

УДК 004:519.237.7

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРАНАХ СНГ И ЕВРОСОЮЗА



О.Н. Будько

Доцент кафедры математического и информационного обеспечения экономических систем, кандидат физико-математических наук, доцент



О.С. Михайлова
Студент ГрГУ

*Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, Республика Беларусь
E-mail: budko_on@mail.ru, olmikhailava@gmail.com*

О.Н. Будько

В настоящее время область научных интересов – применение методов многомерного статистического анализа для оценки интегральных показателей в различных областях экономики и социальной сферы.

О.С. Михайлова

Студентка 4 курса специальности «Информационные системы и технологии (в экономике)» ГрГУ. Проводит научные исследования по оценке уровня развития информационно-коммуникационных технологий стран мира.

Аннотация. В статье для стран Евросоюза и СНГ с помощью метода главных компонент факторного анализа построен интегральный показатель уровня развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Построен и проанализирован рейтинг стран, выявлены показатели, в наибольшей степени влияющие на интегральный показатель уровня развития ИКТ. Использовалась система из 11 показателей.

Ключевые слова: уровень развития ИКТ, интегральный показатель, метод главных компонент, рейтинг.

Введение. На постсоветском пространстве, в том числе и в Беларуси, все чаще звучит термин «виртуальная (цифровая) экономика». Цифровая экономика – это экономическая деятельность, основанная на цифровых технологиях. В настоящее время около половины населения планеты использует интернет для ведения бизнеса и в повседневной жизни, для обучения.

Необходимым условием трансформации экономики в цифровую экономику является наличие определенного уровня развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Для того, что бы знать, к чему стремиться, представляет интерес оценить уровень развития ИКТ и сравнить его со странами ближнего и дальнего зарубежья.

Цель работы – провести сравнительный анализ уровня развития ИКТ в странах Евросоюза и СНГ.

Исходные данные и методика исследования. Исходные данные были выбраны из отчетов рейтинга Международного союза электросвязи (Measuring Information Society Report) за 2017 год [1]. Информационный ресурс позволяет делать выборку по различным группам стран (Евросоюз, СНГ, Африка, Азия, Северная Америка, Южная Америка и др.). К

неудобствам работы с ресурсом можно отнести необходимость вручную выбирать данные по каждой стране из группы стран.

Для оценки индекса развития ИКТ были выбраны данные по 36 странам, из которых 8 стран – это государства СНГ (Азербайджан, Армения, Беларусь, Казахстан, Киргизстан, Узбекистан, Молдова и Россия) и 28 стран Евросоюза (Австрия, Бельгия, Болгария, Великобритания, Венгрия, Германия, Греция, Дания, Ирландия, Испания, Италия, Кипр, Латвия, Литва, Люксембург, Мальта, Нидерланды, Польша, Португалия, Румыния, Словакия, Словения, Финляндия, Франция, Хорватия, Чехия, Швеция и Эстония). Информация об остальных странах СНГ (Таджикистан, Туркменистан и Украина) за 2017 г. отсутствует.

Уровень развития ИКТ в выбранных странах оценивался по системе из 11 показателей:

X_1 – количество абонентов стационарных телефонных линий на 100 чел. (Fixed-telephone subscriptions per 100 inhabitants);

X_2 – количество абонентов мобильной связи на 100 чел. (Mobile-cellular telephone subscriptions per 100 inhabitants);

X_3 – пропускная способность сети Интернет (бит/с на 1 Интернет-пользователя) (International internet bandwidth per Internet user (Bit/s));

X_4 – процент домохозяйств, имеющих компьютер (Percentage of households with computer);

X_5 – процент домохозяйств, имеющих доступ к сети Интернет (Percentage of households with Internet access);

X_6 – процент пользователей сети Интернет (Percentage of individuals using the Internet);

X_7 – количество абонентов широкополосного Интернета на 100 чел. (Fixed (wired)-broadband subscriptions per 100 inhabitants);

X_8 – количество абонентов беспроводных сетей на 100 чел. (Active mobile-broadband subscriptions per 100 inhabitants);

X_9 – средняя продолжительность обучения, лет (Mean years of schooling);

X_{10} – доля населения, имеющая среднее образование (Secondary gross enrolment ratio);

X_{11} – доля населения, имеющая высшее образование (Tertiary gross enrolment ratio).

