

Методика построения индекса интеллектуальной подсистемы электронной экономики

Беляцкая Татьяна Николаевна,

*кандидат экономических наук, доцент,
заведующая кафедрой менеджмента*

*Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники
(г. Минск, Беларусь)*

Князькова Вероника Святославовна,

преподаватель кафедры менеджмента

*Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники
(г. Минск, Беларусь)*

В статье предложена методика построения индекса развития интеллектуальной составляющей электронной экономической системы. Индексный метод является достаточно популярным в анализе сложных систем благодаря тому, что он обеспечивает компаративность данных в пространстве (сравнимость по странам и регионам с различной геолокацией) и времени. Данная методика является универсальной и может быть использована для построения любого композитного показателя.

In the article a methodology of constructing an intellectual dimension of socio-economic systems development index is proposed. The index method is quite popular in the analysis of complex systems due to the fact that it provides comparability of data in space (comparability across countries and regions with different geolocation) and time. This technique is universal and can be used to construct any composite index.

Введение. Интеллектуальный потенциал, интеллектуальный капитал, знания, навыки, экономика знаний – все эти вопросы без сомнения были актуальными на протяжении всей истории человека разумного. Но сегодня можно видеть небывалый всплеск интереса к данной проблематике, обусловленный быстрыми и глобальными изменениями, происходящими в социально-экономических системах как на макро-, так и на микроуровнях. Перед исследователями стоит целый комплекс задач от теоретического обоснования базовых методологических концепций до управления интеллектуальной подсистемой общества.

В социально-экономических науках задачи мониторинга различных процессов решается при помощи построения так называемых композитных индексов (иногда вместо термина «композитный индекс» в литературе используются такие термины, как «интегральный индикатор», «интегральный показатель», «интегральная характеристика», «синтетическая категория») [11,

13, 16]. Интегральные индексы разрабатываются различными организациями и исследователями; как правило, они основываются на нескольких показателях либо субиндексах, которые связаны между собой определенным методологическим подходом. Основная задача, стоящая перед разрабатываемым индексом, – оценить развитие страны в определенном направлении, причем оценка может выглядеть как ранг страны относительно других стран либо как выраженное в числовом виде значение, соответствующее определенному уровню развития.

В самом общем виде под показателем (индикатором) понимают качественное или количественное значение (меру), полученное в результате наблюдений, которое характеризует определенным образом объект наблюдения. Если наблюдения проводятся через определенный промежуток времени, индикатор может указать на изменения (выявить тренд), происходящие с объектом исследования во времени. Композитный индекс

формируется путем объединения отдельных показателей в интегральный индекс по определенным алгоритмам; он является оптимальным инструментом анализа многомерных объектов, которые не могут быть описаны только одним показателем, например конкурентоспособность, устойчивость и т.п.

Отметим, что концепции построения композитных показателей присущи как достоинства, так и недостатки [4, 5]. К достоинствам можно отнести следующее:

1) объединяет сложные явления социально-экономической действительности в единую оценку, способствуя тем самым принятию управленческих решений;

2) легче интерпретировать один композитный индикатор, чем множество разрозненных показателей;

3) с их помощью можно оценить прогресс социально-экономической системы во времени, а также сравнивать сложные объекты между собой.

Композитным показателям также присущи следующие недостатки:

1) в некоторых случаях они могут страдать погрешностями построения, допускать ошибочное толкование ими вести к упрощенным экономическим и политическим выводам;

2) существует риск злоупотребления ими, например, для обоснования желаемой политики, если процесс их построения не является транспарентным и/или не опирается на прочные статистические или концептуальные принципы;

3) выбор индикаторов и их весовых коэффициентов также может быть предметом споров и разногласий и приводить к просчетам в управленческих решениях.

Основная часть. Электронную (цифровую) экономику определим как совокупность экономических отношений в области производства, распределения, обмена и конечного потребления материальных ценностей, имеющих разную степень электронно-информационного компонента, формируемых и реализуемых в ИКТ-среде с целью воспроизводства капитала и повышения качества жизни. Также электронная (цифровая) экономика может рассматриваться как эволюционная стадия развития экономической системы (вслед за традиционной и индустриальной), основным фактором роста которой становится конвергенция ИКТ и иных отраслевых технологий, порождающая новую отрасль экономики – электронный бизнес. Так, например, результатом слияния ИКТ с финансами стал финтек, с инструментами продаж и маркетинга – электронная коммерция, с технологиями автомобилестроения – смартавто.

