

ОЦЕНКА ГОТОВНОСТИ К СМАРТ-ТРАНСФОРМАЦИЯМ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ

Для оценки готовности национальных экономик к переходу к Индустрии 4.0 предложен альтернативный подход к проведению межнациональных сопоставлений, учитывающий, помимо анализа инфраструктурного обеспечения, финансовых возможностей, инновационной деятельности, компетентности производителей и потребителей смарт-продуктов, экологическую составляющую смарт-трансформаций.

Особенностью данного подхода является формирование ряда матриц по аналогии с БКГ-анализом, вариативно сочетающих набор выбранных показателей (ВВП, индексы развития инноваций и информационно-коммуникационных технологий, конкурентоспособность, экологический след, экологическая эффективность и др.) на национальном уровне. В анализируемую выборку вошли 118 экономик мира, различных по экономическому и технологическому развитию, институциональной среде и географическому положению. В результате сформировано несколько матриц, отображающих причинно-следственные связи между различными комбинациями показателей. Это позволило количественно оценить распределение стран, входящих в выборку, по условным секторам: "умные лидеры" (+/+), "потенциальные лидеры" (+/- или -/+) и "отстающие" (-/-). Границами, разделяющими пространство матриц на секторы, являются средние арифметические значения индикаторов, расположенных на их осях.

Кроме того, вариативность анализа позволила отслеживать перемещение стран из сектора в сектор при изменении комбинаций показателей. Определены наиболее эффективные экономики, сохраняющие свои позиции в секторе "смарт-лидеров" для всех рассмотренных комбинаций показателей в матрицах. К ним относятся: Великобритания, Гонконг, Люксембург, Нидерланды, Дания и Швейцария. Несмотря на некоторую волатильность стран в группах, состав самых крупных секторов ("смарт-лидеры" и "отстающие") оказался довольно стабильным (около 67%). Наиболее нестабилен состав сектора "потенциальные лидеры" (+/- и -/+).

Сравнительный анализ репрезентативной выборки экономик позволил обосновать наличие доминирующих тенденций и описать существующие каузальные связи между показателями цифровизации, инновационности, экологичности и конкурентоспособности.

Охарактеризовано текущее положение Украины в мировом рейтинге. Согласно большинству составленных вариантов матриц Украина относится к сектору "отстающих" стран и имеет уровень развития ИКТ, инновационной активности, глобальной конкурентоспособности, экологической эффективности ниже среднего по выборке. Однако расположение Украины в матрицах указывает на близость к границам, разделяющим секторы. То есть при благоприятных условиях она может быть перемещена из группы "отстающих" в одну из групп "потенциальных лидеров". Кроме того, судя по энергоёмкости экономики и

размеру экологического следа, в стране есть определенный потенциал для дальнейшего развития без критического ухудшения экологической ситуации.

Перспективами дальнейших исследований являются разработка методологии оценки емкости смарт-рынков с учетом экологических характеристик жизненного цикла смарт-продуктов и обоснование набора индикативных показателей в рамках стратегии экологически чистой смарт-трансформации промышленности Украины.

Ключевые слова: ВВП, индекс, инновации, информационно-коммуникационные технологии, конкурентоспособность, национальная экономика, смарт-трансформации, экологический след, экологическая эффективность.

JEL: O11, O500

Современные стратегии развития ведущих стран мира ориентированы на масштабную цифровизацию, конвергенцию информационного и физического пространства. Это переносит производство на качественно новый уровень, перестраивая как базовые технологические уклады и управленческие рутины отдельных экономик, так и глобальную цепочку создания стоимости в целом. Кастомизация и аддитивное производство, "большие данные" замещают традиционные технологии всего жизненного цикла продукции.

Смарт-промышленность и переход к интеллектуальному обществу становятся неотъемлемой частью глобального мейнстрима наряду с устойчивым развитием. Однако, создавая новые возможности для экономического роста и решения социальных проблем, смарт-трансформации в то же время формируют новые конкурентные барьеры, повышают риски увеличения существующего разрыва между уровнем жизни в развитых, развивающихся и эмерджентных странах. В этом контексте заинтересованность отдельных экономик в удержании собственных конкурентных позиций диктует необходимость переоценки приоритетов, ресурсов, рисков и перспектив. Сообразно возрастает востребованность долгосрочных прогнозов, как и аналитического инструментария оценки возможностей конкретных государств с точки зрения перехода к смарт-промышленности при соблюдении экологически обусловленных пределов экономического роста.

Помимо многолетней практики проведения глобальных рейтингов социально-экономического, научно-технического и информационно-коммуникационного развития в рамках ВЭФ и ООН [17], ярким примером зарубежных исследований по рассматриваемому направлению могут служить проекты оценки готовности к смарт-промышленности под эгидой Совета по экономическому развитию Сингапура (англ. *The Singapore Smart Industry Readiness Index* [6]) и Конфедерации индийской промышленности (англ. *India's Readiness for Industry 4.0* [3]), индекс готовности к Индустрии 4.0 "Роланда Бергера" (англ. *RB Industry 4.0 Readiness Index* [7]), а также расчет композитного индекса готовности к будущему Валдайского дискуссионного клуба [9]. Среди наиболее актуальных публикаций украинских учёных, предлагающих подходы к количественной оценке готовности стран (включая Украину) к четвертой промышленной революции, следует отметить статьи В. Вишневого, С. Князева [8] и Н. Черкас [18].

Так, индекс готовности к Индустрии 4.0 "Роланда Бергера" [7] характеризует сочетание категорий "совершенство промышленности" и "сеть ценностей". Первая категория объединяет сложность производственного процесса, степень автоматизации, готовность персонала и инновационную интенсивность, вторая – высокую добавленную стоимость, открытость отрасли, инновационную сеть и развитость Интернета. На основе сочетания данного индекса и показателя доли обрабатываю-

шей промышленности (% ВВП) разработана матрица стран Евросоюза, разделяющая их на "лидеров" (англ. *Frontrunners*), "потенциальных лидеров" (англ. *Potentialists*), "традиционалистов" (англ. *Traditionalists*) и "сомневающих" (англ. *Hesitators*).

По аналогии с индексом готовности к Индустрии 4.0 "Роланда Бергера" [7], в статье Н. Черкас [18] исходя из уровня готовности к интеграции в глобальные сети и развития промышленного сектора¹ сформирована матрица "фаворитов", "потенциальных фаворитов", "традиционных" и "нерешительных" стран Европы. То есть анализ в обоих исследованиях (2014 г. и 2018 г.) учитывает исключительно страны Евросоюза, хотя и различные аспекты их развития: в первом случае акцент сделан на совершенстве и цифровизации производственного процесса, а во втором – на особенностях трансформационного влияния Индустрии 4.0 на цифровые экосистемы глобальных сетей производства.

Индекс готовности смарт-промышленности Сингапура [6] включает три структурных блока. Их показатели варьируются в рамках нескольких шкал, каждая из которых имеет пять классов качества. Блок "процессы" характеризует вертикальную и горизонтальную интеграцию (показатели качества операций и цепочки поставок соответственно) и жизненный цикл согласно шкале от "отсутствует" до "смарт". Блок "технологии" включает автоматизацию²; совместимость³ цехов, предприятий, учреждений и интеллектуальный капитал⁴. Последний блок отвечает за качество "организации" согласно обучению и

¹ В качестве основных показателей выступают индекс сетевой готовности и добавленная стоимость в промышленности (% к ВВП) в 2016 г.

² Отсутствует, базовая, продвинутая, полная, гибкая, конвергируемая.

³ Отсутствует, связанная, оперативно совместимая, оперативно совместимая и безопасная, в реальном времени, масштабируемая.

⁴ Отсутствует, компьютеризированный, визуальный, диагностический, прогнозируемый, адаптивный.

развитию персонала⁵; компетентности лидеров⁶; стратегии и государственного управления⁷; взаимодействия между и внутри компаний⁸. Использование индекса служит нескольким целям, а именно: повышение уровня понимания концепции Индустрия 4.0, формирование общего терминологического аппарата, создание единого инструмента оценки существующих мощностей и уровня готовности компании к работе в рамках Индустрии 4.0; составление контрольного списка для разработки комплексной стратегии смарт-трансформации и плана его реализации, а также обеспечение результативности и устойчивости инициатив по запланированным преобразованиям.

В статье В. Вишневого и С. Князева [8] проведена оценка готовности промышленности Украины к смарт-трансформациям, учитывающая итоги предшествующего развития и потенциал будущих изменений исходя из особенностей институциональной среды, технологического уклада и макроэкономических результатов. В качестве эталона использованы такие страны, как США, Китай, Германия, Россия, и общемировые показатели. Сравнительный анализ проводился по трём группам индикаторов, которые условно обозначены как "институты", "технологии" и "экономика"⁹. В результате установлено, что Укра-

⁵ Неформальное, структурированное, непрерывное, комплексное, адаптивное, активное.

