
РАЗРАБОТКА ИНДЕКСА ПРИОРИТЕТНОСТИ СОТРУДНИЧЕСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ С РАЗВИВАЮЩИМИСЯ СТРАНАМИ АЗИИ, АФРИКИ И ЛАТИНСКОЙ АМЕРИКИ

Н.В. Дюжева, С.А. Балашова

Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

Статья посвящена разработке и практической апробации методики ранжирования развивающихся стран Азии, Африки и Латинской Америки по признаку их приоритетности для Российской Федерации при развитии сотрудничества в космической сфере на основе единого интегрального показателя ранжирования, объединяющего многокритериальные характеристики анализируемых стран.

Публикация отражает результаты расчетов на базе статистических и информационно-аналитических данных о странах. В предыдущей публикации (№ 4 за 2012 г.) описаны методологические подходы к ранжированию стран по единому интегральному показателю. В результате качественного и количественного анализа отобраны восемь групп показателей, влияющих на динамику развития космической отрасли развивающейся страны и степень ее заинтересованности в развитии отношений с Россией. На их основе модифицированным методом главных компонент построены субиндексы, которые формируют интегральный индекс приоритетности сотрудничества. В результате исследования показано, что наибольший приоритет в развитии сотрудничества имеют Китай (с большим отрывом), Индия и Бразилия. На базе построенного рейтинга выбраны пять стран, ключевые для развития сотрудничества в космической отрасли в каждом из трех регионов мира.

Ключевые слова: космическая отрасль, сотрудничество в космической сфере, ракетно-космическая промышленность, рынок услуг и объектов космической деятельности, ранжирование стран, метод главных компонент, экспорт высокотехнологичной продукции, сотрудничество с развивающимися странами.

Реализация методологии для построения индекса приоритетности сотрудничества Российской Федерации в космической отрасли с развивающимися странами Азии, Африки и Латинской Америки

На первом этапе исследования необходимо провести качественный анализ взаимосвязи показателей групп с искомыми промежуточными индикаторами (субиндексами).

Группа основных макроэкономических показателей развития страны (группа 1). Ограничиваясь наблюдаемым диапазоном изменений значений показателей, можно принять, что монотонно возрастающий характер связи имеют показатели: темпы экономического роста (X11), объем ВВП стран в текущих ценах (X12), ВНД на душу населения по паритету покупательной способности валют (X13), валовые внутренние инвестиции в процентах от ВВП (X14), валовые сбережения в процентах от ВВП (X15). Монотонно убывающей связью с искомым индикатором характеризуются показатели: доля населения страны, живущего ниже прожиточного минимума, установленного в стране (X16), и уровень безработицы в процентах от экономически активного населения (X17). Поэтому для унификации исходных показателей X11, X12, X13, X14 и X15 применяется преоб-

разование (1a), а для унификации показателей X16 и X17 — преобразование (1b). За максимум и минимум принимается максимум и минимум наблюдаемых значений исходных показателей, и используется шкала, в которой $N = 10$. Таким образом, наибольшее значение унифицированного показателя, равное 10, присваивается стране с наибольшим (среди всех стран, включенных в анализ) значением данного исходного показателя, а наименьшее значение, равное 0, — стране с наименьшим значением.

Для определения числа индикаторов, необходимых для характеристики данной группы, проводится анализ группы унифицированных показателей методом главных компонент. Расчеты проведены в программе Eviews (версия 6.0), результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Анализ группы унифицированных показателей
социально-экономического развития методом главных компонент**

