080545/the-2016-big-data-100.htm> (last accessed 26.01.2019).

19. 2017 Big Data 100. *CRN*. Available: <https://www.crn.com/news/applications-os/300084738/the-2017-big-data-100.htm> (last accessed 26.01.2019).

20. 2018 Big Data 100. *CRN*. Available: <https://www.crn.com/news/applications-os/300102856/the-2018-big-data-100.htm> (last accessed 26.01.2019).

21. Alteryx announces fourth quarter and full year 2017 financial results. *ALTERYX, INC*. Available: <https://www.alteryx.com/press-releases/2018-02-21-alteryx-announces-fourth-quarter-and-full-year-2017-financial-results> (last accessed 22.01.2019).

22. Alteryx announces first quarter 2018 financial results. *ALTERYX, INC*. Avail-

able: <https://www.alteryx.com/press-releases/2018-05-09-alteryx-announces-first-quarter-2018-financial-results> (last accessed 22.01.2019).

23. Quarterly revenue of Amazon Web Services from 1st quarter 2014 to 1st quarter 2018 (in million U.S. dollars). *Statista. The Statistics Portal*. Available: <https://www.statista.com/statistics/250520/forecast-of-amazon-web-services-revenue/> (last accessed 22.01.2019).

24. Time to establish a modern, fair and efficient taxation standard for the digital economy. Communication from The Commission to The European Parliament and The Council. COM (2018) 146. Brussels, 21.3.2018. 11 p.

25. Big Data. *Statista. The Statistics Portal*. Available: <https://www.statista.com/topics/1464/big-data/> (last accessed 22.01.2019).

26. 100 Data and Analytics Predictions Through 2021. *Gartner.com*. URL: <https://www.gartner.com/doc/3746424?ref=mrktg-srch> (last accessed 09.02.2019).

27. Worldwide Big Data and Analytics 2017-2021 Forecast: Market Opportunity by Industry. *IDC.com*. URL: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=US43104117> (last accessed 16.01.2019).

28. Big Data. *Forrester.com*. URL: <https://www.forrester.com/search?tmtxt=big+data+&source=typed&dateRange=1&showAtoms=true> (last accessed 11.02.2019).

29. Big Data. *Wikibon, Inc*. URL: <https://wikibon.com/research/big-data/> (last accessed 11.02.2019).

30. Hammer C. L., Kostroch D. C., Quirós G., STA Internal Group. Big Data: Potential, Challenges, and Statistical Implications. IMF Staff Discussion Note. *IMF.org*. URL: <http://www.imf.org/~media/Files/Publications/SDN/2017/sdn1706-bigdata.ashx> (last accessed 11.02.2019).

31. Big Data Vendor Benchmark 2015. A Comparison of Big Data Solution Providers. *Tmtanalysis.com*. URL: <https://www.tmtanalysis.com/PDFs/expertOn-big-data-germany-2015.pdf> (last accessed 17.01.2019).

## References

1. Garkushenko, O. M. (2018). Information and communication technologies in

the era of the smart industry development: problems of definition and conditions of development. *Econ. promisl.*, 2(82), pp. 50-75. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2018.02.050>.

2. Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. Boston Consulting Group, 20 p.

3. Big Data Analytics (2019). *Big Data Analytics*. Retrieved from <https://www.ibm.com/analytics/hadoop/big-data-analytics> (last accessed 21.02.2019).

4. Taylor-Sakyi, K. (2016). Big Data: Understanding Big Data. *Researchgate.net*. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/291229189\\_Big\\_Data\\_Understanding\\_Big\\_Data](https://www.researchgate.net/publication/291229189_Big_Data_Understanding_Big_Data).

5. Zikopoulos, P. C., Eaton, C., deRoos, D., Deutsch, T., & Lapis, G. (2011). Understanding Big Data. Analytics for Enterprise Class Hadoop and Streaming Data. Chicago: McGraw-Hill Osborne Media, 166 p.

6. Su, X. (2016). Introduction to Big Data. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Retrieved from <https://www.ntnu.no/iie/fag/big/lessons/lesson2.pdf> (last accessed 16.02.2019).

7. Minelli, M., Chambers, M., & Dhiraaj, A. (2013). Big Data, Big Analytics: Emerging Business Intelligence and Analytic Trends for Today's Businesses. s. l.: John Wiley & Sons, 205 p.

8. Sarioglo, V. G. (2016). "Big Data" as a source of information and tools for official statistics: potential, problems, perspectives. *Statystyka Ukrainy*, № 4, pp. 12-19 [in Ukrainian].

9. Samojlenko, L. B. (2018). Opportunities and problems of using Big Data technologies by domestic companies. *Efektivna ekonomika*, № 1. Retrieved from [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/1\\_2018/59.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/1_2018/59.pdf) [in Ukrainian].

10. Minakova, V. P. (2017). Relevance of the use of the Big Data model in business processes. *Ekonomika i suspilstvo*, № 10, pp. 892-896 [in Ukrainian].

11. Orlov, O. V. (2016). Big data in public administration: technologies of the future. *Derzhavne budivnyctvo*, № 1, pp. 1-11 [in Ukrainian].

12. How companies are using big data and analytics (2016). McKinsey & Company. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/how-companies-are-using-big-data-and-analytics>

13. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries (2015). The Boston Consulting Group. Retrieved from [https://www.bcg.com/publications/2015/engineered\\_products\\_project\\_business\\_industry\\_4\\_future\\_productivity\\_growth\\_manufacturing\\_industries.aspx](https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries.aspx)

14. Big Data Business Impact: Achieving Business Results through Innovation and Disruption. Big Data Executive Survey 2017. Executive Summary of Findings (2017). NewVantage Partners LLC. Retrieved from <http://newvantage.com/wp-content/uploads/2017/01/Big-Data-Executive-Survey-2017-Executive-Summary.pdf>

15. Big Data Analytics Market Study. Wisdom of Crowds Series (2017). Microstrategy.com. Retrieved from [https://www.microstrategy.com/getmedia/cd052225-be60-49fd-ab1c-4984ebc3cde9/Dresner-Report-Big\\_Data\\_Analytic\\_Market\\_Study-WisdomofCrowdsSeries-2017](https://www.microstrategy.com/getmedia/cd052225-be60-49fd-ab1c-4984ebc3cde9/Dresner-Report-Big_Data_Analytic_Market_Study-WisdomofCrowdsSeries-2017)

16. Analytics comes of age (2018). McKinsey & Company. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Analytics/Our%20Insights/Analytics%20comes%20of%20age/Analytics-comes-of-age.ashx>

17. Forecast of Big Data market size, based on revenue, from 2011 to 2027 (in billion U.S. dollars) (2017). *Statista. The Statistics Portal*. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/254266/global-big-data-market-forecast/>

18. 2016 Big Data 100 (2016). *CRN*. Retrieved from <https://www.crn.com/news/applications-os/300080545/the-2016-big-data-100.htm>

19. 2017 Big Data 100 (2017). *CRN*. Retrieved from <https://www.crn.com/news/>

applications-os/300084738/the-2017-big-data-100.htm

20. 2018 Big Data 100. (2018). *CRN*. Retrieved from <https://www.crn.com/news/applications-os/300102856/the-2018-big-data-100.htm>

21. Alteryx announces fourth quarter and full year 2017 financial results (2018). *ALTERYX, INC.* Retrieved from <https://www.alteryx.com/press-releases/2018-02-21-alteryx-announces-fourth-quarter-and-full-year-2017-financial-results>.

22. Alteryx announces first quarter 2018 financial results (2018). *ALTERYX, INC.* Retrieved from <https://www.alteryx.com/press-releases/2018-05-09-alteryx-announces-first-quarter-2018-financial-results>.

23. Quarterly revenue of Amazon Web Services from 1st quarter 2014 to 1st quarter 2018 (in million U.S. dollars) (2018). *Statista. The Statistics Portal*. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/250520/forecast-of-amazon-web-services-revenue/>

24. Time to establish a modern, fair and efficient taxation standard for the digital economy. Communication from The Commission to The European Parliament and The Council. COM (2018) 146. Brussels, 21.3.2018. 11 p.

25. Big Data (2017). *Statista. The Statistics Portal*. Retrieved from <https://www.statista.com/topics/1464/big-data/>

26. 100 Data and Analytics Predictions Through 2021 (2017). *Gartner.com*. Retrieved from <https://www.gartner.com/doc/3746424?ref=mrktg-srch>

27. Worldwide Big Data and Analytics 2017-2021 Forecast: Market Opportunity by Industry (2017). *IDC.com*. Retrieved from <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=US43104117>.

28. Big Data. (2018). *Forrester.com*. Retrieved from <https://www.forrester.com/search?tmtxt=big+data+%&source=typed&dateRange=1&showAtoms=true>

29. Big Data (2018). Wikibon, Inc. Retrieved from <https://wikibon.com/research/big-data/>

30. Hammer, C. L., Kostroch, D. C., Quirós G., STA Internal Group. Big Data: Potential, Challenges, and Statistical Implications. IMF Staff Discussion Note. (2017). *IMF.org*. Retrieved from <http://www.imf.org/~media/Files/Publications/SDN/2017/sdn1706-bigdata.ashx>.

31. Big Data Vendor Benchmark 2015. A Comparison of Big Data Solution Providers. (2015). *Tmtanalysis.com*. Retrieved from <https://www.tmtanalysis.com/PDFs/expertOn-big-data-germany-2015.pdf>

**Виктория Денисовна Чекина,**

*канд. экон. наук, с.н.с.*

Институт экономики промышленности НАН Украины  
03057, Украина, г. Киев, ул. М. Капнист, 2.

E-mail: [vdchekina@gmail.com](mailto:vdchekina@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-2118-901X>

**Святослав Игоревич Князев,**

*канд. экон. наук, с.н.с. ученый секретарь*

Отделение экономики НАН Украины  
Президиум Национальной академии наук Украины  
01030, Украина, г. Киев, ул. Владимирская, 54.

E-mail: [ksi@nas.gov.ua](mailto:ksi@nas.gov.ua)

<https://orcid.org/0000-0002-5308-4960>

## **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ BIG DATA AND ANALYTICS НА РЕАЛЬНЫЙ И ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СЕКТОРЫ ЭКОНОМИКИ И ПРОБЛЕМЫ ИХ ОЦЕНКИ С ПОМОЩЬЮ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

Одной из базовых технологий, на которой основывается цифровая трансформация экономики, является анализ больших данных (Big Data and Analytics). Внедрение этой тех-

нологии в производство позволяет оптимизировать качество продукции, снизить энергетические затраты, улучшить обслуживание оборудования и систем производства и управления. А использование больших данных в государственном секторе рассматривается как инструмент построения более безопасного общества, совершенствования административных функций, прогнозирования и уменьшения государственных расходов.

Определены преимущества и барьеры внедрения больших данных в деятельность предприятий и организаций, проанализированы основные направления функционирования компаний, которые предлагают техническую поддержку и другие услуги, связанные с использованием Big Data. Установлено, что новое направление бизнеса, основанное на управлении и анализе больших данных, является наиболее динамичным и растущим сегментом IT-индустрии.

Исследование показало, что в настоящее время существует дефицит признанной на государственном уровне статистической информации по использованию Big Data and Analytics в деятельности предприятий и их влиянию на конечный выпуск товаров и услуг в экономике.

Предложено усовершенствовать определение термина "товар" в "Классификации видов экономической деятельности ДК 009: 2010" Национального классификатора Украины и обратить внимание на показатели, которые могут выступать маркерами для анализа развития отечественного рынка Big Data: количество компаний, работающих в сфере анализа больших данных (вендоров Big Data), объем доходов этих компаний от производства оборудования и софта для анализа больших данных, количество компаний и предприятий, использующих анализ больших данных в своей деятельности (размер, виды деятельности, регионы), объем инвестиций предприятий в большие данные, долю дохода компаний и предприятий, созданную за счёт использования больших данных и т. д.

*Ключевые слова:* большие данные и аналитика (Big Data and Analytics), рынок Big Data, цифровые технологии, оптимизация, прогнозирование, статистическая информация, статистические методы, оценки.

**Viktoriia D. Chekina,**

*PhD in Economics*

Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine

03057, Ukraine, Kyiv, 2 M. Kapnist Str.

E-mail: vdchekina@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2118-901X>

**Sviatoslav I. Kniaziev,**

*PhD in Economics, Scientific Secretary*

Department of Economics of the National Academy of Sciences of Ukraine

03057, Ukraine, Kyiv, 54 Vladimirska Str.

E-mail: ksi@nas.gov.ua

<https://orcid.org/0000-0002-5308-4960>

## **THE BIG DATA AND ANALYTICS EFFECT ANALYSIS ON THE REAL AND PUBLIC SECTORS OF ECONOMY AND THE PROBLEMS OF THEIR ASSESSMENT BY STATISTICAL METHODS**

Big Data and Analytics is one of the key technologies, on which the digital transformation of the economy is based. The implementation of this technology into production would allow optimizing product's quality, reducing energy consumption, and improving the maintenance of equipment, manufacturing and management systems. Use of Big data in the public sector is seen

as a tool for building a safer society, enhancing the administrative functions' performing, forecasting and reducing government spending.

In this regard, the paper identified the advantages and barriers to the implementation of Big data in activities of enterprises and organizations; analyzed the main fields of companies' operations that offer technical support and other services, related to the use of Big Data. It has been established that a new direction of business activity, based on management and analysis of Big data, is the most dynamic and growing segment of the IT industry.

It is revealed that now there is a shortage of state-recognized statistical information on the use of Big Data and Analytics in enterprises' activities and their impact on the final output of goods and services in an economy.

Based on the results of the analysis, the paper offered to improve the definition of the term "goods" in the Classification of Economic Activities DK 009: 2010 of the National Classifier of Ukraine and to pay attention to indicators that can act as markers for analyzing the development of the Big Data's domestic market: the number of companies, operating in the field of Big Data and Analytics (Big Data vendors); amount of income of these companies from the production of equipment and software for Big Data and Analytics; the number of companies and enterprises, which are used Big Data and Analytics in their business (size, activities, regions); amount of investments in Big Data; the share of companies' income, generated by the Big Data use, etc.

*Keywords:* Big Data and Analytics, Big Data market, digital technologies, optimization, forecasting, statistical information, statistical methods, assessments.

JEL: O14, O30.

*Формат цитування:*

Чекіна В. Д., Князєв С. І. Аналіз впливу Big Data and Analytics на реальний і державний сектори економіки та проблеми їх оцінювання за допомогою статистичних методів. *Економіка промисловості*. 2019. № 1 (85). С. 51-64. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.01.051>

Chekina, V. D. & Kniaziev, S. I. (2019). The Big Data and Analytics effect analysis on the real and public sectors of economy and the problems of their assessment by statistical methods. *Econ. promisl.*, 1 (85), pp. 51-64. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.01.051>

*Надійшла до редакції 12.01.2019 р.*

**Світлана Олексіївна Іщук,**

*доктор екон. наук, проф.*

E-mail: [iso.ird@ukr.net](mailto:iso.ird@ukr.net)

<https://orcid.org/0000-0002-3698-9039>;

**Любомир Йосипович Созанський,**

*канд. екон. наук, с.н.с.*

ДУ "Інститут регіональних досліджень  
ім. М. І. Долишнього НАН України"

79026, Львів, вул. Козельницька, 4.

E-mail: [lubomir437@gmail.com](mailto:lubomir437@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0001-7854-3310>

### **ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ**

Хімічна індустрія є одним із ключових експортоорієнтованих секторів національної економіки. З урахуванням посилення процесів глобалізації, а отже, конкуренції на світовому ринку хімічної продукції цей сектор потребує поглиблених досліджень. Зокрема, актуальною є необхідність розробки і впровадження нової моделі розвитку вітчизняної хімічної промисловості, яка б відповідала сучасним глобальним неіндустріальним змінам і викликам у рамках Індустрії 4.0. За результатами розрахунків, виконаних на основі даних матриці "витрати-випуск", сформовано структуру використання в Україні продукції хімічної промисловості в розрізі видів економічної діяльності, а також визначено рівень імпортозалежності останніх у сегменті проміжного споживання хімічної продукції. Побудовано товарну і географічну структуру імпорту хімічної продукції в Україні. Аналітично доведено перспективи зниження імпортозалежності національної економіки за окремими видами хімічної продукції. Здійснено порівняльну оцінку рівня витратності хімічних виробництв України і країн Європейського Союзу. Обґрунтовано вибір напрямів розвитку вітчизняної хімічної промисловості, до яких віднесено: активізацію діяльності базових виробництв неорганічної та органічної хімії; зниження імпортозалежності національної економіки за окремими видами хімічної продукції; трансформацію структури експорту хімічної продукції відповідно до стандартів індустріальних країн. Запропоновано комплекс організаційно-економічних заходів, спрямованих на підвищення ефективності функціонування хімічних виробництв і нарощування їх експортного потенціалу. Ці заходи, зокрема, передбачають стимулювання експортної активності підприємств і їх технічне переоснащення, а також створення нових високотехнологічних виробництв та реалізацію інфраструктурних проєктів. Окреслено вектори інституційних перетворень в Україні, спрямованих на підвищення рівня конкурентоспроможності хімічної промисловості.

*Ключові слова:* хімічна промисловість, виробництво, хімічна продукція, імпортозалежність, витратність.

Хімічна індустрія належить до основних сегментів світової промисловості. Це поліелементна система виробництв, яка включає синтез речовин із певними властивостями на основі мінеральної, органіч-

ної та іншої сировини шляхом її хімічної переробки. Виготовляючи продукцію проміжного споживання (сировину і напівфабрикати) для всіх секторів економіки, сучасна хімічна промисловість багато в чому

© С. О. Іщук, Л. Й. Созанський, 2019

визначає рівень їх конкурентоспроможності, а також динаміку розвитку, характер і напрями інноваційних процесів. З іншого боку, широкий асортимент побутової хімічної продукції підтверджує її вагомість на споживчому ринку. Рівень "хімізації" є загально визнаним критерієм суспільно-економічного розвитку будь-якої країни. Так, у промислово розвинутих країнах частка хімічної продукції у промисловому виробництві становить від 5-8 до 13-16%, тоді як в Україні – менше 3%.

Структура виробництва хімічних речовин і хімічної продукції в Україні впродовж останніх 5 років не змінила свого сировинного спрямування, оскільки в ній надалі домінують (із часткою > 65%) основна хімічна продукція, добрива й азотні сполуки, пластмаси і синтетичні каучуки в первинних формах. Незначні зміни в цій структурі стали наслідком збільшення виробництва лакофарбової та іншої хімічної продукції, передусім споживчого призначення. Останнє є свідченням несистемного структурного реформування вітчизняної хімічної промисловості, яке здійснювалося на рівні окремих підприємств у відповідь на зростання локального (секторального) попиту на ті чи інші види хімічної продукції. Так, українські хімічні виробництва є експортоорієнтованими (частка експорту в обсязі реалізованої хімічної продукції у 2017 р. становила ≈60%) і водночас імпортозалежними (частка імпорту у проміжному споживанні виробництва хімічних речовин і хімічної продукції складає > 95%), а отже, динаміка та результати їх функціонування безпосередньо залежать від кон'юнктури на світовому ринку хімічної продукції.

З огляду на ключову роль хімічної індустрії у підтримці збалансованого соціально-економічного розвитку, цей сектор економіки є об'єктом системних досліджень інститутів економічного профіля Національної академії наук України. Так, колективом науковців Інституту економіки промисловості виконано оцінку основних показників виробництва хімічних речовин та хімічної продукції протягом 2010-

2015 рр. і визначено два стратегічних напрями розвитку вітчизняної хімічної промисловості в умовах реалізації неоіндустріальної концепції [1, с. 302-305]. Проблематику функціонування хімічних кластерів Європи та перспективи їх створення в Україні детально висвітлено у джерелі [2]. Ученими Інституту економіки і прогнозування ґрунтовно досліджено вплив імплементації положень Угоди про зону вільної торгівлі на стан і перспективи розвитку хімічних виробництв в Україні, зокрема в напрямі нарощування експортного потенціалу та імпортозаміщення [3, с. 69-80]. Результати оцінювання ринку продукції основної хімії та добрив викладено в доповіді [4, с. 43-47].

У даний час у світі активно формується Хімічна індустрія 4.0 (Chemicals 4.0), яку можна розглядати як галузеву концепцію імплементації засад четвертої промислової революції. Ця концепція покликана стати провідним стратегічним орієнтиром для виведення хімічних технологій, виробництв і ринків на принципово новий якісний рівень завдяки системному використанню "смарт" інновацій та інформаційно-комунікаційних технологій. Зміст й особливості прояву концепції Індустрії 4.0 у хімічній промисловості висвітлено у джерелі [5]. Зокрема, визначено інструменти впливу Індустрії 4.0 на хімічний бізнес за сферами їх дії в рамках обраних бізнес-стратегій фірм задля досягнення таких ключових цілей діяльності, як підвищення продуктивності та скорочення ризику (операційна ефективність), отримання додаткового доходу та генерування нового (економічне зростання). Окреслено ключові аспекти впровадження Хімічної індустрії 4.0 з урахуванням світового досвіду неоіндустріальних трансформацій хімічної промисловості.

В Україні теж постає необхідність розробки й упровадження нової моделі розвитку хімічної промисловості, яка б відповідала сучасним глобальним неоіндустріальним змінам і викликам у рамках Індустрії 4.0. Однак вирішення цього завдання є доволі проблематичним, передусім

через високу ресурсо- та енергоємність вітчизняної хімічної промисловості, спричинену низьким технологічним рівнем виробництв, критичним станом основних засобів, недостатньою інноваційною активністю підприємств і багатьма іншими факторами – як зовнішніми, так і внутрішніми.

Метою статті є формування аналітичного підґрунтя для визначення перспективних напрямів розвитку хімічних виробництв в Україні на основі комплексних оцінок міжсекторальних зв'язків хімічної промисловості, а також рівня її витратності й імпортозалежності.

У 2016 р. економікою України використано хімічної продукції на суму 162 141 млн грн, що на 10,6% більше, ніж у 2015 р., і на 108,3% більше, ніж у 2013 р. (авторські розрахунки за джерелом [6]). Хімічна продукція, яка тією чи іншою мірою використовується всіма видами економічної діяльності (ВЕД), у 2016 р. становила 5,5% від загального обсягу проміжного споживання<sup>1</sup> економіки України. Найбільшими споживачами хімічної продукції були сільське господарство та хімічна промисловість (виробництво хімічних речовин і хімічної продукції). Так, на *сільське, лісове та рибне господарство* припало майже 40% (64 780 млн грн) хімічної продукції проміжного споживання проти 30% (23 312 млн грн) у 2013 р. (табл. 1).

Упродовж 2013-2016 рр. використання цим ВЕД хімічної продукції проміжного споживання збільшилося на 177,9%. Основними товарами хімічної промисловості, що використовуються в сільському госпо-

<sup>1</sup> Проміжне споживання складається з вартості товарів і послуг, які змінюються під час використання у виробничому процесі, а саме: використаної сировини і матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих, палива й електроенергії, будівельних матеріалів, запасних частин, тари і тарних матеріалів, інших матеріальних витрат, виробничих послуг, оплати оренди основних засобів, короткострокової оренди та лізингу невироблених активів, малоцінних товарів тривалого користування, регулярного технічного обслуговування та ремонту основних засобів, витрат на відрядження в частині вартості проїзду та проживання [7].

дарстві України, є мінеральні добрива, інсектициди та паливно-мастильні матеріали. Для порівняння: у Польщі (країні, близькій до України за економічними параметрами) на сільське господарство припадає  $\approx 10\%$  проміжного споживання хімічної продукції (авторські розрахунки за джерелом [8]). Значно вищий рівень використання у вітчизняному сільському господарстві хімічної продукції зумовлений посиленням "аграризації" національної економіки.

Другим за обсягами споживачем хімічної продукції в Україні є *виробництво хімічних речовин і хімічної продукції* (хімічна промисловість) із часткою 12,59% у 2016 р. проти 16,80% у 2013 р. Зниження рівня використання хімічною промисловістю власної продукції проміжного споживання корелювало зі зменшенням індексу хімічної продукції, значення якого протягом 2013-2015 рр. коливалося від 80,7 до 84,8%. Наприклад, у Польщі частка виробництва хімічних речовин і хімічної продукції у структурі проміжного споживання продукції хімічної промисловості є вдвічі вищою ( $\approx 25\%$ ), ніж в Україні, а в Німеччині – ще вищою ( $\approx 60\%$ ).

Величина частки виробництва хімічних речовин і хімічної продукції у структурі проміжного споживання продукції хімічної промисловості відображає не лише рівень розвитку останньої, але й оптимальність структури, ефективність функціонування та рівень технологічності промислового сектору економіки загалом. Як виявили результати аналізу, в Україні значення цього показника суттєво нижче, ніж в індустріально розвинутих країнах ЄС. А отже, нижчим є рівень технологічності вітчизняної промисловості: у 2016 р. частка високо- і середньо-високотехнологічних виробництв у випуску переробної промисловості в Україні становила 16,67%, тоді як у Польщі – 32,17, а в Німеччині – 57,33% (авторські розрахунки за джерелом [9]).

Таким чином, розвиток хімічної промисловості України має розглядатися не як внутрішньогалузевий, а як загальнонаціональний економічний вектор і пріоритет.

Таблиця 1. Частки найбільших споживачів хімічної продукції в Україні (у сегменті проміжного споживання), % <sup>1</sup>

Вид економічної діяльності	2013	2014	2015	2016	Відхилення (+/-)			
					2014-2013	2015-2014	2016-2015	2016-2013
Сільське, лісове та рибне господарство	30,00	28,74	36,78	39,95	-1,26	8,04	3,17	9,95
Виробництво хімічних речовин і хімічної продукції	16,80	15,65	13,96	12,59	-1,15	-1,69	-1,37	-4,21
Виробництво гумових і пластмасових виробів	8,70	7,57	7,86	8,50	-1,13	0,29	0,64	-0,20
Виробництво деревини, паперу; поліграфічна діяльність та тиражування	8,10	7,48	6,65	6,92	-0,62	-0,83	0,27	-1,18
Виробництво харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів	6,00	6,76	6,24	6,03	0,76	-0,52	-0,21	0,03

<sup>1</sup> Розраховано на основі офіційних статистичних даних [6].

Третім за обсягами споживачем хімічної продукції в Україні є *виробництво гумових і пластмасових виробів*, технологічно наближене до хімічної промисловості. Частка цього виробництва у структурі проміжного споживання хімічної продукції впродовж аналізованого періоду характеризувалася мінливою тенденцією: зниженням у 2013-2014 рр., але зростанням у 2016 р. до 8,50% (проти 8,70% у 2013 р.). Аналогічна тенденція спостерігалась і в динаміці продукції названого виробництва, індекс якої протягом 2013-2015 рр. знизився з 97,4 до 92,8%, а у 2016 р. зріс до 108,5%. Польське виробництво гумових і пластмасових виробів використовує близько 20% обсягу хімічної продукції проміжного споживання в цій країні.

Окрім трьох названих ВЕД, до основних споживачів хімічної продукції в Україні можна віднести *виробництво деревини, паперу, поліграфічну діяльність та тиражування*, частка якого у структурі проміжного споживання хімічної продукції у 2014 і 2015 рр. мала тенденцію до скорочення, що було спричинено передусім зменшенням індексів цього виробництва до 96,0 і 88,9% відповідно, а також зниженням рівня його технологічності. Так, у цей період збільшився сировинний експорт деревообробної промисловості. У 2016 р. частка виробництва деревини, паперу, поліграфічної діяльності та тиражування у проміжно-

му споживанні продукції хімічної промисловості (основу якої становить лакофарбова продукція) дещо зросла і склала 6,95% (проти 8,10% у 2013 р.).

*Виробництво харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів* у своїй діяльності використовує чи не найширший асортимент продукції хімічної промисловості, зокрема: харчову сіль і соду, прянощі, різноманітні харчові добавки (барвники, консерванти, антиоксиданти, стабілізатори, емульгатори, підсилювачі смаку та аромату, глазуруючі речовини) та багато інших хімічних речовин і компонентів продуктів харчування. Вагомість хімічної продукції в забезпеченні функціонування харчових виробництв підтверджує відносно стійке значення частки останніх у структурі проміжного споживання продукції хімічної промисловості в Україні, яке впродовж 2013-2016 рр. зберігалось на рівні 6,0%. Для порівняння: у Польщі значення цього показника у 2014 р. становило 2,48% (проти 3,52% у 2005 р.), а в Німеччині – лише 0,86%. Ці відмінності пояснюються різною вагомністю харчової промисловості в економіках названих країн. Так, частка харчової промисловості у випуску переробної промисловості України у 2016 р. становила 33,88%, тоді як Польщі – 19,90, а Німеччині – 9,88% (авторські розрахунки за джерелом [9]).