⁶ Недостаточная, ограниченная, информированная, полузависимая, независимая, адаптивная.

⁷ Отсутствует, формальная (-ое), развитая (-ое), имплементированная (-ое), масштабная (-ое), адаптивная (-ое).

⁸ Неформальное, коммуникабельное, кооперируемое, координационное, совместное, интегрированное.

⁹ Группа "институты" включает показатели качества институтов, доступности кредитов, легкости оплаты налогов; группа "технологии" – глобальный инновационный индекс и индекс сетевой готовности, а также показатель уровня технологической сложности производства; группа "экономика" – ВВП на душу населения, удель-

ина близка к среднемировым результатам и сохраняет производственные и инновационные возможности. Причём наиболее неблагоприятная ситуация складывается относительно качества базовых экономических институтов и общего уровня развития национальной экономики, а также востребованности научно-исследовательской деятельности. Подчёркивается принципиальное значение увеличения спроса бизнеса на научно-технические разработки для повышения готовности промышленности Украины к смарт-трансформациям.

Рассмотренные исследования различаются как по временным периодам и масштабу (макро- и микроуровни), так и по величине выборок объектов и характеру анализируемых показателей готовности к смарт-трансформациям национальных экономик для перехода к Индустрии 4.0. К примеру, если индекс готовности к будущему (ВАЛДАЙ [9]) включает широкий комплекс¹ направлений, то индекс готовности смарт-промышленности Сингапура [6] сосредоточен преимущественно на технологических аспектах производственного процесса и сложности систем управления, опуская финансовые возможности и вопросы безопасности. Однако в целом большинство исследователей едины во мнении, что принципиальное значение для смарт-трансформации национальных экономик имеют инновационная активность, как основной драйвер развития, и "среда",² благоприятная либо неблагоприятная для успешной реализации имеющегося потенциала, которая является отправной точкой и предоставляет ресурсы для дальнейшего развития.

В рамках данного исследования предполагается расширить выборку анализируемых стран, учесть экологическую

ные расходы на НИОКР и образование по отношению к размеру ВВП.

¹ Технологии, экономика, образование, наука, общество, культура и коммуникации, ресурсы и экология, система управления, суверенитет/безопасность, международное влияние.

² Качество социальных и экономических институтов, инфраструктуры и размер экономики.

составляющую экономического смарт-развития, а также оценить волатильность состава полученных групп исходя из различных матриц готовности к смарт-трансформациям.

Цель статьи заключается в оценке готовности ряда стран, включая Украину, к смарт-трансформациям исходя из текущих показателей инновационной активности, развития информационно-коммуникационных технологий, конкурентоспособности и влияния на окружающую природную среду, а также определение доминирующих тенденций и наиболее эффективных экономик согласно выбранному комплексу показателей.

Основными методами исследования являются сравнительный и БКГ-анализ. Выборка анализируемых экономик содержит 118 стран мира, различных по экономико-технологическому развитию и географическому положению, выбор которых обусловлен наличием статистических данных по определенному набору показателей.

Поскольку общепринятого индикатора готовности к смарт-трансформациям, а тем более оценки экологической чистоты смарт-трансформаций на сегодня не разработано, в табл. 1 представлен ряд показателей (индексных и натуральных), характеризующих перспективы цифровизации, инновационной модернизации и экологичности экономической деятельности в контексте перехода к Индустрии 4.0.

К прямым смарт-показателям отнесены: индексы развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), инноваций и знаний, а также показатель развития Интернета, выражаемый в численности пользователей на 100 человек в стране. Они дают представление о наличии необходимой инфраструктуры для смарт-трансформации промышленности и общества, ёмкости смарт-рынка и перспективах его развития, кастомизации конкурентных стратегий, а также интегрированности производителей и потребителей в виртуальную реальность, их компетентности как пользователей смарт-продуктов.

Варианты матриц согласно рекомендуемым показателям готовности к смарт-трансформации с учётом экологической составляющей¹

	Ось x	Ось y	Диаметр пузыря
Матрица 1	Индекс развития информационно-коммуникационных технологий	Индекс инноваций	Потребление электроэнергии, квт·час/чел.
Матрица 2		Индекс глобальной конкурентоспособности	Экологический след, гга
Матрица 3.a	Индекс инноваций	Индекс глобальной конкурентоспособности	Потребление электроэнергии, квт·час/чел.
Матрица 3.b			Экологический след, гга
Матрица 4.b		Индекс экологической эффективности	Размер ВВП, млрд долл.
Матрица 4.a	Индекс развития информационно-коммуникационных технологий	Индекс знаний	Развитие Интернета, пользователей / 100 чел.
Матрица 5			

¹ Составлено автором.

1. *Индекс развития информационно-коммуникационных технологий* составлен по методике Международного союза электросвязи [16] на основе 11 показателей, которые касаются доступа к ИКТ, интенсивности использования ИКТ, а также развития навыков, то есть практического знания этих технологий населением стран, охваченных исследованием. Разработчики индекса подчёркивают, что уровень развития ИКТ является одним из наиболее важных современных показателей экономического и социального благополучия государства.

2. *Индекс инноваций* рассчитывается согласно методике Международной бизнес-школы INSEAD [12] как взвешенная сумма оценок (80 переменных), характеризующих доступные ресурсы и условия для проведения инноваций (англ. *Innovation Input*), а также достигнутые практические результаты НИОКР (англ. *Innovation Output*).

3. *Индекс знаний* – комплексный экономический показатель Всемирного банка [11], используемый для оценки способности страны создавать, принимать и распространять знания, характеризующий потенциал той или иной страны или региона по отношению к экономике знаний.

Экологическую составляющую смарт-развития (доступный природный капитал, текущую величину нагрузки на

окружающую среду, достижения и усилия экологической политики) отображают индекс экологической эффективности (22 показателя в 10 категориях качества экосистем и управления природопользованием) [10] и натуральные показатели: количество потреблённой электрической энергии, выраженной в киловатт-часах на одного человека в стране [14], а также величина экологического следа в глобальных гектарах (англ. *Ecological Footprint*) – общая площадь биологически продуктивных территорий и акваторий, необходимых для производства потребленных природных ресурсов и аккумуляции созданных отходов [1].

Размер ВВП (млрд долл.) [13] и индекс глобальной конкурентоспособности [5], который согласно отчетам ВЭФ включает 12 слагаемых¹, характеризуют результативность анализируемых экономик, а также величину их финансовых и институциональных возможностей для смены доминирующей парадигмы хозяйствования.

¹ "Качество институтов", "инфраструктура", "макроэкономическая стабильность", "здоровье и начальное образование", "высшее образование и профессиональная подготовка", "эффективность рынка товаров и услуг", "эффективность рынка труда", "развитость финансового рынка", "технологический уровень", "размер внутреннего рынка", "конкурентоспособность компаний" и "инновационный потенциал".

Сопоставление экономических показателей с показателями "смарт" и экологической ситуации в различных сочетаниях позволило оценить их взаимное влияние друг на друга, а также волатильность объектов анализа в составе полученных групп. С этой целью сформировано несколько матриц, характеризующих различные аспекты эффективности экономик (иннова-

ционность, цифровизация, экологичность, конкурентоспособность) согласно четырём секторам эффективности, условные обозначения которых приведены в табл. 2. Границами, разделяющими пространство матриц на секторы, выступают среднеарифметические (по выборке из 118 стран, см. бокс 1) значения показателей, расположенных на их осях.

Таблица 2

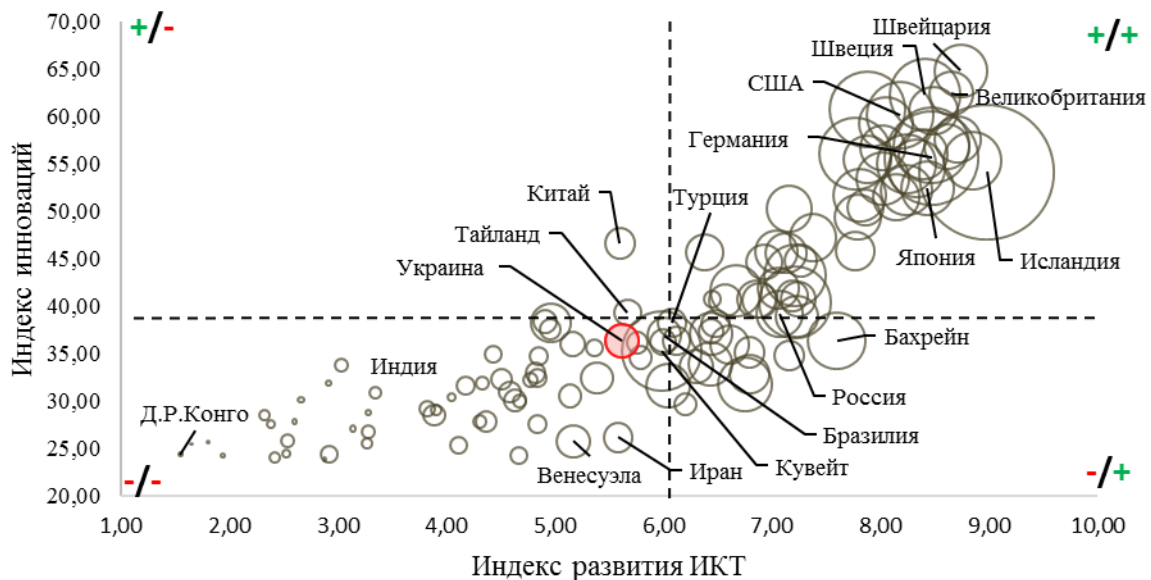
Условные обозначения секторов матриц¹

Сектор матрицы	Характеристика секторов	
+/+	Смарт-лидеры – демонстрируют результаты выше среднего по обоим параметрам на осях матриц	
+/-	Потенциальные лидеры по коммуникациям / инновациям / конкуренции / экологической эффективности / знаниям	отстают по одному параметру
-/+		
-/-	Отстающие – демонстрируют результаты ниже среднего по обоим параметрам на осях матриц	

¹ Составлено автором.