Eigenvalues: (Sum = 7, Average = 1)							
Number	Value	Difference	Proportion	Cumulative Value	Cumulative Proportion		
1	2,751	1,475	0,393	2,751	0,393		
2	1,276	0,355	0,182	4,027	0,575		
3	0,921	0,223	0,132	4,948	0,707		
4	0,698	0,050	0,100	5,646	0,807		
5	0,649	0,154	0,093	6,295	0,899		
6	0,495	0,284	0,071	6,790	0,970		
7	0,210	—	0,030	7,000	1,000		
Eigenvectors (loadings):							
Variable	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6	PC 7
X11_U	0,301	0,003	0,749	-0,558	-0,013	0,170	-0,087
X12_U	0,241	0,518	0,392	0,638	0,333	-0,022	0,040
X13_U	0,327	-0,593	0,227	0,299	-0,234	-0,375	0,454
X14_U	0,400	0,481	-0,300	-0,228	-0,308	0,137	0,594
X15_U	0,503	0,120	-0,164	0,070	-0,434	-0,307	-0,647
X16_U	0,413	-0,355	-0,187	0,221	0,116	0,770	-0,117
X17_U	0,401	-0,095	-0,286	-0,294	0,733	-0,353	0,011
Ordinary correlations:							
	X11_U	X12_U	X13_U	X14_U	X15_U	X16_U	X17_U
X11_U	1,000						
X12_U	0,218	1,000					
X13_U	0,271	-0,003	1,000				
X14_U	0,219	0,309	-0,036	1,000			
X15_U	0,267	0,288	0,403	0,647	1,000		
X16_U	0,192	0,085	0,475	0,267	0,422	1,000	
X17_U	0,213	0,131	0,266	0,340	0,415	0,423	1,000

В первой части таблицы приведены собственные числа ковариационной матрицы в порядке убывания, т.е. $\lambda_1 = 2,751$, $\lambda_2 = 1,276$ и т.д. (см. графу Value в табл. 1). Относительная доля дисперсии, обусловленная одной главной компонентой, равна 0,393, двумя компонентами –0,575 (см. графу Cumulative Proportion в табл. 1). Таким образом, при заданном уровне точности (условие (3)) данная группа показателей может быть охарактеризована как минимум двумя индикаторами.

Во второй части таблицы приведены компоненты собственных векторов (так называемая матрица нагрузок). Первая главная компонента $Z^{(1)}$ представляет собой линейную комбинацию исходных показателей, где коэффициентами являются компоненты первого собственного вектора, т.е.

$$Z^{(1)} = 0,3 \cdot X11_U + 0,24 \cdot X12_U + 0,33 \cdot X13_U + \\ + 0,4 \cdot X14_U + 0,5 \cdot X15_U + 0,4 \cdot X16_U + 0,4 \cdot X17_U. \quad (7)$$

Как видим, первые три показателя входят в первую главную компоненту с меньшими коэффициентами, чем показатели, характеризующие инвестиции и сбережения ($X14_U$ и $X15_U$), а также уровень благосостояния населения ($X16_U$ и $X17_U$). Заметим, однако, что при построении главных компонент сумма коэффициентов линейного разложения не равна единице (единице равна сумма квадратов коэффициентов), что делает невозможной интерпретацию коэффициентов как долю каждого показателя в итоговом значении главной компоненты.

В последней части таблицы приведена матрица парных корреляций унифицированных показателей. Наиболее тесную взаимосвязь имеют показатели $X14_U$ (унифицированные валовые внутренние инвестиции в % от ВВП) и $X15_U$ (унифицированные валовые сбережения в % от ВВП). Значимую корреляционную связь имеют между собой унифицированные показатели $X16$ (доля населения страны, живущая за чертой бедности) и $X17$ (уровень безработицы), а также оба эти показателя — с $X15$. Значимую корреляционную связь имеют между собой показатели $X13$ (ВНД на душу населения по паритету покупательной способности) и $X16$ (доля населения страны, живущая за чертой бедности) (для унифицированных показателей корреляция положительна, а для исходных показателей — отрицательна). Остальные показатели менее тесно связаны друг с другом.

В данной ситуации не существует решения проблемы построения единственного интегрального индикатора в виде первой главной компоненты, с приемлемой точностью описывающего исходный набор показателей. В исходном наборе существуют слабо коррелированные показатели, хотя каждый из них вносит существенный вклад в построение первой главной компоненты и по смыслу должен входить в построение интегрального индикатора, характеризующего уровень социально-экономического развития.

