

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ИНФОРМАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ В МИРЕ И СТРАНАХ ЕАЭС

Баранов А.М.

*Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины,
Республика Беларусь, г. Гомель, ул. Советская, д. 104
axmbaranov@inbox.ru*

Аннотация: Цель статьи – построение взаимосвязи показателей измерения информационной экономики, комплексной методологии оценки информатизации мировой экономики и стран ЕАЭС. Уточнено позиционирование стран ЕАЭС в мировой системе классификации уровня развития информационной экономики. Предложена новая система показателей, учитывающих уровень кластеризации, развитие инновационных и научных ресурсов. Построена графическая модель зависимости между индексами информационной экономики отдельных стран ЕАЭС.

Ключевые слова: инновации, информационные технологии, научные исследования, группы, интенсивные знания, компьютеризация, высокие технологии

Введение

По мнению экспертов Центра интеграционных исследований Евразийского банка развития к 2025 г. темпы роста мировой информационной экономики будут превышать в два раза темпы роста традиционных отраслей, а вклад информационной экономики в мировой ВВП составит более 24%. [1] При этом, в условиях пандемии CoVID-19, высокотехнологические компании демонстрируют самые значительные темпы экономического роста в мире. Так, в период с октября 2019 года по январь 2021 года составной индекс Нью-Йоркской фондовой биржи вырос на 17 %, в то время как рост курсов акций ведущих цифровых платформ до 144 % – Apple [2]. Для оценки степени влияния информатизации на экономику стран разработаны специальные *эмпирические показатели – международные индексы развития новой экономической системы* и ее элементов. Данные индексы отражают отдельные направления формирования информационной экономики, однако не позволяют сформировать целостную картину ее становления. Кроме того, с нашей позиции, *значительным недостатком современных методик* оценки информационной экономики является *отсутствие комплексных показателей, учитывающих уровень кластеризации экономики, развития антропогенных ресурсов*. Таким образом, с позиции разработанной нами методологии исследования, существующие показатели оценки информационной экономики, *имеющие явный технологический уклон* требуют дополнения.

Основная часть

В наших исследованиях [3] выявлены связи между инновационным потенциалом страны и *степенью развития кластеров в них*. При этом в экономической литературе малоисследованы *показатели, характеризующие кластеризацию экономики и их взаимосвязь с развитием информационной инфраструктуры*. Для учета подобной взаимосвязи можно использовать оценку значения индексов с учетом разработанной нами таблицы 1 [4-7].

Таблица 1. Значения индексов «Уровень кластерного развития» и «Инновационный потенциал», «Качество институтов научных исследований», «Средний индекс развития информационной экономики» за 2019-2018 гг

Страна	Уровень кластерного развития (2019)	Инновационный потенциал (2018)	Качество институтов научных исследований (2018)	Средний индекс развития информационной экономики (2020-2013)
США	2 (5,49)	2 (6,0)	2 (6,3)	9,6
Германия	4 (5,41)	5 (5,8)	11 (5,7)	11,6
Сингапур	8 (5,15)	20 (5,1)	12 (5,7)	9,8
Япония	11 (5,13)	21 (5,1)	14 (5,7)	13,1
Китай	25 (4,58)	44 (4,5)	36 (4,6)	46,5
Россия	99 (3,4)	65 (4,2)	41 (4,4)	39,8