Результаты. Первая матрица (рис. 1) отражает взаимосвязь между развитием ИКТ, инновационной активностью и энергоёмкостью анализируемых экономик. Соответственно ось x характеризует

технологическую готовность к смарт-трансформациям, ось y – интеллектуальную готовность, размер пузырей – экологичность (ресурсоёмкость) смарт-сектора экономики.



Примечания:

Диаметр пузырей – количество потреблённой электрической энергии, квт·час / чел. в стране. Составлено по источникам [12; 14; 16].

Рис. 1. Матрица зависимости развития ИКТ, инноваций и энергопотребления

Европа	Евразия	Азия	Африка	Америка	Австралия
Европейский Союз:	Северо-Восточная Азия:	Центральная Африка:	Северная Америка:	Австралия	
Австрия	Гонконг	Габон	Канада	Новая Зеландия	
Бельгия	Китай	Демократическая Республика Конго	Соединённые Штаты Америки		
Болгария	Монголия	Камерун			
Великобритания	Южная Корея		Панамский Перешеек:		
Венгрия	Япония	Западная Африка:	Гватемала		
Германия		Бенин	Гондурас		
Греция	Юго-Восточная Азия:	Гана	Доминиканская Р.		
Дания	Бруней	Кот-д'Ивуар	Коста-Рика		
Ирландия	Вьетнам	Нигерия	Мексика		
Испания	Индонезия	Сенегал	Никарагуа		
Италия	Камбоджа		Сальвадор		
Кипр	Малайзия	Южная Африка:	Ямайка		
Латвия	Сингапур	Ботсвана			
Люксембург	Таиланд	Намибия	Южная Америка:		
Мальта	Филиппины	Южно-Африканская республика	Аргентина		
Нидерланды	Южная Азия:		Боливия		
Польша	Бангладеш	Восточная Африка:	Бразилия		
Португалия	Индия	Замбия	Венесуэла		
Румыния	Непал	Зимбабве	Колумбия		
Словакия	Непал	Кения	Панама		
Словения	Пакистан	Мозамбик	Парагвай		
Финляндия	Шри-Ланка	Танзания	Перу		
Франция	Юго-Западная Азия:	Эфиопия	Тринидад и Тобаго		
Хорватия	Кувейт	Северная Африка:	Уругвай		
Чехия	Бахрейн	Алжир	Чили		
Швеция	Центральная Азия:	Египет	Эквадор		
Эстония	Казахстан	Марокко			
Скандинавские страны:	Кыргызстан	Тунис			
Норвегия	Страны Ближнего Востока:				
Исландия	Азербайджан				
Швейцария	Армения				
Юго-Восточная Европа:	Грузия				
Молдова	Израиль				
Албания	Иордания				
Босния и Герцеговина	Иран				
Македония	Катар				
Сербия	Ливан				
Черногория	О. Араб. Эмираты				
Северо-Восточная Европа:	Оман				
Россия	Саудовская Аравия				
Украина	Турция				

Как видно из рис. 1, большинство стран сосредоточено в секторах "отстающие" (52 объекта) и "смарт-лидеры" (45 объектов). При этом инновационно активные страны, как правило, обладают высоким уровнем развития ИКТ. Лишь несколько объектов выборки с индексом инноваций выше среднего не обладают развитой ИК-инфраструктурой, интегрированной в общественную жизнь и экономическую деятельность. При этом, как следует из состава сектора "потенциальные лидеры по коммуникациям", для достижения относительно высокого уровня развития ИКТ (от 6 до 8 баллов) не обязательно обладать высоким уровнем развития инноваций.

Также естественно, что страны, лидирующие по развитию ИКТ и инноваций, демонстрируют значительно более высокую энергоёмкость (в среднем в 8 раз), чем страны "отстающего" сектора. Тем не менее, зависимость между энергоёмкостью и "смарт-лидерством" не является линейной. Среди стран-лидеров в равной мере встречаются как энергоёмкие, так и неэнергоёмкие (экологичные) экономики с меньшим или аналогичным уровнем энергопотребления, чем некоторые экономики в секторе "потенциальные лидеры по коммуникациям". В некоторых случаях "смарт-лидеры" (Молдова, Литва, Латвия, Чили) обладают уровнем энергоёмкости более низким, чем отдельные представители сектора "отстающих" стран (Южная Африка, Украина, Венесуэла и др.).

Согласно первой матрице Украина относится к сектору "отстающих" стран – обладает уровнем развития ИКТ и активностью инноваций ниже, чем в среднем по выборке. Однако следует отметить и позитивные моменты. Во-первых, расположение Украины в матрице указывает на близость к границам, разделяющим секторы, т.е. при благоприятных условиях она может быть перемещена из группы "отстающие" в одну из групп "потенциальные лидеры". Причём, как упоминалось ранее, развитие ИКТ до определённой величины не требует наращивания инновационной активности. Во-вторых, следует подчеркнуть, что при близких к средним показате-

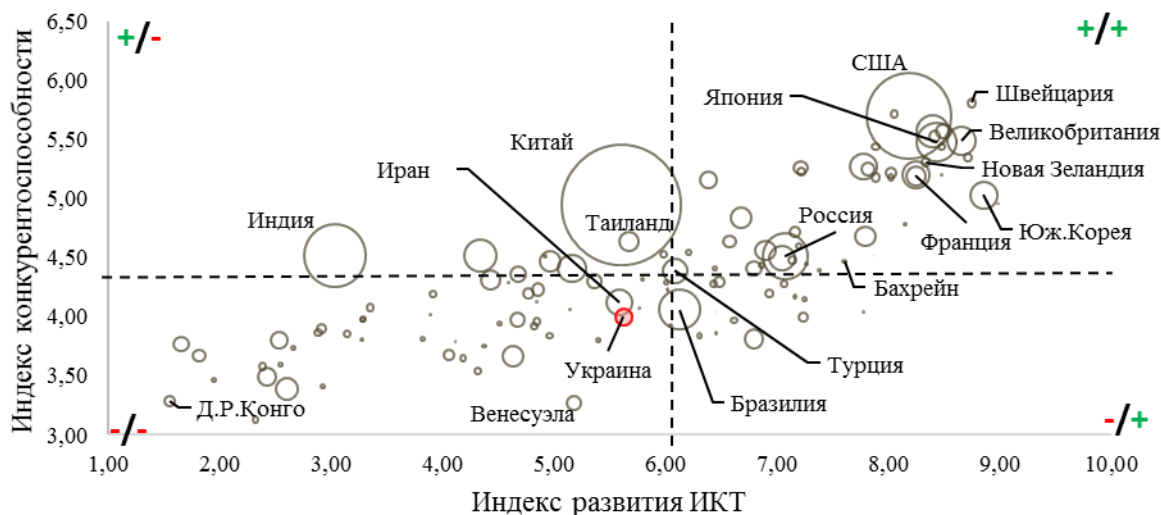
лях развития ИКТ и инновационной активности Украина обладает относительно невысоким уровнем энергоёмкости экономики (в 14 раз ниже максимального по выборке, на 24% ниже, чем средний по выборке). То есть страна имеет определённый потенциал для успешного смарт-развития без ухудшения экологической ситуации.

Вторая матрица (рис. 2) характеризует связь между развитием ИКТ, глобальной конкурентоспособностью и величиной экологического следа.

Согласно данному распределению к сектору "смарт-лидеры" по-прежнему относится 45 стран, представительство сектора "потенциальные лидеры по конкурентоспособности" расширено (8 объектов выборки) и, соответственно, количество "потенциальных лидеров по коммуникациям" и "отстающих" стран составило 18 и 47 объектов. Однако по качественному составу рейтинговые группы первой и второй матриц не совпадают.