В соответствии с изложенным выше алгоритмом исходная группа показателей социально-экономического развития разбивается на две подгруппы. Отнесение показателей к одной подгруппе производится исходя из двух условий: они должны характеризовать какой-то один аспект рассматриваемой категории и одновременно иметь относительно высокий уровень взаимной коррелированности [2], т.е. в определенной степени основывается на аналитической оценке, подкрепляемой расчетом корреляционных связей.

В первую подгруппу выделяются следующие показатели: ежегодные темпы роста ВВП, % ($X11$), ВВП стран в текущих ценах ($X12$), валовые внутренние инвестиции в % от ВВП ($X14$), валовые сбережения в % от ВВП ($X15$). Эта подгруппа характеризует динамику экономического роста страны и потенциал стабильности экономического развития за счет сбалансированности инвестиций и сбережений.

Вторая подгруппа отражает благосостояние населения и формируется из показателей: ВНД на душу населения по паритету покупательной способности (X13), доля населения страны, живущая за чертой бедности (X16), уровень безработицы (X17).

Для каждой подгруппы используются унифицированные показатели и находятся собственные значения и собственные вектора ковариационной матрицы. Результат приведен в табл. 2. Как видно из таблицы, первая главная компонента описывает более 50% дисперсии унифицированных показателей для обеих подгрупп.

Таблица 2

Анализ первой и второй подгрупп унифицированных показателей методом главных компонент

Первая подгруппа			Вторая подгруппа		
Eigenvalues: (Sum = 4, Average = 1)			Eigenvalues: (Sum = 3, Average = 1)		
Number	Value	Cumulative Proportion	Number	Value	Cumulative Proportion
1	2,017	0,504	1	1,782	0,594
2	0,863	0,720	2	0,737	0,84
3	0,770	0,913	3	0,482	1,00
4	0,350	1,000			
Eigenvectors (loadings):			Eigenvectors (loadings):		
Variable	PC 1	PC 2	Variable	PC 1	PC 2
X11_U	0,370	0,812	X13_U	0,564	-0,64
X12_U	0,423	0,284	X16_U	0,631	-0,073
X14_U	0,582	-0,392	X17_U	0,533	0,765
X15_U	0,588	-0,327			

В соответствии с формулой (5b)* и результатами расчета компонент собственного вектора PC1, приведенного в табл. 2, интегральный индикатор первой подгруппы имеет вид

$$Y_{11} = \sum l_j^2 X_{1j_U} = 0,14X_{11_U} + 0,18X_{12_U} + 0,34X_{14_U} + 0,34X_{15_U}. \quad (8a)$$

Как видно из формулы (8a), для построения интегрального индикатора потенциала экономического роста в равной степени важны такие показатели, как уровень инвестиций и уровень сбережений в % от ВВП.

Для второй подгруппы имеем:

$$Y_{12} = \sum l_j^2 X_{1j_U} = 0,32X_{13_U} + 0,4X_{16_U} + 0,28X_{17_U}. \quad (8b)$$

Вторая подгруппа состоит из трех показателей, наибольшую дисперсию из них имеет показатель X16_U (доля населения страны, живущая за чертой бед-

* См.: Вестник РУДН. Серия «Экономика». — 2012. — № 4.

ности, в унифицированном виде), в соответствии с чем он имеет и больший вес при формировании индикатора второй подгруппы.

Для построения сводного интегрального индикатора группы социально-экономических показателей вычисляется взвешенное евклидово расстояние от каждой страны до эталона по формулам (6a-b). Для рассматриваемой группы веса, характеризующие долю дисперсии индикатора подгруппы, равны

$$v_{11} = 0,4; v_{12} = 0,6.$$

Сводный интегральный индикатор определяется по формуле (6с), он измеряется в той же шкале, что и унифицированные показатели, т.е. его значения варьируются от 0 (минимально возможное) до 10 (максимально возможное).