Проведем согласование показателей «Уровень кластерного развития» и «Средний индекс развития информационной экономики» с помощью коэффициента Кендалла по отдельным странам, обладающим специфическими институциональными условиями кластеризации (США, Германия, Сингапур, Япония, Китай, Россия). Присвоим ранги признаку Y и фактору X . Расположим объекты так, чтобы их ранги по X представили натуральный ряд, поскольку оценки, приписываемые каждой паре этого ряда, положительные, значения «+1», входящие в P , будут создаваться только теми парами, ранги которых по Y образуют прямой порядок. Рассчитаем их, сопоставляя последовательно ранги каждого объекта в ряду Y с стальными, тогда коэффициента Кендалла примет вид:

$$t = \frac{P - Q}{\frac{1}{2}N(N - 1)} \quad (1)$$

Упорядочим данные по X . В ряду Y справа от 1 расположено 5 рангов, превосходящих 1, следовательно, 1 породит в P слагаемое 5. Справа от 3 стоят 3 ранга, превосходящих 3 (это 4, 6, 5), т.е. в P войдет 3 и т.д. В итоге $P = 13$ и с использованием формул имеем таблицу 2:

Таблица 2. Согласование показателей по отдельным странам (коэффициент Кендалла)

X	Y	ранг X, d _x	ранг Y, d _y	P	Q
2	9.6	1	1	5	0
4	11.6	2	3	3	1
8	9.8	3	2	3	0
11	13.1	4	4	2	0
25	46.5	5	6	0	1
99	39.8	6	5	0	0
				13	2

$$t = \frac{13 - 2}{\frac{1}{2}6(6 - 1)} \quad (2)$$

Для того чтобы при уровне значимости α проверить нулевую гипотезу о равенстве нулю генерального коэффициента ранговой корреляции Кендалла при конкурирующей гипотезе $H_1: \tau \neq 0$, надо вычислить критическую точку:

$$T = z_{kp} \sqrt{\frac{2(2n + 5)}{9n(n - 1)}} \quad (3)$$

где n – объем выборки; z_{kp} – критическая точка двусторонней критической области, которую находят по таблице функции Лапласа по равенству $\Phi(z_{kp}) = (1 - \alpha)/2$. Если $|\tau| < T_{kp}$ – нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу. Ранговая корреляционная связь между качественными признаками незначима. Если $|\tau| > T_{kp}$ – нулевую гипотезу отвергают. Между качественными признаками существует значимая ранговая корреляционная связь.

Найдем критическую точку z_{kp} . $\Phi(z_{kp}) = (1 - \alpha)/2 = (1 - 0,05)/2 = 0,475$ (уровень значимости – 0,05). По таблице Лапласа находим $z_{kp} = 1,96$.

Найдем критическую точку:

$$T_{kp} = 1,96 \sqrt{\frac{2(2 \times 6 + 5)}{9 \times 6(6 - 1)}} = 0,7 \quad (4)$$

поскольку $\tau > T_{kp}$ – отвергаем нулевую гипотезу; ранговая корреляционная связь между оценками по двум тестам значимая.

В Японии средний индекс развития информационной экономики соответствует уровню кластерного, научного и инновационного развития, что отвечает институциональным условиям, созданным для формирования информационной экономики. В Сингапуре «Инновационный потенциал», «Качество институтов научных исследований» уступают «Уровню кластерного развития» и «Среднему индексу развития информационной экономики». По США наблюдается корреляция уровня развития кластеров и инновационного потенциала экономики, а также качества институтов научных исследований и использования ИКТ. Фактически США – единственный лидер по показателям «Уровень кластерного развития» и «Инновационный потенциал», «Качество институтов научных исследований». Произведем корреляционный анализ уровня кластерного развития и среднего показателя инновационного потенциала и показателя качества институтов

научных исследований по выбранным странам (США, Германия, Сингапур, Япония, Китай, Россия).