Окрім низького рівня технологічності промислового сектору економіки, однією з найгостріших проблем в Україні є високий рівень імпортозалежності, зокрема в сегменті проміжного споживання хімічної продукції. Так, частка імпорту в обсязі спожитих усіма секторами національної економіки товарів виробництва хімічних

речовин і хімічної продукції у 2016 р. склала 83,31% проти 77,36% у 2015 р. (авторські розрахунки за джерелом [6]). Серед основних споживачів хімічної продукції найбільше імпортних товарів (> 95% у 2016 р.) у своїй діяльності використовували сільське господарство, хімічна і харчова промисловість (табл. 2).

Таблиця 2. Частка імпорту у проміжному споживанні хімічної продукції в Україні (у розрізі основних споживачів), %<sup>1</sup>

Вид економічної діяльності	2013	2014	2015	2016	Відхилення (+/-)			
					2014-2013	2015-2014	2016-2015	2016-2013
Сільське, лісове та рибне господарство	86,70	98,67	96,34	99,63	11,97	-2,33	3,29	12,93
Виробництво хімічних речовин і хімічної продукції	97,28	92,16	97,02	96,16	-5,12	4,86	-0,86	-1,12
Виробництво гумових і пластмасових виробів	93,68	77,67	64,89	75,22	-16,01	-12,78	10,33	-18,46
Виробництво деревини, паперу; поліграфічна діяльність та тиражування	80,72	50,84	47,70	47,34	-29,88	-3,14	-0,36	-33,38
Виробництво харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів	68,06	97,49	55,82	95,84	29,43	-41,67	40,02	27,78

<sup>1</sup> Розраховано на основі офіційних статистичних даних [6].

Упродовж 2013-2016 рр. частка імпорту у проміжному споживанні хімічної продукції суттєво зросла у виробництві харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів (на 27,78 в.п.) і сільському господарстві (на 12,93 в.п.), що пов'язано зі збільшенням обсягів виробництва в цих секторах економіки. Натомість у виробництві деревини, паперу, поліграфічній діяльності та тиражуванні, а також у виробництві гумових і пластмасових виробів частка імпортової хімічної продукції за цей період зменшилася на 33,38 і 18,46 в.п. відповідно. У структурі проміжного споживання вітчизняної хімічної промисловості (тобто виробництва хімічних речовин і хімічної продукції) незмінно домінувала імпортна хімічна продукція з часткою > 95% у середньому за аналізований період.

В Україні суттєво змінилася структура імпорту хімічної продукції (за основними товарними групами) – у ній зросли частки чотирьох товарних груп, три з яких

належать до продукції основної хімії, а саме: продукти неорганічної хімії, органічні хімічні сполуки і добрива (табл. 3). Сумарно частка продукції основної хімії у структурі товарного імпорту в Україні у 2017 р. досягла 32,32% (проти 22,59% у 2013 р.), а обсяг імпорту цієї продукції склав 998 016 тис. дол. США.

У структурі імпорту продуктів неорганічної хімії у 2017 р. найвагоміші частки займали три товарні позиції: аміак (32,50%); карбонати і пероксокарбонати (15,12%) і гідроксид натрію, калію і пероксиди натрію чи калію (12,81%), що сумарно становило 60,43% імпорту цієї товарної групи (авторські розрахунки за джерелом [10]). Порівняно з 2013 р. у структурі імпорту продуктів неорганічної хімії суттєво зросла частка аміаку (на 20,08 в.п.), але зменшилися частки гідроксиду натрію, калію і пероксидів натрію чи калію (на 7,67 в.п.), а також фосфінатів, фосфонатів та фосфатів і поліфосфатів (на 8,7 в.п.).

Таблиця 3. Структура імпорту хімічної продукції в Україні (у розрізі товарних груп), % <sup>1</sup>

Код за УКТЗЕД	Товарна група	2013	2017	Відхилення (+/-)
28	Продукти неорганічної хімії	3,91	5,79	1,88
29	Органічні хімічні сполуки	9,00	9,32	0,32
30	Фармацевтична продукція	36,75	27,00	-9,75
31	Добрива	9,68	17,21	7,54
32	Барвники, фарби і лаки; замазки; чорнило, туш	6,14	5,49	-0,65
33	Парфумерні, косметичні та туалетні препарати	10,99	9,16	-1,83
34	Мило, поверхнево-активні органічні речовини, мийні засоби	5,42	4,64	-0,78
35	Білкові речовини; модифіковані крохмалі; клеї; ферменти	1,92	1,60	-0,33
36	Порох і вибухові речовини; піротехнічні вироби; сірники	0,30	0,20	-0,10
37	Фотографічні або кінематографічні товари	0,43	0,42	-0,01
38	Різноманітна хімічна продукція	15,47	19,17	3,70
Усього		100,00	100,00	x

<sup>1</sup> Розраховано на основі офіційних статистичних даних [10].

Структура імпорту *органічних хімічних сполук* упродовж аналізованого періоду була відносно стійкою (коливання часток окремих товарних груп не перевищували 2%), а основними її складовими (із часткою > 10%) у 2017 р. були: ефіри прості, ефіро-спирти, ефірофеноли, пероксиди (11,27% проти 12,72% у 2013 р.) і сполуки гетероциклічні лише з гетероатомом азоту (11,20% проти 9,48%) (авторські розрахунки за джерелом [10]).

Структуру імпорту *добрив* в Україні формують дві товарні групи: добрива з 2-3 поживними елементами N, P, K і товари групи 31 в упаковках масою бруто не

більш як 10 кг із часткою 67,42% у 2017 р. (проти 65,10% у 2013 р.) та добрива мінеральні або хімічні, азотні з часткою 29,94% проти 26,0% (авторські розрахунки за джерелом [10]).

Основними експортерами продукції хімічної промисловості в Україну є країни Європи (із часткою > 50%), СНД (> 20%) і Азії (≈20%) (табл. 4). Протягом 2013-2017 рр. географічна структура імпорту хімічної продукції була відносно стійкою, проте в ній відбулося незначне зменшення (на 2,3 в.п.) частки країн Європи, а натомість зростання часток країн Азії (на 1,7 в.п.) і СНД (на 0,6 в.п.).

Таблиця 4. Географічна структура імпорту хімічної продукції в Україні, % <sup>1</sup>

Регіон світу	2013	2014	2015	2016	2017	Відхилення (+/-)				
						2014-2013	2015-2014	2016-2015	2017-2016	2017-2013
Європа	54,8	53,6	51,4	52,6	52,5	-1,2	-2,2	1,2	-0,1	-2,3
Азія	18,3	20,2	20,1	21,2	20,0	1,9	-0,1	1,1	-1,2	1,7
Африка	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,0	-0,1	0,0	0,0
Америка	4,1	4,4	4,1	4,3	4,1	0,2	-0,3	0,2	-0,2	0,0
СНД	22,4	21,3	24,0	21,6	23,0	-1,1	2,7	-2,4	1,4	0,6

<sup>1</sup> Розраховано на основі офіційних статистичних даних [11].

Водночас у географічній структурі українського імпорту товарів основної хімії (коди за УКТЗЕД: 28; 29; 31) спостерігалися дві протилежні тенденції:

1) повна або часткова переорієнтація імпорту з РФ на країни Європи, Китай та ін.;

2) зростання частки РФ у структурі імпорту окремих товарних позицій основної хімії.

Так, у 2013 р. ключовим експортером азотної кислоти і сульфоазотної кислоти (код за УКТЗЕД: 2808) в Україну була РФ, тоді як у 2017 р. – Польща і Чехія (табл. 5). Аналогічна переорієнтація потоків імпорту відбулась у розрізі інших товарних позицій, а саме: 2850; 2904; 2942; 2849 (коди за УКТЗЕД).

Таблиця 5. Географічна структура українського імпорту за окремими товарними позиціями основної хімії у 2013 і 2017 рр.<sup>1</sup>

за УКТЗ	Товарна позиція	Країна	2013		Країна	2017	
			тис. дол.	%		тис. дол.	%
2808	Азотна кислота; сульфоазотні кислоти	Російська Федерація	5458	98,77	Польща	2309	77,90
		Іспанія	43	0,78	Чехія	583	19,67
		Німеччина	17	0,31	Німеччина	57	1,92
		Інші країни	8	0,14	Інші країни	15	0,51
		<i>Усього</i>	<i>5526</i>	<i>100,00</i>	<i>Усього</i>	<i>2964</i>	<i>100,00</i>
2850	Гідриди, ніт- риди, азида, силіциди та бориди, крім карбідів 2849	Російська Федерація	154	54,8	Китай	232,0	81,69
		Китай	54	19,22	Індія	39,0	13,73
		Японія	41	14,59	Японія	10,0	3,52
		Інші країни	32	11,39	Інші країни	3,0	1,06
		<i>Усього</i>	<i>281</i>	<i>100,00</i>	<i>Усього</i>	<i>284</i>	<i>100,00</i>
2904	Сульфовані, нітровані чи нітровані похідні вуглеводнів	Російська Федерація	1329	53,05	Чехія	105,00	27,34
		Німеччина	421	16,81	Китай	102,00	26,56
		Чехія	292	11,66	США	53,00	13,80
		Інші країни	463	18,48	Інші країни	124,00	32,29
		<i>Усього</i>	<i>2505</i>	<i>100,00</i>	<i>Усього</i>	<i>384,00</i>	<i>100,00</i>
2942	Інші органічні сполуки	Російська Федерація	516	72,98	Індія	25	46,30
		Франція	100	14,14	Китай	9	16,67
		США	36	5,09	Італія	8	14,81
		Інші країни	55	7,78	Інші країни	12	22,22
		<i>Усього</i>	<i>707</i>	<i>100,00</i>	<i>Усього</i>	<i>54,00</i>	<i>100,00</i>
2849	Карбіди	Казахстан	2316	27,23	Словаччина	3190	82,39
		Словаччина	2177	25,59	Китай	254	6,56
		Російська Федерація	2034	23,91	Південна Африка	132	3,41
		Інші країни	1979	23,27	Інші країни	296	7,64
		<i>Усього</i>	<i>8506</i>	<i>100,00</i>	<i>Усього</i>	<i>3872</i>	<i>100,00</i>

<sup>1</sup> Розраховано на основі офіційних статистичних даних [10].

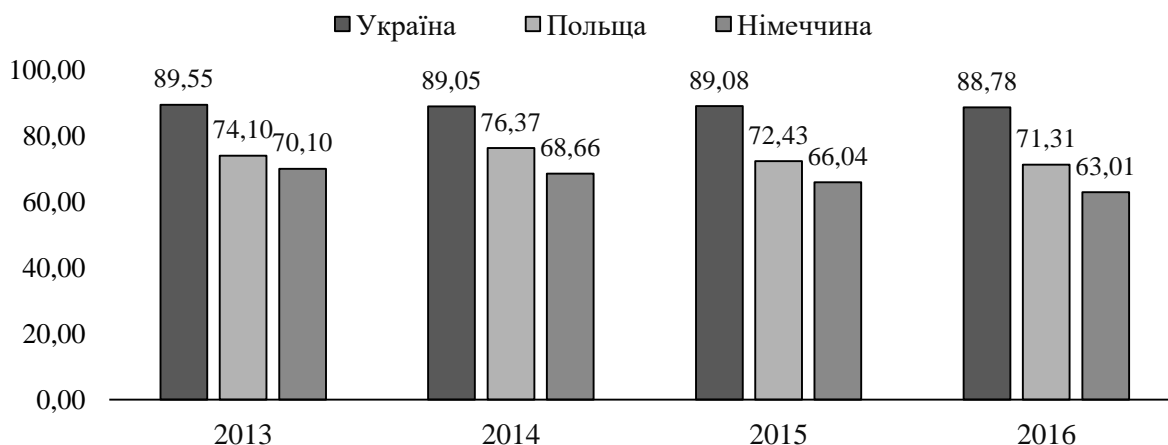
Упродовж 2014-2017 рр. у географічній структурі українського імпорту відбулося зростання частки РФ за деякими товарними позиціями основної хімії. Зо-

крема, у 2013 р. серед експортерів альдегідів, циклічних полімерів альдегідів та параформальдегідів (код за УКТЗЕД: 2912) РФ була відсутня, тоді як у 2014 р. частка

цієї країни в імпорті названої товарної позиції основної хімії в Україні склала 35,86% і в подальшому мала тенденцію до зростання – 40,66% у 2017 р. (авторські розрахунки за джерелом [10]). Подібні тренди характерні ще для двох товарних позицій: фенолів та фенолоспиртів (код за УКТЗЕД: 2907) і органічних похідних гідразину або гідроксиламіну (код за УКТЗЕД: 2928). Окрім того, у 2017 р. РФ була основним експортером (із часткою > 50%) 12 (проти 17 у 2013 р.) товарних позицій хімічної продукції в Україну. Ці товарні позиції, а саме: вуглець (код за УКТЗЕД: 2803), аміак (код за УКТЗЕД: 2814), гідроксид натрію, калію (код за УКТЗЕД: 2815), гідроксид і пероксид магнію, стронцію чи барію (код за УКТЗЕД: 2816), оксид цинку (код за УКТЗЕД: 2817), інші неорганічні сполуки, амальгами (код за УКТЗЕД: 2853), вуглеводи циклічні (код за УКТЗЕД: 2901), ефіри (код за УКТЗЕД: 2909), епоксиди (код за УКТЗЕД: 2910), кетони та

хенони (код за УКТЗЕД: 2914), добрива азотні (код за УКТЗЕД: 3102) і добрива з 2-3 поживними елементами N, P, K (код за УКТЗЕД: 3105) мають бути пріоритетними у пошуку можливостей географічної переорієнтації їх імпорту і, водночас, орієнтирами потенційного імпортозаміщення.

Окрім поглиблення імпортозалежності в сегменті проміжного споживання продукції основної хімії, в Україні гостро постає проблема витратності хімічних виробництв. *Індикатором витратності є показник частки проміжного споживання (товарів та послуг) у випуску.* В Україні намітилася тенденція до поступового (але дуже повільного) зниження значень цього показника. Так, у 2016 р. частка витрат у випуску вітчизняного виробництва хімічних речовин і хімічної продукції становила 88,78% (проти 89,55% у 2013 р.) та була на 17,47 в.п. більшою, ніж у Польщі, та на 25,77 в.п. – ніж у Німеччині (рис. 1).



Розраховано на основі офіційних статистичних даних [6; 9].

**Рисунок 1. Частка витрат (проміжного споживання) у випуску виробництва хімічних речовин і хімічної продукції, %**

Рівень витратності української хімічної промисловості є найвищим серед країн ЄС, у яких у 2016 р. його значення коливалося від 47,2% у Греції до 76,0% в Італії (авторські розрахунки за джерелами [6; 9]). Водночас в Україні позитивною є тенден-

ція до збільшення частки вітчизняної продукції та послуг у структурі витрат виробництва хімічних речовин і хімічної продукції. Так, значення цього показника у 2017 р. досягло 46,76% проти 36,33% у 2013 р. (табл. 6).

Таблиця 6. Показники витратності хімічної промисловості України, %<sup>1</sup>

Показник	2013	2014	2015	2016	Відхилення (+/-)			
					2014-2013	2015-2014	2016-2015	2016-2013
Частка витрат у випуску	89,55	89,05	89,08	88,78	-0,49	0,03	-0,30	-0,77
із них:								
вітчизняної продукції та послуг	36,33	41,31	39,82	46,76	4,97	-1,48	6,94	10,43
імпоротної продукції та послуг	53,22	47,75	49,26	42,03	-5,47	1,52	-7,24	-11,19

<sup>1</sup> Розраховано на основі офіційних статистичних даних [6].

У виробничій діяльності вітчизняної хімічної промисловості використовується продукція всіх ВЕД. У 2016 р. на чотири з них (виробництво хімічних речовин і хімічної продукції; видобування сирої нафти та природного газу; постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря; оптова та роздрібна торгівля, ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів) припало 76,38% продукції та послуг, використаних у виробництві хімічних речовин і хімічної продукції (авторські розрахунки за джерелом [6]).

*Виробництво хімічних речовин і хімічної продукції* протягом 2013-2016 рр. наростило свою вагомість у структурі витрат хімічної промисловості України на 3,89 в.п. (табл. 7). Така тенденція є ознакою підвищення рівня технологічності вітчизняних хімічних виробництв. Цей показник також можна вважати загальним індикатором функціонування хімічної промисловості. Наприклад, у Польщі у 2014 р. його значення становило 52,52%, а в Німеччині – 58,46% (авторські розрахунки за джерелами [8; 12]).

Таблиця 7. Види економічної діяльності, продукція яких займає найбільшу частку в структурі витрат (проміжного споживання) хімічної промисловості України, %<sup>1</sup>

Вид економічної діяльності	2013	2014	2015	2016	Відхилення (+/-)			
					2014-2013	2015-2014	2016-2015	2016-2013
Виробництво хімічних речовин і хімічної продукції	29,69	31,73	31,27	33,58	2,04	-0,46	2,31	3,89
Видобування сирої нафти та природного газу	38,90	27,79	32,99	22,31	-11,12	5,20	-10,68	-16,59
Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	9,14	9,60	7,83	10,78	0,47	-1,77	2,94	1,64
Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	0,22	8,38	7,76	9,71	8,17	-0,63	1,95	9,49

<sup>1</sup> Розраховано на основі офіційних статистичних даних [6].

Для забезпечення діяльності хімічних виробництв в Україні другою за важливістю є продукція такого ВЕД, як *видобування сирої нафти та природного газу*. Це зумовлено тим, що нафта, вугілля і природний газ виступають основними елементами сировинної бази вітчизняної хімічної промисловості. Відповідно зміна цін на цю сировину є одним із визначальних чинників

впливу на собівартість хімічної продукції. Упродовж 2013-2016 рр. частка продукції видобування сирої нафти та природного газу у структурі витрат хімічної промисловості зменшилася на 16,59 в.п. і у 2016 р. становила 22,31%. Для порівняння: частка продукції видобування сирої нафти та природного газу (разом із продукцією видобування металевих руд, інших корисних ко-

палин та розроблення кар'єрів) у структурі витрат хімічної промисловості Польщі у 2014 р. становила 7,65%, а Німеччини – 4,0% (зокрема, частка продукції видобування сирої нафти та природного газу – лише 0,60%). Таким чином, у польських і німецьких хімічних виробництвах домінує використання металевих руд та інших корисних копалин, а в українських – використання нафти, вугілля та природного газу. Натомість частка продукції видобування металевих руд, інших корисних копалин та розроблення кар'єрів у структурі витрат вітчизняної хімічної промисловості впродовж 2013-2016 рр. зменшилася на 2,66 в.п. і в 2016 р. склала лише 0,52% (авторські розрахунки за джерелом [6]).

*Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря* є третім ВЕД за величиною частки його продукції у структурі витрат хімічної промисловості. Значення цього показника в Україні у 2016 р. становило 10,78% (проти 9,14% у 2013 р.), тоді як у Польщі у 2014 р. 3,86%, а в Німеччині – 2,94%. Порівняно більше споживання енергоносіїв в Україні зумовлене структурою випуску вітчизняних хімічних виробництв, у якій переважає продукція неорганічної хімії та мінеральних добрив, технологічні процеси виготовлення яких є більш енергозатратними.

Частка продукції та послуг *оптової та роздрібною торгівлі; ремонту авто-*

*транспортних засобів і мотоциклів* у структурі витрат хімічної промисловості України протягом 2013-2016 рр. збільшилася на 9,49 в.п. Така тенденція спричинена суттєвим стрімким зростанням вартості паливно-мастильних матеріалів й енергії, а отже, і послуг транспортних перевезень у 2014 р., що, у свою чергу, стало наслідком девальвації національної валюти та негативного впливу інших макроекономічних чинників. Наприклад, у структурі витрат хімічної промисловості Польщі частка продукції та послуг названого ВЕД у 2014 р. становила лише 0,11%, а Німеччини – 2,74%. Отже, для зниження витратності хімічної промисловості в Україні необхідне вдосконалення діяльності транспортно-логістичної сфери загалом і систем постачання сировини для хімічних виробництв і збуту хімічної продукції зокрема.

В Україні намітилася позитивна тенденція до зниження рівня імпортозалежності хімічної промисловості. Так, частка імпорту у витратах виробництва хімічних речовин і хімічної продукції впродовж 2013-2016 рр. зменшилася на 17,62 в.п. і в 2016 р. становила 47,78% (авторські розрахунки за джерелом [6]). Найважливішим є суттєве зниження порівняно з 2013 р. залежності вітчизняної хімічної промисловості від імпортової продукції *видобування сирої нафти та природного газу* – на 35,25 в.п. (табл. 8).

Таблиця 8. Частка імпорту у витратах хімічної промисловості України (у розрізі ключових ВЕД), %<sup>1</sup>

Вид економічної діяльності	2013	2014	2015	2016	Відхилення (+/-)			
					2014-2013	2015-2014	2016-2015	2016-2013
Виробництво хімічних речовин і хімічної продукції	97,28	92,16	97,02	96,16	-5,13	4,86	-0,85	-1,12
Видобування сирої нафти та природного газу	81,27	71,29	66,79	46,02	-9,97	-4,50	-20,78	-35,25
Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	6,32	0,38	0,33	0,51	-5,93	-0,05	0,17	-5,81

<sup>1</sup> Розраховано на основі офіційних статистичних даних [6].

Частка імпортованих послуг такого ВЕД, як оптова та роздрібна торгівля, ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів у витратах хімічної промисловості з 2014 р. є мізерною, а імпортована енергія не використовується взагалі. Водночас рівень залежності від імпорту хімічної продукції у 2016 р. залишився критично високим – 96,16%.

Підсумовуючи результати здійснених оцінок, можна констатувати порівняно низький рівень технологічності хімічної промисловості України, у структурі випуску та експорту якої домінує продукція енергозатратних сировинних виробництв неоргані-

чної хімії та мінеральних добрив. Окрім того, ці виробництва є повністю імпортозалежними та водночас експортоорієнтованими – частка експорту в обсязі реалізованої продукції основної хімії у 2017 р. становила 69,82%. Отже, внаслідок спеціалізації на сировинних виробництвах, експортоорієнтованості та значної імпортозалежності (у сегменті проміжного споживання) вітчизняна хімічна промисловість протягом 2013-2016 рр. тільки частково (зі спадною тенденцією) забезпечувала попит на хімічну продукцію на внутрішньому ринку України (рис. 2).



Розраховано на основі офіційних статистичних даних [6].

**Рисунок 2. Рівень задоволення українською хімічною промисловістю попиту на хімічну продукцію на внутрішньому ринку (за видами споживання), %**

У подальшому дотримання названих орієнтирів розвитку хімічних виробництв в Україні є нераціональним й економічно небезпечним, надто у період динамічної трансформації світового ринку хімічної продукції. Таким чином, актуалізується проблема реформування вітчизняної хімічної промисловості, передусім у напрямі оптимізації структури випуску й експорту за критеріями підвищення економічної ефективності та технологічності. У зв'язку з цим перспективи розвитку хімічної промисловості в Україні слід розглядати кризь призму:

- 1) активізації діяльності базових виробництв неорганічної та органічної хімії;
- 2) зниження імпортозалежності національної економіки за окремими видами хімічної продукції;
- 3) зміни структури експорту хімічної продукції відповідно до стандартів промислових країн ЄС.

Хімічна промисловість України залишається сировинно-орієнтованою, що обумовлює територіальну концентрацію базових хімічних виробництв і разом з тим визначає необхідність структурної трансформації цього сектору в напрямі збільшення

питомої ваги високотехнологічних виробництв. Однак така трансформація має передбачати необхідність збереження наявних конкурентних переваг (родовищ сировини та виробничих потужностей), що можуть бути використані для розвитку хімічної промисловості у перспективі. З огляду на це, пріоритетними для розвитку в Україні мають бути ті хімічні виробництва, продукція яких є сировиною та напівфабрикатами не лише для хімічної промисловості, але і для інших секторів (легкої, харчової промисловості та ін.), а також інших видів економічної діяльності. До таких виробництв віднесено *содове* і *сірчанокислотне*, а також *виробництво калійних солей, карбонатної сировини, азоту та добрив* (азотних, калійних, фосфатних).

Одним із пріоритетних завдань розвитку хімічної промисловості України має бути нарощування виробництва *аміаку*, який є сировиною для виробництва *нітратної кислоти та азотних добрив*. Останні до 2017 р. формували основу (разом із продуктами неорганічної хімії) вітчизняного експорту хімічної продукції. Необхідність активізації виробництва *аміаку* в Україні зумовлена також високим (із тенденцією до зростання) рівнем імпортозалежності за цим видом хімічної продукції. У структурі імпорту неорганічної хімії у 2017 р. найбільшу частку (32,5% проти 12,42% у 2013 р.) мав *аміак*, 99,31% якого імпортувалось із РФ.

Об'єктивною основою для нарощування обсягів виробництва *аміаку* в Україні є наявність профільних виробничих потужностей. Так, зокрема, виробничі потужності хімічних підприємств холдингової групи Ostchem (які виготовляють 75% *аміаку* в Україні) і ПАТ "Одеський припортовий завод" сумарно становлять близько 5 млн т на рік, тоді як фактичний обсяг виробництва *аміаку* у 2017 р. – лише 996,3 тис. т, що у 5 разів менше виробничих потужностей і в 3,5 раза менше обсягу виробництва у 2013 р. Водночас дефіцит добрив в Україні складає близько 34% від

загальної потреби внутрішнього ринку, у т.ч. дефіцит *аміачної селітри* – 25%, *карбамідно-аміачної суміші* – 39, а *карбаміду* – 40%. Отже, утворену ринкову нішу доцільно заповнити не імпортною продукцією, а вітчизняною – цьому сприяє наявність конкурентних переваг виробництв окремих видів добрив в Україні, передусім *азотних*.

Окрім існуючих виробничих потужностей (найбільших в Україні з-поміж виробництв інших видів добрив), конкурентними перевагами виробництва азотних добрив є: часткова забезпеченість власною сировиною (відходами коксохімічного виробництва і природним газом), висока експортна орієнтація сектору та наявність усталених споживчих ніш.

Конкурентні переваги виробництва *фосфатних добрив* полягають у такому:

низька матеріаломісткість (з 1 т фосфоритів отримують 2 т добрив) і перспективи одержання власної сировини на основі розвіданих запасів фосфоритів у Харківській, Сумській, Дніпропетровській, Житомирській, Полтавській і Волинській областях;

відсутність необхідності залучення значних капіталовкладень для промислового освоєння численних невеликих родовищ фосфоритів завдяки впровадженню технології раціональної комплексної переробки фосфоровмісної сировини;

орієнтованість на споживача, а відтак, можливість територіальної диверсифікації виробництва з орієнтацією на центри розвитку рослинництва, зокрема на райони бурякосіяння;

здатність виробничих потужностей ПАТ "Сумхімпром" і ПрАТ "Дніпровський завод мінеральних добрив" сумарно забезпечити близько третини споживання фосфатних добрив в Україні.

Підставою для подальшого розвитку виробництва *калійних добрив* є наявність сировини – калійних копалень у гірничому масиві в межах залягання покладів Калуш-Голинського родовища.

Окрім добрив, Україна імпортує значні обсяги синтетичних пігментів та барвників (65-70% від загального обсягу споживання) і товарів побутової хімії (40-45%). Оскільки ці види хімічної продукції мають достатній рівень технологічної та товарної конкурентоспроможності, це обумовлює можливість скорочення їх імпорту шляхом розширення власного виробництва.