При этом, как следует из диаметра пузырей на рис. 2, экономики секторов "смарт-лидеры" и "потенциальные лидеры по конкурентоспособности" обладают большим размером экологического следа, чем страны в секторах "потенциальные лидеры по коммуникациям" и "отстающие". Хотя существуют исключения: Гонконг, Мальта, Исландия, Люксембург, Эстония и Словения – страны "смарт-лидеры" с минимальными величинами техногенной нагрузки на среду преимущественно вследствие их малых размеров.

Также на рис. 2 показано, что 18 объектов выборки обладают уровнем развития ИКТ выше среднего, не являясь высококонкурентоспособными. То есть определены две устойчивые тенденции: высокий показатель глобальной конкурентоспособности не гарантирует высокого показателя развития ИКТ и наоборот. Однако конкурентоспособность выше среднего во многих случаях сопряжена со значительным экологическим следом. Таким образом, на данном этапе развитие ИКТ и экологически чистых производств не оказывает решающего влияния на общую конкурентоспособность экономик.



Примечание:
Диаметр пузырей – величина экологического следа, гга.
Составлено по источникам [1; 5; 16].

Рис. 2. Матрица зависимости развития ИКТ, конкурентоспособности и экологического следа

Поскольку инновационная активность является неотъемлемой частью смарт-экономики и смарт-промышленности независимо от величины индекса развития ИКТ, высококонкурентные и высокоинновационные страны по-прежнему относятся к "смарт-лидерам".

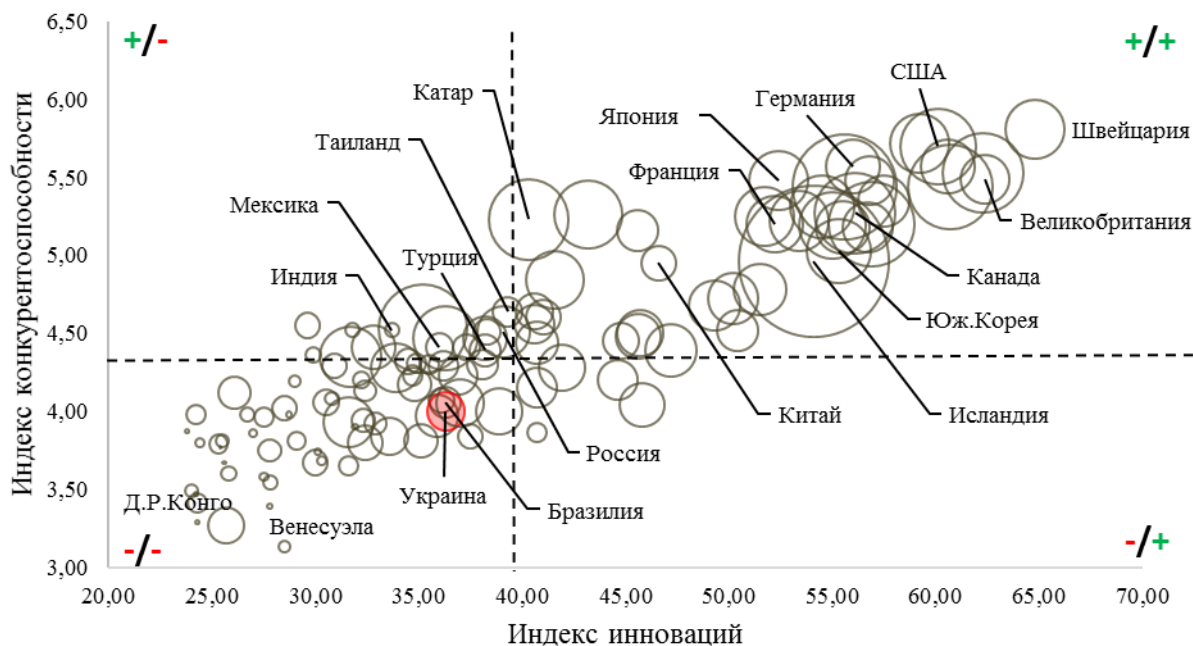
На *третьей матрице* (рис. 3.a, 3.b) продемонстрирована более чёткая зависимость между уровнями инновационной активности и глобальной конкурентоспособности.

Во-первых, лишь небольшое количество инновационно активных стран обладает конкурентоспособностью ниже среднего (5% стран выборки: Кипр, Венгрия, Словакия, Молдова, Хорватия, Греция). При этом величина индекса глобальной конкурентоспособности в данном случае сохраняется в интервале от 3,86 до 4,28 балла, т.е. близка к средней величине – границе между секторами (4,38 балла).

Во-вторых, те 9% стран (в том числе Индия, Казахстан, Индонезия, Мексика,

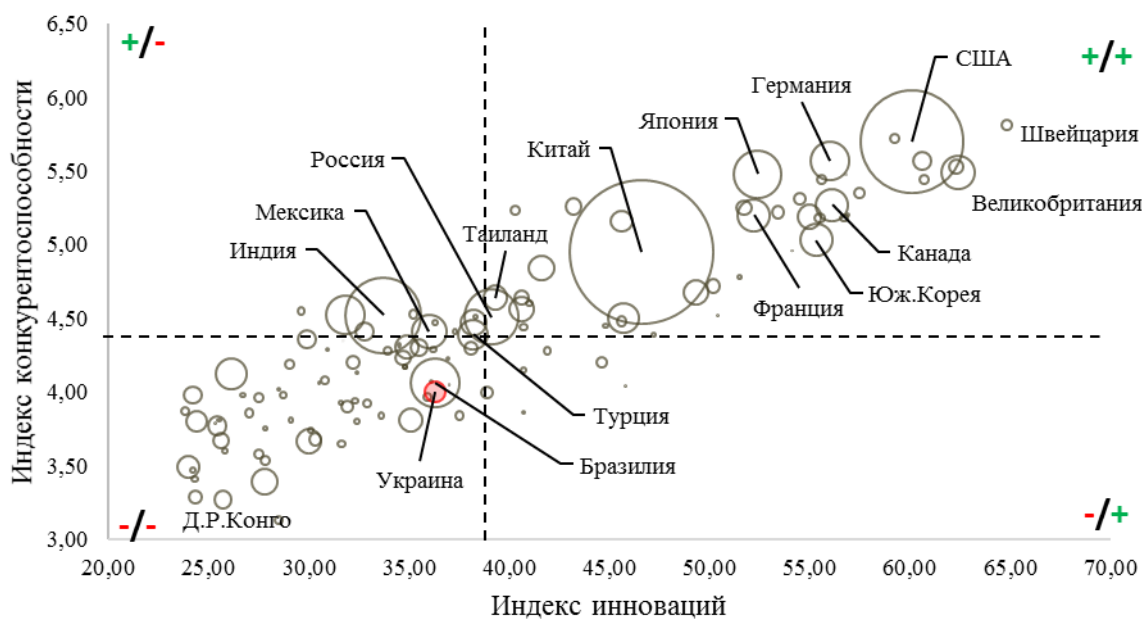
Турция, Южная Африка), которые обладают конкурентоспособностью выше средней при уровне развития инноваций ниже среднего (29,6-38,3 балла), характеризуются значительным экологическим следом. То есть недостаток экономического роста за счёт инноваций компенсирует рост за счёт эксплуатации экосистем.

Однако следует отметить, что корреляция между индексом глобальной конкурентоспособности и индексом инноваций отчасти обусловлена тем, что показатель конкурентоспособности включает переменные, характеризующие инновационную составляющую развития: достаточность инвестиций в научные исследования и разработки (НИОКР), особенно частного сектора; наличие высококачественных научно-исследовательских институтов, способных генерировать базовые знания, необходимые для создания новых технологий; широкое сотрудничество в области НИОКР между университетами и промышленностью; защита интеллектуальной собственности.



Примечание:
 Диаметр пузырей – количество потреблённой электрической энергии, квт·час/чел. в стране.
 Составлено по источникам [5; 12; 14].