Как видно из рис. 1, распределение индикатора близко к нормальному со средним значением 4,27 и стандартным отклонением 1,28. В рассмотренной группе стран наибольшее значение интегрального индикатора Y1 имеет Катар (значение Y1 = 7,67), наименьшее — Свазиленд (Y1 = 0,63). Более 70% стран имеют значение индикатора, отличающееся от среднего не более чем на одно стандартное отклонение.

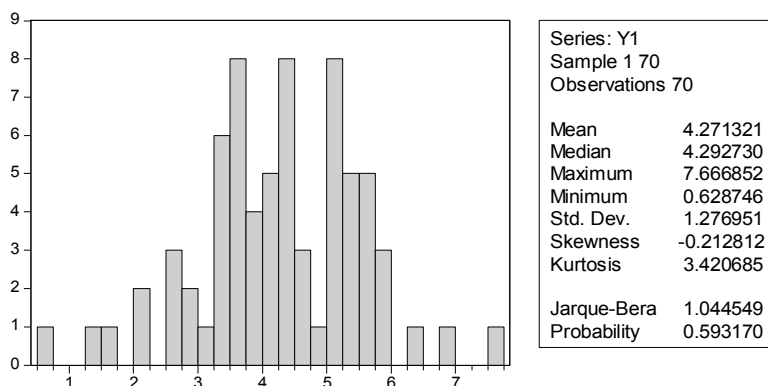


Рис. 1. Гистограмма и описательные статистики сводного интегрального индикатора группы социально-экономических показателей

Для более наглядного представления о вкладе каждого показателя в сводный индикатор группы оценим регрессию Y1 на показатели группы (без свободного члена). В результате имеем:

$$Y1 = 0,067 \cdot X11_U + 0,044 \cdot X12_U + 0,113 \cdot X13_U + 0,141 \cdot X14_U + 0,153 \cdot X15_U + 0,216 \cdot X16_U + 0,169 \cdot X17_U. \quad (9)$$

Сравнение формул (7) и (9) и использование стандартного метода главных компонент, а также модифицированной главной компоненты, показывает, что наибольшие веса имеют унифицированные показатели X14, X15, X16 и X17. Наименьший вклад имеет унифицированное значение ВВП страны. Заметим, что именно этот показатель имеет наименьшую дисперсию из всех рассмотренных показателей для изучаемой группы стран.

Группа показателей финансовой стабильности и платежеспособности стран (группа 2). Все показатели данной группы непосредственно измеримы, могут принимать непрерывные числовые значения, имеют различные средние и дисперсии. Анализ корреляционных связей (табл. 3) показывает очень тесную корреляционную связь факторов X21 (сальдо счета текущих операций платежного баланса) и X26 (совокупные резервы). С остальными показателями эти факторы не имеют значимых корреляционных связей. Умеренную положительную корреляцию имеют показатели X23 (совокупный объем внешнего долга в % от ВВП) и X24 (совокупные платежи по обслуживанию внешнего долга в % от экспорта). Заметную отрицательную корреляцию имеют X22 (профицит/дефицит государственного бюджета в % от ВВП) и X25 (совокупный долг государственных органов в % от ВВП). Остальные факторы имеют слабые и, как правило, незначимые корреляционные связи. Из этого следует, что для описания группы финансовых показателей одной главной компоненты явно недостаточно.

Таблица 3

Матрица парных корреляций группы показателей финансовой стабильности и платежеспособности

	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X27
X21	1,00	0,16	-0,14	-0,16	-0,13	0,9***	-0,11
X22		1,00	-0,09	-0,1	-0,37***	0,00	-0,2*
X23			1,000	0,61***	0,424	-0,182	0,040
X24				1,00	0,21*	-0,09	0,26**
X25					1,00	-0,01	0,11
X26						1,00	-0,07
X27							1,00

*, **, *** — значимость на 10-, 5-, 1%-ном уровне соответственно.