Перспективним напрямом імпортозаміщення в Україні є також розвиток виробництва *малотоннажної хімії* (засобів захисту рослин, бурштинової кислоти, фурфуролу, аспарагінової кислоти, етилового спирту, гліцерину, присадок для моторного палива та ін.). Загалом імпортозаміщення сировини для виробництва хімічної продукції є доцільним тоді, коли: природні запаси (наявні та потенційні) можуть забезпечити внутрішні потреби виробництва; сировина використовується для виготовлення стратегічно важливої або перспективної (з позиції світового ринку) чи інноваційної хімічної продукції; загострюється питання економічної безпеки, зокрема через вплив суспільно-політичних чинників.

У структурі експорту хімічної продукції ЄС-28 домінують (після фармацевтичної продукції) органічні хімічні сполуки, тоді як в експорті з України переважає продукція енергозатратних сировинних виробництв неорганічної хімії (у 2017 р. 47,0% проти 2,87% у ЄС). Окрім того, більшість експортоорієнтованих вітчизняних хімічних виробництв є імпортозалежними. Звідси випливає необхідність трансформації структури українського експорту хімічної продукції за такими напрямками:

зростання питомої ваги органічних хімічних сполук в експорті хімічної продукції шляхом активного позиціонування на світовому ринку товарів із поглибленою технологічною обробкою (виробництва первинних пластмас та виробів із пластмас, шин, хімічних матеріалів та продукції спеціального призначення);

посилення експортоорієнтованості вітчизняного азотного виробництва шляхом нарощування його обсягів (передусім продукції азотного напрямку з більшою доданою вартістю) та збільшення потужностей щодо перероблення аміаку і випуску добрив, які користуються попитом на зовнішніх ринках (аміачна селітра, карбамід, карбамідо-аміачна суміш та ін.). Перспективи реалізації цього напрямку пов'язані передусім із світовими тенденціями зростання цін на продукти харчування й обсягів їх виробництва, що, відповідно, обумовить збільшення світового попиту на мінеральні добрива.

Одним з основних завдань для практичного втілення окреслених напрямів розвитку хімічних виробництв в Україні є підвищення ефективності функціонування підприємств. Це необхідна умова забезпечення цінової конкурентоспроможності на світовому ринку хімічної продукції. Найбільший потенціал зростання ефективності лежить у площині вдосконалення процесів виробництва, логістики і дистрибуції. Так, скорочення тривалості виробничо-реалізаційних циклів у хімічній промисловості можливе шляхом налагодження безперервного функціонування системи управління матеріальними потоками на основі розвитку регіональних логістичних центрів і транспортної інфраструктури.

*Висновки.* Українська хімічна промисловість тією чи іншою мірою забезпечує продукцією всі ВЕД, серед яких основними споживачами є сільське господарство та самі хімічні виробництва. Проте рівень імпортозалежності національної економіки в сегменті проміжного споживання хімічної продукції є дуже високим (>80%) і має тенденцію до подальшого зростання, особливо у сільському господарстві (≈100%). Окрім поглиблення залежності від імпорту продукції основної хімії, в Україні гостро постає проблема високого рівня витратності хімічних виробництв, який наближається до 90%. Разом з тим позитивною є тенденція до збільшення частки вітчизняної про-

дукції та послуг у структурі витрат виробництва хімічних речовин і хімічної продукції на понад 10 в.п. протягом 2013-2017 рр.

В умовах посилення конкуренції на світовому ринку хімічної продукції вагомою загрозою для перспективного розвитку хімічної індустрії в Україні є поступова втрата нею експортного потенціалу. Зокрема, частка експорту в обсязі реалізованої хімічної продукції впродовж останніх п'яти років скоротилася майже на 10 в.п. Отже, вкрай необхідним є відновлення та подальше нарощування експортного потенціалу вітчизняних хімічних виробництв, що передбачає реалізацію таких заходів:

стимулювання експортної активності хімічних підприємств шляхом надання їм організаційно-технічної та інформаційної підтримки у напрямі вдосконалення системи управління якістю продукції та забезпечення міжнародної сертифікації виробництв;

здійснення технічного і технологічного переоснащення (із подальшим розширенням) виробничих потужностей експортоорієнтованих базових хімічних виробництв, віднесення їх до категорії пріоритетних інноваційно-інвестиційних проєктів та розширення на цій основі експорту хімічної продукції, яка формує експортний профіль України і водночас має стабільний попит на світовому ринку;

створення нових високотехнологічних хімічних виробництв на основі реалізації потужних інноваційно-інвестиційних проєктів, які забезпечать товарну диверсифікацію вітчизняного експорту хімічної продукції шляхом збільшення у його структурі частки кінцевої товарної продукції та продукції з поглибленим рівнем технологічної переробки;

втілення на засадах державно-приватного партнерства інфраструктурних проєктів (зокрема, з будівництва у портах спеціальних об'єктів для виробництва комплексних добрив, призначених для ек-

порту, а також терміналів для відвантаження хімічної продукції).

З урахуванням сучасних тенденцій розвитку хімічної індустрії у світі перспективи подальших досліджень у цьому напрямі лежать у площині пошуку нових ніш на зовнішніх ринках для розширення географії експорту продукції вітчизняних хімічних виробництв. Також актуальним залишається аналітичне обґрунтування (передусім із позиції економічної ефективності) перспективних напрямів імпортозаміщення на внутрішньому ринку хімічної продукції, зокрема в сегменті добрив.

### Література

1. Промисловість України 2014-2016: невикористані можливості, шляхи відновлення, модернізації та сучасної розбудови: наукова доповідь / редкол.: О. І. Амоша, І. П. Булеєв, Ю. С. Залознова; НАН України, Ін-т економіки пром-сті. Київ, 2017. 554 с.
2. Шевцова Г. З., Швець Н. В. Кластеризація хімічної промисловості: європейський досвід та уроки для України. *Вісник економічної науки України*. 2017. № 2. С. 103-109.
3. Імплементация Угоди про асоціацію між Україною та ЄС: економічні виклики та нові можливості: наукова доповідь / за ред. В. М. Гейця, Т. О. Осташко; НАН України, ДУ "Ін-т екон. та прогноз. НАН України". Київ, 2016. 184 с.
4. Розвиток промисловості для забезпечення зростання та оновлення української економіки : науково-аналітична доповідь / за ред. Л. В. Дейнеко; НАН України, ДУ "Ін-т екон. та прогноз. НАН України". Київ, 2018. 158 с.
5. Шевцова Г. З. Хімічна індустрія 4.0 як галузева концепція реалізації основ четвертої промислової революції. *Економічний вісник Донбасу*. 2017. № 2 (48). С. 35-41.
6. Таблиця "витрати-випуск» України за 2016 рік в основних цінах: стат. зб. *Офіційний сайт Державної служби статис-*

тики України. URL: [http://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2018/zb/05/zb\\_tvvuoz2016.pdf.pdf](http://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/05/zb_tvvuoz2016.pdf.pdf) (дата звернення: 03.12.2018).

7. Методологічні положення з організації державного статистичного спостереження "Таблиця "витрати-випуск". *Державна служба статистики України*. URL: [http://www.ukrstat.gov.ua/metod\\_polog/metod\\_doc/2018/236/mp\\_tvuv.pdf](http://www.ukrstat.gov.ua/metod_polog/metod_doc/2018/236/mp_tvuv.pdf) (дата звернення: 22.12.2018).

8. Національні рахунки. *Офіційний сайт Центрального статистичного управління Польщі*. URL: [www.stat.gov.pl](http://www.stat.gov.pl) (дата звернення: 03.12.2018).

9. Eurostat Statistics Explained. *Eurostat*. URL: [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Production\\_and\\_international\\_trade\\_in\\_chemicals](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Production_and_international_trade_in_chemicals) (дата звернення: 03.12.2018).

10. Сумарний обсяг імпорту та експорту у розрізі товарних позицій за кодами УКТЗЕД. *Офіційний сайт Державної фіскальної служби України*. URL: <http://sfs.gov.ua/ms/f11> (дата звернення: 14.01.2019).

11. Статистика зовнішнього сектору. *Офіційний сайт Національного банку України*. URL: [https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?showHidden=1&art\\_id=65613&cat\\_id=44446#3](https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?showHidden=1&art_id=65613&cat_id=44446#3) (дата звернення: 19.12.2018).

12. Національні рахунки. *Офіційний сайт Федеральної статистики Німеччини*. URL: [www.destatis.de](http://www.destatis.de) (дата звернення: 15.12.2018).

## References

1. Amosha, O. I., Buleyev, I. P., & Zoloznova, Yu. S. (Eds.) (2017). Industry of Ukraine 2014-2016: unused opportunities, ways of restoration, modernization and modernization. Scientific Report. Kyiv: Institute of Industrial economics of the NAS of Ukraine [in Ukrainian].

2. Shevtsova, H. Z., & Shvets, N. V. (2017). Clustering of the chemical industry: European experience and lessons for Ukraine.

*Visnyk ekonomichnoi nauky Ukrainy*, 2, pp. 103-109 [in Ukrainian].

3. Heyets, V. M., & Ostashko, T. O. (Eds.) (2016). The implementation of the Association Agreement between Ukraine and the EU: Economic Challenges and Opportunities. Scientific Report. Kyiv: Institute for Economics and Forecasting of the NAS of Ukraine [in Ukrainian].

4. Deyneko, O. T. (2018). Development of industry for growth and renewal of the Ukrainian economy. Scientific Report. Kyiv: Institute for Economics and Forecasting of the NAS of Ukraine [in Ukrainian].

5. Shevtsova, H. Z. (2017). Chemical Industry 4.0 as a branch concept for implementing the foundations of the Fourth Industrial Revolution. *Ekonomichniy visnyk Donbasu*, 2 (48), pp. 35-41 [in Ukrainian].

6. State Statistics Service of Ukraine (2018). Ukrainian input output table at basic prices for 2016. Statistical Publication. Retrieved from [http://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2018/zb/05/zb\\_tvvuoz2016.pdf.pdf](http://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/05/zb_tvvuoz2016.pdf.pdf) [in Ukrainian].

7. State Statistics Service of Ukraine (2018). Methodological provisions on the organization of state statistical observation "Table "input output". Retrieved from [http://www.ukrstat.gov.ua/metod\\_polog/metod\\_doc/2018/236/mp\\_tvuv.pdf](http://www.ukrstat.gov.ua/metod_polog/metod_doc/2018/236/mp_tvuv.pdf) [in Ukrainian].

8. Central Statistical Office of Poland (2018). National Accounts. Retrieved from [www.stat.gov.pl](http://www.stat.gov.pl) [in Poland].

9. Eurostat Statistics Explained (2018). Retrieved from [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Production\\_and\\_international\\_trade\\_in\\_chemicals](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Production_and_international_trade_in_chemicals)

10. State Fiscal Service of Ukraine (2018). Total volume of import and export by commodity positions by codes of Ukrainian classification of goods of foreign economic activity. Retrieved from <http://sfs.gov.ua/ms/f11> [in Ukrainian].

11. National Bank of Ukraine (2018). External sector statistics. Retrieved from <https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?>

showHidden=1&art\_id=65613&cat\_id=44446  
#3 [in Ukrainian].

12. Federal statistical office (2018). National Accounts. Retrieved from

[https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?showHidden=1&art\\_id=65613&cat\\_id=44446#3](https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?showHidden=1&art_id=65613&cat_id=44446#3) [in Ukrainian].

**Светлана Алексеевна Ищук,**

*доктор экон. наук, проф.*

E-mail: iso.ird@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0002-3698-9039>;

**Любомир Иосифович Созанский,**

*канд. экон. наук, с.н.с.*

ГУ "Институт региональных исследований им. М.И. Долишнего НАН Украины"  
79026, Украина, г. Львов, ул. Козельницкая, 4.

E-mail: lubomir437@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7854-3310>

## ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УКРАИНЫ

Химическая индустрия является одним из ключевых экспортоориентированных секторов национальной экономики. С учетом усиления процессов глобализации, а значит, и конкуренции на мировом рынке химической продукции этот сектор нуждается в углубленных исследованиях. В частности, актуальна необходимость разработки и внедрения новой модели развития отечественной химической промышленности, которая бы отвечала современным глобальным неиндустриальным изменениям и вызовам в рамках Индустрии 4.0. По результатам расчетов, проведенных на основании данных матрицы "затраты-выпуск", сформирована структура использования в Украине продукции химической промышленности в разрезе видов экономической деятельности, а также определен уровень импортозависимости последних в сегменте промежуточного потребления химической продукции. Построена товарная и географическая структура импорта химической продукции в Украине. Аналитически доказаны перспективы снижения импортозависимости национальной экономики по отдельным видам химической продукции. Осуществлена сравнительная оценка уровня затратности химических производств Украины и стран Европейского Союза. Обоснован выбор направлений развития отечественной химической промышленности, к которым отнесены: активизация деятельности базовых производств неорганической и органической химии; снижение импортозависимости национальной экономики по отдельным видам химической продукции; трансформация структуры экспорта химической продукции в соответствии со стандартами индустриальных стран. Предложен комплекс организационно-экономических мероприятий, направленных на повышение эффективности функционирования химических производств и наращивание их экспортного потенциала. Эти меры, в частности, предусматривают стимулирование экспортной активности предприятий и их техническое переоснащение, а также создание новых высокотехнологичных производств и реализацию инфраструктурных проектов. Определены векторы институциональных преобразований в Украине, направленных на повышение уровня конкурентоспособности химической промышленности.

*Ключевые слова:* химическая промышленность, производство, химическая продукция, импортозависимость, затратность.

**Svitlana O. Ishchuk,**

*Doctor of economics, professor.*

E-mail: iso.ird@ukr.net;

<https://orcid.org/0000-0002-3698-9039>;

**Lyubomyr Y. Sozanskyy,**

*PhD in Economics*

SI "Institute of Regional Research n.a. M. I. Dolishnyi of the NAS of Ukraine"

79026, Ukraine, Lviv, Kozelnytska str., 4.

E-mail: lubomir437@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7854-3310>

## CHALLENGES AND PROSPECTS OF THE UKRAINIAN CHEMICAL INDUSTRY

The chemical industry is one of the key export-oriented sectors of the national economy. Given the intensification of the globalization and, consequently, competition in the global market for chemical products, this sector needs an in-depth research. In particular, the need to develop and implement a new model for the development of Ukrainian chemical industry that is in line with current global neo-industrial changes and challenges within the Industry 4.0 is urgent.

Based on the calculations, performed on the basis of the "cost-output" matrix data, a structure of the chemical industry products' use in Ukraine in terms of types of economic activity is formed, as well as the level of import dependence of the latter in the segment of intermediate consumption of chemical products is defined. Commodity and geographic structures of chemical products' import in Ukraine have been built. The prospects for reducing the import dependence of the national economy on certain types of chemical products have been proven analytically. The comparative estimation of the level of chemical production costs in Ukraine and the of the European Union member-countries is carried out. The choice of directions of the Ukrainian chemical industry development is offered, which includes: intensification of basic production of inorganic and organic chemistry; reduction of import dependence of the national economy on certain types of chemical products; transformation of the export structure of chemical products in accordance with the standards of advanced industrial countries. A complex of organizational and economic measures, aimed at increasing the efficiency of the chemical enterprises and their export potential, was proposed. These measures, in particular, include stimulating the export activity of enterprises and their technical re-equipment, as well as the creation of new high-tech industries and the implementation of infrastructure projects. The vectors of institutional reforms in Ukraine, aimed at increasing the competitiveness of the chemical industry, are outlined.

*Keywords:* chemical industry, production, chemical products, import dependence, consumption.

JEL: L690, O570.

*Формати цитування:*

Іщук С. О., Созанський Л. Й. Виклики та перспективи розвитку хімічної промисловості України. *Економіка промисловості*. 2019. № 1 (81). С. 65-81. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.01.065>

Ishchuk, S. O., & Sozanskyy, L. Y. (2019). Challenges and prospects of the Ukrainian chemical industry. *Econ. promisl.*, 1 (85), pp. 65-81 doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.01.065>

*Надійшла до редакції 12.02.2019 р.*

**Денис Владимирович Липницкий,***канд. экон. наук*

архитектор приложений, технический тренер IBM

i-Klass Center LLC.

E-mail: [denis.lipnitsky@i-klass.com](mailto:denis.lipnitsky@i-klass.com)<https://orcid.org/0000-0002-4616-7936>

## ВОЗМОЖНОСТИ И ВЫЗОВЫ ДЛЯ БЛОКЧЕЙН В НОВОЙ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ

Индустрия 4.0 включает создание киберфизических систем, способных децентрализованно управлять производством, продажами, самообучаться и развиваться. Функционирование таких систем нуждается в аналогичных "умных" технологиях хранения и распространения информации. Блокчейн, обеспечивший децентрализацию и кибербезопасность в сфере криптовалют и создавший "умные" контракты, стал рассматриваться как подобная технология. Однако экстраполяция блокчейн с узкой сферы цифровых денег до универсального применения в индустрии и публичном секторе столкнулась с серьезными трудностями. Некоторые из них могут быть преодолены в рамках существующего поколения блокчейн (например, улучшением алгоритмов консенсуса). Большинство же требует существенных трансформаций технологии, комбинирования ее с другими информационными и промышленными инновациями. Трудности такого переходного этапа породили критику блокчейн и, нередко, отказ от его использования. Появились гибридные решения, взявшие от блокчейн лишь часть инновационной идеи (блочную организацию реестра транзакций) и имплантировав ее в традиционные технологии. Предложено считать такие решения неполноценным "квазиблокчейном". На основе анализа эволюции блокчейна обосновано, что дальнейшее развитие его децентрализованных версий наиболее отвечает концепции Индустрия 4.0. Показано, что внедрению таких версий сейчас препятствуют внутренние противоречия: "трилемма" блокчейн плюс его высокая энергоёмкость. Исследованы перспективы выхода из тупика "трилеммы" блокчейн с помощью смежных инновационных решений, таких как протокол второго уровня (Lightning Network) и ему подобные. Освещены тенденции дальнейшего развития различных форм и архитектур блокчейн. Предложена классификация, связывающая блокчейн с традиционными распределенными базами данных и учитывающая логику их развития. Проанализированы эффективные методы промышленного внедрения блокчейн, включая реализацию с его помощью цифровых счетов-фактур (e-Invoice) и коммуникаций для промышленного Интернета вещей. Выполненные исследования позволили разработать критерии выбора и оптимизации конкретных блокчейн-решений для индустриального применения.

*Ключевые слова:* блокчейн, Индустрия 4.0, распределенный реестр транзакций, децентрализация, "трилемма" блокчейн, "умные" контракты, алгоритмы консенсуса, e-Invoice, Интернет вещей, кибербезопасность.

Развитие современной "умной" промышленности (смарт-индустрии, Индустрии 4.0) основано на новых цифровых технологиях, видное место среди которых занимает блокчейн. Но не всё происходящее в сфере новейших компьютерных разработок оценивается однозначно. Рынки

наполнены информационными продуктами, представленными как технологический прорыв. Однако есть повод сомневаться в реальной инновационности отдельных достижений. Не являются ли они лишь красивой маркетинговой обёрткой для банальных технических идей? Может быть, эф-

© Д. В. Липницкий, 2019

факт от подобных "инноваций" не столь существенен, как его преподносят (технологии "плацебо")? Это та известная проблема эффективности компьютерных технологий, о которой писал ещё Р. Солоу [1].

Данные сомнения в полной мере относятся к блокчейн (строго говоря, группе технологий, но в дальнейшем – просто технологии), алгоритмический аппарат которой по большей части существовал за десятки лет до того, как был "переизобретён" создателями биткоина (Bitcoin). Своим выходом из математических дебрей на сцену живой экономики блокчейн обязан росту вычислительных возможностей компьютеров и глобализации интернета, позволяющего при желании создать мгновенный спрос где угодно и на что угодно. Экспертные мнения относительно будущего этой технологии разнятся от восторженных до весьма сдержанных.

Э. Шмидт (генеральный директор Google) однозначно охарактеризовал блестящие перспективы блокчейн и биткоина: "Биткоин – замечательное достижение в области криптографии, и его способность создать то, что невозможно дублировать (подделать) в цифровом мире, имеет огромное значение... Множество людей построят бизнес на его основе" [2].

К. Лагард (директор-распорядитель Международного валютного фонда), поддерживая в целом идею криптовалют, выражает беспокойство из-за энергетической неэффективности первых генераций блокчейн, заявляя, что "Майнинг биткойнов – это зло для энергетики... Климат необратимо меняется, а мы лишь наблюдаем за тем, сколько угля использует Китай для майнинга биткойнов" [3].

П. Кругман (нобелевский лауреат по экономике) вообще не видит прогресса в появлении криптовалют. По его мнению, "Энтузиасты криптовалют при помощи передовой технологии пытаются отправить денежную систему на 300 лет назад". Вместо того чтобы снижать транзакционные издержки, биткоин требует непрерывно наращивать расходы на содержание лежащей в его основе блокчейн-системы в

адекватном состоянии: "Высокая стоимость создания нового биткоина или передачи уже существующего необходима для того, чтобы в децентрализованной системе существовало доверие" [4].

Критики стало больше после того, как в 2018 г. лопнул спекулятивный "пузырь" криптовалют, бросив тень на блокчейн. На фоне взлетов и падений цифровых денег и бума стартапов гораздо скромнее выглядят новости о достижениях блокчейн в областях, где ему изначально пророчили блестящее будущее: реформирование государственных органов, противодействие уклонению от уплаты налогов и оптимизация бизнес-операций. Развитие блокчейн здесь протекает намного медленнее, чем в сфере криптовалют, и сталкивается с множеством препятствий, в том числе исходящих из ядра самой технологии (еще недостаточно зрелой).

Некоторые авторы идут дальше критики криптовалют и ставят под сомнение перспективы технологии блокчейн как таковой. Как яркий пример, К. Стинчкомб (основатель и руководитель компании True Link Financial) выступил с резким осуждением, заявляя, что от технологии, не реализовавшей себя за все прошедшее десятилетие нигде, кроме "песочницы" энтузиастов и неоднозначных цифровых валют, не стоит ожидать серьезных достижений и в будущем [5].

Очевидно, что амбициозный проект перехода блокчейн от криптовалютной к генерализованной технологии привел к созданию множества ее поколений, причём зачастую в виде незавершённых разработок и конкурирующих версий, и породил не меньше затруднений и ошибок. Все это осложняет понимание предмета. Поэтому как абсолютно позитивные (звучащие обычно от заинтересованных лиц), так и уничижительные оценки грешат односторонностью.

Исследуемая в настоящей работе проблема заключается в принципиальной возможности и готовности блокчейн в нынешнем виде к использованию в реальном секторе экономики при наступлении чет-

вертой промышленной революции. Для ее решения выполнен всесторонний анализ базовых элементов технологии, ее характеристик, способствующих и препятствующих широкомасштабному применению. Изучены эволюция блокчейн, современное состояние и перспективные разработки, направленные на преодоление ограничений технологи, оценено влияние блокчейн на другие промышленные инновации.

*Цель* статьи – продемонстрировать, что блокчейн имеет потенциал инновационности и ресурсы, необходимые для современной индустрии. Однако содержатся они не в достижениях криптографии 70-80-х годов прошлого века, нашедших воплощение в биткойне и ему подобных (для асимметричного шифрования блокчейн – лишь одна из сфер применения). Будет показано, что блокчейн стал в значительной степени ребрендингом для распределённых вычислений, превратив их из области изучения компьютерной науки в элемент либеральной экономической идеологии. Такое распространение концепций с технической сферы на экономику породило цепную реакцию исследований и разработок, не всем из которых суждено стать полезными.

Блокчейн продвигается адептами как высокотехнологичный инструмент, приносящий, благодаря своей распределенной сути (как высшей степени децентрализации), новые свободы рынку. На его примере демонстрируется, что самоорганизация бизнеса проще и выгоднее, чем существование центрального органа – "большого брата", владеющего монополией на координацию экономической жизни.

Группа экспертов, в частности С. Дэвидсон (профессор институциональной экономики Австралийского и международного университета RMIT) и П. де Филиппи (исследователь Парижского Национального центра научных исследований CNRS) считают, что блокчейн способен вызвать трансформацию институтов, увеличивая мобильность экономических агентов, ускоряя и защищая транзакции, снижая сопутствующие издержки [6]. Э. де Сото (осно-

ватель и президент Института свободы и демократии) утверждает, что "...Правительства, которые переводят свои реестры собственности на систему, основанную на блокчейн, могут создать более прозрачную и понятную систему, которая в конечном итоге принесет пользу людям и предоставит новые экономические возможности для всех" [7].

Независимо от того, разделяют они либеральную философию блокчейн или нет, множество экономистов считают соблазнительной саму идею переложить важные институциональные функции с живой и безупречной бюрократии на обезличенную запрограммированную машину, которой по сути является блокчейн. Однако, как и всеобщая роботизация, такое решение содержит множество сложностей и рисков, требующих осмысления. А начать следует с фундаментального понимания технологии, изучения ее версий, их сильных и слабых сторон, на чем остановимся более подробно.

В отличие от глобальной "блокчейнизации" – мечты футурологов, те версии блокчейн, которые уже используются в решении локальных задач бизнеса (цепочек поставок, в частности), выглядят менее революционно (и менее инновационно). Такой блокчейн и по идеологии, и по технологии отличается от его приложений в сфере майнинга, эмиссии и обмена цифровых валют.

Будет показано, что предлагаемые для промышленности системы часто базируются на ограниченной децентрализации или даже централизованной (нераспределенной) архитектуре. У классического блокчейн ими заимствована лишь идея криптографически закрытого реестра транзакций, которая использована для модернизации традиционных баз данных с целью расширить их функционал (или просто следуя моде на блокчейн). Это оправдано практическими соображениями, так как полностью децентрализованные и распределенные архитектуры блокчейн действительно затратны, сложны и недоста-

точно доработаны для промышленного применения.

Напротив, ряд венчурных проектов (в большинстве своем стартапов, находящихся сейчас в активной разработке) сфокусировались на поиске оптимальных решений, способных утилизировать распределенную сущность блокчейн (то есть возможности, предоставляемые децентрализацией реестра транзакций), – решений, позволяющих за счет определенных технических компромиссов и гибридных архитектур достичь высокой производительности и других качеств, необходимых индустрии. Благодаря таким примерам будут очерчены перспективы эволюции наиболее жизнеспособных форм блокчейн из множества проектов, реализуемых в этой сфере.

Подобный взгляд на будущее блокчейн соответствует концепции неоиндустриализации и "умной" промышленности как гармоничного соединения старого и формирующегося нового технологических укладов [8].

#### **Технологические истоки инновационности**

Технология блокчейн основана на использовании распределенной базы данных (англ. *distributed ledger*). Распределенность заключается в том, что база (англ. *ledger* – реестр транзакций) сохраняется в виде большого количества равноправных копий у участников (англ. *peer*) блокчейн. Нет эталонной копии или центрального хранилища (как единой точки отказа), а значит, нет и необходимости окружать его файерволом, защищать от хакерских атак или иных угроз с использованием дорогостоящих и сложных систем.

Несмотря на то что распределенная база доступна участникам (англ. *peer* – равноправный), она защищена от внесения ими недостоверных данных и ретроспективного изменения записанной информации (англ. *immutable* – неизменяемый). Защищенность данных, хранящихся в открытой распределенной системе, является первым важным преимуществом технологии блокчейн.

Распределенная база хранит информацию о транзакциях, совершаемых над токенами. Токен (англ. *token* – знак, жетон, талон) – цифровое абстрактное представление активов, прав или обязательств, которое является объектом количественного учёта в этой базе данных.

Транзакции являются отражением сделок между владельцами токенов. Административный центр, гарантирующий правильную регистрацию сделок, в данном случае не нужен. Его роль в блокчейн выполняет консенсус участников системы. Любой участник может инициировать регистрацию транзакции, направив изменения в базу, и только тогда, когда такие изменения будут согласованы системой (будет достигнут консенсус), они "разольются" (будут синхронизированы) по всем копиям.

Алгоритм консенсуса определяет правила, по которым автоматически вычисляется и гарантируется истинное содержимое распределенной базы данных, что особо актуально, когда ряд участников могут попытаться сфальсифицировать информацию (классическая задача "византийских генералов"). Учёные и практики стремятся к высокой надёжности и одновременно производительности таких алгоритмов [9].

Таким образом, в блокчейн отсутствие доверия между сторонами сделок (и вообще участниками), а также авторитетного центра (арбитра, единого реестра) не является проблемой. Регистрация сделок и хранение информации о них происходят распределенно (peer-to-peer, P2P), но при этом совершенно безопасно. Распределенность является вторым важным преимуществом технологии блокчейн. Следует подчеркнуть, что философия блокчейн заключается в том, что защищенность информации обеспечивается именно распределенностью системы (первое преимущество обусловлено вторым).