Рис. 3.а. Матрица зависимости инноваций, конкурентоспособности и энергопотребления



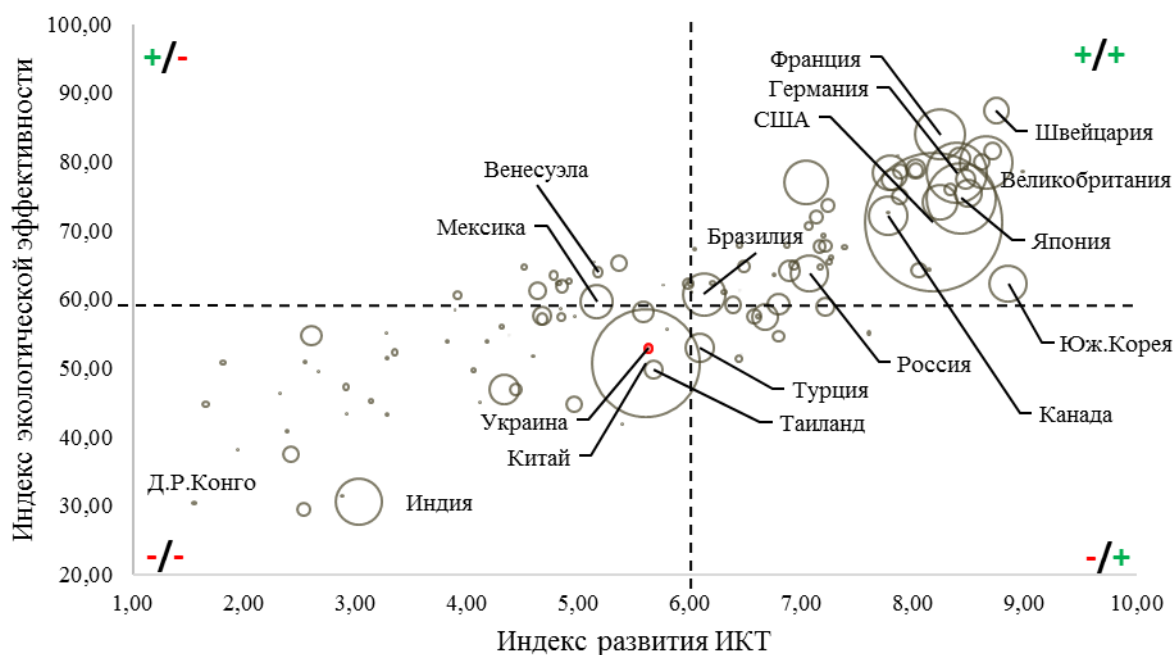
Примечание:
 Диаметр пузырей – величина экологического следа, гга.
 Составлено по источникам [1; 5; 12].

Рис. 3.б. Матрица зависимости развития инноваций, конкурентоспособности и экологического следа

Также из рис. 3.a и 3.b можно сделать вывод о том, что уровень энергопотребления не является преобладающей составляющей экологического следа для большинства высококонкурентных экономик.

Четвёртая матрица (рис. 4) при варианте (a) отображает вероятную зависимость между развитием ИКТ, экологической эффективностью и размером анализируемых экономик (ВВП, млрд долл.); при

варианте (b) – между развитием инноваций, экологической эффективностью и размером ВВП. Более крупные экономики обладают более высокими показателями экологической эффективности, развития инноваций и ИКТ. Из стран, попавших в ТОП-10 по размеру ВВП, только Китай, Бразилия и Индия не считаются "смарт-лидерами".



Примечание:

Диаметр пузырей – размер ВВП, млрд долл.
Составлено по источникам [10; 13; 16].

Рис. 4.a. Матрица зависимости развития ИКТ, экологической эффективности и размера ВВП

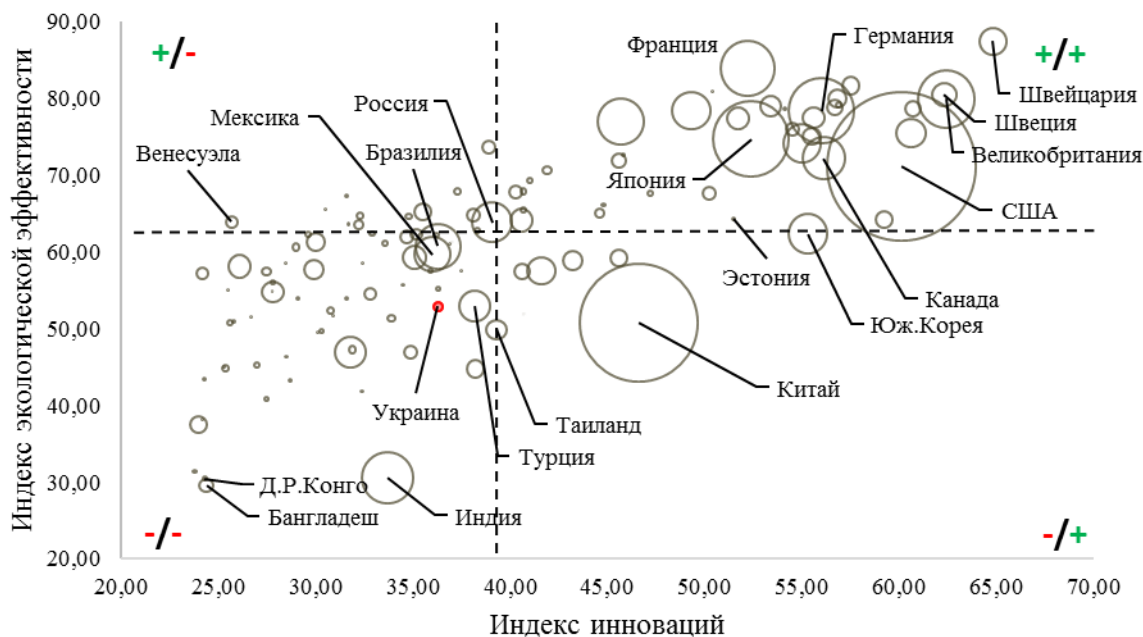
По фактическому размеру ВВП (млрд долл.) экономики Китая, Индии и Бразилии занимают второе, седьмое и девятые места в выборке, но согласно рис. 4.a Китай и Индия характеризуются как "отстающие", а Бразилия относится к "потенциальным лидерам по коммуникациям". То есть, несмотря на колоссальные различия по величине экономик Китая и Украины, по состоянию экологической эффективности и развитости ИКТ обе страны не только попали в один сектор, но и расположены в непосредственной близости.

Однако если на оси x показатель "индекс развития ИКТ" заменяется на "индекс инноваций", то ситуация меняется и раз-

рыв между странами (Китаем и Украиной) становится значительно больше. Исходя из рис. 4.b Китай уже относится не к "отстающим", а к "потенциальным лидерам по инновациям".

С другой стороны, почти два десятка стран¹ с размером ВВП в диапазоне от 4 до 53 млрд долл. также попали в самый эффективный сектор и отнесены к "смарт-лидерам".

¹ Азербайджан, Болгария, Бруней, Иордания, Исландия, Кипр, Коста-Рика, Латвия, Ливан, Литва, Люксембург, Македония, Мальта, Словения, Тринидад и Тобаго, Уругвай, Хорватия, Черногория, Эстония.



Примечание:

Диаметр пузырей – размер ВВП, млрд долл.

Составлено по источникам [10; 12; 13].

Рис. 4.в. Матрица зависимости развития инноваций, экологической эффективности и размера ВВП

Пятая матрица (рис. 5) описывает взаимосвязь между развитием ИКТ, индексом знаний и количеством пользователей на сотню человек в стране. Как видно из рис. 5, прослеживается прямая зависимость между данными показателями: почти в 90% случаев с увеличением ИК-инфраструктуры, возрастает количество пользователей услугами интернета и увеличивается распространение знаний. В странах-"смарт-лидерах" количество пользователей значительно выше, чем в секторе "отстающие".

Только две страны (Украина и Ямайка), обладая индексом знаний выше среднего, характеризуются недостаточно высоким уровнем развития ИКТ. Около 8,5% стран с высоким уровнем развития ИКТ не имеют высокого уровня развития знаний. За исключением Швеции, в секторе "потенциальные лидеры по коммуникациям" большинство стран расположены у верхней границы сектора (5,54 балла) – индекс знаний находится в интервале от 4,65 до 5,5 балла.

Количественное распределение стран по секторам для разных матриц и, соответственно, разных сочетаний показателей неодинаково (табл. 3). Исключение составляют матрицы 3.а и 3.б, в которых показания осей матрицы не изменялись, а была произведена замена показателя диаметра пузыря. Тем не менее, несмотря на некоторую волатильность стран в группах, состав наиболее крупных секторов ("смарт-лидеры" и "отстающие") довольно устойчив – ориентировочно на 67% (табл. 4). Например, такие страны, как Великобритания, Гонконг, Люксембург, Нидерланды, Дания и Швейцария, сохраняли лидирующие позиции при всех рассмотренных сочетаниях показателей. Следует отметить, что только при сочетании показателей матрицы 5 Украина была перемещена из сектора "отстающие" в сектор "потенциальные лидеры по знаниям". Наиболее нестабильным оказался состав секторов "потенциальные лидеры" (+/- и -/+).



Примечание:

Диаметр пузырей – развитие сети Интернет, количество пользователей / 100 чел.

Составлено по источникам [11; 15; 16].