На основании поля корреляции можно выдвинуть гипотезу (для генеральной совокупности) о том, что связь между всеми возможными значениями X и Y носит линейный характер. Оценочное уравнение регрессии (построенное по выборочным данным) будет иметь вид $y = bx + a + \varepsilon$, где e_i – наблюдаемые значения (оценки) ошибок ε_i ; a и b соответственно оценки параметров α и β регрессионной модели, которые следует найти. Так как отклонения ε_i для каждого конкретного наблюдения i – случайны и их значения в выборке неизвестны, то по наблюдениям x_i и y_i можно получить только оценки параметров a и b , для чего можно использовать *метод наименьших квадратов*, который дает состоятельные, эффективные оценки параметров уравнения регрессии. Но только в том случае, если выполняются определенные предпосылки относительно случайного члена ε и независимой переменной x . Формально критерий метода наименьших квадратов можно записать:

$$S = \sum (y_i - y^*_i)^2 \rightarrow \min \quad (5)$$

Система нормальных уравнений:

$$an + b \sum x = \sum ya \sum x + b \sum x^2 = \sum yx \quad (6)$$

Для расчета параметров регрессии построим расчетную таблицу 3.

Таблица 3. Параметры уравнения регрессии

x	y	x ²	y ²	x*y
2	2	4	4	4
4	8	16	64	32
8	16	64	256	128
11	17.5	121	306.25	192.5
25	40	625	1600	1000
99	54	9801	2916	5346
149	137.5	10631	5146.25	6702.5

Для наших данных система уравнений имеет вид:

$$\begin{pmatrix} 6a + 149b = 137,5 \\ 149a + 10631b = 6702,5 \end{pmatrix} \quad (7)$$

Умножим уравнение (7) системы на (-24.833), получим систему, которую решим методом алгебраического сложения.

$$\begin{pmatrix} -149a - 3700,117b = -3414,538 \\ 149a + 10631b = 6702,5 \end{pmatrix} \quad (8)$$

Получаем: $6930,883b = 3287,963$; $b = 0,4744$. Теперь найдем коэффициент a из уравнения (7): $6a + 149b = 137,5$; $6a + 149 \cdot 0,4744 = 137,5$; $6a = 66,816$; $a = 11,136$. Получаем эмпирические коэффициенты регрессии: $b = 0,4744$, $a = 11,136$. Уравнение регрессии (эмпирическое уравнение регрессии): $y = 0,4744 x + 11,136$. Эмпирические коэффициенты регрессии a и b являются лишь оценками теоретических коэффициентов β_i , а само уравнение отражает лишь общую тенденцию в поведении рассматриваемых переменных. Линейное уравнение регрессии имеет вид $y = 0,474 x + 11,136$.

Коэффициент регрессии $b = 0,474$ показывает среднее изменение результативного показателя (в единицах измерения y) с повышением или понижением величины фактора x на единицу его измерения. В данном примере с увеличением на 1 единицу y повышается в среднем на $0,474$. Коэффициент $a = 11,136$ формально показывает прогнозируемый уровень y , но только в том случае, если $x=0$ находится близко с выборочными значениями. Подставив в уравнение регрессии соответствующие значения x , можно определить выровненные (предсказанные) значения результативного показателя $y(x)$ для каждого наблюдения. Связь между y и x определяет знак коэффициента регрессии b . Поскольку $b > 0$ – связь прямая.

Для оценки качества параметров регрессии построим расчетную таблицу 4.

Таблица 4. Качество параметров уравнения регрессии

X	y	y(x)	(y _i -y _{ср}) ²	(y-y(x)) ²	y-y _x /y
2	2	12,085	437,507	101,703	5,042
4	8	13,034	222,507	25,337	0,629
8	16	14,931	47,84	1,143	0,0668
11	17,5	16,354	29,34	1,313	0,0655
25	40	22,996	291,84	289,145	0,425
99	54	58,101	966,174	16,815	0,0759
149	137,5	137,5	1995,208	435,454	6,305

Коэффициент эластичности меньше 1. Следовательно, при изменении X на 1%, Y изменится менее чем на 1%, таким образом влияние X на Y не существенно. Увеличение x на величину среднеквадратического отклонения S_x приведет к увеличению среднего значения Y на 88,4% среднеквадратического отклонения S_y. Ошибка аппроксимации – 105,08 не превышает верхнюю допустимую границу в 7%. Коэффициент детерминации R² = 0,884² = 0,7818, то есть в 78,18% случаев изменения x приводят к изменению y, что свидетельствует о *высокой точности подбора уравнения регрессии*. Остальные 21.82% изменения Y объясняются факторами, не учтенными в модели (а также ошибками спецификации).