К тому же конвергенция ИКТ и важнейших технологий промышленности способствует сокращению времени производственных, сервисных и коммерческих циклов, снижению издержек управления, уменьшению использования входных ресурсов (энергетических, персонала, сырья и материалов). Этот эффект может быть достигнут в результате применения новейших ИКТ, к которым прежде всего относятся: искусственный интеллект, блокчейн, смартконтракты, промышленный и бытовой IoT, дополненная реальность и дополненный человек [7, 9, 10].

Электронная экономика как новый тип экономической системы характеризуется:

– стремлением к децентрализации, что организационно проявляется в распределенных структурах;

– увеличением автономности (от человека как субъекта управления) механизма управления, а именно стремлением к увеличению роботизации процесса управления (в том числе принятия решения) экономикой;

– типом потребляемого дополнительного ресурса (интеллектуальный ресурс, ресурс телекоммуникационных сетей и ИТ);

– возможностью системы хранить информацию об осуществлении деятельности, в том числе хозяйственной;

– постоянным изменением правил и технологичной функционирования системы;

– увеличением экономической зависимости от электронных компонентов, в том числе от данных, накапливаемых и передаваемых с их помощью, и от информационных технологий, принадлежащих третьим лицам;

– главенствующей ролью науки и ИКТ в производстве;

– открытостью данных, коммерческой информации, технологий;

– проектированием хозяйственной деятельности как мультикультурной и межгосударственной системы;

– расширением функций инновационного менеджмента (наращиванием скоростей управляемых изменений).

Таким образом, в электронной экономике огромную роль играет интеллектуальная составляющая [8]. Предложим методику построения интегрального индекса развития интеллектуальной составляющей электронных экономических систем (ИрИС). Она основана на Руководстве ОЭСР по построению композитных показателей [4], рекомендациях Центра компетенций по построению композитных индикаторов и систем показателей Европейской Комиссии [1], Методо-



Рисунок 1 – Методика построения ИрИС

Примечание – Источник: собственная разработка на основе [1, 4, 14, 15]

логических подходов к построению опережающих индикаторов социально-экономического развития государств – членов ТС и ЕЭП [14] с учетом основополагающих принципов официальной статистики ООН [15]. Методика состоит из шести последовательных шагов (рис. 1).

Рассмотрим каждый шаг предлагаемой методики подробнее.

1. Теоретический анализ изучаемого объекта. Данный этап предполагает разработку концептуальной схемы анализируемого объекта, его операционализацию и выделение составляющих его элементов. Такая схема для ИС электронной экономической системы приведена на рисунке 2.

2. Отбор показателей. Данный этап является, пожалуй, творческим «сердцем» методики построения композитного показателя. Именно он дает возможность исследователю проявить свои знания, опыт и интуицию; именно он может явиться камнем преткновения в научном диспуте, так как не существует четких указаний, как и какие именно показатели следует включить в итоговый индекс. Тем не менее, существует ряд требований, которым должны удовлетворять данные показатели. Прежде всего, это релевантность, точность, своевременность и пунктуальность, доступность, интерпретируемость и согласованность данных.

3. Вставка пропущенных значений. Если в статистических базах данных отсутствует информация по какой-либо стране за какой-либо год, необходимо вставить пропущенное значение. Для этого нами была использована линейная интерполяция, то есть способ нахождения проме-

жуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений [12].

4. Нормирование исходных показателей. Нормирование показателей является необходимым для включения их в композитный индикатор. Это связано с тем, что используемые показатели имеют разную размерность, следовательно, не удовлетворяют требованию согласованности. Нормирование представляет собой линейное преобразование всех значений функции $y=f(x)$ таким образом, чтобы значения функции попадали в сопоставимые по величине интервалы. В [4] рассматриваются девять методов нормировки исходных показателей. При построении индекса интеллектуального потенциала мы предлагаем использовать линейное преобразование к единой шкале от нуля до единицы (т.н. линейная нормировка по «минимуму»), так как исходные показатели x_i , полученные из баз данных Всемирного банка, плотно и равномерно заполняют интервал, определенный эмпирическим размахом данных. Такой способ нормирования позволяет получить функцию $y^{норм}=f(x)$ с минимальным интервалом значений x_0, x_1, \dots, x_n , что повышает итоговую точность конструируемого интегрального показателя.

5. Определение весов и построение итогового показателя. На данном этапе необходимо определить важность отобранных частных показателей через установление весовых коэффициентов, используемых в интегральных функциях.