Распределенность (максимальная децентрализация) блокчейн также позволяет распространить эту технологию на любой тип взаимодействия участников, будь то

H2H (англ. *human-to-human* – от человека к человеку), H2M (англ. *human-to-machine* – от человека к машине) или M2M (англ. *machine-to-machine* – от машины к машине).

Благодаря присущим им свойствам токены могут служить цифровой формой представления большинства видов активов и обязательств, а блокчейн – удобной средой хранения и регистрации различных экономических и финансовых данных. На сегодняшний день основное применение токенов – это эмиссия криптовалют, осуществление платежей с криптовалютами без участия центрального банка и банков вообще. Можно сказать, что криптовалюты послужили инструментом апробации и популяризации блокчейн на первом этапе.

На втором этапе развития блокчейн предоставил возможность альтернативного сбора инвестиций (англ. *crowdfunding*) для новых проектов и стартапов в виде ICO (англ. *initial coin offering* – первичное размещение токенов). В настоящее время разворачивается третий этап развития этой технологии – ищутся лучшие способы широкого применения токенов для учёта имущественных прав, налогообложения, в том числе транснационального, реализации права выбора (голосование, экспертиза), для продажи, обмена, совместного использования любых активов (в том числе интеллектуальной собственности), тарификации в системах массового обслуживания и т.п.

Отношения клиента (владельца токенов) и блокчейн-системы начинаются с открытия клиентом счета (кошелек) в системе, на котором хранится ноль или более токенов. Вся история перемещения токенов между кошельками клиентов (транзакций) сохраняется в базе данных бесконечно (в большинстве реализаций блокчейн), начиная с первого мгновения работы системы.

Блокчейн обеспечивает почти абсолютную гарантию того, что только владелец токенов может ими суверенно распорядиться [10], а также авторизацию владельца и неприкосновенность его активов при помощи устойчивых криптографичес-

ких методов [11] (асинхронное шифрование, дерево Меркла и др.). Благодаря этому свойству система блокчейн может параллельно использоваться как механизм децентрализованной и высоконадёжной проверки личности участников и предоставления им прав (для аутентификации и авторизации).

### Архитектуры и их ограничения

В структурном отношении система блокчейн – это сама распределённая база плюс алгоритмы и компьютерная инфраструктура, реализующие взаимодействие с ней. Вся эта система обеспечивает хранение в распределённой базе информации о транзакциях, упакованной в блоки (англ. *block*-), нераздельно связанные между собой в цепочки (англ. *-chain*). При этом каждый блок является архивом для определённого количества последовательных транзакций, а вся цепочка блоков отражает историческую последовательность всех транзакций. Блоки связаны между собой неразрывно благодаря криптографическим алгоритмам. Вставить (или выбросить) блок из середины цепочки невозможно, такая операция будет отвергнута системой. Возможно только присоединение новых блоков к концу цепочки.

Распределённость системы подразумевает, что база данных хранится в виде полных копий на большом количестве компьютеров (узлов – англ. *node*). При этом пассивные узлы только читают информацию, а активные имеют право (по своей инициативе или поручению пассивных узлов) вставлять новые блоки транзакций в базу (присоединять к *chain*). В ранних криптовалютных системах все узлы обычно активны (биткоин). В отдельных архитектурах существуют служебные узлы (отвечающие за упорядочивание транзакций, маршрутизацию в сети, балансировку нагрузки и т.п.).

Все разнообразие версий блокчейн обычно разделяют на следующие формы (по режиму доступа к информации):

публичные (англ. *permissionless*), когда любой желающий может стать узлом;

полупубличные, когда активные узлы – это круг избранных, пассивные могут присоединяться более-менее свободно;

непубличные (англ. *permissioned*) – доступ всех участников администрируется.

Для более точного представления сути блокчейн следует выделить его основные архитектуры (по режиму хранения информации):

распределенные, когда реестр транзакций хранится у каждого участника;

децентрализованные, когда реестр транзакций хранится не у каждого участника, а на некотором (как правило, небольшом) количестве узлов;

централизованные, когда только один узел (сервер базы данных) используется для хранения всего реестра транзакций.

Поскольку реестр транзакций с момента создания блокчейн был назван "распределенным", одноименная архитектура рассматривается как классическая. Публичные системы являются распределенными. Потенциал таких систем для развития экономических институтов наиболее очевиден, но существует ряд серьезных ограничений данной архитектуры, которые рассмотрены ниже.

Децентрализованная архитектура лежит в основе непубличных (полупубличных) систем. Причем чем меньше количество копий (точнее, активных узлов), тем система производительнее. Как будет показано далее, это связано, в частности, с особенностями алгоритмов консенсуса. Такое свойство нередко является причиной отказа от децентрализации (склонность к ограниченной децентрализации).

Впрочем, даже централизованные системы (крайний случай) не исключают резервное копирование и потому не являются по определению небезопасными. Однако безопасность от потери данных не тождественна свойству защищенности данных от подмены и фальсификации (присущего от природы распределенным системам).

Строго говоря, непубличные, полупубличные (ограниченно децентрализованные и централизованные) архитектуры являются "квазиблокчейн" (иногда упоми-

наются как "эксклюзивный" блокчейн). Они жертвуют фундаментальным свойством – распределенностью как основой защиты данных – в пользу простоты реализации и высокой производительности. Криптовалюты в основном живут в публичных формах. Спрос на непубличные системы предъявляют в настоящее время реальный и государственный секторы экономики.

Как информация хранится в такой системе? Каждый новый блок транзакций попадает в базу данных после верификации и "запечатывания", которое осуществляет активный узел системы. Главная её "фишка" заключается в том, чтобы обеспечить механизм консенсуса, позволяющий всем активным узлам совместно одобрить внесение информации в базу (присоединение нового блока к цепочке).

В зависимости от механизма консенсуса системы блокчейн разнятся. Первопроходец – биткойн – использует подход "доказательство работой" (англ. *proof-of-work, PoW*), когда все активные ноды за вознаграждение соревнуются между собой, кто быстрее осуществит затратную (машинные мощности, время работы процессоров, электроэнергия) операцию расчёта "магического" числа. Первый справившийся узел запечатывает и вносит блок транзакций в базу, получая за это вознаграждение в виде эмитированных биткойнов. В этом смысл так называемого майнинга. Трудоёмкость майнинга растёт с увеличением количества соревнующихся узлов, и такая конкуренция приводит к тому, что победитель в гонке (в "лотерее") всегда случаен. Если кто-то целенаправленно захочет внести в базу ряд фиктивных блоков транзакций, то ему придется раз за разом выигрывать гонку, а это статистически невозможно, разве что фальсификатор сумел бы сосредоточить у себя более 51% вычислительных мощностей (битрейтов) всей системы (проблема "уязвимости 51%" [12]). Такая ситуация является чисто гипотетической.

Недостатком "доказательства работой" PoW является то, что с увеличением

количества узлов затратность работы экспоненциально растёт (на сегодня майнеры биткоин в совокупном потреблении электроэнергии обошли Ирландию, и в свете глобального потепления биткоин выглядит аморальнее, чем просто спекулятивный актив [13]). Кроме того, из-за постоянного роста сложности каждой единицы "работы" система обречена на низкую производительность. Запечатывание каждого нового блока требует всё больше ресурсов и обычно длится дольше по времени.

Это означает, что количество транзакций в единицу времени, пропускаемых системой биткоин (и множеством подобных криптовалютных систем) ограничено сверху (уровнем развития компьютерных процессоров). В сравнении с 24К (24 тыс.) транзакций в секунду у системы VISA, биткоин спотыкается на 7 транзакциях в секунду, в результате чего клиенты часами ждут завершения криптовалютных переводов. Это делает первое поколение криптовалют неудобным и бесперспективным средством расчётно-денежных операций (что стало одной из причин раскручивания исключительно спекулятивного интереса к ним).

Преодолеть данные проблемы пытаются потопки и версии, так называемые форки (от англ. *fork* – развилка, ответвление) биткоина и новые виды криптовалют за счёт изменения структуры базы данных, формата и вместительности блоков и т. п. Но, по большому счёту, обойти все присущие PoW ограничения невозможно.

В этой связи интерес представляют альтернативные механизмы достижения консенсуса. В целом данные механизмы делятся на основанные на лотерее и основанные на голосовании. В алгоритмы, основанные на лотерее, входят помимо описанного PoW также "доказательство долей владения" PoS, (от англ. *Proof-of-Stake*), "делегированное доказательство долей владения" DPoS (англ. *Delegated Proof of Stake*), "доказательство важностью" PoI (англ. *Proof-of-Importance*) и ряд их вариаций [14]. Хотя последние несколько улучшают производительность систем в срав-

нении с "доказательством работой", они все же имеют те же недостатки и особенности, что и PoW. В частности, они обеспечивают максимальную открытость и масштабируемость системы ценой относительно низкой пропускной способности (в транзакциях в секунду). Можно констатировать, что из-за указанных выше особенностей все эти системы заточены под майнинг криптовалют.

Основанные на голосовании алгоритмы, такие как варианты Византийского консенсуса, Raftos [15], RAFT [16], напротив, обеспечивают высокую пропускную способность за счёт низкой масштабируемости, то есть за счёт ограниченной возможности расширять количество активных (точнее выражаясь, участвующих в голосовании для достижения консенсуса) узлов. Прирост количества голосующих узлов экспоненциально увеличивает время достижения консенсуса, а значит, снижает производительность. Однако при ограниченном количестве активных узлов, например, в полуоткрытых или закрытых системах (что тождественно централизованным и слабо децентрализованным системам), этот механизм консенсуса обеспечивает высокую производительность (даже при значительном росте количества пассивных узлов), достаточную даже для его интенсивного применения в финансовом и реальном секторах экономики.

### Эволюция блокчейн

За время развития технология блокчейн прошла этапы, охарактеризованные как первое и второе поколения, и в настоящее время третье поколение блокчейн находится в процессе становления. Первое поколение включает собственно биткоин и подобные ему криптовалюты. Архитектуры блокчейн, обслуживающие их, способны выполнять лишь простейшие транзакции и имеют быстро деградирующую производительность.

Второе поколение началось, по сути, с создания блокчейн для криптовалюты эфир (Ethereum) и обеспечило участникам возможность не просто осуществлять пере-

воды токенов друг другу, но и заключать между собой полноценные "умные" контракты (англ. *smart contract*). Самоисполняющиеся контракты, но с ограниченным функционалом, были возможны и в Биткоине, но там они практически не применялись. "Умные" контракты – это алгоритмы для автоматизации выполнения транзак-

ций, написанные на специальных языках (пример – Solidity для эфира), хранящиеся в блокчейн и выполняющиеся в среде виртуальных машин (часть блокчейн второго поколения). Они обеспечивают полноту по Тьюрингу, то есть возможность написания любых вычисляемых функций [17] (вставка 1).

*Вставка 1*

### **Сфера и пример применения блокчейн**

Сфера применения "умных" контрактов согласно Белой книге (White Paper) Палаты цифровой коммерции (The Chamber of Digital Commerce) [18] такова:

- цифровая идентичность, контроль над персональными данными;
- поставки ценных бумаг, расчёты по ним, выплата дивидендов;
- цифровые аккредитивы, аналоги эскроу-счетов;
- сделки, требующие сложной верификации, подтверждения множеством сторон;
- совместная бухгалтерия контрагентов для упрощения сверок и аудита;
- учёт цепочек поставки товаров для оптимизации оборотных средств;
- имущественное и медицинское страхование и т. д.

Пример использования "умного" контракта (эскроу-счет в валюте Ethereum).

Допустим, есть три инвестора (1, 2, 3), которые хотят совместно приобрести новое оборудование. Между ними отсутствует доверие. Кроме того, им трудно прийти к общему согласию относительно поставщика станков.

Стороны описывают логику сделки в виде формального документа (меморандума). На этой основе программисты создают "умный" контракт. Контракт заносят в блокчейн (в данном примере – Ethereum). Контракт включает следующие условия:

- 1) в течение N дней инвесторы перечисляют со своих персональных счетов в Ethereum договорённые суммы X1, X2, X3 (долевое участие) на счёт "умного" контракта;
- 2) если до этого срока не поступают все указанные суммы от сторон, то происходит автоматический возврат средств инвесторам и контракт "расторгается";
- 3) если все суммы собраны, то проверяется условие, что к этому моменту все стороны согласились с выбором продавца; если нет – то происходит "расторжение", аналогично п. 2;
- 4) если получено единогласное одобрение сторонами продавца (каждая сторона должна для этого вызвать определённую функцию "умного" контракта, голосуя с её помощью "за" один из M вариантов), то переходим к п. 5;
- 5) происходит перечисление средств X1+X2+X3 продавцу на его счёт в Ethereum. Сделка на этом этапе завершена. Контракт прекращается.

Будучи публичным и неизменяемым (сберегаясь в блокчейн), контракт теперь легко проверяется участниками (их техническими экспертами). Если он соответствует договорёностям, то стороны приступают к выполнению (детальное описание "умных" контрактов с примерами кода приведено в ряде источников: например [17; 19])

Можно утверждать, что второе поколение приоткрыло двери для масштабной дигитализации экономики, так как на основе "умных" контрактов теоретически возможно оцифровывать не только простей-

шие транзакции, но и технологические процессы, логистические цепочки, юридические конструкции и законодательные нормы [20]. В разработке новых поколений блокчейн в последние годы принимают

активное участие ведущие игроки мировой промышленности, торговли и финансов. Forbes опубликовал список Top-50 исследователей блокчейн, куда вошли: Toyota, Samsung, Oracle, IBM, Apple, Bank of China, Bank of America, IMG, Alibaba [21].

Однако средой массового распространения блокчейн по-прежнему остаются криптовалюты (в 2015-2018 гг. на них приходится подавляющая часть венчурного финансирования блокчейн-проектов). А проникновение блокчейн в реальный сектор весьма незначительно. По оценкам Deloitte, 40% опрошенных бизнесменов задумаются о применении блокчейн только в будущем [22]. У множества опрошенных наблюдается усталость от приевшейся технологии, так как после шумного дебюта "миттельшпиль" технологии затянулся.

Очевидно, что переход от изначально криптовалютного предназначения блокчейн к универсальному потребует более глубокой трансформации, чем ожидалась. Более сложной и длительной, чем та трансформация, что произошла при смене первого и второго поколений.

Далеко не все "узкие" места блокчейн были устранены во втором поколении. Проекты, которые сейчас формируют экосистему третьей генерации блокчейн, направлены прежде всего на преодоление глубинного противоречия, присущего технологии от момента её возникновения и названной создателем Ethereum В. Бутериным "трилеммой" блокчейн [23]. Эта "трилемма" характеризует внутреннее ограничение блокчейн, не позволяющее ему быть одновременно производительным, распределенным и оставаться безопасным. Достижение любых двух целей противоречит третьей.

Усилия исследователей и разработчиков сконцентрированы на поиске компромиссных решений "трилеммы", например, увеличении производительности технологии без существенного ущерба для децентрализации и безопасности. Более специфические задачи, стоящие перед третьим поколением, – это рост универсаль-

ности технологии для применения её в разных отраслях, упрощение взаимодействия различных систем блокчейн между собой (путём межсистемных "умных" контрактов), а также полноценная интеграция блокчейн с внешним физическим миром (как пример, создание триггеров для связи выполнения "умных" контрактов с событиями извне) [24].

Очертания третьего поколения только формируются, и альтернативным решениям ещё предстоит пройти естественный отбор. Одним из претендентов на выживание в составе нового поколения блокчейн является использование "шардинга" (от англ. *shard* – осколок, кусочек) при создании распределённой системы. В отличие от существующего сейчас хранения на каждом узле полной копии базы данных "шардинг" предлагается хранить на отдельных нодах только фрагмент базы данных. Полная база формируется как мозаика, состоящая из всех отдельно хранимых фрагментов. "Шардинг" существенно увеличивает производительность системы [25], что особо важно для применения в финансах и реальном секторе экономики.

В 2015 г. были разработаны Lightning Network и подобные ей подходы, названные двухуровневыми протоколами [26]. Они решают проблему низкой производительности блокчейн по-иному, чем "шардинг", а именно за счёт понижения требований безопасности для частных транзакций. Так, множество транзакций, индивидуально не критичных, например, мелких, с допустимым риском (на практике таких большинство), выполняется вне блокчейн (англ. *off-chain*), то есть без консенсуса. И только по завершении группы мелких задач их сливают вместе в одну мегатранзакцию, которую проверяют и проводят классически, а значит, помещают в блокчейн по общим правилам через консенсус. Нагрузка на систему падает, а производительность растёт. По закону больших чисел ожидают, что цена риска для множества мелких транзакций выполняемых *off-chain*

не превысит выигрыш от повышения скорости блокчейн в сотни и тысячи раз.

Также интересным примером выхода из тупика «трилеммы» является проект Echonum, разрабатываемый одним из лидеров производства оборудования для блокчейн и майнинга – компанией Bitfury [7]. Проект реализован как децентрализованная система с лимитированным количеством активных узлов. Благодаря такому ограниченному масштабированию и использованию оригинальных алгоритмов консенсуса достигнута высокая производительность (до 15 тыс. операций в секунду). Понимая, что криптостойкость в такой системе, возможно, будет уязвимой, создатели Echonum решили позаботиться о безопасности посвоему. Время от времени системой создаются точки синхронизации, сохраняющие контрольные суммы состояния своего блокчейн в распределенном блокчейн биткойна (максимально безопасном сегодня). Такую процедуру назвали "якорением" (анкоринг). Авторы проекта заявляют, что хотя фабрикация данных в их системе потенциально возможна, однако она однозначно не пройдет незамеченной и истина будет впоследствии легко восстановлена. Достоинства Echonum позволили ему принять участие в проекте перехода земельного кадастра Грузии на блокчейн.

#### **Перспективы использования в реальном секторе экономики**

Зарождающиеся в третьем поколении черты блокчейн могут помочь созданию полномасштабных систем, ориентированных на производственный сектор, в частности гибких механизмов расширения механизмов консенсуса. Обычный консенсус препятствует внесению в базу поддельных транзакций, решая проблему "двойного расходования" активов (англ. *double spending*). Если новые системы блокчейн позволят задействовать более сложную логику проверки транзакций на соответствие бизнес-правилам, то это определённо расширит сферу применения "умных" контрактов. Такая комплексная смарт-

проверка транзакций необходима для реализации в блокчейн хозяйственных договоров, норм законодательства, учёта производственных операций, логистики и т.п.

Однако, помимо существующих пока внутренних противоречий технологии, её внедрение тормозят и традиционные барьеры сопротивления изменениям. Реинжиниринг бизнеса с целью перехода на блокчейн является весьма рискованным и дорогостоящим мероприятием для успешно работающей компании. По этой причине внедрение блокчейн, по мнению Deloitte, привлекает в основном бизнес, создаваемый "с чистого листа" [22].

Впрочем, уже есть проектные решения "под ключ", максимально облегчающие внедрение блокчейн в работающих компаниях. Одним из лидеров в сфере B2B является Hyperledger Fabric [27], основанный Linux Foundation в 2015 г. при участии IBM и переданный сообществу свободного программного обеспечения. Проект соответствует второму поколению блокчейн и непрерывно развивается, расширяя области промышленного применения (вставка 2).

Hyperledger Fabric мало похож на распределенный публичный блокчейн (например, Ethereum). Он является реализацией криптографически защищённого децентрализованного реестра транзакций на ограниченном числе узлов. Ряд таких закрытых "квазиблокчейн"-проектов (называемых здесь так в противовес открытым и распределенным "истинным" блокчейн) часто применяется для решения актуальных задач бизнеса, в частности финансовых расчётов, кредитования, таможенной очистки и налогообложения.

Наиболее известный пример – Corda, созданная консорциумом R3 (из 200 фирм, включая гигантов Barclays, Credit Suisse, Goldman Sachs, J.P. Morgan) [28]. Corda была внедрена Cargill для контроля перемещения товаров и расчётов с партнёрами и позволила увеличить прозрачность и безопасность торговых и финансовых операций, ускорить получение аккредитивов [29] и др.

### Блокчейн от Hyperledger Fabric

Особенность Hyperledger Fabric – это использование закрытых блокчейн, более удобных для индустриального применения, чем криптовалютные версии:

- эмиссии токенов не происходит (есть надстройки, устраняющие это ограничение);
- майнинга цифровых валют также нет, не применяются конкурентные алгоритмы консенсуса (PoW и подобные);
- используются алгоритмы консенсуса, характерные для классических распределённых баз данных, в частности византийский (возможно даже отключить консенсус вообще);
- децентрализация весьма ограничена, так масштабируются клиентские узлы, но не специализированные узлы (занятые хранением и обновлением реестра);
- точек отказа (копий реестра) более чем одна, но это не обеспечивает столь высокую защиту данных от компрометации, как распределенный блокчейн

Возникает вопрос: в полной ли мере подобные системы соответствуют философии блокчейн (безопасность за счёт распределённости)? Пожалуй, нет. Это именно "квазиблокчейн". В них не используется "якорение" или другие алгоритмы усиления надежности данных. Они являются не стимулом развития институтов (каким был провозглашен блокчейн), а скорее еще одним прикладным инструментом бизнеса. Доверие к содержимому реестра в них по-прежнему зависит от доверия к хранителю (только таких теперь не один, а несколько, и каждый из них может аудировать другого). Однако для индустриального использования такие частично масштабируемые системы являются сейчас доступным выбором. Обоснованность выбора связана с ответом на вопрос: нужен ли блокчейн конкретному предприятию вообще (есть методики, упрощающие принятие этих решений [30]).

Существует то, что объединяет "квази"-продукты (нераспределённые, ограничено децентрализованные) с классическим блокчейн и наделяет первых преимуществами, благодаря которым их ставят в один ряд со вторыми. Это токенизация, то есть создание уникального, криптографически защищённого цифрового представления актива в реестре. Токенизация (как часть общей тенденции дигитализации экономики) применима не только для

средств платежей, но и для товаров, услуг, прав, персоналий и т.п.

Токенизация значительно облегчает идентификацию в цифровом пространстве. Благодаря токенизации невозможно, допустим, многократно использовать один и тот же предмет в качестве обеспечения платежа или залога. Это актуально не только для материальных ценностей. Токенизация обслуживающих мощностей, сервисных часов, арендных площадей, в частности, позволит значительно повысить доверие инвесторов и облегчить предварительные продажи и финансирование девелоперов и производителей. То, что сейчас происходит как бум ICO для IT- и WEB-проектов, может стать практикой инвестирования в материальные активы.

Благодаря подобным возможностям блокчейн формирует среду не только для привлечения инвестиций, но и для оптимизации рабочего капитала. Наиболее известный пример – ускорение кредитования производственных и торговых операций посредством финансирования цепочки поставок (англ. *supply chain finance*). Использование блокчейн в качестве информационной платформы для e-Invoicing (Electronic invoicing) позволяет за счёт повышения качества информации (открытость и взаимный аудит) минимизировать риски сторон, а значит, снизить стоимость привлечения кредитов в схемах факторин-

га. В ряде публикаций рассмотрены примеры того, как компании масштаба IBM, Maersk, Dianrong заняты внедрением международных систем финансирования цепочки поставок, основанных на блокчейн [31].

Можно считать симбиоз e-Invoicing и блокчейн одной из наиболее перспективных инноваций. e-Invoicing – это единая "распаренная" (англ. *sharing* – совместно использовать) для торгующих сторон электронная бухгалтерия (точнее, часть бухгалтерского учёта, связанная с оборотом товаров) [32]. E-Invoicing представляет собой технологию выпуска и передачи счетов-фактур, накладных и налоговых накладных торговыми партнёрами друг другу, а также фискальным органам в цифровом представлении – в отличие от бумажных или даже сканированных "безбумажных" документов.

Оцифровка счетов-фактур, введение их в блокчейн и связь с "умными" контрактами упростят сторонам торговых сделок мониторинг соблюдения договорных и законодательных норм. Технологии e-Invoicing и блокчейн развивались независимо, но, достигнув зрелости, они стали комплементарными. Ожидается, что в ближайшие годы мы увидим ещё больше примеров успешной реализации e-Invoicing на платформе блокчейн третьего поколения. Считается, что такое внедрение блокчейн может создать предпосылки для дальнейшего перехода к цифровому налогообложению (НДС-валюта, англ. *VATCoin*) [33].

Ещё одно перспективное направление использования блокчейн в промышленности – это его симбиоз с технологиями Интернета вещей (англ. *Internet of Things, IoT*) [34]. Производство и совершенствование "умных" приборов происходит почти во всех отраслях промышленности. Это промышленный интернет вещей, IoT в системах планирования ресурсов предприятий, самодиагностирующееся оборудование, выполняющее самообслуживание,

создание сетей миниатюрных девайсов, образующих "паутину" органов чувств для мощного искусственного интеллекта и много другое. Ввиду низкого доверия к таким IoT девайсам блокчейн может быть решением проблем безопасности, требующим, однако, одновременной высокой производительности и масштабируемости ("трилемма" блокчейн). Если в третьем поколении будут предложены разумные компромиссные решения этой головоломки, то объединение IoT и искусственного интеллекта с блокчейн может породить новый поток революционных промышленных инноваций.

*Выводы.* Появление блокчейн имело провокационный характер. Предложение породило спрос, а затем и ажиотаж в интересах финансовых посредников и производителей специализированных процессоров. Сгенерированные на основе блокчейн криптовалюты, несмотря на волатильность, неудобство в сфере обмена (неповоротливость, "драконовские" комиссии) и рискованность для накопления (в том числе в связи с полузаконным статусом) капитализировались до величины денежной массы отдельных стран. В этой игре с нулевой суммой проиграли только держатели валют. Даже после коррекции рынка интерес к цифровым деньгам и лежащим в их основе технологиям не остыл. Так блокчейн пережил первый кризис взросления.

Ряд лидеров разработки программного обеспечения, оседлав волну блокчейна, представили свои индустриальные решения для распределённых реестров. Но не все они в полной мере соответствовали идеологии блокчейн. Некоторые решения попросту были вынуты "из-под сукна" и базировались на скорее традиционном, чем инновационном, технологическом ядре [35]. Однако в сравнении с полноценным блокчейн (распределённым и открытым) подобные проекты имеют меньше проблем с масштабированием и меньше ограничений по сферам использования.

В целом при столь большой шумихе состоялось относительно немного внедрений блокчейн в реальном секторе экономики. Некоторые из занимавших лидирующие позиции проектов, как упомянутая R3 Corda, переживают теперь кризис и по некоторым сообщениям находились недавно на грани банкротства [36] и даже рассматривали отказ от дальнейшего использования блокчейн. Этот, второй после спекулятивного, кризис может разрешиться в третьем поколении блокчейн.

Новая генерация блокчейн ещё не приняла твёрдых очертаний, находясь в конкурентной гонке. Существует также инвестиционная ловушка. Финансовым посредникам, заработавшим на майнинге (драйверам первых поколений блокчейн), невыгодно вкладывать средства в разработку новых блокчейн-продуктов для реального сектора экономики, так как показатели окупаемости здесь значительно скромнее.

Блокчейн по-прежнему остаётся синонимом новизны. Благодаря спекулянтам и энтузиастам эта технология так вошла в моду, что её пытаются, как почтовую марку, приклеить на любой новый проект, даже там, где это неуместно. На практике важно не переоценивать блокчейн в его сегодняшнем виде. Исходя из рассмотренных особенностей можно сформулировать некоторые критерии промышленного применения этой технологии:

1. Внедрение блокчейн "per se" для замены многопользовательской базы данных оправданно, если она (база, хранящая реестр транзакций) будет находиться в режиме полного доступа у множества сторон, имеющих низкое доверие друг к другу. Такой полный доступ выгоден бизнесу, если он, в частности, ускоряет оборачиваемость рабочего капитала. Пример – совместное ведение бухгалтерии торговыми партнёрами (цепочки поставок и т.п.). Напротив, переход заурядной бухгалтерии или системы для управления взаимоотношениями с клиентами на блокчейн контр-

продуктивен, несмотря на распространённую рекламу подобных решений.