Для оценки статистической значимости коэффициентов регрессии и корреляции рассчитываются *t-критерий Стьюдента* и доверительные интервалы каждого из показателей. Проверим гипотезу H₀ о равенстве отдельных коэффициентов регрессии нулю (при альтернативе H₁ не равно) на уровне значимости α=0,05.

Коэффициент детерминации показывает, что изменения зависимой переменной Y – индекса инновационного и научного потенциала стран на 78,18% отражаются вариацией переменной X как индекса кластерного развития, что может быть проиллюстрировано в виде линейной однофакторной модели:

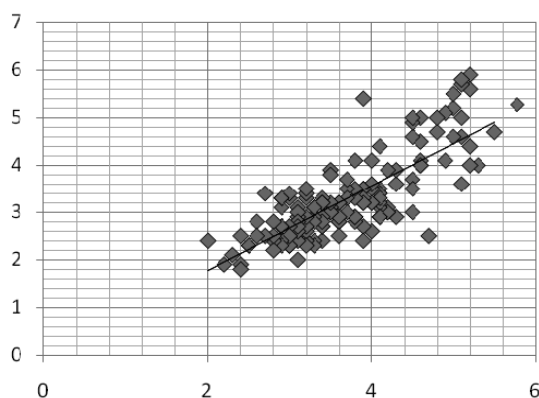
$$y = 0,474x + 11,136 \quad (9)$$

где Y – индекс инновационного и научного потенциала;

X – индекс уровня кластерного развития.

В результате анализа установлена значимость коэффициента регрессии и значимость уравнения регрессии. Линейный коэффициент корреляции (r = 0,787) показал наличие прямой и тесной связи между исследуемыми параметрами. Также установлено, что увеличение индекса уровня кластерного развития на 1 единицу измерения приводит к увеличению индекса инновационного и научного потенциала в среднем на 0,474 единиц измерения (рисунок 1)

Тесная линейная зависимость между индексами **уровня кластерного развития и инновационного потенциала стран ЕС и США** свидетельствует о том, что кластеры являются одним из детерминантов развития национальных инновационных систем как институциональной среды развития инноваций.



Индекс уровня кластерного развития стран

Рис 1. Зависимость между индексами уровня кластерного развития, инновационного и научного потенциалов

Ранжирование стран по различным рейтингам развития информационной экономики (средний показатель) показывает, что лидерами построения новой экономической системы являются Дания

(среднее место в мировых рейтингах – 3,25), Швеция (среднее место – 3,5) и Южная Корея – 3,6. Однако, выборка показателей по некоторым странам (например, Южной Корее, ОАЭ и др.), является не такой полной как по другим, поскольку отдельные индексы (например, (Digital Economy and Society Index, DESI) рассчитываются только для стран ЕС. К тому же данные по Индексу экономики знаний (Knowledge Economy Index, KWE) являются относительно устаревшими (2013 год). Россия и Беларусь в среднем заняли одно и то же 40-е место, при этом Беларусь занимает более высокую позицию, чем Россия по Индексу развития ИКТ (ICT Development Index – IDI) и значительно более низкую по Индексу сетевой готовности (Networked Readiness Index, NRI) [5-7].