Рис. 5. Матрица зависимости развития ИКТ, знаний и сети Интернет

Таблица 3

Количественное распределение стран из выборки по секторам различных вариантов матриц¹

Матрицы различных зависимостей (x / y / диаметр)	№ матрицы	Секторы матриц			
		+/+	+/-**	-/+**	-/-***
Развитие ИКТ / инновационная активность / энергоёмкость	1	45	19	2	52
Развитие ИКТ / глобальная конкурентоспособность / экологический след	2	45	18	8	47
Инновации / конкурентоспособность / энергоёмкость	3.a	42	6	11	59
Инновации / конкурентоспособность / экологический след	3.b	42	6	11	59
Развитие ИКТ / экологическая эффективность / размер ВВП	4.a	52	12	10	44
Инновации / экологическая эффективность / размер ВВП	4.b	41	7	21	49
Развитие ИКТ / знания / сеть Интернет	5	54	10	2	52

¹ Рассчитано автором.

* "смарт-лидеры".

** "потенциальные лидеры" по тому показателю, величина которого выше среднего.

*** "отстающие".

Данное исследование представляет альтернативный подход к оценке готовности экономик мира к смарт-трансформациям с учётом экологического фактора. В отли-

чие от работ по данному направлению, рассмотренных выше, использованный подход позволяет не только количественно оценивать распределение анализируемых

стран между условными секторами "смарт-лидеры", "потенциальные лидеры" и "отстающие", но и отследить их перемещение при изменении сочетаний значимых пока-

зателей и, следовательно, определить наиболее устойчивые и высокоэффективные экономики.

Таблица 4

Качественное распределение стран ТОП-10 из выборки согласно сектору "смарт-лидеры" для различных вариантов матриц ¹

Матрица 1 (развитие ИКТ / инновационная активность / энергоёмкость)	Матрица 2 (развитие ИКТ / глобальная конкурентоспособность / экологический след)	Матрица 3.a (инновации / конкурентоспособность / энергоёмкость)	Матрица 3.b (инновации / конкурентоспособность / экологический след)	Матрица 4.a (развитие ИКТ / экологическая эффективность / размер ВВП)	Матрица 4.b (инновации / экологическая эффективность / размер ВВП)	Матрица 5 (развитие ИКТ / знания / сеть Интернет)
Великобритания	Великобритания	Великобритания	Великобритания	Великобритания	Великобритания	Великобритания
Гонконг	Гонконг	Гонконг	Гонконг	Гонконг	Гонконг	Гонконг
Дания	Дания	Дания	Дания	Дания	Дания	Дания
–	Исландия	–	–	Исландия	–	Исландия
Люксембург	Люксембург	Люксембург	Люксембург	Люксембург	Люксембург	Люксембург
Нидерланды	Нидерланды	Нидерланды	Нидерланды	Нидерланды	Нидерланды	Нидерланды
–	Норвегия	–	–	Норвегия	–	Норвегия
Сингапур	–	Сингапур	Сингапур	–	Сингапур	–
США	–	США	США	–	США	–
Финляндия	–	Финляндия	Финляндия	–	Финляндия	–
Швейцария	Швейцария	Швейцария	Швейцария	Швейцария	Швейцария	Швейцария
Швеция	–	Швеция	Швеция	–	Швеция	–
–	Южная Корея	–	–	Южная Корея	–	Южная Корея
–	Япония	–	–	Япония	–	Япония

¹ Составлено автором.

Вариативность оценок готовности к смарт-трансформациям также может быть полезна с позиции выбора оптимального направления по улучшению текущего профиля конкретной экономики и разработки практических рекомендаций.

Включение в анализ большего количества объектов позволило обосновать наличие доминирующих тенденций и описать существующие каузальные связи между показателями цифровизации, инновационности, экологичности и конкурентоспособности:

инновационно активные страны, как правило, обладают высоким уровнем развития ИКТ. При этом для достижения от-

носительно высокого показателя развития ИКТ (выше среднего – от 6 до 8 баллов) не обязательно обладать высоким уровнем развития инноваций. То есть развитие ИКТ до определённой величины не требует наращивания инновационной активности;

страны, лидирующие по развитию ИКТ и инноваций, демонстрируют значительно более высокую энергоёмкость (в среднем в 8 раз), чем страны "отстающего" сектора. Тем не менее, зависимость между энергоёмкостью и "смарт-лидерством" не является линейной. Уровень энергопотребления не является преобладающей составляющей экологического следа для большинства высококонкурентных экономик;

экономики секторов "смарт-лидеры" и "потенциальные лидеры по конкурентоспособности" обладают большим размером экологического следа, чем страны других (слабоконкурентных) секторов;

высокий показатель глобальной конкурентоспособности не гарантирует высокого показателя развития ИКТ и наоборот. Однако конкурентоспособность выше среднего во многих случаях сопряжена со значительным экологическим следом. То есть на данном этапе развитие ИКТ и экологически чистых производств не оказывает решающего влияния на общую конкурентоспособность экономик;

прослеживается устойчивая зависимость между уровнями инновационной активности и глобальной конкурентоспособности¹ (лишь некоторые инновационно активные страны обладают конкурентоспособностью ниже среднего – 5% выборки). Страны, обладающие конкурентоспособностью выше средней при низком уровне развития инноваций (ниже среднего – 29,6-38,3 балла), характеризуются значительным экологическим следом. То есть недостаток экономического роста за счёт инноваций компенсирует рост за счёт эксплуатации экосистем;

более крупные экономики обладают более высокими показателями экологической эффективности, развития инноваций и ИКТ. Из стран, попавших в ТОП-10 по размеру ВВП, только Китай, Бразилия и Индия не считаются "смарт-лидерами";

прослеживается прямая зависимость между развитием ИКТ, индексом знаний и количеством пользователей на сотню человек в стране – почти в 90% случаев с увеличением ИК-инфраструктуры возрастает количество пользователей услугами сети Интернет и увеличивается распространение знаний.

¹ Корреляция между индексом глобальной конкурентоспособности и индексом инноваций отчасти обусловлена тем, что показатель конкурентоспособности включает переменные, характеризующие инновационную составляющую развития.

Следует отметить, что за рамки анализа вынесены такие важные аспекты, как институциональная среда и качество институтов, которые хотя и учтены в составе индекса глобальной конкурентоспособности, однако их влияние на готовность к смарт-трансформациям неочевидно. Также в некоторых исследованиях [2] подчёркивается определяющее значение территориальных размеров стран для развития их национальных инновационных систем, а следовательно, и готовности экономик к Индустрии 4.0. Кроме того, возможно, что использование удельных показателей ВВП и экологического следа из расчета на душу населения, а также исключение экспертных оценок, часто используемых при расчете глобальных индексов, позволило бы оценить эффективность анализируемых экономик более объективно и корректно.

Выводы. С целью оценки готовности национальных экономик к переходу к Индустрии 4.0 исходя из наличия необходимой ИК-инфраструктуры, финансовых возможностей, интеллектуального и природного капитала, интегрированности производителей и потребителей в виртуальную реальность, их компетентности как пользователей смарт-продуктов предложен альтернативный подход к проведению межнациональных сопоставлений.

Особенностью подхода является формирование ряда матриц по аналогии с БКГ-анализом, вариативно сочетающих набор выбранных показателей готовности к смарт-трансформациям с учётом экологического фактора. Это позволяет не только количественно оценивать распределение стран анализируемой выборки по условным секторам "смарт-лидеры" (+/+), "потенциальные лидеры" (+/- или -/+) и "отстающие" (-/-), но и отследить их перемещение между секторами при изменении сочетаний показателей² и, следовательно,

² Недостатком предложенного подхода является субъективность отбора анализируемых показателей и их сочетаний.

определить наиболее устойчивые и высокоэффективные экономики.

Реализация предложенного подхода позволила установить, что не все страны-"смарт-лидеры" (с инновационной активностью, развитием ИКТ и конкурентоспособностью выше среднего) обладают высокими уровнями энергоёмкости – только 76%. При этом высокая конкурентоспособность "смарт-лидеров" в 49% случаев сопровождается значительным экологическим следом. В сектор "смарт-лидеры" попали страны с наиболее жёстким экологическим законодательством. Из этого можно заключить, что либо текущее влияние смарт-промышленности на величину итоговой техногенной нагрузки на окружающую среду недостаточно велико, чтобы оказать видимый эффект; либо переход к смарт-промышленности не оказывает ожидаемого экологического эффекта – не ведет к снижению ресурсопотребления и эмиссии отходов.

Хотя природа инновационного производства подразумевает улучшение качества¹ бизнес-процессов и конечного продукта, однако текущий уровень научно-технологического развития не позволяет в полной мере реализовать безотходное производство, сопоставимое с циклическим обменом веществ и энергии в экосистемах. Предположительно основными формами влияния смарт-трансформации промышленности на изменение нагрузки на окружающую природную среду станут рост энергопотребления и объема электронных отходов, а также возможное вовлечение в техногенный оборот новых видов природных ресурсов.