2. Распределенный и открытый (permissionless) блокчейн в условиях нынешних технологий обычно мало производителен и всегда высокозатратен. Такая архитектура действительно является максимально устойчивой и безопасной из всех возможных, что в теории привлекательно, например, для государственных реестров или налоговых активов (VATCoin). Но если учесть, что все узлы (неограниченное количество узлов) необходимо постоянно вознаграждать за хранение ими реестра и проверку транзакций, то применение таких блокчейн становится убыточным (для криптовалют финансовое бремя покрывалось за счёт финансовых "пирамид"). Есть надежда, что третье поколение может разрушить этот проблемный паттерн.

3. Закрытые (permissioned), в том числе названные здесь "квазиблокчейн", системы являются усовершенствованием децентрализованной базы данных. Выбор такой архитектуры блокчейн для промышленного использования оправдан при положительном ответе на вопрос в п. 1. Затем необходимо принять количественные решения о числе распределённых копий и качественные – о механизмах консенсуса. Оптимизация этих параметров подобна поиску компромиссов в "трилемме" блокчейн. При росте количества держателей реестра безопасность повышается (в теории в два раза сложнее взломать 20 точек отказа вместо 10), однако производительность снижается, а затраты на построение и эксплуатацию системы растут. Но соображения, указанные в п. 1, требуют, чтобы каждая из сторон (не доверяющих друг другу) имела, как минимум, одну "приватную" копию реестра.

4. Сложная бизнес-логика (особенно производственных объектов) может стать препятствием для использования современных блокчейн. "Умные контракты" и механизмы проверки транзакций и консенсуса в их нынешнем виде вряд ли позволят

алгоритмизировать все бизнес-кейсы. Кроме того, будучи "запечатанной" в блокчейн в форме "умных контрактов", бизнес-логика теряет гибкость и универсальность. Ряд современных специализированных продуктов позволяет настолько упростить управление бизнес-процессами, что сравнение с ними может быть не в пользу "умных контрактов" и свести преимущества блокчейн к нулю.

Так обстоят дела с сегодняшним применением блокчейн. Что касается будущего, то развитие новой промышленности (Индустрии 4.0) с ее "умными" производствами, роботизацией, искусственным интеллектом (AI), Big Data, IoT, управляемыми спросом цепочками поставок и подобными инновациями нуждается в адекватных решениях для хранения и обмена бизнес-информацией – таких, что обеспечивают высокую доступность данных и одновременную кибербезопасность. Блокчейн, в основе которого лежит устойчивый к фальсификации распределенный реестр, способен помочь в решении ряда проблем.

Рабочий механизм блокчейн – цепочка криптографически связанных блоков транзакций, которая может оставаться (как это нередко происходит сейчас) "пятым колесом" в эффективных и без неё системах баз данных, принося только имиджевый рост продаж, или же может стать инновационной основой для децентрализованных самоорганизующихся систем М2М и Н2М, формирующей новые типы взаимоотношений, новые рынки и продукты и даже способствовать прогрессу экономических институтов. Для того, чтобы такой оптимистичный прогноз реализовался, необходимо обеспечить продвижение технологии в сторону распределенных, но при этом более высокопроизводительных и эффективных по затратам систем. Это небыстрый и не предопределённый ещё путь компромиссных решений, требующих дальнейших исследований технологических и социально-экономических аспектов

блокчейн в контексте "умной" промышленности.

### Литература

1. Solow R. We'd better watch out. *The New York Times. Book Review*. 1987. 12 July. P. 36.
2. Rosulek M. 14 Bitcoin quotes by famous people. *Medium*. URL: <https://www.newsbtc.com/2014/03/16/google-chairman-eric-schmidt-bitcoin-architecture-amazing-advancement> (дата обращения: 06.02.2019).
3. Deen M. Lagarde Says Cryptocurrency Mining Is Consuming Too Much Power. *Bloomberg*. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-01-25/lagarde-says-cryptocurrency-mining-is-consuming-too-much-power> (дата обращения: 06.02.2019).
4. Krugman P. Transaction Costs and Tethers: Why I'm a Crypto Skeptic. *The New York Times*. 2018. 21 July.
5. Stinchcombe K. Ten years in, nobody has come up with a use for blockchain. *Hackernoon*. URL: <https://hackernoon.com/ten-years-in-nobody-has-come-up-with-a-use-case-for-blockchain-ee98c180100> (дата обращения: 06.02.2019).
6. Davidson S., De Filippi P., Potts J. Blockchains and the Economic Institutions of Capitalism. *Journal of Institutional Economics*. 2018. 14 (4), p. 639-658. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S1744137417000200>
7. Земельный кадастр на блокчейне. *Exonum*. URL: <https://exonum.com/ru/napr> (дата обращения: 06.02.2019).
8. Kniaziev S. Development of smart industry as an efficient way to implement the policy of neoindustrialization in the world. *Economic of Industry*. 2017. No. 4(80), p. 5-18. doi: <http://dx.doi.org/10.15407/econindustry2017.04.005>
9. Babaoğlu Ö., Marzullo K. *Distributed Algorithms*. Berlin: Springer, 1996. 388 p.
10. Sterlin L. Is Bitcoin at Risk as Google and IBM Aim for 50-Qubit Quantum Computers? *Bitcoin News*. URL: <https://news.bitcoin.com/is-bitcoin-at-risk-as->

google-and-ibm-aim-for-50-qubit-quantum-computers (дата обращения: 06.02.2019).

11. Mistry N. Introduction to Bitcoin and ECDSA. *Slideshare*. URL: <https://www.slideshare.net/NikeshMistry1/introduction-to-bitcoin-and-ecdsa> (дата обращения: 06.02.2019).

12. Raval S. Decentralized applications. Sebastopol, CA: O'Reilly Meida, 2018. 118 p.

13. Deign J. Bitcoin Mining Operations Now Use More Energy Than Ireland. *Greentechmedia*. URL: <https://www.greentechmedia.com/articles/read/bitcoin-uses-more-energy-than-ireland> (дата обращения: 06.02.2019)

14. Bashir I. Mastering Blockchain. London, UK: Packt Publishing, 2018. 540 p.

15. Surhone L., Tennoe M., Henssow S. Paxos Algorithm. Saarbrücken: Betascript Publishin, 2011. 64 с.

16. Raft. URL: <https://raft.github.io> (дата обращения: 06.02.2019).

17. Dannen C. Introducing Ethereum and Solidity. New York: Apress, 2017. 185 p.

18. Earls J, Smith M, Smith R. Smart Contracts: Is the Law Ready? *Chamber of Digital Commerce*. URL: <https://digitalchamber.org/smart-contracts-whitepaper> (дата обращения: 06.02.2019).

19. Distributed Lab. Введение в смарт-контракты. *Habr*. URL: <https://habr.com/ru/company/distributedlab/blog/413231> (дата обращения: 06.02.2019).

20. Mukhopadhyay M. Ethereum Smart Contract Development: Build blockchain-based decentralized applications using solidity. London: Packt Publishing, 2018. 288 p.

21. del Castillo M. Big Blockchain: The 50 Largest Public Companies Exploring Blockchain. *Forbes*. URL: <https://www.forbes.com/sites/michaeldelcastillo/2018/07/03/big-blockchain-the-50-largest-public-companies-exploring-blockchain> (дата обращения: 06.02.2019).

22. Arnold A. The 6 Major Blockchain Trends for 2018 Outlined By Deloitte. *Forbes*. URL: <https://www.forbes.com/sites/andrewarnold/2018/07/27/the-6-major-blockchain-trends-for-2018-outlined-by-deloitte> (дата обращения: 06.02.2019).

23. Ometoruwa T. Solving the Blockchain Trilemma: Decentralization, Security & Scalability. *Coinbureau*. URL: <https://www.coinbureau.com/analysis/solving-blockchain-trilemma> (дата обращения: 06.02.2019).

24. Oraclize. How it works. *Oraclize*. URL: <http://www.oraclize.it> (дата обращения: 06.02.2019).

25. Jordn R. How to Scale Ethereum: Sharding Explained. *Medium*. URL: <https://medium.com/prismatic-labs/how-to-scale-ethereum-sharding-explained-ba2e283b7fce> (дата обращения: 06.02.2019).

26. Lightning Network. *Lightning Network*. URL: <https://lightning.network> (дата обращения: 06.02.2019)

27. Hyperledger. Hyperledger Business Blockchain Technologies. *Hyperledger*. URL: <https://www.hyperledger.org> (дата обращения: 06.02.2019).

28. Corda. Welcome to Corda. *Corda*. URL: <https://docs.corda.net> (дата обращения: 06.02.2019).

29. Noble L. Cargill blockchain shipping transaction cuts exchange time to 24 hours. *The Global Treasurer*. URL: <https://www.theglobaltreasurer.com/2018/05/14/cargill-blockchain-shipping-transaction-cuts-exchange-time-to-24-hours> (дата обращения: 06.02.2019).

30. Wüst, K., & Gervais, A. Do you Need a Blockchain? 2018 Crypto Valley Conference on Blockchain Technology (CVCBT). Zug, 2018, pp. 45-54.

31. Hofmann E., Stewe U.M., Bosia N. Supply Chain Finance and Blockchain Technology. Berlin, Heidelberg: Springer, 2018.

32. European Commission. e-Invoicing. *European Commission*. URL: <https://ec.europa.eu/growth/single-market/pub>

lic-procurement/e-procurement/e-invoicing\_en (дата обращения: 06.02.2019).

33. Ainsworth R., Alwohaibi M. Blockchain, Bitcoin and VAT in the GCC: the missing trader example. *Boston University School of Law. Law & Economics Working Paper*. 2018. No. 17-05.

34. Groopman J, Owyang J. The Internet of Trusted Things. *Kaleido Insight*. URL: [http://www.kaleidoinsights.com/wp-content/uploads/2018/01/KI\\_Report\\_ЮТBlockchain\\_FINAL.pdf](http://www.kaleidoinsights.com/wp-content/uploads/2018/01/KI_Report_ЮТBlockchain_FINAL.pdf) (дата обращения: 06.02.2019).

35. Floyd D. Banks Claim They're Building Blockchains. They're Not. *Investopedia*. URL: <https://www.investopedia.com/news/banks-building-blockchains-distributed-ledger-permission> (дата обращения: 06.02.2019).

36. Allison I. Executives Are Leaving Blockchain Startup R3 in Management Shake-Up. *Coindesk*. URL: <https://www.coindesk.com/2-executives-are-leaving-blockchain-startup-r3-in-management-shake-up> (дата обращения: 06.02.2019).

### References

1. Solow, R. (1987, 12 July). We'd better watch out. *The New York Times. Book Review*, p. 36.

2. Rosulek, M. (2017). 14 Bitcoin quotes by famous people. *Medium*. Retrieved from <https://www.newsbtc.com/2014/03/16/google-chairman-eric-schmidt-bitcoin-architecture-amazing-advancement>

3. Deen, M. (2018). Lagarde Says Cryptocurrency Mining Is Consuming Too Much Power. *Bloomberg*. Retrieved from <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-01-25/lagarde-says-cryptocurrency-mining-is-consuming-too-much-power>

4. Krugman, P. (2018, 21 July). Transaction Costs and Tethers: Why I'm a Crypto Skeptic. *The New York Times*.

5. Stinchcombe, K. (2017). Ten years in, nobody has come up with a use for blockchain. *Hackernoon*. Retrieved from [\[has-come-up-with-a-use-case-for-blockchain-ee98c180100\]\(https://hackernoon.com/ten-years-in-nobody-has-come-up-with-a-use-case-for-blockchain-ee98c180100\)](https://hackernoon.com/ten-years-in-nobody-</a></p></div><div data-bbox=)

6. Davidson, S., De Filippi, P., & Potts, J. (2018). Blockchains and the Economic Institutions of Capitalism. *Journal of Institutional Economics*, 14 (4), pp. 639-658. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S1744137417000200>.

7. Exonum (2018). Земельный кадастр на блокчейне. *Exonum*. Retrieved from <https://exonum.com/ru/napr>

8. Kniaziev, S. (2017). Development of smart industry as an efficient way to implement the policy of neoindustrialization in the world. *Econ. promisl.*, 4(80), pp. 5-18. doi: <http://dx.doi.org/10.15407/econindustry2017.04.005>.

9. Babaoğlu, Ö., & Marzullo, K. (1996). *Distributed Algorithms*. Berlin, Germany: Springer.

10. Sterlin, L. (2017). Is Bitcoin at Risk as Google and IBM Aim for 50-Qubit Quantum Computers? *Bitcoin News*. Retrieved from <https://news.bitcoin.com/is-bitcoin-at-risk-as-google-and-ibm-aim-for-50-qubit-quantum-computers>

11. Mistry, N. (2015). Introduction to Bitcoin and ECDSA. *Slideshare*. Retrieved from <https://www.slideshare.net/NikeshMistry1/introduction-to-bitcoin-and-ecdsa>

12. Raval, S. (2016). *Decentralized applications*. Sebastopol, CA: O'Reilly Meida.

13. Deign, J. (2018). Bitcoin Mining Operations Now Use More Energy Than Ireland. *Greentechmedia*. Retrieved from <https://www.greentechmedia.com/articles/read/bitcoin-uses-more-energy-than-ireland>

14. Bashir, I. (2018). *Mastering Blockchain*. London, UK: Packt Publishing.

15. Surhone, L., Tennoe, M., & Hensonow, S. (2011). *Paxos Algorithm*. Saarbrücken, Germany. Betascript Publishing.

16. Raft (2016). Retrieved from <https://raft.github.io>

17. Dannen, C. (2017). *Introducing Ethereum and Solidity*. New York, USA: Apress.

18. Earls, J, Smith, M, & Smith, R. (2018). Smart Contracts: Is the Law Ready? *Chamber of Digital Commerce*. Retrieved from <https://digitalchamber.org/smart-contracts-whitepaper>.
19. Distributed Lab (2018). Введение в смарт-контракты. *Habr*. Retrieved from <https://habr.com/ru/company/distributedlab/blog/413231> [in Russian].
20. Mukhopadhyay, M. (2018). Ethereum Smart Contract Development: Build blockchain-based decentralized applications using solidity. London, UK: Packt Publishing.
21. del Castillo, M. (2018). Big Blockchain: The 50 Largest Public Companies Exploring Blockchain. *Forbes*. Retrieved from <https://www.forbes.com/sites/michaeldelcastillo/2018/07/03/big-blockchain-the-50-largest-public-companies-exploring-blockchain>
22. Arnold, A. (2018). The 6 Major Blockchain Trends For 2018 Outlined By Deloitte. *Forbes*. Retrieved from <https://www.forbes.com/sites/andrewarnold/2018/07/27/the-6-major-blockchain-trends-for-2018-outlined-by-deloitte>
23. Ometoruwa, T. (2018). Solving the Blockchain Trilemma: Decentralization, Security & Scalability. *Coinbureau*. Retrieved from <https://www.coinbureau.com/analysis/solving-blockchain-trilemma>
24. Oraclize (2018). How it works. *Oraclize*. Retrieved from <http://www.oraclize.it>
25. Jordn, R. (2018). How to Scale Ethereum: Sharding Explained. *Medium*. Retrieved from <https://medium.com/prysmatic-labs/how-to-scale-ethereum-sharding-explained-ba2e283b7fce>
26. Lightning Network (2018). *Lightning Network*. Retrieved from <https://lightning.network>
27. Hyperledger (2018). Hyperledger Business Blockchain Technologies. *Hyperledger*. Retrieved from <https://www.hyperledger.org>
28. Corda (2018). Welcome to Corda. *Corda*. Retrieved from <https://docs.corda.net>
29. Noble, L. (2018). Cargill blockchain shipping transaction cuts exchange time to 24 hours. *The Global Treasurer*. Retrieved from <https://www.theglobaltreasurer.com/2018/05/14/cargill-blockchain-shipping-transaction-cuts-exchange-time-to-24-hours>
30. Wüst, K., & Gervais, A. (2017). Do you Need a Blockchain? 2018 Crypto Valley Conference on Blockchain Technology (CVCBT), pp. 45-54.
31. Hofmann, E., Strewe, U. M., & Bosia, N. (2018). Supply Chain Finance And Blockchain Technology. Berlin, Heidelberg: Springer
32. European Commission. (2018). e-Invoicing. *European Commission*. Retrieved from [https://ec.europa.eu/growth/single-market/public-procurement/e-procurement/e-invoicing\\_en](https://ec.europa.eu/growth/single-market/public-procurement/e-procurement/e-invoicing_en)
33. Ainsworth, R., & Alwohaibi, M. (2017). Blockchain, Bitcoin, and VAT in the GCC: the missing trader example. *Boston University School of Law. Law & Economics Working Paper No. 17-05*.
34. Groopman, J, & Owyang, J. (2018). The Internet of Trusted Things. *Kaleido Insight*. Retrieved from [http://www.kaleidoinsights.com/wp-content/uploads/2018/01/KI\\_Report\\_IoTBlockchain\\_FINAL.pdf](http://www.kaleidoinsights.com/wp-content/uploads/2018/01/KI_Report_IoTBlockchain_FINAL.pdf)
35. Floyd, D. (2018). Banks Claim They're Building Blockchains. They're Not. *Investopedia*. Retrieved from <https://www.investopedia.com/news/banks-building-blockchains-distributed-ledger-permission>
36. Allison, I. (2019). Executives Are Leaving Blockchain Startup R3 in Management Shake-Up. *Coindesk*. Retrieved from <https://www.coindesk.com/2-executives-are-leaving-blockchain-startup-r3-in-management-shake-up>

**Денис Володимирович Липницький,**

*канд. екон. наук*

архітектор додатків, технічний тренер IBM  
i-Klass Center LLC.

E-mail: denis.lipnitsky@i-klass.com

<https://orcid.org/0000-0002-4616-7936>

## **МОЖЛИВОСТІ ТА ВИКЛИКИ ДЛЯ БЛОКЧЕЙН У НОВІЙ ІНДУСТРІАЛІЗАЦІЇ**

Індустрія 4.0 включає створення кіберфізичних систем, здатних децентралізовано керувати виробництвом, продажами, самонавчання та розвиватися. Функціонування таких систем потребує аналогічних "розумних" технологій зберігання та поширення інформації. Блокчейн, забезпечивши децентралізацію та кібербезпеку у сфері криптовалют і створивши "розумні" контракти, став розглядатися як подібна технологія. Однак екстраполяція блокчейн із вузької сфери цифрових грошей до універсального застосування в індустрії та публічному секторі зіткнулася із серйозними труднощами. Частина з них можуть бути подолані в рамках удосконалення теперішньої генерації блокчейн (наприклад, удосконаленням алгоритмів консенсусу). Більшість же потребує суттєвих трансформацій технології, комбінування її з іншими інформаційними та промисловими інноваціями. Труднощі такого перехідного етапу призвели до критики блокчейн й інколи відмови від його використання. З'явилися гібридні рішення, що взяли від блокчейну лише частину інноваційної ідеї (блокову організацію реєстру транзакцій) й імплантувати її у традиційні технології. Запропоновано вважати такі рішення неповноцінним "квазіблокчейном". На основі аналізу еволюції блокчейну обґрунтовано, що розвиток його децентралізованих версій найбільшою мірою відповідає концепції Індустрія 4.0. Продемонстровано, що впровадженню таких версій зараз перешкоджають внутрішні протиріччя: "трилема" блокчейн плюс його висока енергоємність. Досліджено перспективи виходу із глухого кута "трилеми" блокчейн за допомогою суміжних інноваційних рішень, таких як протокол другого рівня (Lightning Network) тощо. Висвітлено тенденції подальшого розвитку форм та архітектур блокчейн. Запропоновано класифікацію, що зв'язує блокчейн із традиційними розподіленими базами даних й ураховує логіку їх розвитку. Проаналізовано найбільш ефективні методи промислового впровадження блокчейн, включаючи реалізацію за його допомогою цифрових рахунків-фактур (e-Invoice) і комунікацій для промислового Інтернету речей. Виконані дослідження дозволили розробити критерії вибору й оптимізації конкретних блокчейн-рішень для індустріального застосування.

*Ключові слова:* блокчейн, Індустрія 4.0, розподілений реєстр транзакцій, децентралізація, "трилема" блокчейн, "розумні" контракти, алгоритми консенсусу, e-Invoice, Інтернет речей, кібербезпека.

**Denys V. Lypnytskyi,**  
*PhD in Economics,*  
application architect, technical trainer IBM  
i-Klass Center LLC.  
E-mail: denis.lipnitsky@i-klass.com  
<https://orcid.org/0000-0002-4616-7936>

## OPPORTUNITIES AND CHALLENGES OF BLOCKCHAIN IN INDUSTRY 4.0

Concept of Industry 4.0 includes the creation of cyber-physical systems, capable to decentralized control over production, sales, etc., as well as self-education and self-development. Such systems' functioning requires similar "smart" technologies for information storing and distributing. Due to decentralization support, ensuring cybersecurity for cryptocurrency and creating environment for "smart" contracts, blockchain was considered as a fast solution. But blockchain's projection from the narrow scope of digital money to general purpose technology for industry and public sector faced serious difficulties. Some of them can be overcome by partial improving within the present generation of blockchain (e.g. – amending consensus' algorithms). Others require significant transformations of the core technology, coupling it with other innovations in computer science and industry. Difficulties of transition phase gave rise to criticism and even led to rejections to use blockchain in practice. Then some hybrid solutions appeared, which took only a part of blockchain's innovative idea (blocks-organized ledger) and implanted it onto old-fashioned technologies (abandoning the idea of distributed architecture). It is offered to consider such solutions as an inferior "quasi-blockchain". The evolution of blockchain has been studied and it has been proven that the development of its decentralized versions is most compatible with concept of Industry 4.0. However, industrial application of such versions, as it is shown in the paper, is hampered by the internal contradictions: blockchain "trilemma" plus inefficient energy use. Prospects for getting out of "blockchain trilemma" impasse have been explored, including some modern innovative solutions, such as the Level-2 protocol (Lightning Network). The evolution scenarios for such innovations are described. A classification, which links blockchain to classical distributed databases and takes into account the logic of their development, is proposed. The most promising fields for blockchain industrial applications, including digital invoices (e-Invoice) and Industrial Internet of Things, are studied. The research, conducted in the paper, has helped to develop a criteria to select and optimize specific blockchain solutions for industrial applications.

*Keywords:* blockchain, Industry 4.0, distributed ledger, decentralization, blockchain "trilemma", "smart" contracts, consensus algorithms, e-Invoice, Internet of Things, cybersecurity.

JEL: O14, O31, O32.

*Форматы цитирования:*

Липницький Д. В. Возможности и вызовы для блокчейн в новой индустриализации. *Экономика промышленности*. 2019. № 1(85). С. 82-100. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.01.082>

Lypnytskyi, D. V. (2019). Opportunities and challenges of blockchain in Industry 4.0. *Econ. promisl.*, 1(85), pp. 82-100. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.01.082>

*Представлена в редакцию 29.01.2019 г.*

**Светлана Сергеевна Турлакова,***канд. экон. наук, доцент*

Институт экономики промышленности НАН Украины.

03057, Украина, г. Киев, ул. М. Капнист, 2.

E-mail: [svetlana.turlakova@gmail.com](mailto:svetlana.turlakova@gmail.com)<https://orcid.org/0000-0002-3954-8503>

## ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗВИТИЯ "УМНЫХ" ПРОИЗВОДСТВ

Определено, что усложнение технологий производства смарт-промышленности и повсеместное внедрение киберфизических систем в производственные процессы требует перехода к использованию соответствующего информационного, программного, технического инструментария. Одним из важнейших факторов развития "умных" производств выделена информационная коммуникация на производстве, а информационно-коммуникационные технологии – тем инструментом, который позволяет наиболее эффективно взаимодействовать на всех уровнях производства и управления. Обозначена первоочередность задачи разработки соответствующих формальных и системных инструментов использования информационно-коммуникационных технологий развития "умных" производств в рамках внедрения концепции Industry 4.0 для эффективного взаимодействия на всех уровнях производства и управления.

Проведен анализ современных подходов к созданию единого информационного пространства промышленных комплексов для определения методологии, которая позволяет наиболее полно рассмотреть информационно-коммуникационные связи моделируемых систем. Среди прочих выделен структурный подход. На основе методологии SADT разработана информационная IDEF0-модель развития "умных" производств, которая позволяет получить целостную картину соответствующих процессов. Предложенная модель позволяет в логической, удобной и последовательной форме описать взаимосвязи между функциями управления и основными информационно-коммуникационными связями, механизмами реализации, комплексом математических моделей и подходов развития "умных" производственных комплексов. Главное назначение модели заключается в обеспечении информационной поддержки развития "умных" производственных комплексов. Кроме того, предложенная информационная модель является основой для дальнейшей автоматизации процессов развития "умных" производств. Намечены перспективные направления исследований в рамках внедрения предложенной информационной модели развития "умных" производственных комплексов в практику функционирования и развития промышленных предприятий.

*Ключевые слова:* информационно-коммуникационные технологии, развитие, "умное" производство, структурный подход, информационная модель, IDEF0-модель, промышленность, Industry 4.0.

Усложнение технологий производства смарт-промышленности (Industry 4.0) и повсеместное внедрение киберфизических систем (КФС) в производственные процессы [1] требует перехода к использованию соответствующего информационного, программного, технического инструментария. Одним из важнейших факто-

ров развития "умных" производств становится информационная коммуникация на предприятии, а информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) – тем инструментом, который позволяет наиболее эффективно взаимодействовать на всех уровнях производства и управления.

© С. С. Турлакова, 2019

Опережающее развитие коммуникаций и коммуникационной активности предприятий, широкополосного доступа в интернет, технологий wi-fi, информационной грамотности персонала предприятий позволяют утверждать, что ИКТ являются одним из ключевых звеньев в развитии "умных" производств [2].

Создание единого информационного пространства промышленных комплексов является весьма сложной задачей, решение которой необходимо осуществлять в соответствии с современными методами, средствами и стандартами управления [11-20; 23].

Так, в работе [7] рассмотрены вопросы планирования производства на основе знаний для Industry 4.0. В. Gernhardt, T. Vogel & M. Hemmje утверждают, что стремительное развитие методов индустриализации и информатизации стимулировало огромный прогресс в разработке технологий производства. Такие технологии объединяют различные дисциплины, включая КФС, Промышленный интернет вещей (Industrial Internet of things – IIoT), облачные технологии, промышленную интеграцию, корпоративную архитектуру, управление бизнес-процессами, информационную интеграцию и т.д. Однако ученые отмечают, что в настоящий момент отсутствие мощных инструментов развития "умных" производств все еще представляет собой серьезную проблему. В частности, формальные и системные методы имеют решающее значение [7].

В источнике [9] предложено в сопровождении изменений в производственных стратегиях, направленных на развитие "умных" производств, использовать методологический подход, который включает построение диаграмм IDEF0 и методологии аксиоматического проектирования. В частности, A. Álvares, L. Santos de Oliveira & J. Espindola Ferreira анализируют соответствующие модели для мониторинга и координации работы токарного станка с числовым программным управлением. Однако авторы предлагают узконаправлен-

ную разработку на базе указанного методологического подхода, которую нельзя применять в качестве концептуальной модели на предприятиях в процессе развития концепции Industry 4.0. Хотя в целом структурные компоненты методологического подхода достаточно интересны с точки зрения использования формальных и системных инструментов развития "умных" производств.

A. Cachada, F. Pires, J. Barbosa, P. Leitão & A. Calà в качестве инструмента проектирования и управления развитием "умных" производств в рамках перехода к Industry 4.0 выделяют методологию сетей Петри [10]. Исследователи предлагают использовать методологию, которая предполагает формализацию процессов развития "умных" производств, а именно моделирование, анализ, проверку переходных производственных процессов во время фазы проектирования, контроль и мониторинг таких процессов на этапе реализации.

A. Волгин, И. Гусев, С. Куликов, С. Манцеров, А. Панов рассматривают задачу построения единого информационного пространства машиностроительного предприятия [11]. В работе изложена концепция виртуального предприятия и технологии поддержки и обеспечения онлайн-взаимодействия специалистов на стадиях проектирования, производства, сбыта и других этапах жизненного цикла изделий, определена область возможных решений интеграционных задач. Предложены способы создания единого информационного пространства предприятия на основе облачных технологий и приведены примеры функциональных моделей единого информационного пространства предприятий [11].