Методика многих существующих композитных индикаторов предполагают назначение равных весов входящих в них показателей. Предлагаемая методика построения индекса интеллек-

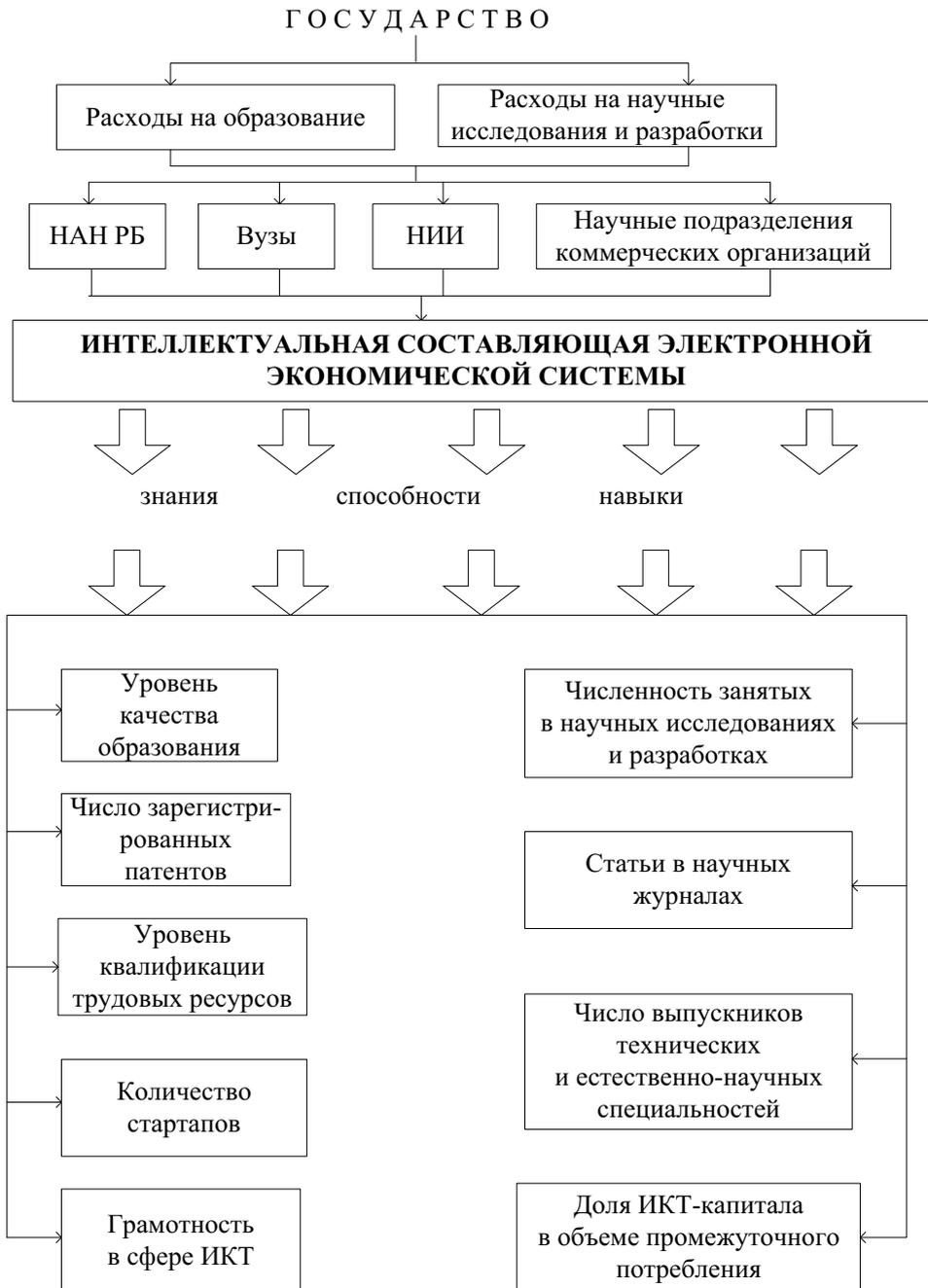


Рисунок 2 – Концептуальная схема ИС электронной экономической системы

Примечание – Источник: собственная разработка

туального потенциала таким образом предусматривает введение весовых коэффициентов, но итоговый индекс был построен с учетом равной значимости входящих в него показателей.