Для приведения исходных данных, имеющих разные единицы измерения, к сопоставимому виду они были нормированы по формуле (1) и приняли значения от 0 до 1, став безразмерными величинами.

$$x_i^{\text{норм}} = (x_i - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}), \quad i = \overline{1, 36}, \quad (1)$$

где x_i , $x_i^{\text{норм}}$ – ненормированное и нормированное значение i -го показателя, x_{\max} , x_{\min} – его максимальное и минимальное значение.

Оценить в сравнении друг с другом уровень развития ИКТ выбранных стран одновременно по 11 показателям не представляется возможным. С помощью метода главных компонент факторного анализа [2, с. 13] вся совокупность показателей сначала преобразуются в несколько главных факторов, а затем на их основе строится интегральный показатель (индекс), в данном случае уровня развития ИКТ, для каждой страны. Построенный интегральный показатель позволяет ранжировать страны.

Расчеты проводились в пакете Statistica.

Полученные результаты. Нормированные показатели методом главных компонент факторного анализа были преобразованы в пять главных факторов. Использовалось вращение «квартимакс» (Quartimax raw). Из таблицы 1 собственных чисел и дисперсий главных факторов видно, что первый главный фактор объясняет большую часть общей дисперсии показателей (44,2%), второй главный фактор – 14,95%, третий – 12,25%, четвертый – 9,52%,

пятый главный фактор – 7,28% общей дисперсии всех показателей. Собственные числа первых четырех главных факторов больше 1, пятого главного фактора – меньше 1 (0,80), но он объясняет существенную часть дисперсии показателей (7,28%). Пять главных факторов в совокупности объясняют 88,21% общей дисперсии показателей.

Таблица 1. – Собственные значения и дисперсии главных факторов

Главные факторы	Собственные числа	Сохраняемая дисперсия, %	Накопленная дисперсия, %
1	4,86	44,20	44,20
2	1,64	14,95	59,16
3	1,35	12,25	71,41
4	1,05	9,52	80,93
5	0,80	7,28	88,21

Источник: собственная разработка авторов

Далее по формуле (2) были построены интегральные показатели уровня развития ИТК для выбранных стран.

$$R_{i,2017} = 44,2 \cdot F_{1,i} + 14,95 \cdot F_{2,i} + 12,25 \cdot F_{3,i} + 9,52 \cdot F_{4,i} + 7,28 \cdot F_{5,i}, \quad i = \overline{1,36}, \quad (2)$$

где $R_{i,2017}$ – интегральный показатель уровня развития ИКТ, $F_{1,i}, F_{2,i}, F_{3,i}, F_{4,i}, F_{5,i}$ – значения главных факторов i -й страны из таблицы 2, коэффициенты при факторах – это процент сохраняемой дисперсии соответствующим главным факторам из таблицы 1.

В таблице 2 страны отсортированы в порядке убывания интегрального показателя уровня развития ИКТ (R).

Таблица 2. – Рейтинг и значения главных факторов стран СНГ и Евросоюза по уровню развития ИКТ, 2017 г.