Для унификации исходных показателей применено преобразование (1а) для показателей X21, X22, X26 (их рост соответствует росту сводного индекса финансовой стабильности и платежеспособности), для остальных показателей применено преобразование (1б) (их рост соответствует снижению сводного индекса финансовой стабильности и платежеспособности).

Анализ группы унифицированных показателей второй группы методом главных компонент (табл. 4) говорит о необходимости разбиения исходной группы на подгруппы.

Таблица 4

Анализ группы унифицированных показателей финансовой стабильности и платежеспособности методом главных компонент

Eigenvalues: (Sum = 7, Average = 1)					
Number	Value	Difference	Proportion	Cumulative Value	Cumulative Proportion
1	2,31	0,69	0,33	2,31	0,33
2	1,62	0,49	0,23	3,94	0,56
3	1,14	0,16	0,16	5,07	0,72
4	0,98	0,41	0,14	6,05	0,86
5	0,57	0,26	0,08	6,62	0,95
6	0,31	0,24	0,04	6,93	0,99
7	0,07	—	0,01	7,00	1,00

Как видно из таблицы, собственные значения ковариационной матрицы убывают недостаточно быстро (разница между первым и вторым значениями меньше 1), доля дисперсии, соответствующая первой главной компоненте, равна 0,33, т.е. как и было указано выше, одной главной компоненты недостаточно для воспроизведения группы исходных показателей без существенной потери информативности. Две главные компоненты описывают уже 56% дисперсии исходной совокупности показателей. Однако в соответствии со слабой коррелированностью факторов и с учетом качественных свойств показателей второй группы разобьем исходную совокупность на три подгруппы.

В первую подгруппу отнесем показатели, характеризующие платежеспособность: X21 (сальдо счета текущих операций платежного баланса) и X26 (совокупные резервы). Ко второй подгруппе отнесем показатели X22 (профицит/дефицит государственного бюджета в % от ВВП) и X27 (годовые темпы инфляции), а к третьей — X23 (совокупный объем внешнего долга в % от ВВП), X24 (совокупные платежи по обслуживанию внешнего долга в % от экспорта) и X25 (совокупный долг государственных органов в % от ВВП). Показатели второй подгруппы относятся к бюджетным характеристикам, а показатели третьей подгруппы отражают долговою нагрузку страны.

Для каждой подгруппы используются унифицированные показатели и находятся собственные значения и собственные вектора ковариационной матрицы. Результат приведен в табл. 5. Как видно из таблицы, первая главная компонента описывает более 50% дисперсии унифицированных показателей для всех выделенных подгрупп.

Таблица 5

Анализ подгрупп унифицированных показателей финансовой стабильности и платежеспособности методом главных компонент

Первая подгруппа			Вторая подгруппа			Третья подгруппа		
Eigenvalues: (Sum = 2, Average = 1)			Eigenvalues: (Sum = 2, Average = 1)			Eigenvalues: (Sum = 3, Average = 1)		
Number	Value	Cumulative Proportion	Number	Value	Cumulative Proportion	Number	Value	Cumulative Proportion
1	1,90	0,95	1	1,20	0,60	1	1,85	0,62
2	0,10	1,00	2	0,80	1,00	2	0,80	0,89
						3	0,34	1,00
Eigenvectors (loadings):			Eigenvectors (loadings):			Eigenvectors (loadings):		
Variable	PC 1	PC 2	Variable	PC 1	PC 2	Variable	PC 1	PC 2
X21_U	0,71	-0,71	X22_U	0,71	-0,71	X23_U	0,66	-0,11
X26_U	0,71	0,71	X27_U	0,71	0,71	X24_U	0,59	-0,54
						X25_U	0,47	0,83