Композитный показатель $I_{i,t}$, относящийся к объекту i в момент времени t , найдем по формуле 1:

$$I_{i,t} = w_1 P_{i,t}^1 + \dots + w_k P_{i,t}^k \quad (1)$$

6. Установление связей с другими показателями. Композитный показатель чаще всего строится

не только для динамической характеристики какой-либо системы. В круг задач входит также выявление тех факторов, которые влияют на объект исследования, а также тех, на которые оказывает влияние сам объект. Композитный показатель делает возможным сравнение, сопоставление объектов (систем, явлений) между собой. Поэтому целесообразно провести для начала корреляционный анализ между построенным индикатором и уже существующими комплексными индикаторами либо показателями для подтверждения (либо опровержения) теоретических выкладок,

Таблица 1 – Итоговый индекс развития интеллектуальной составляющей социально-экономических систем

Страна	Индекс	Ранг	Страна	Индекс	Ранг
Израиль	0,5626	1	Казахстан	0,3045	54
Финляндия	0,5595	2	Болгария	0,3037	55
Швейцария	0,5548	3	Армения	0,3020	56
Дания	0,5412	4	Монголия	0,3016	57
Швеция	0,5412	5	Перу	0,2923	58
Исландия	0,5283	6	Парагвай	0,2911	59
Республика Корея	0,5038	7	Боливия	0,2904	60
США	0,4949	8	Куба	0,2901	61
Япония	0,4938	9	Иордания	0,2896	62
Норвегия	0,4802	10	Грузия	0,2869	63
Нидерланды	0,4748	11	Уругвай	0,2824	64
Канада	0,4691	12	Таиланд	0,2816	65
Германия	0,4585	13	Тринидад и Тобаго	0,2795	66
Ирландия	0,4584	14	Катар	0,2784	67
Великобритания	0,4574	15	Бразилия	0,2779	68
Новая Зеландия	0,4561	16	Кувейт	0,2756	69
Бельгия	0,4557	17	Ливан	0,2727	70
Австралия	0,4513	18	Македония	0,2726	71
Франция	0,4439	19	Китай	0,2708	72
Австрия	0,4307	20	Румыния	0,2695	73
Сингапур	0,4300	21	Панама	0,2682	74
Эстония	0,4289	22	Марокко	0,2655	75
Словения	0,4258	23	Азербайджан	0,2650	76
Украина	0,3885	24	Колумбия	0,2642	77
Россия	0,3858	25	Гайана	0,2587	78
Литва	0,3822	26	Кыргызстан	0,2575	79
Тунис	0,3734	27	Гана	0,2550	80
Латвия	0,3686	28	Вьетнам	0,2543	81
Испания	0,3655	29	Индия	0,2478	82
Беларусь	0,3641	30	Филиппины	0,2460	83
Португалия	0,3476	31	Алжир	0,2438	84
Малайзия	0,3466	32	Сектор Газа	0,2433	85
Чехия	0,3462	33	Сальвадор	0,2421	86
Оман	0,3455	34	Турция	0,2298	87
Польша	0,3440	35	Эквадор	0,2293	88
Кипр	0,3428	36	Сирия	0,2291	89
Мальта	0,3369	37	Доминиканская Республика	0,2287	90
Молдова	0,3361	38	Таджикистан	0,2267	91
Мексика	0,3358	39	Гватемала	0,2252	92
Италия	0,3339	40	Египет	0,2143	93
Венесуэлла	0,3306	41	Албания	0,2124	94
Иран	0,3275	42	Индонезия	0,2114	95
Венгрия	0,3262	43	Гамбия	0,2098	96
Хорватия	0,3225	44	Буркина-Фасо	0,1956	97
Аргентина	0,3197	45	Шри-Ланка	0,1833	98
Саудовская Аравия	0,3191	46	Мадагаскар	0,1723	99
Кения	0,3191	47	Непал	0,1708	100
Чили	0,3183	48	Мозамбик	0,1620	101
Словакия	0,3167	49	Бангладеш	0,1599	102
Бахрейн	0,3127	50	Бенин	0,1561	103
Сербия	0,3103	51	Бурунди	0,1539	104
Греция	0,3096	52	Ангола	0,1323	105
Коста-Рика	0,3078	53	Эфиопия	0,1224	106