Страны	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5	R	Место
Luxembourg	1,309	4,892	0,762	1,443	-0,876	147,72	1
Iceland	1,465	-0,146	0,411	-0,247	0,269	67,23	2
United Kingdom	1,215	-0,088	0,388	-0,531	1,332	61,78	3
Germany	0,802	-0,442	1,375	-0,580	1,791	53,19	4
Denmark	1,596	-0,623	-1,047	-0,047	0,582	52,18	5
Sweden	1,340	0,037	-1,187	-0,061	0,107	45,43	6
Netherlands	1,179	-0,577	0,104	-0,057	-0,106	43,44	7
Malta	0,096	0,988	1,865	0,046	-0,101	41,59	8
Estonia	0,800	-0,250	-0,910	1,281	0,717	37,88	9
France	0,763	-0,238	1,409	-1,211	-0,105	35,12	10
Belgium	1,141	-0,578	-0,579	-1,378	-1,199	12,87	11
Austria	-0,266	-0,563	0,949	2,272	-0,225	11,45	12
Cyprus	-0,047	-0,049	0,285	0,592	0,109	7,10	13
Finland	1,297	-0,575	-3,094	0,707	-1,475	6,80	14
Hungary	-0,257	0,124	0,560	-0,683	0,806	-3,27	15
Slovakia	-0,244	0,190	-0,518	0,145	1,224	-3,98	16
Slovenia	-0,025	-0,693	0,623	-0,373	0,445	-4,14	17

Продолжение таблицы 2

Страны	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5	R	Место
Russian Federation	-0,529	-0,527	-0,052	1,991	0,705	-7,82	18
Kazakhstan	-0,349	0,435	-0,808	0,767	0,496	-7,90	19
Belarus	-0,330	-1,028	1,446	0,324	0,051	-8,80	20
Poland	-0,388	-0,331	0,000	0,914	0,611	-8,94	21
Latvia	-0,019	-0,154	-0,739	0,239	0,105	-9,17	22
Spain	0,519	-0,588	-0,039	-0,687	-2,305	-9,65	23
Lithuania	-0,338	-0,427	-0,389	0,855	1,108	-9,89	24
Croatia	-0,158	-0,175	0,279	-0,745	-0,211	-14,82	25
Czech Republic	-0,159	-0,238	-0,574	-0,348	0,829	-14,88	26
Moldova	-0,819	0,519	0,560	-0,784	1,019	-21,63	27
Greece	-0,336	-1,475	1,853	-0,080	-1,319	-24,56	28
Portugal	-0,135	0,081	0,785	-0,952	-2,817	-24,69	29
Italy	-0,653	-0,115	0,096	0,919	-0,734	-26,01	30
Azerbaijan	-0,618	0,967	-0,871	-1,453	0,175	-36,09	31
Romania	-0,781	0,307	-0,322	-0,659	-0,408	-43,10	32
Bulgaria	-0,875	-0,321	-0,358	0,604	-0,900	-48,65	33
Armenia	-1,439	0,406	-0,253	-0,387	0,304	-62,11	34
Uzbekistan	-1,542	1,214	-1,355	-2,655	0,866	-85,60	35
Kyrgyzstan	-3,216	0,040	-0,653	0,818	-0,867	-148,08	36

Источник: собственная разработка авторов

Из данных таблицы 2 можно сделать следующие выводы:

– из 36 стран только 14 имеют значение интегрального показателя выше среднего уровня (интегральный показатель центрирован относительно нуля, его среднее значение равно нулю);

– в число этих стран попала Эстония;

– с большим отрывом в рейтинге лидирует Люксембург и также с отрывом последнюю позицию занимает Кыргызстан;

– страны СНГ: Россия, Казахстан и Беларусь заняли 18, 19 и 20 позицию соответственно, т.е. возглавляют вторую половину списка. За Беларусь следуют Польша, Латвия, Испания и Литва;

– в конце рейтинга расположились Азербайджан, Румыния, Болгария, Армения, Узбекистан и Кыргызстан.

В целом можно сказать, что уровень развития ИКТ в тройке ведущих стран СНГ (Россия, Казахстан и Беларусь) является средним в рассматриваемой группе стран, однако ниже среднего и значительно хуже по интегральному показателю, чем в ведущих европейских странах.

Аналогичное исследование было проведено в [3] для 72 стран мира.

Чтобы понять причины расположения стран в построенном рейтинге, рассмотрим факторные нагрузки показателей (таблица 3), отсортированные по модулю существенных нагрузок (больше 0,7) в каждом факторе. Отметим, что показатели X10 и X8 отнесены к главному фактору 1 условно, их факторные нагрузки немного меньше 0,7.