В соответствии с формулой (5b) и результатами расчета компонент собственных векторов PC1 для каждой подгруппы, приведенных в табл. 5, интегральные индикаторы подгрупп имеют вид:

$$Y_{21} = \sum l_j^2 X_{2j_U} = 0,5X_{21_U} + 0,5X_{26_U}, \quad (9a)$$

$$Y22 = \sum l_j^2 X2j_U = 0,5X22_U + 0,5X27_U, \quad (9b)$$

$$Y23 = \sum l_j^2 X2j_U = 0,43X23_U + 0,35X24_U + 0,22X25_U. \quad (9c)$$

Интегральный индикатор второй подгруппы строится из индикаторов подгрупп по формулам 6 (а-с). На рис. 2 приведена гистограмма и описательные статистики построенного индикатора. За исключением нескольких стран, имеющих очень низкие (для Северной Кореи $Y2 = 1,47$) и очень высокие (для Китая $Y2 = 7,93$) показатели финансовой стабильности и платежеспособности, страны слабо дифференцированы по этому признаку и сгруппированы вокруг среднего значения.

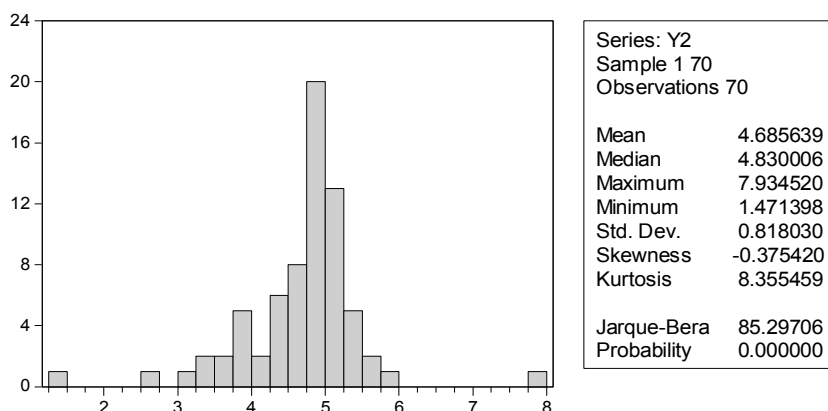


Рис. 2. Гистограмма и описательные статистики интегрального индикатора группы финансовых показателей

Регрессия сводного индикатора $Y2$ на унифицированные показатели второй группы показывает, что в наименьшей степени на результативный индекс влияют профицит/дефицит бюджета ($X22$) и совокупный объем государственного долга в % от ВВП ($X25$), остальные показатели входят с одинаковыми (в пределах стандартной ошибки) весами.

$$Y2 = 0,17 \cdot X21_U + 0,08 \cdot X22_U + 0,13 \cdot X23_U + 0,17 \cdot X24_U + 0,08 \cdot X25_U + 0,13 \cdot X26_U + 0,16 \cdot X27_U. \quad (10)$$

Группа показателей уровня технологического развития страны (группа 3) и группа показателей уровня развития ИКТ (группа 4). Ограничиваясь наблюдаемым диапазоном изменений значений показателей, можно принять, что все восемь показателей, включенные в группу 3, так же как и пять показателей, включенных в группу 4, имеют монотонно возрастающий характер связи с искомыми интегральными индикаторами технологического развития и развития ИКТ. Поэтому для их унификации применено преобразование (1а).

Анализ корреляционных связей показателей группы 3 показывает, что большинство из них достаточно тесно связано между собой: из 28 коэффициентов парной корреляции только 5 имеют значения ниже 0,3, т.е. указывают на слабый характер межфакторной корреляции. Показатели группы 4 также в достаточной сте-

пени коррелированы, и для их описания с заданной точностью может быть использована только первая главная компонента. Действительно, как видно из табл. 6, первое собственное значение ковариационной матрицы намного превосходит второе и первая главная компонента в достаточной степени информативна (относительная дисперсия составляет 0,58 для группы 3 и 0,53 для группы 4). Поэтому ограничимся первой главной компонентой для построения интегрального индекса уровня технологического развития и интегрального индекса уровня развития ИКТ.