При этом ученые утверждают, что построение распределённых автоматизированных систем для проектирования и управления в промышленности составляет основу современных CALS-технологий. Однако существенным недостатком их построения сами авторы видят необходимость обеспечения единообразного описа-

ния и интерпретации данных, независимо от места и времени их получения в общей системе, что требует жесткой стандартизации структуры документации и языков её представления. При этом использование в рамках развития "умных" производств разных CAD/CAM/CAE-систем в рамках разных отделов определяет необходимость использования инструментов, которые позволили бы формализовать и выявить описание взаимодействия пользователей в едином информационном пространстве предприятия. В качестве такого инструмента в работе [11] выбраны методология функционального моделирования IDEF0, методология информационного моделирования IDEF1X и технология Cloud computing. Однако предложенная модель единого информационного пространства информационно-образовательного центра института промышленных технологий машиностроения требует адаптации для применения к машиностроительным предприятиям в силу специфики предметной области производственных комплексов, в связи с чем необходима соответствующая доработка построения единого информационного пространства развития "умных" производств [11].

Действительно, для успешного внедрения концепции Industry 4.0 на промышленных предприятиях руководству и персоналу следует иметь четкое представление об общей последовательности действий, необходимости выполнения конкретных функций, необходимых ресурсах, информационных потоках, инструкциях, нормативной информации, комплексе применимых моделей и подходов в достижении непростой цели развития смарт-производств. В связи с этим одним из важнейших факторов развития "умных" производств становится информационная коммуникация на предприятии, а разработка соответствующих формальных и системных инструментов ИКТ ввиду отсутствия уже существующих разработок, готовых к применению в рамках внедрения концепции Industry 4.0 на производствах, – перво-

очередной задачей для наиболее эффективного взаимодействия на всех уровнях производства и управления.

*Целью* статьи является построение информационной модели развития "умных" производственных комплексов для рассмотрения информационно-коммуникационных технологий развития "умных" производств.

В настоящей работе под ИКТ будем понимать комплекс объектов, действий и правил, которые используются в процессе подготовки и передачи данных, необходимых для личной, массовой или производственной коммуникации [3-10]. Назначением подобных технологий является обеспечение людей информационной базой для принятия тех или иных решений, принимаемых на предприятиях в рамках развития "умных" производств.

Среди современных подходов к созданию информационных систем на предприятиях принято выделять следующие методы [12; 13]:

- а) структурно ориентированные;
- б) объектно-ориентированные;
- в) процессно-ориентированные.

Сущность структурного подхода к разработке информационных моделей заключается в декомпозиции (разбиении) системы на автоматизируемые функции: система разбивается на функциональные подсистемы, которые, в свою очередь, делятся на подфункции, подразделяемые на задачи и т.д. Процесс разбиения продолжается вплоть до конкретных процедур. При этом автоматизируемая система сохраняет целостное представление, в котором все составляющие компоненты взаимосвязаны [13; 14]. Согласно всем методологиям структурного подхода сложные проблемы решаются путём их разбиения на множество меньших независимых задач, легких для понимания и решения, и организуются в иерархические древовидные структуры с добавлением новых деталей на каждом уровне. Таким образом, выделяются наиболее существенные аспекты систе-

мы, данные структурируются и иерархически организовываются.

Среди особенностей структурного подхода следует отметить необходимость разбиения технологий выполнения работ на отдельные, как правило, не связанные между собой фрагменты, которые выполняются различными структурными элементами организационной структуры, а также отсутствие ответственного за конечный результат и контроль над технологией в целом [15].

Также следует отметить, что в структурном анализе используются в основном средства, иллюстрирующие функции, выполняемые системой, и отношения между данными, где среди прочих отражаются коммуникационные связи. Коммуникационные связи характеризуются тем, что блоки группируются по использованию одних и те же входных данных и/или производству одних и тех же выходных данных. Данный факт является тем преимуществом, которое позволяет использовать структурный подход и соответствующие методологии для описания ИКТ развития "умных" производств [16].

Объектно-ориентированные методологии основаны на объектной декомпозиции предметной области, которая представляется в виде совокупности объектов, взаимодействующих между собой с помощью передачи сообщений. При объектно-ориентированном анализе для моделирования структуры и поведения самих объектов могут использоваться фрагменты методологии структурного анализа. Объектно-ориентированный подход заключается в представлении моделируемой системы в виде совокупности классов и объектов предметной области. При этом иерархический характер сложной системы описывается с использованием иерархии классов, а ее функционирование рассматривается как взаимодействие объектов [17].

Объектно-ориентированные методологии базируются на интегрированных моделях трех типов:

объектные модели, которые отображают иерархию классов, связанные общностью структуры, поведения и описывающие специфику атрибутов и операций каждого из них;

динамические модели, которые отображают временные аспекты и последовательность операций;

функциональные модели, которые описывают потоки данных.

Главным недостатком объектно-ориентированных методологий является отсутствие метода, который одинаково хорошо реализует этапы анализа требований и проектирования. Кроме того, большинство методов, предназначенных для объектно-ориентированного анализа, направлены на конкретные объекты производственных комплексов, что требует конкретики в определении области реализации построенных с использованием таких методологий информационных моделей. Также в большинстве методологий объектно-ориентированного подхода отсутствуют методы, которые одинаково хорошо реализуют этапы анализа требований и проектирования, а также стандартизация в области программной техники (например, для представления объектов и взаимосвязей между ними), чего недостаточно для решения задачи изучения ИКТ развития "умных" производств. Эти факты ограничивают возможность применения объектно-ориентированных методологий для описания ИКТ развития "умных" производств и построения соответствующей информационной модели.

Процессно-ориентированный подход основывается на описании организационной структуры, структуры данных и функций в виде модели бизнес-процессов, что дает возможность получать представление о работе моделируемой системы с различных точек зрения – процессной, организационной, функциональной, информационной.

Процессно-ориентированный подход основывается на понятии бизнес-процесса. Бизнес-процессы – это деловые, админист-

ративные, технологические процедуры функционирования предприятия, к которым относятся: документооборот, управление финансовыми, материальными потоками, персоналом, организационно-хозяйственными и технологическими процессами, процессами проектирования изделий и т.п. [17].

При таком подходе внимание уделяется механизму взаимодействия структурных подразделений, нацеленному на получение конечного продукта. Результатом полнофункционального внедрения при процессно-ориентированном подходе является хорошо структурированная, работающая система, а также набор моделей, описывающих функционирование и взаимодействия подразделений.

Именно требование подробного рассмотрения взаимодействия структурных подразделений при использовании процессно-ориентированного подхода затрудняет его применение для описания ИКТ развития "умных" производств, так как необходимым становится изучение организационной структуры конкретных предприятий и производственных комплексов. Построение такой модели для абстрактного предприятия с учетом информационно-коммуникационной составляющей процессов развития "умных" производств является проблематичным ввиду учета приведенных особенностей процессно-ориентированного подхода.

Таким образом, анализ современных подходов к созданию единого информационного пространства промышленных комплексов позволяет сделать вывод о том, что структурный подход предполагает использование средств, иллюстрирующих функции, выполняемые системой, и отношения между данными, а также позволяет наиболее полно рассмотреть информационно-коммуникационные связи моделируемых систем. Данный факт является тем преимуществом, которое позволяет использовать структурный подход и соответствующие методологии для описания ИКТ развития "умных" производств.

Главный недостаток структурного подхода заключается в том, что процессы и данные существуют отдельно друг от друга, причем проектирование ведется от процессов к данным. Таким образом, помимо функциональной декомпозиции, существует также структура данных, находящаяся на втором плане. Однако для изучения информационно-коммуникационной составляющей развития "умных" производств необходимость разбиения технологий выполнения работ на отдельные, как правило, не связанные между собой фрагменты, которые выполняются различными структурными элементами организационной структуры, позволит представить подробную структуру используемых данных и определить основные коммуникационные взаимодействия в рамках создания "умных" производственных комплексов.

В структурном анализе используются в основном средства, иллюстрирующие функции, выполняемые системой, и отношения между данными. Каждой группе средств соответствуют определенные виды моделей (диаграмм).

Среди формальных средств моделирования, применяемых для структурного анализа сложных систем управления, широкое применение получили методологии SADT (Structured Analysis and Design Techniques), DFD (Data Flow Diagram), ERD (Entity Relationship Diagram), STD (State Transition Diagrams) и др. [5-7;11-19].

Стандарты SADT (Structured Analysis and Design Techniques) реализуют структурный подход к моделированию систем [6; 13]. SADT-технология ориентирована на комплексное представление структуры системы, в том числе информационных потоков и коммуникационных связей. При этом рассматриваемая система сохраняет целостное представление, в котором все составляющие компоненты взаимоувязаны. SADT-технология в большей степени нацелена на реорганизацию системы управления, чем другие методологии структурного подхода, основанные на ис-

пользовании диаграмм потоков данных [14; 16; 17].

Диаграммы потоков данных DFD (Data Flow Diagram) изображают передачу данных между операциями и характеристики информационной стороны бизнес-процессов описываемой системы [6; 13]. Это позволяет наблюдать данные на входе в систему, в каждую операцию в отдельности и соответствующую информацию на выходе. Также в ней отображается, какими способами сведения претерпевают изменения и где хранятся. Деятельность компании раскладывается на логические информационные уровни, причем базовая схема улучшается добавлением подробных описаний подпроцессов, тоже имеющих свою внутреннюю структуру [17; 18].

ERD-модели (Entity-Relationship Diagrams) типа "сущность-связь" позволяют описывать концептуальные схемы предметной области и используются при концептуальном проектировании баз данных [6; 13]. Диаграммы "сущность-связь" (ERD) предназначены для графического представления моделей данных разрабатываемой программной системы и предлагают набор стандартных обозначений для определения данных и отношений между ними. С помощью этого вида диаграмм можно описать отдельные компоненты концептуальной модели данных и совокупность взаимосвязей между ними [17; 19].

STD-диаграммы (State Transition Diagrams) переходов состояний предназначены для моделирования и документирования тех аспектов бизнес-процессов, которые зависят от времени или реакции на событие. Моделируемый процесс в любой заданный момент времени находится точно в одном состоянии из их конечного множества. С течением времени он может изменить свое состояние, при этом STD точно определяет переходы между состояниями [6; 13; 17; 18].

Выбор той или иной структурной методологии напрямую зависит от задач, для решения которых создается модель. Структурный подход и, в частности, методология построения SADT-моделей позволяют иллюстрировать функции, выполняемые системой, отношения между данными, а также наиболее полно рассмотреть информационно-коммуникационные связи моделируемых систем [16; 17]. Кроме того, необходимость изучения общих задач развития "умных" производств без необходимости описания ИКТ в рамках конкретных организационных структур и учета временных характеристик соответствующих процессов определяет возможность использования структурного подхода и SADT-моделей для описания ИКТ развития "умных" производств.

Рассмотрим возможность применения стандарта IDEF0 (Integrated Definition for Function Modeling), которая основана на методологии SADT, является ее следующим этапом развития и позволяет описать развитие "умных" производств в виде иерархической системы взаимосвязанных функций [15; 18].

Основу методологии IDEF0 составляет графический язык описания бизнес-процессов [15]. При этом методология базируется на четырех ключевых понятиях: функциональный блок, интерфейсная дуга, декомпозиция, глоссарий. Функциональный блок графически изображается в виде прямоугольника и олицетворяет собой некоторую конкретную функцию в рамках рассматриваемой системы. Следует отметить, что каждая из четырех сторон функционального блока связана с определенными типами сигналов: левая сторона – с входящими, правая сторона – с исходящими, верхняя сторона – с управляющими, нижняя сторона – с механизмами преобразования входящих сигналов в исходящие [6; 13]. Интерфейсная дуга отображает элемент системы, который обрабатывается функциональным блоком или оказывает иное влияние на функцию, отображенную данным функциональным блоком. Декомпозиция позволяет постепенно и структурировано представлять модель системы в виде иерархической структуры отдельных диаграмм, что делает ее менее перегруженной и легко воспринимаемой. Уровень детализации процесса при разбиении на

составляющие определяется непосредственно разработчиком модели. Глоссарий является описанием сущности каждого из элементов системы и представляет набор соответствующих определений, ключевых слов, повествовательных изложений и т.д., которые характеризуют объект, отображенный данным элементом [18].

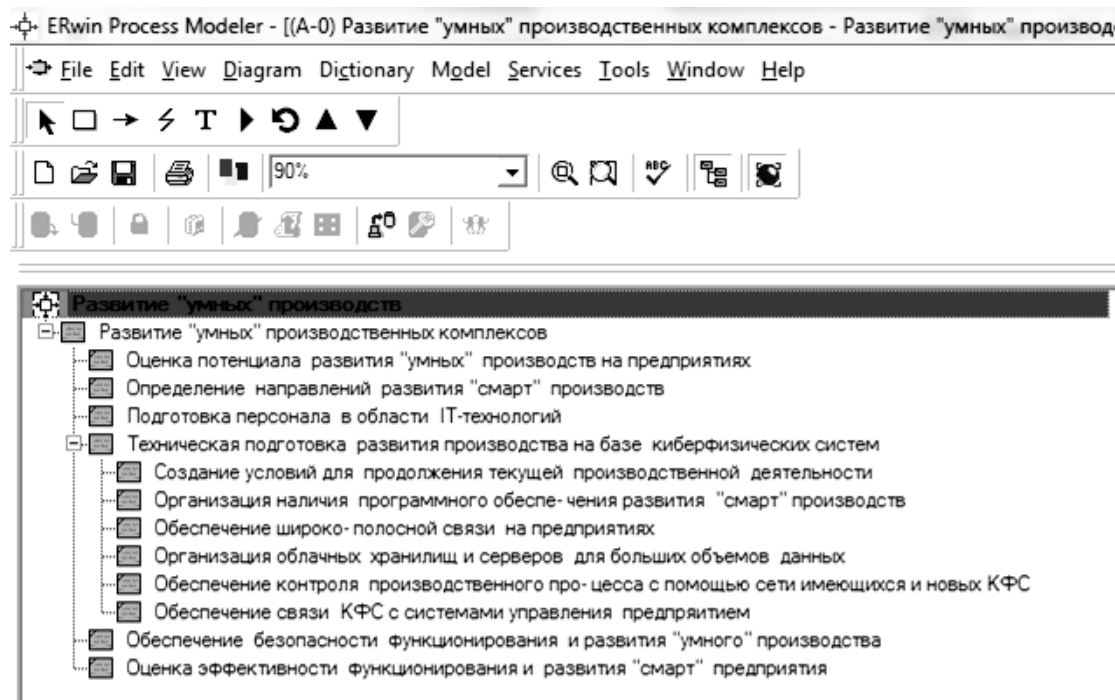
Таким образом, методология функционального моделирования IDEF0, по существу, предполагает идентификацию бизнес-процессов, их декомпозицию до нужной степени детализации, а также при помощи четкой нотации для входов и выходов каждой функции, увязку всех функций в единую модель в соответствии с информационно-коммуникационными связями основных функций в реальной системе. Преимущество построенных таким образом моделей заключается в том, что их легко обсуждать с экспертами предметной области в силу их наглядного графического представления, и, кроме того, основные системные понятия формируют словарь предметной области, который закладыва-

ется в будущую информационную систему развития "умных" производственных комплексов.

Рассмотрим информационную IDEF0-модель развития "умных" производственных комплексов. В целом модель в нотации IDEF0 представляет собой совокупность иерархически упорядоченных и взаимосвязанных диаграмм. Дерево диаграмм информационной IDEF0-модели развития "умных" производственных комплексов представлено на рис. 1.

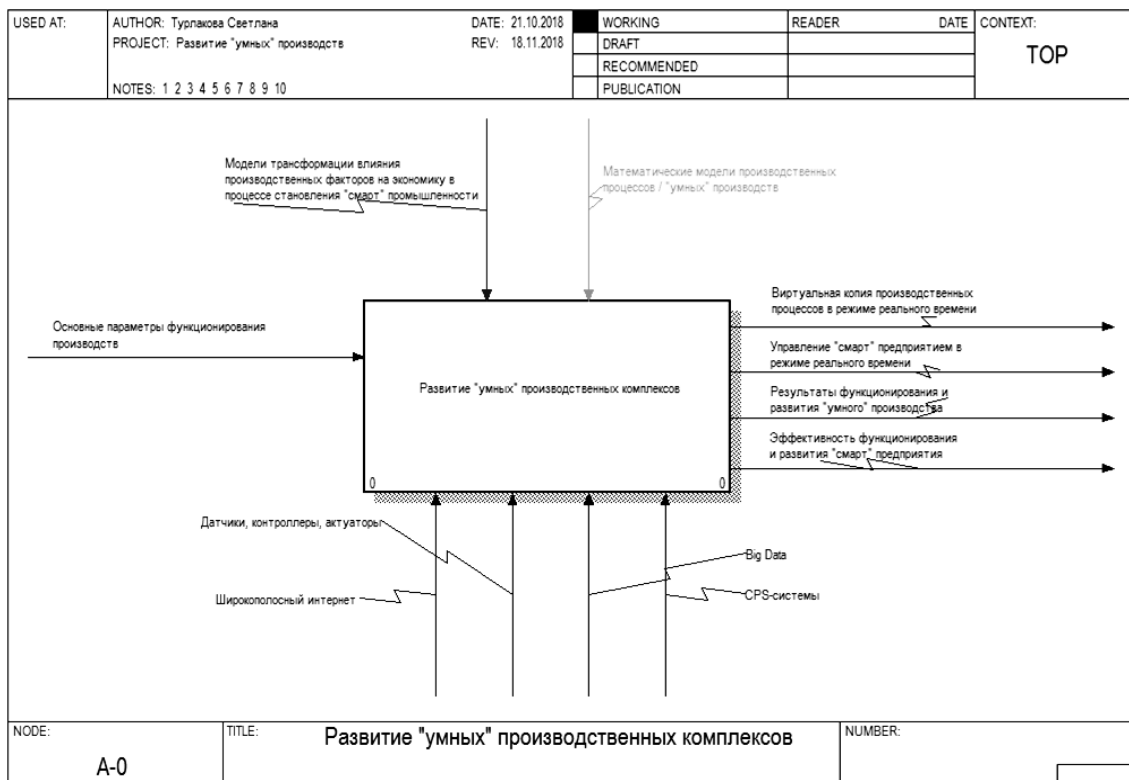
Вершиной этой древовидной структуры, представляющей собой общее описание системы и ее взаимодействия с внешней средой, является контекстная диаграмма. После описания в целом проводится разбиение системы на крупные фрагменты путем построения диаграмм декомпозиции, которые описывают каждый фрагмент системы и их взаимодействие.

Контекстная диаграмма информационной модели развития "умных" производственных комплексов представлена на рис. 2.



Составлено автором.

Рисунок 1. Дерево диаграмм информационной IDEF0-модели развития "умных" производственных комплексов



Составлено автором.

**Рисунок 2. Контекстная диаграмма информационной модели развития "умных" производственных комплексов**

Методология функционального моделирования IDEF0 рассматривает моделируемую систему как произвольно определенную и отделенную границей от внешней среды, которая преобразует входы в выходы, находясь под управлением и используя механизмы. Так, на вход системы развития "умных" производственных комплексов поступают основные параметры функционирования производств. После соответствующей обработки результаты деятельности системы:

- виртуальная копия производственных процессов в режиме реального времени;
- управление смарт-предприятием в режиме реального времени;
- результаты функционирования и развития "умного" производства;
- эффективность функционирования и развития смарт-предприятия;
- поступают на выход блока.

Правила и процедуры, в соответствии с которыми осуществляется управление развитием "умных" производственных комплексов, на контекстной диаграмме представлены интерфейсными дугами:

"Модели трансформации влияния производственных факторов на экономику в процессе становления смарт-промышленности";

"Математические модели производственных процессов / "умных" производств".

Дуга "Модели трансформации влияния производственных факторов на экономику в процессе становления "смарт" промышленности" отражает управляющую информацию для блока, которая регламентирует выполнение соответствующей функции в информационной модели [21]. В работе [21] для учёта особенностей технологического и институционального развития Украины при обосновании создания

смарт-предприятий предложен ряд инструментов экономико-математического моделирования, базирующихся на использовании производственных функций, моделей межотраслевого баланса, сетевых оптимизационных моделей, имитационных моделей на основе стохастических зависимостей.

Аналогично дуга "Математические модели производственных процессов "умных" производств" отражает управляющую информацию для блока, которая регламентирует выполнение соответствующей функции в информационной модели [22]. В работе [22] проведен анализ математических моделей по классам типовых задач для использования при построении смарт-производственных комплексов и приведены рекомендации руководителям машиностроительных предприятий по использованию математических моделей в процессе внедрения концепции Индустрии 4.0.

Наиболее перспективными для внедрения на предприятиях машиностроения являются модели искусственных нейронных сетей, что связано с широким спектром возможных решаемых задач, который включает моделирование машинного зрения, мехатронных и робототехнических систем, задач автоматизации производства, интеллектуальных производственных систем [22]. Модели искусственных нейронных сетей выгодно отличаются от других моделей способностью к обучению и самонастраиванию, отказоустойчивостью и быстротой работы, что особенно важно для смарт-производств.

Для решения задач автоматизации производства в машиностроении в рамках построения смарт-предприятий рекомендуется использование марковских и полумарковских моделей, математических моделей теории систем массового обслуживания, сетей Петри для описания производственных процессов [22]. Применение таких моделей позволяет создавать новое оборудование, совершенствовать технологические процессы и систему организации производства, объединять эти системы в рам-

ках сетевого пространства предприятия на базе ключевых формализованных параметров. Такие модели находят применение для описания производственных процессов и неплохо зарекомендовали себя в процессе выявления и устранения "узких мест" в технологических процессах, выбора наиболее подходящей структуры производственного процесса при проектировании, оценке производительности автоматизированной системы и др.

Управляющую информацию для реализации развития "умных" производственных комплексов согласно указанным на диаграмме стрелкам необходимо выбирать с учетом специфики конкретного производства.

Механизмы реализации развития "умных" производственных комплексов отражены дугами:

"Датчики, контроллеры, актуаторы";

"Широкополосный интернет";

"Big Data";

"CPS-системы".

При рассмотрении построенной в рамках стандарта IDEF0 развития "умных" производственных комплексов следует отметить, что указанная на контекстной диаграмме в качестве механизмов развития "умных" производственных комплексов стрелка "CPS-системы" подразумевает применение киберфизических систем и систем, обеспечивающих коммуникацию и интеграцию CPS-систем в процессы функционирования и развития "умных" производственных комплексов, среди которых:

CAD-системы (Computer-aided design) – автоматизированные системы, реализующие информационную технологию выполнения функций проектирования. Представляют собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации производственной деятельности [24; 25];

CAE-системы (Computer-aided engineering) – разнообразные программные

продукты, позволяющие при помощи расчётных методов оценить, как поведёт себя компьютерная модель изделия в реальных условиях эксплуатации, и убедиться в работоспособности изделия без привлечения больших затрат времени и средств. Модуль инженерных расчетов и оптимизации CAE предназначен для решения различных инженерных задач: расчётов, анализа и симуляции физических процессов, расчётная часть которых чаще всего основана на математических моделях производственных процессов. На производствах системы CAE применяются совместно с CAD-системой [24];

CAM-системы (Computer-aided manufacturing) – автоматизированная система либо модуль автоматизированной системы, предназначенные для подготовки управляющих программ для станков с числовым программным управлением (ЧПУ), автоматизации процессов управления на предприятии и подготовки производства. Часто CAM включает как сам процесс компьютеризированной подготовки производства, так и программно-вычислительные комплексы, используемые инженерами-технологами. В основном программно-вычислительные комплексы на производствах совмещают в себе решение задач CAD/CAE/CAM [24];

PLM (Product Lifecycle Management) – прикладное программное обеспечение для управления жизненным циклом продукции), тесно взаимодействуют с различными CAD-системами (AutoCAD, T-flex CAD, SolidWorks, CATIA и др.), САПР ТП/САРР (система автоматизированного проектирования технологических процессов / Computer-Aided Process Planning: ТехноПро, Вертикаль, Timeline), различными базами данных, PDM-системами (Product Data Management – системы управления данными об изделии: Simatic PDM, ENOVIA Smarteam и др.) [25];

модули удаленной загрузки управляющих программ в обрабатывающие центры

ММІ, которые обеспечивают производство по заданным параметрам на станках с ЧПУ, введенным как в ручном, так и в автоматическом режиме [26];

SCADA-системы (Supervisory Control And Data Acquisition) – программно-аппаратные комплексы сбора данных и диспетчерского контроля, позволяющие с помощью математических моделей объектов управления определять, устанавливать и поддерживать в технологическом оборудовании предприятий промышленности экологически безопасные и экономически эффективные режимы функционирования с учетом накладываемых на них экологических и экономических ограничений [27].

При моделировании развития "умных" производственных комплексов детализация контекстной диаграммы будет производиться по мере необходимости реализации соответствующих функций в процессе развития "умных" производственных комплексов, отказавшись от детализации и исследования отдельных элементов, не являющихся необходимыми в рамках соответствующей системы.

На рис. 3 представлена диаграмма декомпозиции первого уровня детализации информационной модели развития "умных" производственных комплексов, которая содержит шесть основных функциональных блоков: "Оценка потенциала развития "умных" производств на предприятиях";

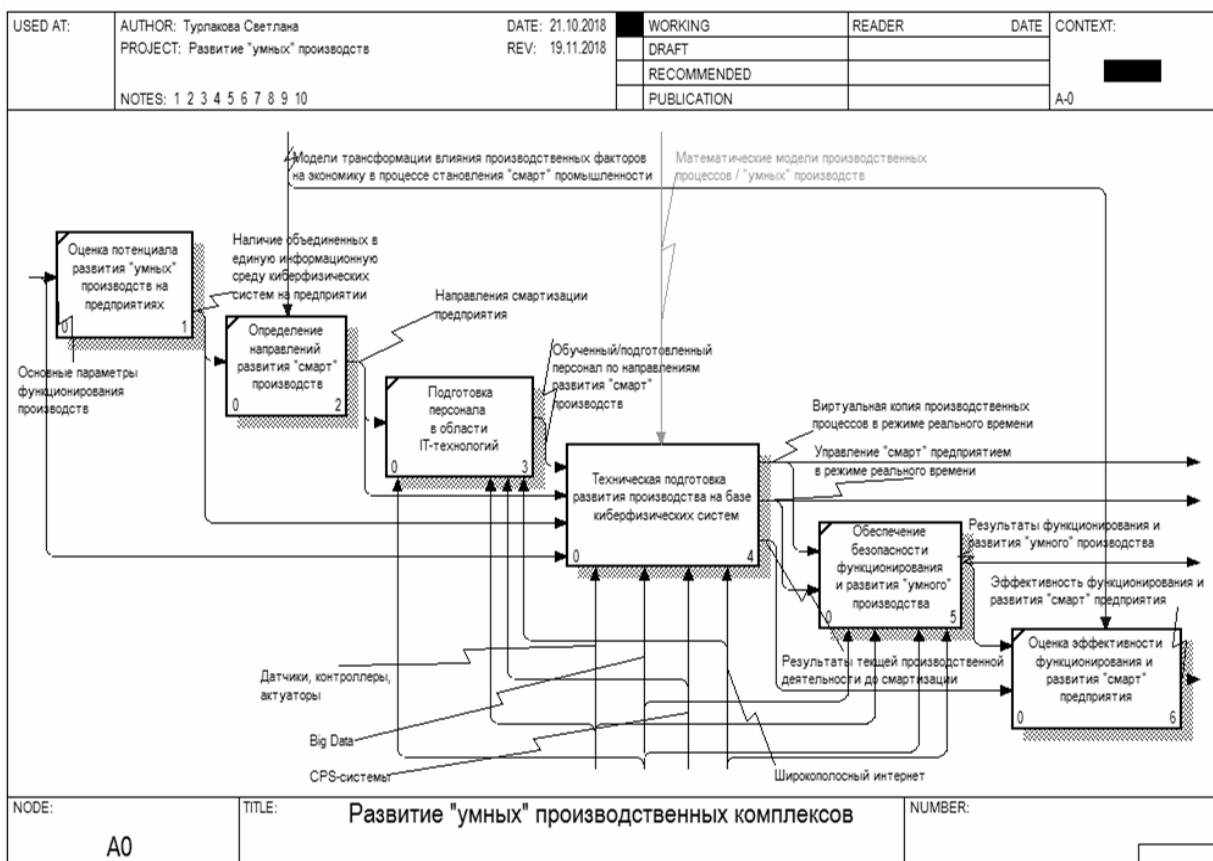
"Определение направлений развития "смарт" производств";

"Подготовка персонала в области IT-технологий";

"Техническая подготовка развития производства на базе киберфизических систем";

"Обеспечение безопасности функционирования и развития "умного" производства";

"Оценка эффективности функционирования и развития "смарт" предприятия".