Примечание – Источник: собственная разработка

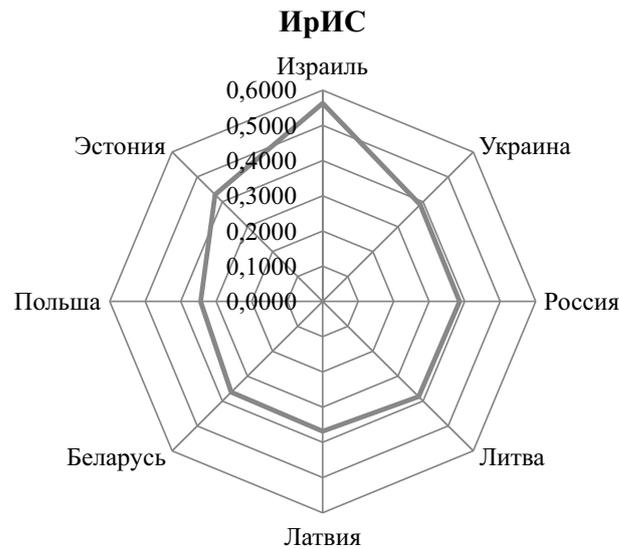


Рисунок 3 – Сравнение результатов полученных результатов
Примечание – Источник: собственная разработка

полученных в результате выполнения первого шага данной методики.

На основании данной методики был разработан Ирис, который был рассчитан для 106 стран мира: Австралия, Австрия, Азербайджан, Албания, Алжир, Ангола, Аргентина, Армения, Бангладеш, Бахрейн, Беларусь, Бельгия, Бенин, Болгария, Боливия, Бразилия, Буркина-Фасо, Бурунди, Великобритания, Венгрия, Венесуэлла, Вьетнам, Сектор Газа, Гайана, Гамбия, Гана, Гватемала, Германия, Греция, Грузия, Дания, Доминиканская Республика, Египет, Израиль, Индия, Индонезия, Иордания, Иран, Исламская Республика, Ирландия, Исландия, Испания, Италия, Казахстан, Канада, Катар, Кения, Кипр, Китай, Колумбия, Корея, Республика Коста-Рика, Куба, Кувейт, Кыргызстан, Латвия, Ливан, Литва, Мадагаскар, Македония, Малайзия, Мальта, Марокко, Мексика, Мозамбик, Молдова, Монголия, Непал, Нидерланды, Новая Зеландия, Норвегия, Оман, Панама, Парагвай, Перу, Польша, Португалия, Россия, Румыния, Сальвадор, Саудовская Аравия, Сербия, Сингапур, Сирия, Словакия, Словения, Соединенные Штаты, Таджикистан, Таиланд, Тринидад и Тобаго, Тунис, Турция, Украина, Уругвай, Филиппины, Финляндия, Франция, Хорватия, Чехия, Чили, Швейцария, Швеция, Шри-Ланка, Эквадор, Эстония, Эфиопия, Япония.

В данном исследовании были использованы статистические данные Всемирного банка [3], что обеспечило соблюдение требований точности, своевременности, пунктуальности, доступности, интерпретируемости и согласованности данных. Требование релевантности данных было соблюдено следующим образом. В композитный пока-

затель включались показатели, которые соответствовали структурно-логической схеме, полученной из шага 1.

К ресурсной составляющей были отнесены такие показатели, как текущие расходы в учреждениях высшего образования к общим расходам, в процентах ($P_{тек}$); продолжительность обязательного базового образования, лет ($T_{баз}$); расходы на образование как процент общих государственных расходов ($PO_{%расх}$); расходы на образование как процент ВВП ($PO_{%ВВП}$); расходы на НИКОР, процент ВВП ($P_{%ВВП}$); число университетов на 1 тыс. человек ($У$). К результативной составляющей были отнесены следующие показатели: индекс образования ($I_{обр}$), трудовые ресурсы с высшим образованием, процент от общего числа ($T_{во}$); процент выпускников вузов по инженерно-техническим, производственным и строительным специальностям ($ВВП_{интс}$); процент выпускников вузов по естественно-научным специальностям ($ВВП_{ене}$); количество поданных резидентами патентов в расчете на 1 млн человек ($P_{рез}$); платежи за использование объектов интеллектуальной собственности, поступления, в долл. США на душу населения ($ПЛ_{ис}$); численность исследователей, занятых в НИОКР, на 1 млн человек ($И$); число статей в естественно-научных журналах в расчете на 1 млн человек ($С$).

Результаты представлены в таблице 1.

Из таблицы видно, что Республика Беларусь занимает 30-е место из 106 стран. Лидирующие места по Ирис принадлежат Израилю, Финляндии и Швейцарии.

На рисунке 3 представлен уровень развития Ирис Беларуси по сравнению с некоторыми

странами, в том числе близкими по географическому положению (Россия, Литва, Латвия, Польша, Эстония, Украина), а также мировыми лидерами (Израиль).