Таблица 6

Анализ групп унифицированных показателей уровня технологического развития и уровня развития ИКТ методом главных компонент

Группа технологического развития			Группа развития ИКТ		
Eigenvalues: (Sum = 8, Average = 1)			Eigenvalues: (Sum = 5, Average = 1)		
Number	Value	Cumulative Proportion	Number	Value	Cumulative Proportion
1	4,65	0,58	1	2,66	0,53
2	1,43	0,76	2	1,44	0,82
3	0,67	0,84	3	0,60	0,94
4	0,63	0,92	4	0,20	0,98
5	0,29	0,96	5	0,10	1,00
6	0,16	0,98			
7	0,14	1,00			
8	0,03	1,00			
Eigenvectors (loadings):			Eigenvectors (loadings):		
Variable	PC 1	PC 2	Variable	PC 1	PC 2
X31_U	0,37	0,30	X41_U	0,48	0,42
X32_U	0,43	0,01	X42_U	0,31	0,52
X33_U	0,39	0,29	X43_U	0,51	0,19
X34_U	0,27	0,34	X44_U	0,45	-0,52
X35_U	0,40	-0,31	X45_U	0,47	-0,48
X36_U	0,38	-0,43			
X37_U	0,33	-0,41			
X38_U	0,20	0,51			

Исходя из формулы (5а) и результатов расчета компонент первого собственного вектора, приведенных в табл. 6, имеем интегральный индекс технологического развития в виде модифицированной первой главной компоненты:

$$Y3 = \sum l_j^2 X3j_U = 0,14 \cdot X31_U + 0,18 \cdot X32_U + 0,15 \cdot X33_U + 0,07 \cdot X34_U + 0,16 \cdot X35_U + 0,14 \cdot X36_U + 0,11 \cdot X37_U + 0,04 \cdot X38_U. \quad (11)$$

Аналогично интегральный индекс развития ИКТ в виде модифицированной первой главной компоненты имеет вид

$$Y4 = \sum l_j^2 X4j_U = 0,22 \cdot X41_U + 0,1 \cdot X42_U + 0,26 \cdot X43_U + 0,21 \cdot X44_U + 0,22 \cdot X45_U. \quad (12)$$

Как видно из формулы (11), веса между показателями распределились достаточно равномерно, за исключением факторов X34 (доля экспорта высокотехно-

логичных товаров в % от объема экспорта промышленной продукции) и X38 (охват населения третичным образованием в % от общего объема обучающихся), веса которых существенно ниже, чем у остальных показателей.

В интегральный индекс развития ИКТ с наибольшим весом входит X43 (количество пользователей широкополосного интернет на 100 жителей), а с наименьшим — X42 (количество пользователей мобильной связи на 100 жителей).

Несмотря на то, что интегральный индекс Y3 имеет относительно большую дисперсию, распределение стран по его значениям крайне неравномерно: более 90% стран имеют значения интегрального индекса от 0 до 2 (табл. 7), и только четыре страны (Китай, Корея, Сингапур и Бразилия) имеют значение больше 2. По уровню развития ИКТ (Y4) страны распределены более равномерно: более 90% стран имеют значения показателя от 0 до 4, наиболее развитыми в отношении ИКТ из стран, включенных в анализ, являются Сингапур и Корея.

Таблица 7

Распределение количества стран по значениям интегрального индекса технологического развития и интегрального индекса развития ИКТ

Индекс технологического развития			Индекс развития ИКТ		
Value	Count	Cumulative Percent	Value	Count	Cumulative Percent
[0, 2)	66	94,29	[0, 2)	36	51,43
[2, 4)	1	95,71	[2, 4)	28	91,43
[4, 6)	1	97,14	[4, 6)	3	95,71
[6, 8)	2	100,00	[6, 8)	3	100,00
Total	70	100,00	Total	70	100,00

Группа показателей уровня активности стран в космической отрасли (группа 5). В данную группу входит один количественно измеримый показатель — X51 (объемы государственного бюджета, выделяемые для финансирования космических проектов и программ) и пять показателей, измеренных в баллах экспертным путем в шкале от 0 до 10. Поэтому унифицировать требуется только первый показатель, который связан с искомым индикатором монотонно-возрастающей связью.