Составлено автором.

Рисунок 3. Диаграмма декомпозиции первого уровня детализации информационной модели развития "умных" производственных комплексов

Интерфейсные дуги "Модели трансформации влияния производственных факторов на экономику в процессе становления смарт-промышленности" и "Математические модели производственных процессов / "умных" производств" обозначены в качестве управляющей информации [21; 22].

На вход блока оценки потенциала развития "умных" производств на предприятиях систематически поступает информация об основных параметрах функционирования производств. Выходами и результатами выполнения соответствующей функции на предприятиях является информация о наличии объединенных в единую информационную среду киберфизических систем на предприятии. На основании входящей информации о наличии объединенных в единую информационную среду

киберфизических систем в рамках производственного комплекса определяются направления развития смарт-производств. В качестве управляющей информации используются модели трансформации влияния производственных факторов на экономику в процессе становления смарт-промышленности [21]. Далее производится соответствующая подготовка персонала в области IT-технологий по выявленным направлениям смартизации предприятия. При этом механизмами, с помощью которых производится обучение персонала, выступают датчики, контроллеры, актуаторы, широкополосный интернет, базы данных предприятия Big Data и киберфизические CPS-системы, соответствующие направлениям развития "умных" производственных комплексов.

Далее обученный / подготовленный персонал по направлениям развития смарт-производств готов к техническому перевооружению производства, которое реализуется на следующем этапе развития "умных" производственных комплексов в блоке "Техническая подготовка развития производства на базе киберфизических систем" (см. рис. 2). Соответствующая функция выполняется с применением математических моделей производственных процессов / "умных" производств [22], а также датчиков, контроллеров, актуаторов, широкополосного интернета, Big Data и CPS-систем (уже существующих на предприятии и новых).

Результатами технической подготовки развития производственных комплексов на базе киберфизических систем являются возможность создания виртуальной копии производственных процессов в режиме реального времени и управление смарт-предприятием в режиме реального времени. Соответствующая этим выходам информация является входами в блок "Обеспечение безопасности функционирования и развития "умного" производства" и основой для выполнения указанной функции на предприятии с использованием датчиков, контроллеров, актуаторов, CPS-систем, широкополосного интернета и Big Data, а также результатами, которые подаются на выход контекстной диаграммы информационной модели развития "умных" производственных комплексов (см. рис. 2).

В свою очередь, результаты выполнения функции обеспечения безопасности функционирования и развития "умного" производства, которые показаны на рис. 3 стрелкой "Результаты функционирования и развития "умного" производства", подаются в виде результирующей информации на выход контекстной диаграммы информационной модели и в виде входящей информации на блок "Оценка эффективности функционирования и развития смарт-предприятия" для выполнения соответствующей функции. Еще одним входом указанного блока является выход блока "Техническая подготовка развития произ-

водства на базе киберфизических систем", который описывает результаты текущей производственной деятельности до смартизации и обозначен одноименной стрелкой на диаграмме декомпозиции первого уровня детализации (см. рис. 3).

Оценка эффективности функционирования и развития смарт-предприятия производится на основании моделей трансформации влияния производственных факторов на экономику в процессе становления смарт-промышленности [21] и в виде одноименной стрелки на рис. 3 подается на выход соответствующего блока. Кроме того, информация об эффективности функционирования и развития смарт-предприятия является выходом контекстной диаграммы информационной модели развития "умных" производственных комплексов (см. рис. 2).

В связи со сложностью реализации функции, представленной в блоке 4 диаграммы декомпозиции первого уровня детализации, необходимо более подробное представление блока "Техническая подготовка развития производства на базе киберфизических систем" и соответствующая дальнейшая детализация информационной модели развития "умных" производственных комплексов.

Рассмотрим диаграмму декомпозиции второго уровня детализации информационной модели развития "умных" производственных комплексов, а именно блока А4 "Техническая подготовка развития производства на базе киберфизических систем" (рис. 4).

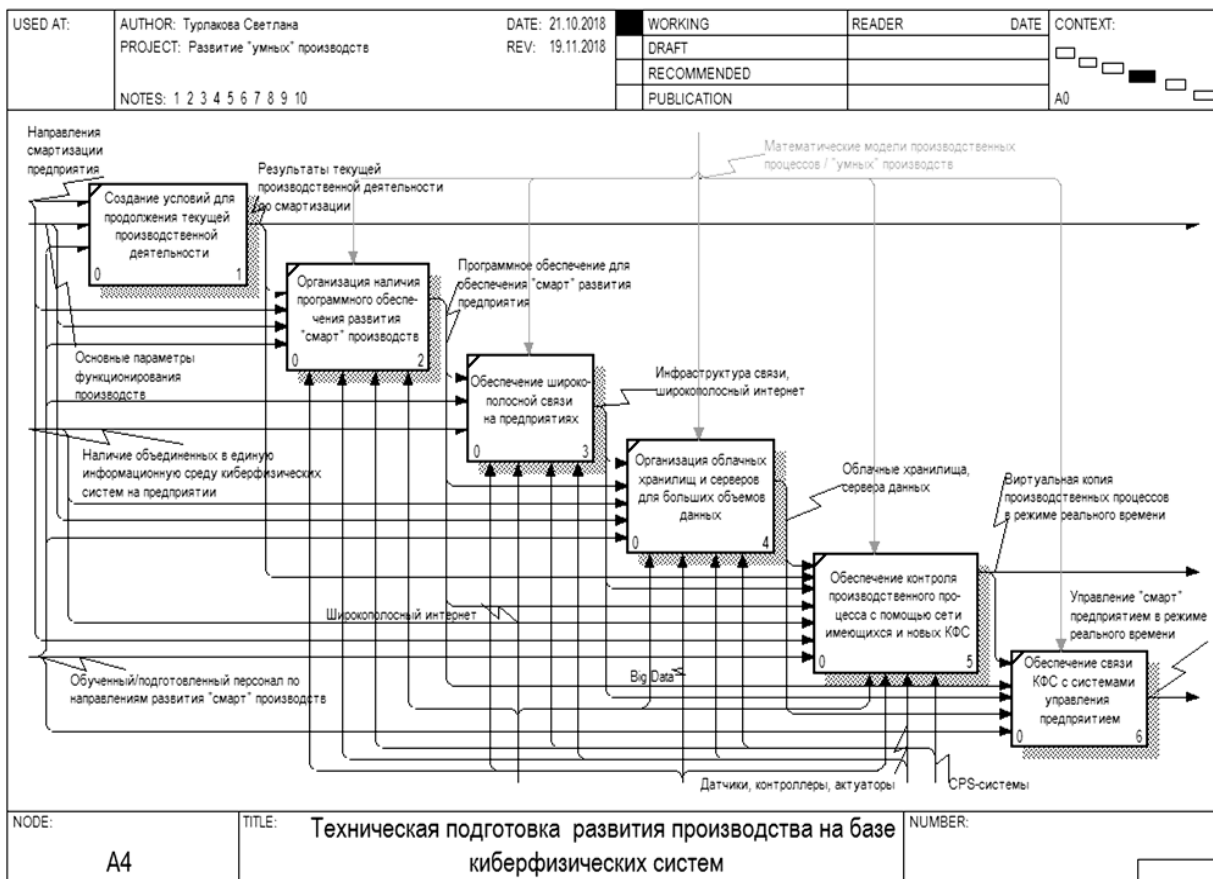
Диаграмма декомпозиции второго уровня детализации информационной модели развития "умных" производственных комплексов содержит шесть функциональных блоков:

"Создание условий для продолжения текущей производственной деятельности";

"Организация наличия программного обеспечения развития смарт-производств";

"Обеспечение широкополосной связи на предприятиях";

"Организация облачных хранилищ и серверов для больших объемов данных";



Составлено автором.

**Рисунок 4. Диаграмма декомпозиции второго уровня детализации информационной модели развития "умных" производственных комплексов. Блок А4 "Техническая подготовка развития производства на базе киберфизических систем"**

"Обеспечение контроля производственного процесса с помощью сети имеющихся и новых КФС";

"Обеспечение связи КФС с системами управления предприятием".

Последовательность выполнения функций, представленных в блоках, соответствует порядковому номеру блока на диаграмме (см. рис. 4).

Входами первого блока "Создание условий для продолжения текущей производственной деятельности" являются информация о направлениях смартизации предприятия, основных параметрах функционирования производств и обученный / подготовленный персонал по направлениям развития смарт-производств. Информа-

ция о результатах текущей производственной деятельности до смартизации является выходом соответствующего блока и подается как входящий информационный поток на блоки "Организация наличия программного обеспечения развития смарт-производств" и "Обеспечение контроля производственного процесса с помощью сети имеющихся и новых КФС". Кроме того, выход является сквозным информационным потоком на рис. 4 (подается на выход диаграммы), который вместе с другими информационными потоками является результатом выполнения функции "Техническая подготовка развития производства на базе киберфизических систем" (см. рис. 3).

Входами блока "Организация наличия программного обеспечения развития смарт-производств" также являются стрелки "Направления смартизации предприятия", "Основные параметры функционирования производств", "Обученный / подготовленный персонал по направлениям развития смарт-производств", которые обеспечивают необходимой информацией и трудовыми ресурсами выполнение соответствующей блоку функции на предприятии.

Управляющей информацией для блока "Организация наличия программного обеспечения развития смарт-производств" являются математические модели производственных процессов / "умных" производств [22]. Программное обеспечение развития смарт-производств должно соответствовать и обеспечивать выполнимость расчетов согласно уровню сложности математических моделей, которые выбраны для описания тех или иных производственных процессов на предприятии или целых производственных комплексов. При этом механизмами реализации рассматриваемой функции будут являться датчики, контроллеры, актуаторы, киберфизические системы (CPS-системы), широкополосный интернет базы знаний (Big Data) "умных" производственных комплексов.

Результат выполнения функции, представленной в блоке 2 на рис. 4, описывает стрелка "Программное обеспечение для обеспечения смарт-развития предприятия". Она является входом для четырех следующих блоков, изображенных на диаграмме, и неотъемлемой частью, обеспечивающей выполнение соответствующих функций в развитии "умных" производственных комплексов, а именно:

"Обеспечение широкополосной связи на предприятиях";

"Организация облачных хранилищ и серверов для больших объемов данных";

"Обеспечение контроля производственного процесса с помощью сети имеющих и новых КФС";

"Обеспечение связи КФС с системами управления предприятием".

Также входами блока "Обеспечение широкополосной связи на предприятиях" являются стрелки "Обученный / подготовленный персонал по направлениям развития смарт-производств" и "Наличие объединенных в единую информационную среду киберфизических систем на предприятии". Так же, как и в предыдущем рассматриваемом блоке, управляющей информацией для обеспечения широкополосной связи на предприятиях являются математические модели производственных процессов / "умных" производств [22], что указывает на необходимость учета характера математических моделей "умных" производственных комплексов в пропускной способности создаваемой сети.

Результатом обеспечения широкополосной связи на предприятиях будут инфраструктура связи и широкополосный интернет "умного" производственного комплекса, что отражено на диаграмме одноименной выходящей стрелкой "Инфраструктура связи, широкополосный интернет" из рассматриваемого блока (см. рис. 4). Эта же стрелка является входящей для четвертого блока диаграммы А4 "Организация облачных хранилищ и серверов для больших объемов данных". Входами соответствующей блоку функции кроме рассмотренных стрелок "Инфраструктура связи, широкополосный интернет" и "Программное обеспечение для обеспечения смарт-развития предприятия" являются стрелки "Наличие объединенных в единую информационную среду киберфизических систем на предприятии", "Основные параметры функционирования производств" и "Обученный / подготовленный персонал по направлениям развития смарт-производств". Входящие стрелки характеризуют необходимые информационно-коммуникационные потоки для организации облачных хранилищ и серверов для больших объемов данных при создании "умных" производственных комплексов. При этом тип и структура таких хранилищ и серверов

ров должны обеспечивать необходимый физический объем памяти и соответствовать математическим моделям производственных процессов / "умных" производств, примеры которых рассмотрены в работе [22]. Этот факт на диаграмме отражен стрелкой по управлению "Математические модели производственных процессов / "умных" производств".

Механизмами, обеспечивающими выполнение функции "Организация облачных хранилищ и серверов для больших объемов данных", выступают стрелки, входящие в соответствующий блок на рис. 4 снизу: "Датчики, контроллеры, актуаторы", "Широкополосный интернет", "Big Data", "CPS-системы".

Выходом блока организация облачных хранилищ и серверов для больших объемов данных и результатом реализации соответствующей функции в рамках развития "умных" производственных комплексов станет создание облачных хранилищ и серверов данных, что на рис. 4 отражено стрелкой "Облачные хранилища, сервера данных". Рассматриваемый информационный поток, помимо выхода для блока 4, является входом для блока 5 "Обеспечение контроля производственного процесса с помощью сети имеющихся и новых КФС". Кроме того, для обеспечения контроля производственного процесса с помощью сети имеющихся и новых киберфизических систем необходимо использовать информацию о результатах текущей производственной деятельности до смартизации, вновь созданные инфраструктуру связи и широкополосный интернет, программное обеспечение для смарт-развития предприятия, объединенные в единую информационную среду киберфизические системы на предприятии, информацию о направлениях смартизации предприятия / производственного комплекса и обученный / подготовленный персонал по направлениям развития смарт-производств. Все вышеперечисленные информационно-коммуникационные связи отражены соответствующими входящими стрелками в блок 5 на диа-

грамме декомпозиции второго уровня детализации информационной модели развития "умных" производственных комплексов (см. рис. 4).

При этом контроль производственного процесса с помощью сети имеющихся и новых киберфизических систем должен обеспечиваться в рамках параметров математических моделей производственных процессов "умных" производств с использованием датчиков, контроллеров, актуаторов, CPS-систем, широкополосного интернета и Big Data, что отражено на рис. 4 соответствующими стрелками-механизмами, входящими в блок снизу.

Выходом блока "Обеспечение контроля производственного процесса с помощью сети имеющихся и новых КФС" является стрелка "Виртуальная копия производственных процессов в режиме реального времени". Виртуальная копия производственных процессов в режиме реального времени также является сквозным выходом диаграммы и входом в последний блок декомпозиции второго уровня детализации информационной модели развития "умных" производственных комплексов – "Обеспечение связи КФС с системами управления предприятием" (см. рис. 4).

Обеспечение связи КФС с системами управления предприятием происходит также в рамках параметров математических моделей производственных процессов "умных" производств, о чем говорит стрелка по управлению сверху (см. рис. 4). Кроме виртуальной копии производственных процессов в режиме реального времени входами для блока 6 на рис. 4 являются "Программное обеспечение для обеспечения смарт-развития предприятия", "Инфраструктура связи, широкополосный интернет", "Облачные хранилища, сервера данных», "Обученный / подготовленный персонал по направлениям развития смарт-производств".

Выполнение функции обеспечения связи киберфизических систем с системами управления предприятием позволит получить на выходе управление смарт-

предприятием в режиме реального времени, что отражено на диаграмме соответствующей стрелкой, выходящей из блока 6 (см. рис. 4). Также стрелка "Управление смарт-предприятием в режиме реального времени" является сквозной для диаграммы второго уровня детализации (см. рис. 4) и изображена как выход из блока 4 "Техническая подготовка развития производства на базе киберфизических систем" (см. рис. 3).

*Выводы.* Разработанная информационная IDEF0-модель развития "умных" производственных комплексов, которая основана на методологии SADT, позволяет получить целостную картину соответствующих процессов на производствах, ключевые системные понятия которой формируют базу будущей информационной системы развития смарт-производств. Структурный подход и, в частности, методология построения SADT-моделей позволяют иллюстрировать функции, выполняемые системой, отношения между данными, а также наиболее полно рассмотреть информационно-коммуникационные связи моделируемых систем. Предложенная модель дает возможность руководству и сотрудникам предприятий получить четкое представление о том, какие данные используются и какие функции выполняются в процессе создания "умных" производственных комплексов.

Применение нотации IDEF0 для моделирования процессов развития "умных" производственных комплексов имеет преимущества относительно наглядного и удобного для восприятия представления структуры процессов, входных и выходных потоков, механизмов и управляющих воздействий, что будет способствовать оперативности и эффективности практического внедрения развития "умных" производственных комплексов. Кроме того, позволяет поводить функциональную декомпозицию процессов развития "умных" производственных комплексов и представить их в виде совокупности иерархически упорядоченных, взаимосвязанных диаграмм.

Формализация в рамках информационной модели процессов оценки потенциала развития "умных" производств, определения направлений развития смарт-производств, подготовки персонала в области IT-технологий, технической подготовки развития производства на базе киберфизических систем, обеспечения безопасности функционирования и развития "умного" производства, оценки эффективности функционирования и развития смарт-предприятия позволяет не только наглядно представить основные этапы развития "умных" производственных комплексов, но и проанализировать влияние различных входных факторов на результаты соответствующих изменений.

Разработанная структурно-функциональная модель информационно-коммуникационного обеспечения реализации основных функций развития "умных" производственных комплексов опирается на модели трансформации влияния производственных факторов на экономику в процессе становления смарт-промышленности, математические модели производственных процессов "умных" производств и учитывает основные параметры их функционирования. С помощью предложенной информационной модели на промышленных комплексах в результате развития смарт-компонентов и объединения в единую сеть промышленных датчиков, контроллеров, актуаторов, киберфизических систем с использованием широкополосного интернета и информационных хранилищ Big Data возможным станет получение виртуальной копии производственных процессов и управление смарт-предприятиями в режиме реального времени для обеспечения эффективности функционирования и развития смарт-производств.

Предложенная модель позволяет в логической, удобной и последовательной форме описать взаимосвязи между функциями управления и основными информационно-коммуникационными связями, механизмами реализации, комплексом математических моделей и подходов к разви-

тию "умных" производственных комплексов.

Информационное обеспечение процессов развития "умных" производственных комплексов в рамках соответствующей IDEF0-модели даёт представление о перечне и взаимосвязи информационных потоков, методов, процессов, механизмов и инструментов информационно-коммуникационного взаимодействия. Особенностью представленного подхода является возможность его адаптации к специфике конкретного смарт-производства. При этом не будет возникать необходимости в привлечении значительных дополнительных финансовых и человеческих ресурсов, так как все функции предусмотрено осуществлять в рамках действующей организационной структуры производственных комплексов, внедряющих изменения в контексте смарт-развития.

Одной из слабых сторон предложенной разработки является то, что основные функции развития "умных" производственных комплексов непосредственно на производстве будут выполняться различными элементами организационной структуры, которые не определены в рамках рассмотренной IDEF0-модели. Кроме того, модель не определяет ответственного за конечный результат развития "умных" производств и тех, кто будет контролировать такое развитие на производстве в целом.

Однако представленный подход создает условия для практического внедрения мер развития "умных" производств в рамках действующей организационной структуры предприятия, не требует привлечения дополнительных ресурсов и позволяет устранить указанные недостатки непосредственно на производствах, которые будут внедрять предложенную модель в практику функционирования. Главное назначение модели заключается в обеспечении информационной поддержки развития "умных" производственных комплексов. Кроме того, рассмотренная информационная модель является основой для

дальнейшей автоматизации процессов развития "умных" производственных комплексов.

Перспективным направлением исследований является внедрение предложенной информационной модели развития "умных" производственных комплексов в практику функционирования и развития промышленных предприятий.

### Литература

1. Вишневський В. П., Вієцька О. В., Гаркушенко О. М., Князєв С. І., Лях О. В., Чекіна В. Д., Череватський Д. Ю. Смарт-промисловість в епоху цифрової економіки: перспективи, напрями і механізми розвитку: монографія; В. П. Вишневський (заг. ред.). Київ: НАН України, Ін-т економіки пром-сті, 2018. 192 с.

2. Терновский О.А. Информационно-коммуникационные технологии в системе подготовки персонала промышленного предприятия. *Инженерный вестник Дона*. 2015. №1 (2). URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1p2y2015/2774> (дата обращения: 20.09.2018).

3. Крылов А. Н. Коммуникационный менеджмент. *Теория и практика взаимодействия бизнеса и общества*. Изд. 2-е. М.: Икар, 2015. 352 с.

4. Столяренко А. В., Данильченко А. А. Применение информационно-коммуникационных технологий в деятельности предприятий туристской сферы. *Современные научные исследования и инновации*. 2017. № 1. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2017/01/77660> (дата обращения: 23.09.2018).

5. Маклаков С. В. Моделирование бизнес-процессов с AllFusion Process Modeler (BPwin 4.1). М.: ДИАЛОГ\_МИФИ, 2004. 240 с.

6. Kaltjob P. *Mechatronic Systems and Process Automation*. Boca Raton: CRC Press, 2018. 447 p. doi: <https://doi.org/10.4324/9781351248594>

7. Gernhardt B., Vogel T., Hemmje M. *Knowledge-Based Production Planning for Industry 4.0*. Springer-Verlag GmbH Germa-

ny: Hoppe et al. (eds.), Semantic Applications. 2018. T. 181. P. 181-202. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-662-55433-3\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-662-55433-3_13)

8. Li Da Xu, Eric L. Xu & Li L. Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research*. 2018. 56:8. P. 2941-2962. doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>

9. Álvares A. J., Santos de Oliveira L. E., Espindola Ferreira J. C. Development of a Cyber-Physical framework for monitoring and teleoperation of a CNC lathe based on MTconnect and OPC protocols. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*. 2018. 31 (11). P. 1049-1066. doi: <https://doi.org/10.1080/0951192X.2018.1493232>

10. Cachada A., Pires F., Barbosa J., Leitão P., Calà A. Petri nets Methodology for the Design and Control of Migration Processes Towards Industry 4.0. 2018. *2018 IEEE Industrial Cyber-Physical Systems (ICPS)*. P. 540-545. doi: <https://doi.org/10.1109/ICPHYS.2018.8390763>

11. Волгин А. В., Гусев И. В., Куликов С. В., Манцеров С. А., Панов А. Ю. Создание единого информационного пространства машиностроительного предприятия на основе "облачных" технологий. *Вестник Воронежского государственного технического университета*. 2012. Т. 8, № 6. С. 44-47.

12. Баронов В. В., Калянов Г. Н., Попов Ю. Н., Титовский И. Н. Информационные технологии и управление предприятием. М.: Компания АйТи, 2009. 328 с.

13. Vallespir V., Ducq Y. Enterprise modelling: from early languages to models transformation. *International Journal of Production Research*. 2018. 43(20). P. 2878-2896. doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1418985>

14. Lakhoua M. N., Salem J. B., El Amraoui L. The Need For System Analysis Based On Two Structured Analysis Methods SADT And SA/RT A CTA Technica Corviniensis. *Bulletin of Engineering*. 2018. Vol. XI (1). P. 113-117.

15. Cheng-Leong A., Li Pheng K., Keng Leng G. R. IDEF\*: A comprehensive modeling methodology for the development of manufacturing enterprise systems. *International Journal of Production Research*. 1999. 37 (17). P. 3839-3858. doi: <https://doi.org/10.1080/002075499189790>

16. Nurdiansyah Y., Wijayanto F., Firdaus. The Design of E-Commerce System in the Shrimp Paste Industry using the Method of Structured Analysis and Design Technique (SADT) to Increase Marketing. 2017. *MATEC Web of Conferences*. 164. P. 7-15. doi: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201816401049>

17. Марка Д. А., МакГоуэн К. Методология структурного анализа и проектирования. М.: МетаТехнология, 1993. 240 с.

18. Van Erven G., Silva W., Carvalho R., Holanda M. GRAPHED: A Graph Description Diagram for Graph Databases. In: Rocha Á., Adeli H., Reis L.P., Costanzo S. (Eds.) Trends and Advances in Information Systems and Technologies. WorldCIST'18 2018. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2018. 745. Springer, Cham. P. 1141-1151. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-777030\\_111](https://doi.org/10.1007/978-3-319-777030_111)

19. De Sousa V. M., Del Val Cura L. M. Logical Design of Graph Databases from an Entity-Relationship Conceptual Model. In Proceedings of the 20th International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services (iiWAS2018). 2018. ACM, New York, NY, USA. P. 183-189. doi: <https://doi.org/10.1145/3282373.3282375>

20. Гаркушенко О. Н. Информационно-коммуникационные технологии в эпоху становления смарт-промышленности: проблемы определения и условия развития. *Економіка промисловості*. 2018. 2 (82). С. 50-75. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2018.02.050>

21. Madykh A., Okhten A., Dasiv A. Analysis of the world experience of economic and mathematical modeling of smart enterprises. *Економіка промисловості*. 2017.

4(80). С. 19-46. doi: doi.org/10.15407/econindustry2017.04.019

22. Тарасов А. Ф., Турлакова С. С. Математическое моделирование передовых машиностроительных технологий для смарт-предприятий: обзор подходов и пути внедрения. *Економіка промисловості*. 2018. 3(83). С. 57-75. doi: doi.org/10.15407/econindustry2018.03.055

23. Jeona B., Suh S.-H. Design Considerations and Architecture for Cooperative Smart Factory: MAPE/BD Approach. *Procedia Manufacturing*. 2018. 26. P. 1094-1106. doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.07.146>

24. Salguero J., Batista M., Fernández-Vidal S. R. Accelerating the Adoption of Industry 4.0 Supporting Technologies in Manufacturing Engineering Courses. *Materials Science Forum*. 2017. 903. P. 100-111. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.903.100>

25. Зиновьев В. В., Кочетков В. Н. Опыт имитационного моделирования сложных производственных систем. *Вычислительные технологии*. 2008. Специальный выпуск № 5. Т. 13. С. 51-55. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/opyt-imitatsionnogo-modelirovaniya-slozhnyh-proizvodstvennyh-sistem> (дата обращения: 30.01.2019).

26. Posada J. et al. Visual Computing as a Key Enabling Technology for Industrie 4.0 and Industrial Internet. *IEEE Computer Graphics and Applications*. 2015. 35 (2). P. 26-40. doi: <https://doi.org/10.1109/MCG.2015.45>

27. Дмитриев В. М., Ганджа Т. В. Принцип формирования многоуровневых компьютерных моделей SCADA-систем для управления сложными технологическими объектами. *Моделирование систем*. 2013. № 2 (36). С. 24-35.

## References

1. Vishnevsky, V. P., Vietska, O. V., Garkushenko, O. M., Kniaziev, S. I., Liakh, O. V., Chekina, V. D., & Cherevatskyi D. Yu. (2018). *Smart industry in the era of digital economy: prospects, directions and mecha-*

*nisms of development*. V.P. Vishnevsky (Ed.). Kiev: NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics [in Ukrainian].

2. Ternovskiy, O. A. (2015). Information and communication technologies at the system of personnel training of an industrial enterprise. *Engineering herald of Don*, № 1 (2). Retrieved from <http://ivdon.ru/magazine/archive/n1p2y2015/2774> [in Russian].

3. Kryilov, A. N. (2015). *Communication management. Theory and practice of interaction between business and society*. (2<sup>nd</sup> ed.). Moscow: Ikar [in Russian].

4. Stolyarenko, A. V., & Danilchenko, A. A. (2017). The use of information and communication technologies at the activities of tourist enterprises. *Modern scientific research and innovation*, 1. Retrieved from <http://web.snauka.ru/issues/2017/01/77660> [in Russian].

5. Maklakov, S. V. (2004). *Business process modeling with AllFusion Process Modeler (BPwin 4.1)*. Moscow: DIALOG\_MIFI [in Russian].