Соответственно экологическими приоритетами смарт-трансформации должны стать: снижение энергоёмкости, переход на

¹ То есть увеличения уровня безопасности, полезности и уникальности создаваемого экономического блага (товара и/или услуги), в том числе за счёт снижения ресурсоёмкости и выхода побочных продуктов (брака производства и отходов) и / или повышения эффективности их утилизации в качестве вторичных ресурсов.

альтернативные источники энергии, продление срока эксплуатации электрооборудования (как используемого на производстве, так и конечной продукции), а также распространение эффективных механизмов сбора и конечной безопасной утилизации электронных отходов.

Выявлены наиболее эффективные экономики, которые сохраняют своё положение в секторе "смарт-лидеры" при всех рассмотренных сочетаниях показателей в матрицах, – Великобритания, Гонконг, Люксембург, Нидерланды, Дания и Швейцария.

Несмотря на некоторую волатильность стран в группах, состав наиболее крупных секторов ("смарт-лидеры" и "отстающие") довольно устойчив – ориентировочно на 67%. Наиболее нестабильным является состав сектора "потенциальные лидеры" (+/- и -/+).

Согласно большинству составленных вариантов матриц Украина относится к сектору "отстающие" – уровень развития ИКТ, активность инноваций, глобальная конкурентоспособность, экологическая эффективность ниже, чем в среднем по выборке.

Исключением является сочетание показателей, представленных в пятой матрице (зависимость между развитием ИКТ, индексом знаний и количеством пользователей на сотню человек в стране), согласно которым Украина была перемещена из сектора "отстающие" в сектор "потенциальные лидеры по знаниям". Однако только Украина вместе с Ямайкой, обладая индексом знаний выше среднего, характеризуются недостаточно высоким уровнем развития ИКТ.

В качестве положительных результатов анализа следует отметить, что, во-первых, расположение Украины в матрицах указывает на близость к границам, разделяющим секторы. То есть при благоприятных условиях она может быть перемещена из "отстающих" в одну из групп "потенциальных лидеров". Во-вторых, Украина обладает относительно невысоким

уровнем энергоёмкости экономики (в 14 раз ниже максимального по выборке, на 24% ниже, чем средний по выборке), а также умеренной величиной экологического следа (на 30% выше, чем принадлежащая ей биологическая ёмкость экосистем). Страна имеет определённый потенциал для успешного смарт-развития без критического ухудшения экологической ситуации.

Перспективами дальнейших исследований являются разработка методологии оценки ёмкости смарт-рынков с учётом экологических характеристик жизненного цикла смарт-продуктов, а также обоснование набора плановых индикаторов в рамках стратегии экологически чистой смарт-трансформации промышленности Украины.

Литература

1. Ecological wealth of nations. Global Footprint Network. *TOM Agency*. URL: <http://data.footprintnetwork.org/#/> (Дата обращения 26.10.2018).
2. Godinho M., Mendonça S., Pereira T. Towards a taxonomy of innovation systems. *Working Papers Department of Economics*. 2005. № 13.
3. India's Readiness for Industry 4.0 – A Focus on Automotive Sector. *Confederation of Indian Industry*. URL: <https://www.gita.org.in/Attachments/Reports/India's%20Readiness%20for%20Industry%204.0.pdf> (Дата обращения 26.10.2018).
4. Krauß S. Technology and Innovation are driving change in the pharmaceutical industry. *Business Segment Pharmaceuticals, Siemens AG*. URL: https://w3.siemens.com/mcms/engineering-consulting/Documents/Flyer_de/Digitalisierung_in_der_Pharmaproduktion.pdf (Дата обращения 26.10.2018).
5. Schwab K. The Global Competitiveness Report 2016–2017. *World Economic Forum*.
6. The Singapore Smart Industry Readiness Index: Catalysing the transformation of manufacturing. *Singapore Economic Development Board*. URL: https://www.gov.sg/~/sgpccmedia/media_releases/edb/press_release/P-20171113-1/attachment/The%20Singapore%20Smart%20Industry%20Readiness%20Index%20-%20Whitepaper_final.pdf (Дата обращения 26.10.2018).
7. Think act beyond mainstream INDUSTRY 4.0 The new industrial revolution How Europe will succeed. *Roland Berger strategy consultants GMBH*. 2014. 24 p.
8. Вишневецький В. П., Князев С. І. Як підвищити готовність промисловості України до смарт-трансформацій. *Наука та інновації*. 2018. № 14(4). С. 55-69. doi: <https://doi.org/10.15407/scin14.04.055>
9. Индекс готовности к будущему. *Международный дискуссионный клуб ВАЛДАЙ и ВЦИОМ*. URL: https://wciom.ru/fileadmin/file/reports_conferences/2017/2017-10-18_igb.pdf (Дата обращения 26.10.2018).
10. Индекс экологической эффективности. *Центр гуманитарных технологий*. URL: <https://gtmarket.ru/ratings/environmental-performance-index/info> (Дата обращения 26.10.2018).
11. Индекс экономики знаний. *Центр гуманитарных технологий*. URL: <https://gtmarket.ru/ratings/knowledge-economy-index/knowledge-economy-index-info> (Дата обращения 26.10.2018).
12. Исследование INSEAD: Глобальный индекс инноваций. *Центр гуманитарных технологий*. URL: <https://gtmarket.ru/news/2014/07/18/6841>. (Дата обращения 26.10.2018).
13. Рейтинг стран мира по уровню валового внутреннего продукта. *Центр гуманитарных технологий*. URL: <https://gtmarket.ru/ratings/rating-countries-gdp/rating-countries-gdp-info> (Дата обращения 26.10.2018).
14. Рейтинг стран мира по уровню потребления электроэнергии. *Центр гуманитарных технологий*. URL: <https://gtmarket.ru/ratings/electric-power-consumption/info> (Дата обращения 26.10.2018).
15. Рейтинг стран мира по уровню развития Интернета. *Центр гуманитарных технологий*. URL: <https://gtmarket.ru/ratings/internet-development/info> (Дата обращения 26.10.2018).

16. Рейтинг стран мира по уровню развития информационно-коммуникационных технологий. *Центр гуманитарных технологий*. URL: <https://gtmarket.ru/ratings/ict-development-index/ict-development-index-info> (Дата обращения 26.10.2018).

17. Рейтинги стран и регионов. *Центр гуманитарных технологий*. URL: <https://gtmarket.ru/research/countries-ranking#t4>. (Дата обращения 26.10.2018).

18. Черкас Н.І. Трансформаційний вплив Індустрії 4.0 на глобальні мережі виробництва та ланцюги вартості. *Економіка промисловості*. 2018. № 1 (81). С. 5-20. doi: <https://doi.org/10.15407/econindustry2018.01.005>

References

1. Ecological wealth of nations. Global Footprint Network (2018, October). *TOM Agency*. Retrieved from: <http://data.footprintnetwork.org/#/>.

2. Godinho, M., Mendonça, S., & Pereira, T. (2005). Towards a taxonomy of innovation systems. *Working Papers Department of Economics*, 13.

3. India's Readiness for Industry 4.0 – A Focus on Automotive Sector (2018, October). *Confederation of Indian Industry*. Retrieved from <https://www.gita.org.in/Attachments/Reports/India's%20Readiness%20for%20Industry%204.0.pdf>

4. Krauß, S. (2017). Technology and Innovation are driving change in the pharmaceutical industry. (2018, October). *Business Segment Pharmaceuticals, Siemens AG*. Retrieved from https://w3.siemens.com/mcms/engineering-consulting/Documents/Flyer_de/Digitalisierung_in_der_Pharmaproduktion.pdf

5. Schwab, K. (2017). The Global Competitiveness Report 2016–2017. *World Economic Forum*.

6. The Singapore Smart Industry Readiness Index: Catalysing the transformation of manufacturing (2018, October). *Singapore Economic Development Board*. Retrieved from https://www.gov.sg/~sgpcmedia/media_releases/edb/press_release/P-20171113-1/attachment/The%20Singapore%20Smart%20

[Industry%20Readiness%20Index%20-%20Whitepaper_final.pdf](#).

7. Think act beyond mainstream INDUSTRY 4.0 The new industrial revolution How Europe will succeed (2014). *Roland Berger strategy consultants GMBH*.

8. Vishnevsky, V. P., & Knjazev, S. I. (2018). How to Increase the Readiness of Ukraine's Industry to Smart Transformations. *Nauka innov.*, 14(4), pp. 55-69 [in Ukrainian]. doi: <https://doi.org/10.15407/scin14.04.055>.

9. World ranking by the index of readiness for the future (2018, October). *International discussion club VALDAJ & VCIOM (All-Russian center for the study of public opinion)*. Retrieved from https://wciom.ru/fileadmin/file/reports_conferences/2017/2017-10-18_igb.pdf [in Russian].