Таблица 3. – Факторные нагрузки показателей

Показатели	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5
X ₆	0,925	0,086	0,003	-0,020	0,172
X ₄	0,914	0,033	0,140	0,132	0,154
X ₅	0,877	0,154	0,023	-0,076	0,200
X ₇	0,866	-0,119	0,338	0,001	-0,081
X ₁₀	0,689	-0,297	-0,381	-0,109	-0,307
X ₈	0,683	-0,075	-0,442	0,323	-0,056
X ₃	0,290	0,846	0,181	0,245	-0,142
X ₁₁	0,336	-0,784	0,168	0,288	-0,273
X ₁	0,527	0,037	0,790	-0,074	-0,119
X ₂	0,087	0,023	-0,054	0,959	0,082
X ₉	0,348	0,045	-0,071	0,097	0,881

Источник: собственная разработка авторов

Таким образом, наибольшее влияние на величину интегрального показателя R оказывают показатели первого главного фактора: процент пользователей сети Интернет; процент домохозяйств, имеющих компьютер и доступ к сети Интернет; количество абонентов широкополосного Интернета; доля населения, имеющая среднее образование и количество абонентов беспроводных сетей. Второй главный фактор образован показателями: пропускная способность сети Интернет и доля населения, имеющая высшее образование. Третий главный фактор образовал показатель количество абонентов стационарных телефонных линий, четвертый – количество абонентов мобильной связи, пятый – средняя продолжительность обучения.

Так, Люксембург занял с большим отрывом первое место в рейтинге (таблица 2), так как имеет максимальное значение по второму главному фактору, близкое к максимальному (1,596) по первому главному фактору, неплохие позиции по третьему и четвертому.

Беларусь заняла в рейтинге 20-ю позицию. Чтобы подняться выше, нужно улучшить показатели первого и второго главного фактора. Лучше всего обстоит дело с показателями третьего главного фактора, из чего можно сделать вывод, что у нас в стране до сих пор много абонентов стационарных телефонных линий.

Заключение. Таким образом, используя технику методов многомерного статистического анализа можно построить интегральный показатель и рейтинг по любой группе стран, выявить показатели, в наибольшей степени влияющие на уровень развития ИКТ.

Список литературы

- [1] ICT [Электронный ресурс] // The ICT Development Index (IDI): conceptual framework and methodology. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/mis2017/methodology.aspx> (дата обращения 15.12.2019).
- [2] Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: пер. с англ. / Дж.-О. Ким, Ч.У. Мьюллер, У.Р. Клекка [и др.]; под ред. И.С. Енюкова. М.: Финансы и статистика, 1989. – 215 с.
- [3] Михайлова О.С. Статистическая оценка уровня развития ИКТ // Молодь у світі сучасних технологій за тематикою: Використання інформаційних технологій в системах управління; матеріали міжнар. наук.-практ. конф. м. Херсон, 6-7 червня 2019 р. / за заг. ред. Г.О. Райко. Херсон, Видавництво ФОП Вищемирський В. С., 2019. С. 52–55.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE ICT DEVELOPMENT LEVEL IN THE CIS AND THE EUROPEAN UNION

O.N. BUDKO

*Associate Professor of the Department
of Mathematical and Information
Support of Economic Systems, PhD in
Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor*

O.S. MIKHAILOVA

Student of GrSU

*Yanka Kupala State University of Grodno, Republic of Belarus
E-mail: budko_on@mail.ru, olmikhailova@gmail.com*

Abstract. In the article for the countries of the European Union and the CIS, using the method of the principal components of factor analysis, an integral indicator of the level of development of information and communication technologies (ICT) is constructed. The rating of countries is built and analyzed; indicators are identified that have the greatest impact on the integral indicator of the level of ICT development. A system of 11 indicators was used.

Keywords: the level of ICT development, integrated indicator, the method of principal components, rating.