6. Kaltjob, P. (2018). *Mechatronic Systems and Process Automation*. Boca Raton: CRC Press. 447 p. doi: <https://doi.org/10.4324/9781351248594>

7. Gernhardt, B., Vogel, T., & Hemmje M. (2018) Knowledge-Based Production Planning for Industry 4.0. Springer-Verlag GmbH Germany: Hoppe et al. (eds.), *Semantic Applications*, T. 181, pp. 181-202. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-55433-3\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-662-55433-3_13)

8. Li Da Xu, Eric L. Xu, & Ling Li (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56:8, pp. 2941-2962. doi: 10.1080/00207543.2018.1444806

9. Álvares, A. J., Santos de Oliveira, L. E., & Espindola Ferreira, J. C. (2018). Development of a Cyber-Physical framework for monitoring and teleoperation of a CNC lathe based on MTconnect and OPC protocols. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 31 (11), pp. 1049-1066. doi: <https://doi.org/10.1080/0951192X.2018.1493232>

10. Cachada, A., Pires, F., Barbosa, J., Leitão, P., & Calà, A. (2018). Petri nets Methodology for the Design and Control of Migration Processes Towards Industry 4.0. *2018 IEEE Industrial Cyber-Physical Systems (ICPS)*, pp. 540-545. doi: <https://doi.org/10.1109/ICPHYS.2018.8390763>
11. Volgin, A. V., Gusev, I. V., Kulikov, S. V., Mantserov, S. A., & Panov, A. Yu. (2012). Creation of a single information space of a machine-building enterprise based on cloud technologies. *Bulletin of the Voronezh State Technical University* (Vol. 8), 6, pp. 44-47 [in Russian].
12. Baronov, V. V., Kalyanov, G. N., Popov, Yu. N., & Titovskiy, I. N. (2009). *Information technology and enterprise management*. Moscow: Kompaniya AiTi [in Russian].
13. Vallespir, B., & Ducq, Y. (2018). Enterprise modelling: from early languages to models transformation. *International Journal of Production Research*, 43(20), pp. 2878-2896. doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1418985>
14. Lakhoua, M. N., Salem, J. B., & El Amraoui, L. (2018). The Need For System Analysis Based On Two Structured Analysis Methods SADT And SA/RT A CTA Technica Corviniensis. *Bulletin of Engineering*, XI (1), pp. 113-117.
15. Cheng-Leong, A., Li Pheng, K., & Keng Leng, G. R. (1999). IDEF\*: A comprehensive modelling methodology for the development of manufacturing enterprise systems. *International Journal of Production Research*, 37 (17), pp. 3839-3858. doi: <https://doi.org/10.1080/002075499189790>
16. Nurdiansyah, Y., Wijayanto, F., & Firdaus (2017). The Design of E-Commerce System in the Shrimp Paste Industry using the Method of Structured Analysis and Design Technique (SADT) to Increase Marketing. *MATEC Web of Conferences*, 164, pp. 7-15. doi: <https://doi.org/10.1051/mateccconf/201816401049>
17. Marka, D. A., & MakGouen, K. (1993). *Methodology of structural analysis and design*. Moscow: MetaTechnology [in Russian].
18. Van Erven, G., Silva, W., Carvalho, R., & Holanda, M. (2018). GRAPHED: A Graph Description Diagram for Graph Databases. In: Rocha Á., Adeli H., Reis L.P., Costanzo S. (eds) *Trends and Advances in Information Systems and Technologies. WorldCIST'18 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing*. Springer, Cham, 745, pp. 1141-1151. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-77703-0\\_111](https://doi.org/10.1007/978-3-319-77703-0_111)
19. De Sousa, V. M., & Del Val Cura, L. M. (2018). Logical Design of Graph Databases from an Entity-Relationship Conceptual Model. In *Proceedings of the 20th International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services (iiWAS2018)*. ACM, New York, NY, USA. pp. 183-189. doi: <https://doi.org/10.1145/3282373.3282375>
20. Garkushenko, O. N. Information and communication technologies in the era of the smart industry development: problems of definition and conditions of development. *Econ. promisl.*, 2 (82), pp. 50-75. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2018.02.050> [in Russian].
21. Madykh, A., Okhten, A., & Dasiv, A. (2017). Analysis of the world experience of economic and mathematical modeling of smart enterprises. *Econ. promisl.*, 4(80), pp. 19-46. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2017.04.019>
22. Tarasov, O. F., & Turlakova, S. S. (2018). Mathematical modelling of advanced engineering technologies for smart enterprises: an overview of approaches and ways of implementation. *Econ. promisl.*, 3(83), pp. 57-75. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2018.03.055> [in Russian].
23. Jeona, B., & Suh, S.-H. (2018). Design Considerations and Architecture for Cooperative Smart Factory: MAPE/BD Approach. *Procedia Manufacturing*, 26, pp. 1094-1106. doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.07.146>
24. Salguero, J., Batista, M., & Fernández-Vidal, S. R. (2017). Accelerating the

Adoption of Industry 4.0 Supporting Technologies in Manufacturing Engineering Courses. *Materials Science Forum*, 903, pp. 100-111. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.903.100>

25. Zinovev, V. V., Kochetkov, V. N. (2008). Experience of simulation modeling of complex production systems. *Computational Technologies*, 5, (Vol. 13), pp. 51-55. Retrieved from <http://cyberleninka.ru/article/n/opyt-imitatsionnogo-modelirovaniya-slozhnyh-proizvodstvennyh-sistem> [in Russian].

26. Posada, J. et al. (2015). Visual Computing as a Key Enabling Technology for Industrie 4.0 and Industrial Internet. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 35 (2), pp. 26-40. doi: <https://doi.org/10.1109/MCG.2015.45>

27. Dmitriev, V. M., & Gandzha, T. V. (2013). The principle of formation of multi-level computer models of SCADA-systems for managing complex technological objects. *Modeling systems*, 2(36), pp. 24-35 [in Russian].

**Світлана Сергіївна Турлакова,**

*канд. екон. наук, доцент*

Інститут економіки промисловості НАН України  
03057, Україна, м. Київ, вул. М. Капніст, 2.

E-mail: [svetlana.turlakova@gmail.com](mailto:svetlana.turlakova@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-3954-8503>

## ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВИТКУ "РОЗУМНИХ" ВИРОБНИЦТВ

Установлено, що ускладнення технологій виробництва смарт-промисловості та повсюдне впровадження кіберфізичних систем у виробничі процеси потребує переходу до використання відповідного інформаційного, програмного, технічного інструментарію. Одним із найважливіших факторів розвитку "розумних" виробництв визначено інформаційну комунікацію на виробництві, а інформаційно-комунікаційні технології – тим інструментом, який дозволяє найбільш ефективно взаємодіяти на всіх рівнях виробництва й управління. Позначено першочерговість завдання розробки відповідних формальних і системних інструментів використання інформаційно-комунікаційних технологій розвитку "розумних" виробництв у рамках впровадження концепції Industry 4.0 для ефективної взаємодії на всіх рівнях виробництва й управління.

Проаналізовано сучасні підходи до створення єдиного інформаційного простору промислових комплексів для визначення методології, яка дозволяє найбільш повно розглянути інформаційно-комунікаційні зв'язки модельованих систем. Серед інших виокремлено структурний підхід. На основі методології SADT розроблено інформаційну IDEF0-модель розвитку "розумних" виробництв, яка дозволяє отримати цілісну картину відповідних процесів. Запропонована модель надає можливість у логічній, зручній і послідовній формі описати взаємозв'язки між функціями управління та основними інформаційно-комунікаційними зв'язками, механізмами реалізації, комплексом математичних моделей і підходів розвитку "розумних" виробничих комплексів. Головне призначення моделі полягає в забезпеченні інформаційної підтримки розвитку "розумних" виробничих комплексів. Крім того, запропонована інформаційна модель є основою для подальшої автоматизації процесів розвитку "розумних" виробництв. Окреслено перспективні напрями досліджень у рамках впровадження запропонованої інформаційної моделі розвитку "розумних" виробничих комплексів у практику функціонування та розвитку промислових підприємств.

*Ключові слова:* інформаційно-комунікаційні технології, розвиток, "розумне" виробництво, структурний підхід, інформаційна модель, IDEF0-модель, промисловість, Industry 4.0.

**Svetlana S. Turlakova,**

*PhD in Economics*

Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine

03057, Ukraine, Kyiv, 2 M. Kapnist Str.

E-mail: svetlana.turlakova@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3954-8503>

## **INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES FOR THE DEVELOPMENT OF "SMART" INDUSTRIES**

It has been determined that the increasing complexity of the smart industry's production technologies and the widespread introduction of cyber-physical systems into manufacturing processes requires a transition to the use of appropriate information, software and technical tools. One of the most important factors in the development of "smart" industries is the informational communication at the enterprise, and information and communication technologies are the tool that allows the most effective interaction at all levels of production and management. The priority of the task of elaboration appropriate formal and system tools for using information and communication technologies for developing smart industries as part of the implementation of the Industry 4.0 concept for effective interaction at all levels of manufacturing and management are indicated.

The analysis of up-to-date approaches to the creation of a single information space of industrial complexes to determine the methodology, which allows to consider the information and communication links of the simulated systems in more details, is made. Among others, the structural approach is highlighted. Based on the SADT methodology, an information IDEF0-model for the development of "smart" industries has been developed, which provides a holistic picture of the relevant processes. The proposed model allows describing the relationship between management functions and the main information and communication links, implementation mechanisms, the set of mathematical models and approaches for the development of "smart" industrial complexes in a logical, convenient and consistent form. The main purpose of the model is to provide informational support for the development of "smart" industrial complexes. In addition, the considered informational model is the basis for further automation of the development processes of "smart" industries. Promising areas of research have been outlined as part of the implementation of the offered informational model for the development of "smart" industrial complexes in the practice of functioning and development of industrial enterprises.

*Keywords:* information and communication technologies, development, "smart" production, structural approach, informational model, IDEF0-model, industry, Industry 4.0.

JEL: C60, C63, L00, L60, O30.

*Форматы цитирования:*

Турлакова С. С. Информационно-коммуникационные технологии развития "умных" производств. *Экономика промышленности*. 2019. № 1(85). С. 101-123. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.01.101>

Turlakova, S. S. (2019). Information and communication technologies for the development of "smart" industries. *Econ. promisl.*, 1(85), pp. 101-123. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2019.01.101>

*Представлена в редакцию 19.02.2019 г.*

## НЕИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: НА ПРИМЕРЕ УКРАИНЫ

*(отзыв на монографию Промисловість України 2014-2016: невикористані можливості, шляхи відновлення, модернізації та сучасної розбудови: наукова доповідь / редкол.: О.І. Амоша, І.П. Булеєв, Ю.С. Залознова; НАН України, Ін-т економіки пром-сті. Київ, 2017. 554 с.)*

Как показывает анализ мировых тенденций, несмотря на усиливающееся влияние сектора услуг, промышленность остается ведущей сферой экономики, обеспечивающей экономическую и национальную безопасность государства. Ключевое ее значение проявляется в соотношении темпов экономического развития, стабильности институциональной среды, уровня жизни населения, в последнее время добавляется фактор миграции. Преобразования политических и общественных институтов, изменения векторов развития, ценностные трансформации оказывают существенное влияние на уровень и темпы промышленного развития. Ярким подтверждением тому является пример Украины, революционные изменения в которой обусловили конфликты, противостояния, падение промышленного производства.

Не в полной мере использование законов экономического развития, игнорирование роли институциональных факторов, недостаточно проработанные вопросы ресурсного и идеологического обеспечения долгосрочных преобразований, соотношения объективных и субъективных оценок в становлении желаемых моделей государственного устройства и стратегий развития промышленности и регионов привели к существенным кризисным явлениям и противостоянию в обществе, падению темпов развития и разрушению промышленного потенциала. Все эти вопросы требуют глубокого и всестороннего исследования.

Институт экономики промышленности Национальной академии наук Украины представил в виде монографии (научного доклада) обобщенные результаты исследо-

ваний, выполненные в течение 2013-2017 гг. по традиционной для него тематике промышленности и регионального развития<sup>1</sup>.

Работа содержит материалы, комплексно описывающие проблемы промышленного и регионального развития в Украине. В первом и втором разделах основное внимание исследователей уделено Донбасу как ведущему промышленному региону страны, анализу состояния экономики региона, тенденциям в промышленности, угрозам и рискам вследствие обострения ситуации в 2014 г. Коллектив авторов дает достаточно обоснованные предложения по выходу из кризиса в условиях военного конфликта.

Третий раздел доклада посвящен анализу состояния и перспектив промышленности в 2016 г. Украины, институциональных преобразований и трудового потенциала, социальной ответственности на промышленных предприятиях. Размещен обширный материал по деятельности базовых отраслей промышленности, модернизации и современному развитию, экологическому состоянию и условиям труда.

Заслуживают внимания материалы по сценариям структурного развития промышленности с позиций экономической, социальной и экологической безопасности.

<sup>1</sup> Промисловість України 2014-2016: невикористані можливості, шляхи відновлення, модернізації та сучасної розбудови: наукова доповідь / редкол.: О. І. Амоша, І. П. Булеєв, Ю. С. Залознова; НАН України, Ін-т економіки пром-сті. Київ, 2017. 554 с. URL: [iie.org.ua/wp-content/uploads/2017/04/Promislovist-Ukrayini\\_2017\\_16\\_05.pdf](http://iie.org.ua/wp-content/uploads/2017/04/Promislovist-Ukrayini_2017_16_05.pdf)

Достаточное место в книге отводится направлениям и особенностям перехода к будущей неоиндустриальной модели становления и развития промышленного комплекса Украины, механизмов реализации смарт-производства с учетом национальной специфики экономики.

В работе представлены обоснованные направления совершенствования структуры промышленности, повышения её эффективности, использования и охраны трудового потенциала. Предложены пути современной модернизации и развития промышленного комплекса с использованием мирового опыта, мероприятия по его дальнейшему преобразованию на началах неоиндустриализации.

В достаточной мере обоснованы составляющие экономической политики государства как совокупности мероприятий и действий правительства по выбору и осуществлению экономических решений на макроэкономическом уровне, достижению общезначимых целей. Такими целями коллектив исследователей называет: обеспечение устойчивого роста национальной экономики; поддержание занятости; стабильность уровня цен и национальной денежной единицы; борьбу с инфляцией; обеспечение сбалансированного внешнеэкономического оборота и др.

Практическая востребованность работы обеспечивается разработанными

научно-методическими положениями и практическими рекомендациями по определению, формированию, адаптации и совершенствованию методов модернизации и развития промышленного комплекса. Получены весомые результаты для науки и практики промышленных преобразований в Украине.

Авторы адресуют свою работу специалистам сферы промышленной политики и экономики, государственного и регионального управления, местной власти, госслужащим, работникам предприятий реального сектора экономики, научным сотрудникам, преподавателям, докторантам, аспирантам и магистрам экономических специальностей.

В свете вышеизложенного следует отметить, что исследования, отображенные в монографии, являются актуальными, имеют теоретическое значение и практическую ценность. Работа полезна к изучению и в Польше в части обеспечения пропорционального промышленного и регионального развития, ценностного обеспечения проводимых преобразований. Это свидетельствует о том, что Институт экономики промышленности НАН Украины имеет значимый потенциал для научного, технического и социального развития страны, проявляет активность по вопросам интеграции в мировое научное пространство с учетом национальных интересов.

*Доктор экономических наук,  
профессор Экономического университета  
во Вроцлаве (Польша)*

*Анетта Зелинская*

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ

---

Научно-практический журнал

---

*Scientific and practical journal*



**Е**кономіка  
**П**ромисловості  
*Economy of Industry*

---

Издается с 1997 года

Выходит ежеквартально

---



№ 1 (85)

2019

**Научно-практический журнал «Экономика промышленности» издается с 1997 г.  
Свидетельство о государственной регистрации журнала КВ № 23249-13089ПР от 22.03.2018 г.  
Выходит ежеквартально**

**Журнал включен в Перечень научных специализированных изданий Украины**  
(в соответствии с приказом Министерства образования и науки Украины от 24.10.2017 г. № 1413)

**ISSN 1562-109X (Print)**  
**ISSN 2306-532X (Online)**

Журнал зарегистрирован в Международном центре  
периодических изданий (ISSN International  
Center, г. Париж)

Журнал «Экономика промышленности» индексируется украинской общегосударственной реферативной базой данных «Україніка наукова» и представлен в **Научной электронной библиотеке периодических изданий НАН Украины**. Издание размещено в международной электронной библиотеке научной периодики **EBSCO Publishing**, а также в библиографической базе данных **WorldCat**. Журнал включен в международный каталог научных периодических изданий **Ulrich's Periodicals Directory**. Журнал индексируется наукометрической базой **Index Copernicus** (Варшава, Польша). С ноября 2011 г. издание включено в международную наукометрическую базу «Научная электронная библиотека **E-Library.Ru** (Российского индекса научного цитирования – **РИНЦ**)». Издание индексируется свободной доступной системой **GoogleScholar**. С 2013 г. научно-практический журнал «Экономика промышленности» индексируется в международных наукометрических базах: **DRJI** (Directory of Research Journals Index) и **Research Bible** (Токио, Япония). Журнал включен в индексированную систему журналов открытого доступа **CiteFactor**, а также в реферативную базу данных European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences (**ERIH PLUS**).

**Основатели:**

Национальная академия наук Украины,  
Институт экономики промышленности

**E-mail:**

RPokotylenko@econindustry.org,  
admin@econindustry.org.

**Web:** www.econindustry.org.

**Web:** iie.org.ua

**Адрес редакции:**

ул. М. Капнист, 2,  
Киев, Украина, 03057.

**Тел.:** (044) 200-55-71.

**Моб.:** (095) 291-03-11

**Научно-редакционный совет:**

АМОША А.И. (председатель редакционного совета, акад. НАН Украины. Институт экономики промышленности НАН Украины), АЛЕКСАНДРОВ И.А. (д.э.н., проф. Одесский национальный политехнический университет), ГЕЕЦ В.М. (акад. НАН Украины. Институт экономики и прогнозирования НАН Украины), ДЕМЕНТЬЕВ В.В. (д.э.н., проф. Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации), КВИЛИНСКИЙ А. (к.э.н. Лондонская академия науки и бизнеса, Англия), ЛИБАНОВА Э.М. (акад. НАН Украины. Институт демографии и социальных исследований им. М.В. Птухи НАН Украины), МАКОГОН Ю.В. (д.э.н., проф. Мариупольский национальный университет).

**Редакционная коллегия:**

ВИШНЕВСКИЙ В.П. (главный редактор, акад. НАН Украины. Институт экономики промышленности НАН Украины), ЗАЛОЗНОВА Ю.С. (зам. главного редактора, чл.-кор. НАН Украины. Институт экономики промышленности НАН Украины), ПОКОТИЛЕНКО Р.В. (зам. главного редактора, ответственный редактор, к.э.н. Институт экономики промышленности НАН Украины), ГАРКУШЕНКО О.Н. (секретарь редакционной коллегии, к.э.н. Институт экономики промышленности НАН Украины), АНТОНЮК В.П. (д.э.н., проф. Институт экономики промышленности НАН Украины), БРЮХОВЕЦКАЯ Н.Ю. (д.э.н., проф. Институт экономики промышленности НАН Украины), БУЛЕЕВ И.П. (д.э.н., проф. Институт экономики промышленности НАН Украины), ЛЯШЕНКО В.И. (д.э.н. Институт экономики промышленности НАН Украины), МАЙБУРОВ И.А. (д.э.н., проф. Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия), НОВИКОВА О.Ф. (д.э.н., проф. Институт экономики промышленности НАН Украины), ПАЙОНК К. (д.э.н., проф. Экономический университет в Познани, Польша), ПОГОРЛЕЦКИЙ А.И. (д.э.н., проф. Санкт-Петербургский государственный университет, Россия), СОЛДАК М.А. (к.э.н. Институт экономики промышленности НАН Украины), ХАРАЗИШВИЛИ Ю.М. (д.э.н., проф. Институт экономики промышленности НАН Украины), ЧЕКИНА В.Д. (к.э.н. Институт экономики промышленности НАН Украины), ЧЕРЕВАТСКИЙ Д.Ю. (к.т.н. Институт экономики промышленности НАН Украины).

Статьи для публикации в научно-практическом журнале отбираются на условиях конкурса, по результатам внутреннего и внешнего рецензирования. Ответственность за достоверность фактов, дат, названий, имен, данных, цитат несут непосредственно авторы статей. Редакция может не разделять высказанные в статьях мнения и выводы, что не налагает на нее никаких обязательств. Перепечатки и переводы допускаются только с согласия автора и редакции. Материалы публикуются на языке оригинала.

**Рекомендован к печати ученым советом Института экономики промышленности НАН Украины**  
(протокол № 4 от 14.03.2019 г.)

© Институт экономики промышленности НАН Украины

© Экономика промышленности, 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

### МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

<b>Кравченко С. И., Занидра М. Ю.</b> Типологизация базовых наднациональных инновационных систем .....	5
<b>Вишневский В. П., Квилински А.</b> Монетарные механизмы стимулирования экономики в развитых странах: аналитический обзор .....	30
<b>Чекина В. Д., Князев С. И.</b> Анализ влияния Big Data and Analytics на реальный и государственный секторы экономики и проблемы их оценки с помощью статистических методов .....	51

### ПРОБЛЕМЫ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ И ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

<b>Ищук С. А., Созанский Л. И.</b> Вызовы и перспективы развития химической промышленности Украины .....	65
<b>Липницкий Д. В.</b> Возможности и вызовы для блокчейн в новой индустриализации. ....	82
<b>Турлакова С. С.</b> Информационно-коммуникационные технологии развития "умных" производств .....	101

### РЕЦЕНЗИИ

<b>Зелинская А.</b> Неиспользованные возможности и современное развитие промышленности: на примере Украины (отзыв на монографию "Промышленность Украины 2014-2016: неиспользованные возможности, пути восстановления, модернизации и современного развития") .....	123
--	-----



THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE

---

*Scientific and practical journal*



**Е**КОНОМІКА  
**П**РОМИСЛОВОСТІ  
*Economy of Industry*

---

Since 1997

Published quarterly

---



**No. 1 (85)**

**2019**

**The scientific and practical journal "Economy of Industry" has been publishing since 1997**  
**The certificate of the journal state registration is KB No. 23249-13089IIP dated 22.03.2018**  
**The journal is published quarterly**

**The journal is included in the List of specialized scientific editions of Ukraine**  
(in accordance with the Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine  
of October 24, 2017 No. 1413)

**ISSN 1562-109X (Print)**  
**ISSN 2306-532X (Online)**

The Journal is registered in the International Center of  
periodicals (ISSN International Center, Paris)

The journal "Economy of Industry" is indexed in the Ukrainian nationwide abstract database "Ukrayinika naukova" and is offered in the **Scientific electronic library of periodicals of the NAS of Ukraine**. The periodical is offered also in to the global electronic library of science periodicals **EBSCO Publishing**, in to the **Ulrich's Periodicals Directory** and also in the world's largest network of library content and services **WorldCat**. The journal is indexed by the scientometric base **Index Copernicus** (Warsaw, Poland). Since November 2011 the journal has been including into the International Scientometric Database "Scientific Electronic Library **E-Library.Ru** (the Russian Science Citation Index – **RSCI**)". The periodical is indexed in the freely accessible search system **GoogleScholar**. Since 2013 the journal is indexed in the Scientometric Databases: **DRJI** (Directory of Research Journals Index) and **Research Bible** (Tokyo, Japan). The journal is included in to the **Citefactor** service that provides access to quality controlled Open Access Journals and in to the reference database of the **European Reference Index for the Humanities and the Social Sciences (ERIH PLUS)**.

**Founders:**

The NAS of Ukraine,  
The Institute of Industrial Economics

**E-mail:**

RPokotylenko@econindustry.org,  
admin@econindustry.org.  
**Web:** www.econindustry.org.  
**Web:** iie.org.ua

**The address of the editorial office:**

2 M. Kapnist Str.,  
Kyiv, Ukraine, 03057.  
**Tel.:** 38 (044) 200-55-71.  
**Mobile tel.:** 38(095) 291-03-11

**Editorial Council:**

AMOSHA O.I. (Chairman of the Editorial Council, Fellow of the NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine), ALEXANDROV I.O. (Doctor of Economics, Professor, Odessa National Polytechnic University), DEMENTIEV V.V. (Doctor of Economics, Professor, Financial University under the Government of the Russian Federation), GETS V.M. (Academician of the NAS of Ukraine, Institute of Economics and Forecasting of the NAS of Ukraine), KWILINSKI A. (PhD in Economics, London Academy of Science and Business, England), LIBANOVA E.M. (Academician of the NAS of Ukraine, Institute of Demography and Social Studies named after M.V. Ptukha of the NAS of Ukraine), MAKOGON Yu.V. (Doctor of Economics, Professor, Mariupol State University).

**Editorial Board:**

VISHNEVSKY V.P. (Chief Editor, Member of the Editorial Council, Fellow of NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine), ZALOZNOVA Yu.S. (Deputy Chief Editor, Corresponding Member of NAS of Ukraine, Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine), POKOTYLENKO R.V. (Deputy Chief Editor, Managing Editor, PhD in Economics, Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine), GARKUSHENKO O.M. (Secretary of the Editorial Board, PhD in Economics, Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine), ANTONYUK V.P. (Doctor of Economics, Professor, Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine), BRYUKHOVETSKAYA N.Ye. (Doctor of Economics, Professor, Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine), BULEEV I.P. (Doctor of Economics, Professor, Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine), CHEKINA V.D. (PhD in Economics, Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine), CHEREVATSKYI D.Yu. (PhD in Technical Science, Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine), KHARAZISHVILI Yu.M. (Doctor of Economics, Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine), LYASHENKO V.I. (Doctor of Economics, Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine), MAYBUROV I.A. (Doctor of Economics, Professor, Ural Federal University named after the First President of Russia Boris Yeltsin, Russia), NOVIKOVA O.F. (Doctor of Economics, Professor, Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine), PAJAK K. (Doctor of Economics, Institute for International Cooperation Development, Poland), POGORLETSKIY A.I. (Doctor of Economics, Associate Professor, St. Petersburg State University, Russia), SOLDAK M.O. (PhD in Economics, Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine).

Articles for publication in the scientific and practical journal are selected under the terms of competition by the results of internal and external reviewing. The authors of the articles are fully responsible for accuracy of facts, dates, titles, proper names, data, and quotations. The publisher may not share the opinions expressed in articles, and does not assume any obligations concerning authors' points of view. Reprints and translations are allowed only in the consent of the author and publisher. Materials are printed in the source language.

**The issue is approved for publication by the Academic Council of the  
Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine  
(protocol No. 4 dated 14.03.2019)**

© The Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine  
© Economy of Industry, 2019

## CONTENTS

### MACROECONOMIC AND REGIONAL PROBLEMS OF INDUSTRIAL DEVELOPMENT

<b>Kravchenko S. I., Zanizdra M. Yu.</b> Typology of basic supranational innovative systems .....	5
<b>Vishnevsky V. P., Kwilinski A.</b> Monetary mechanisms of an economy stimulation in developed countries: an analytical review .....	30
<b>Chekina V. D., Kniaziev S. I.</b> The Big Data and Analytics effect analysis on the real and public sectors of economy and the problems of their assessment by statistical methods .....	51

### PROBLEMS OF DEVELOPMENT STRATEGY AND FINANCIAL-ECONOMIC REGULATION OF INDUSTRY

<b>Ishchuk S. O., Sozansky L. Y.</b> Challenges and prospects of the Ukrainian chemical industry .....	65
<b>Lypnytskyi D. V.</b> Opportunities and challenges of blockchain in Industry 4.0 .....	82
<b>Turlakova S. S.</b> Information and communication technologies for the development of "smart" industries .....	101

### REVIEWS

<b>Zielinska A.</b> Unused opportunities and modern industry development: on the example of Ukraine (review on a book "Ukrainian Industry in 2014-2016: unused opportunities, ways of recovery, modernization and recent development ").....	123
--	-----

Науково-практичний журнал

---

№ 1 (85)  
2019

*Scientific and practical journal*  
 **Економіка  
Промисловості**  
*Economy of Industry*

Видається з 1997 року

Виходить щоквартально

---

Оригінал-макет підготовлено у відділі інформатизації наукової діяльності  
Інституту економіки промисловості НАН України

---

**Літературний редактор**

О. А. Кокорева

**Комп'ютерна верстка**

Я. Є. Красуліна

**Відповідальний редактор**

Р. В. Покотиленко

**Засновники:**

Національна академія наук України,  
Інститут економіки промисловості

**Свідоцтво про державну реєстрацію журналу  
КВ № 23249-13089ПР від 22.03.2018 р.**