10. World ranking by environmental performance index (2018, October). *Center for humanitarian technologies*. Retrieved from <https://gtmarket.ru/ratings/environmental-performance-index/info> [in Russian].

11. World ranking by the knowledge economy index (2018, October). *Center for humanitarian technologies* Retrieved from: <https://gtmarket.ru/ratings/knowledge-economy-index/knowledge-economy-index-info> [in Russian].

12. INSEAD research: Global Innovation Index (2018, October). *Center for humanitarian technologies*. Retrieved from <https://gtmarket.ru/news/2014/07/18/6841> [in Russian].

13. World ranking by gross domestic product (2018, October). *Center for humanitarian technologies*. Retrieved from <https://gtmarket.ru/ratings/rating-countries-gdp/rating-countries-gdp-info> [in Russian].

14. Ranking of countries in the world in terms of electricity consumption (2018, October). *Center for humanitarian technologies*. Retrieved from <https://gtmarket.ru/ratings/electric-power-consumption/info> [in Russian].

15. Ranking of the world countries by the level of Internet development (2018, October). *Center for humanitarian technologies*.

Retrieved from <https://gtmarket.ru/ratings/internet-development/info> [in Russian].

16. World ranking on the level of development of information and communication technologies (2018, October). *Center for humanitarian technologies*. Retrieved from <https://gtmarket.ru/ratings/ict-development-index/ict-development-index-info> [in Russian]

17. Country and region rankings (2018, October). *Center for humanitarian technolo-*

gies. Retrieved from <https://gtmarket.ru/research/countries-ranking#t4> [in Russian].

18. Cherkas, N. I. (2018). Transformational influence of Industry 4.0 on global production networks and value chains. *Econ. promisl.*, 1 (81), pp. 5-20 [in Ukrainian]. doi: <https://doi.org/10.15407/econindustry2018.01.005>.

Марія Юрїївна Занїздра,

канд. екон. наук, с.н.с.

Інститут економіки промисловості НАН України

03057, Україна, м. Київ, вул. Желябова, 2.

E-mail: marin2015zzz@gmail.com

ОЦІНКА ГОТОВНОСТІ ДО СМАРТ-ТРАНСФОРМАЦІЙ З УРАХУВАННЯМ ЕКОЛОГІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ

З метою оцінки готовності національних економік до переходу до Індустрії 4.0 запропоновано альтернативний підхід до здійснення міжнаціональних зіставлень, який, крім аналізу інфраструктурного забезпечення, фінансових можливостей, інноваційної діяльності, компетентності виробників і споживачів смарт-продуктів, ураховує екологічну складову смарт-трансформацій.

Особливістю підходу є формування ряду матриць за аналогією з БКГ-аналізом, які варіативно поєднують набір обраних показників (ВВП, індекси розвитку інновацій та інформаційно-комунікаційних технологій, конкурентоспроможність, екологічний слід, екологічна ефективність та ін.) на національному рівні. До аналізованої вибірки увійшли 118 економік світу, різних за економічним і технологічним розвитком, інституційним середовищем та географічним розташуванням. Сформовано декілька матриць, які відображають каузальні зв'язки між різними комбінаціями показників, що надало можливість кількісно оцінити розподіл країн вибірки за умовними секторами: "смарт-лідери (+/+)", "потенційні лідери" (+/- або -/+) та "відстаючі" (-/-). Межі, що розділяють простір матриць на сектори, є середніми арифметичними значеннями індикаторів, розташованими на їх осях.

Варіативність аналізу дозволила відстежити переміщення країн із сектора в сектор при зміні комбінацій показників. Визначено найбільш ефективні економіки, що зберігають свої позиції в секторі "смарт-лідери" для всіх розглянутих комбінацій показників у матрицях. До них належать: Великобританія, Гонконг, Люксембург, Нідерланди, Данія та Швейцарія. Незважаючи на певну волатильність країн у групах, склад найбільших секторів ("смарт-лідери" та "відстаючі") виявився відносно стабільним – близько 67%. Найбільш нестабільним є склад сектора "потенційні лідери" (+/- та -/+).

У результаті порівняльного аналізу репрезентативної вибірки економік обґрунтовано наявність домінуючих тенденцій та описано існуючі каузальні зв'язки між показниками цифровізації, інноваційності, екологічності й конкурентоспроможності.

Охарактеризовано поточне становище України у світовому рейтингу. Згідно з більшістю складених варіантів матриць Україна належить до "відстаючих" країн і має рівень розвитку ІКТ, інноваційної активності, глобальної конкурентоспроможності, екологічної ефективності нижче середнього по вибірці. Проте розміщення України в матрицях вказує на близькість до меж, які розділяють сектори. Тобто за сприятливих умов вона може бути

переміщена з "відстаючих" в одну з груп "потенційних лідерів". Крім того, виходячи з енергоємності економіки і розміру екологічного сліду, країна має певний потенціал для подальшого розвитку без критичного погіршення екологічної ситуації.

Перспективами подальших досліджень є розробка методології оцінки ємності смарт-ринків з урахуванням екологічних характеристик життєвого циклу смарт-продуктів, а також обґрунтування набору індикативних показників у рамках стратегії екологічно чистої смарт-трансформації промисловості України.

Ключові слова: ВВП, індекс, інновації, інформаційно-комунікаційні технології, конкурентоспроможність, національна економіка, смарт-трансформації, екологічний слід, екологічна ефективність.

JEL: O11, O500

Mariia Yu. Zanizdra,

PhD in Economics

Institute of Industrial Economics of the NAS of Ukraine

03057, Ukraine, Kyiv, 2 Gelabov Str.

E-mail: marin2015zzz@gmail.com

ASSESSMENT OF READINESS FOR SMART TRANSFORMATIONS WITH ACCOUNT OF THE ENVIRONMENTAL COMPONENT

To assess the readiness of national economies for the transition to Industry 4.0 an alternative approach to cross-national comparisons is proposed. This approach takes into account the environmental component of smart transformations in addition to the analysis of infrastructure provision, financial opportunities, innovative activity, and competence of manufacturers and consumers of smart products.

The feature of the approach is the formation of a number of matrices, similar to BCG Matrix analysis, which in a variety of ways combine a set of selected indicators: GDP, innovation and information and communication technologies' development indices, competitiveness, environmental footprint, environmental performance, etc. at the national level. The analyzed sample includes 118 economies of the world, which differ in economic and technological development, institutional environment and geographical location. As a result, several matrices, that displayed causal relationships between variable combinations of indicators, were formed. This made it possible to quantify the distribution of countries that belong to the sample by conditional sectors: "smart leaders" (+/+), "potential leaders" (+/- or -/+) and "lagging behind" (-/-). The boundaries that divide the space of matrices into sectors are the arithmetic mean values of the indicators that are located on their axes.

Also, the variability of the analysis made it possible to track the movement of countries from sector to sector, when changing combinations of indicators. The most efficient economies that maintain their position in the sector of "smart leaders" with all the considered combinations of indicators in the matrices were identified. They are: UK, Hong Kong, Luxembourg, Netherlands, Denmark and Switzerland. Despite some volatility of the countries in the groups, the composition of the largest sectors – "smart leaders" and "lagging behind" – was quite stable (approximately 67%). The most unstable is the composition of the "potential-leaders" sectors (+/- and -/+).

Comparative analysis of a representative sample of economies also allowed justifying the presence of dominant trends and describing the existing causal relationship between the indicators of digitalization, innovation, environmental friendliness and competitiveness.

The current position of Ukraine in the global rankings was characterized. According to most of the compiled matrix variants, Ukraine belongs to the sector of "lagging behind" countries and has levels of ICT development, innovation activity, global competitiveness and environmental

efficiency lower than average in the sample. However, the location of Ukraine in the matrices indicates proximity to borders, separating sectors. That is, under favorable conditions, it can be moved from the group of "lagging behind" to one of the groups of "potential leaders". In addition, judging by the energy intensity of the economy and the size of the environmental footprint, the country has some potential for further smart development without a critical deterioration of the environmental situation.

Prospects for further researches are: development of methodology for assessing the capacity of smart markets, taking into account the environmental characteristics of the life cycle of smart products, as well as the rationale for a set of planned indicators in the strategy of environmentally friendly smart transformation of the industry of Ukraine.

Key words: GDP, index, innovation, information and communication technology, competitiveness, national economy, smart transformation, environmental footprint, environmental performance.

JEL: O11, O500

Форматы цитирования:

Заниздра М.Ю. Оценка готовности к смарт-трансформациям с учетом экологической составляющей. *Экономика промышленности*. 2018. № 4(84). С. 5-25. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2018.04.005>

Zanizdra, M. Yu. (2018). Assessment of readiness for smart transformations with account of the environmental component. *Econ. promisl.*, 4(84), pp. 5-25. doi: <http://doi.org/10.15407/econindustry2018.04.005>

Представлена в редакцию 04.10.2018 г.