Таким образом, развитие электронной экономики во многом определяется развитием интеллектуальной составляющей электронной экономической системы. Увеличивая расходы на образование, на НИОКР, повышая престиж высшего образования в целом, в том числе инженерно-технических, производственных и строительных специальностей, естественно-научных специальностей, инвестируя в научные исследования государство способствует развитию не только интеллектуального и инновационного потенциала страны, но и электронной экономической системы.

Литература

1. 10 Step Guide [Electronic resource] / Competence Centre on Composite Indicators and Scoreboards, European Commission, 2018. – Mode of access: <https://composite-indicators.jrc.ec.europa.eu/?q=10-step-guide>. – Date of access: 08.04.2018.
2. Bandura, R. A Survey of Composite Indices Measuring Country Performance: 2008 Update [Electronic resource] / R. Bandura // United Nations Development Programme. – New York, 2008. – Mode of access: http://old.usc.ac.ir/IPWebV1C035/TemplateFileFolder/10-8-2013/OriginalFolder/0a6e29c4-1fa6-4496-a362-000f0851d4fc_indices_2008_bandura.pdf. – Date of access: 08.04.2018.
3. DataBank. The World Bank [Electronic resource]. – Mode of access: <http://databank.worldbank.org/data/home.aspx>. – Date of access: 30.05.2017.
4. Handbook on Constructing Composite Indicators. Methodology and User Guide [Electronic resource] / OECD, 2008. – Mode of access: <https://www.oecd.org/sdd/42495745.pdf>. – Date of access: 08.04.2018.
5. Saltelli, A. Composite Indicators between Analysis and Advocacy / A. Saltelli // Social Indicators Research. – 2007. – Vol. 81, №1. – P. 65–77.
6. Sharpe, A. Literature Review of Frameworks for Macro-indicators [Electronic resource] / A. Sharpe // Centre for the Study of Living Standards. – Ottawa, 2004. – Mode of access: <https://core.ac.uk/download/pdf/7033316.pdf>. – Date of access: 08.04.2018.
7. Беляцкая, Т. Н. Методики сравнительного анализа систем электронной экономики / Т. Н. Беляцкая // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – №10 (64). – С. 75–84.
8. Беляцкая, Т. Н. Цифровой капитал и интеллектуальный потенциал электронной экономики / Т. Н. Беляцкая, В. С. Князькова // Человеческий капитал в формате цифровой экономики: сб. докладов междунар. науч. конф., посвященной 90-летию С. П. Капицы, Москва, 16 февраля 2018 г. – М. : Редакционно-издательский дом РосНОУ, 2018. – 432 с. – С. 64–72.
9. Беляцкая, Т. Н. Экосистема электронных рынков и факторы, ее определяющие / Т. Н. Беляцкая // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2017. – Т. 10, №6. – С. 9–17.
10. Беляцкая, Т. Н. Экосистема электронной экономики: идентификация и проблематика / Т. Н. Беляцкая // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2017. – Т. 6, №3 (20). – С. 55–59.
11. Борзых, Д. А. О способе построения динамически сопоставимых композитных индексов / Д. А. Борзых, К. К. Фурманов, И. К. Чернышева // Вестник НГУЭУ. – 2016. – №4. – С. 67–83.
12. Волченко, Ю. М. Интерполяция функций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://math.volchenko.com/Lectures/Interpol.pdf>. – Дата доступа: 13.04.2018.
13. Жгун, Т. В. Алгоритм построения интегрального индикатора качества сложной системы для ряда последовательных наблюдений / Т. В. Жгун // Вестник ЮУрГУ. – 2017. – Т. 6, №1. – С. 5–25.
14. Методологические подходы к построению опережающих индикаторов социально-экономического развития государств – членов ТС и ЕЭП [Электронный ресурс] / Евразийская экономическая комиссия, Москва, 2014. – Режим доступа: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/integr_i_makroec/dep_makroec_pol/investigations/Documents/LEI_meths.pdf. – Дата доступа: 08.04.2018.
15. Основополагающие принципы официальной статистики [Электронный ресурс] : одобр. резолюцией 68/261 Генер. Ассамблеи, 29 янв. 2014 г. // Организация Объединенных Наций. – Режим доступа: <https://unstats.un.org/unsd/dnss/gp/FP-New-R.pdf>. – Дата доступа: 08.04.2018.
16. Проблемы и инструменты аналитики инновационного развития субъектов РФ / Г. А. Унтура [и др.] // Вестник НГУ. – 2014. – Т. 14, №1. – С. 81–100.