По странам ЕС мы можем отметить, что снижение индекса кластерного развития и индексов инновационного, научного и *Среднего индекса развития информационной экономики* идут относительно равномерно, проявляют одинаковую динамику. В Китае и России наблюдается корреляция всех четырех показателей. Данных по Беларуси нет, но на основании наших исследований, очевидно, что страна будет идти в том же тренде, что и Россия [8]. ЕАЭС все еще уступает ассоциациям интеграции внешнего мира в вопросах координирования цифрового развития государств-членов. Тем не менее, контуры общей политики информатизации на уровне Евразийского Союза были сформированы в рамках «Основных направлений цифровой повестки до 2025 года». Они включают: обеспечение качества и устойчивого экономического роста; переход к новой технологической структуре; синхронизацию цифровых преобразований участвующих стран; использование новых бизнес-процессов, создание цифровых активов; стимулирование и поддержку новых цифровых инициатив. Однако в данном документе нет никаких механизмов для их финансирования, выбора времени внедрения, контроля над внедрением индикаторов прогресса цифровизации, а также индикаторов их оценки. Развитие цифровых технологий открывает новые возможности для сотрудничества стран ЕАЭС на основе единой сетевой инфраструктуры, общих цифровых платформ и новых цифровых решений, которые позволяют уменьшать расстояния, пересекая границы, создавая новые рабочие места и развивая ранее несуществующие области деловой активности [8].

Чтобы достигнуть набора целей, необходимо иметь сильную техническую основу в государствах-членах, которые позволили бы нам объединять усилия к формированию единого цифрового пространства для ЕАЭС. Корреляция научных индексов развития ИКТ за предыдущие годы позволяет нам заключить, что институциональная среда и правовая среда Европейского союза благоприятны для формирования информационных объединений компаний. Согласно зарубежному опыту, самые эффективные подходы для ЕАЭС должны быть сформированы в рамках методологической концепции «открытых инноваций», то есть, не в определенном регионе, а в специальной институциональной среде, в которой организации и сотрудники эффективно взаимодействуют, дополняя друг друга, накапливают новое знание и производят инновации.

Заключение

С нашей позиции, необходимо построение взаимосвязи показателей измерения информационной экономики, чтобы получить комплексную методологию оценки информатизации мировой экономики и ее отдельных стран. Комплексные показатели должны объединять в единые композитные индексы ряд показателей оценки информационного, антропогенного, кластерного и научного потенциала каждой отдельной страны. Анализ показателей существующих международных индексов и рейтингов, методологии формирования из них микро-, субиндексов нового плана и композитного индекса позволит в дальнейшем использовать их для формирования комплексной системы показателей, отражающих уровень готовности стран к формированию информационной экономики.

Литература

1. Евразийский банк развития : аналитические статьи [Электронный ресурс] // Электронный портал ЕБР. – Режим доступа: https://eabr.org/upload/iblock/51/EABR_Digital_Potential_06_2019.pdf
2. Доклад о цифровой экономике за 2021 год // ЮНКТАД [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: https://unctad.org/system/files/official-document/der2021_overview_ru.pdf
3. Баранов А.М., Нижнегородцев Р.М., Сорвилов Б.В. Информационный вектор экономической системы / А.М.Баранов, ; под ред. Б.В. Сорвилова. – Мн.: Право и экономика, 2019. – 228 с.
4. Knoema, an Eldridge business, is the premier data platform and the most comprehensive source of global decision-making data in the world // ICT Development Index [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://knoema.ru/search?query=ICT+>
5. The IMD World Digital Competitiveness Ranking 2019 [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://www.imd.org/globalassets/wcc/docs/release-2019/digital/imd-world-digital-competitiveness-rankings-2019.pdf>

6. Аналитический портал Всемирного экономического форума [Электронный ресурс] // Электронный портал ВЭФ. – Режим доступа: <http://reports.weforum.org/global-competitiveness-index-2017-18/competitiveness-rankings/#series=EOSQ071>
7. *Баранов А.М.* Корреляционный анализ показателей развития информационной экономики// Южно-Сибирский научный вестник. – 2020. – №6. – С. 136-141.
8. *Воронина Т.В., Евченко Н.Н., Яценко А.Б.* Состояние и стратегии развития цифровой экономики стран ЕАЭС // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.А. Вернадского. Экономика и управление. – 2018. – №4. – С. 36-45.