Все показатели этой группы этой группы очень тесно связаны между собой, и первая главная компонента описывает более 74% общей дисперсии данной группы показателей. Опуская промежуточные расчеты, которые аналогичны рассмотренным выше для групп 3 и 4, приведем формулу для расчета интегрального индикатора уровня активности стран в космической отрасли на основе первой модифицированной главной компоненты

$$Y5 = 0,16 \cdot X51_U + 0,17 \cdot X52_U + 0,17 \cdot X53_U + 0,15 \cdot X54_U + 0,16 \cdot X55_U + 0,19 \cdot X56_U. \quad (13)$$

Резкая градация стран по последнему показателю (X56 — наличие космодронов), обуславливает несколько больший вес этого показателя в расчете интегрального индекса по сравнению с весами других факторов.

Наибольшее значение данный индикатор имеет для Китая ($Y5 = 10$ — наибольшее из всех возможных значений), далее с существенным отрывом следует Индия ($Y5 = 7,5$), затем Иран ($Y5 = 6,2$) и Казахстан ($Y5 = 5,9$). Абсолютное же большинство стран (более 80%) имеют значение индикатора, не превышающее 2.

Группа показателей, дополнительно влияющих на потребности стран в космической продукции и услугах (группа 6). Эта группа состоит из двух показателей ($X61$ — площадь территории и $X62$ — площадь лесов), характеризующих существующую или потенциальную потребность стран в реализации космических программ, связанных с экологией, мониторингом погоды, состояния лесных массивов и пр. Опираясь на предположение, что страны с большей территорией и большей площадью лесов испытывают больше потребностей в проведении такого рода космических программ, унификацию показателей $X61$ и $X62$ проводили по формуле (1а).

Показатели $X61$ и $X62$ очень тесно связаны между собой и входят с одинаковыми весами в первую главную компоненту, которая описывает более 90% суммарной дисперсии. Таким образом, интегральный индикатор группы 6 имеет вид

$$Y6 = 0,5 \cdot X61_U + 0,5 \cdot X62_U. \quad (14)$$

Группа показателей военно-технического сотрудничества стран с Российской Федерацией (группа 7). В данную группу входит один количественно измеримый показатель — $X74$ (расходы на военные цели) и три показателя, измеренные в баллах экспертным путем в шкале от 0 до 10. Поэтому унифицировать требуется только показатель $X74$, который связан с искомым индикатором монотонно возрастающей связью.

Между показателями группы, оцененными экспертно, наблюдается тесная корреляционная связь, так как они характеризуют разные стороны военного сотрудничества стран с Россией, в то же время они имеют достаточно слабую корреляционную связь с военным бюджетом (коэффициент корреляции равен 0,38). Тем не менее первой главной компоненты достаточно, чтобы с заданной степенью информативности охарактеризовать данную группу. Интегральный индикатор группы 7 имеет вид

$$Y7 = 0,27 \cdot X71_U + 0,29 \cdot X72_U + 0,29 \cdot X73_U + 0,15 \cdot X74_U. \quad (15)$$

Практически равные веса имеют показатели, характеризующие уровень военного сотрудничества с Россией, несколько меньшее значение имеет размер военного бюджета.

Группа показателей политической стабильности и политической лояльности стран к России и соответствия стран региональным приоритетам международного сотрудничества Российской Федерации (группа 8). В эту группу входят три показателя, измеренные в баллах экспертным путем в шкале от 0 до 10: $X81$ — политическая стабильность (преемственность власти, отсутствие локальных войн и конфликтов, относительно стабильный экономический курс), $X82$ — политическая лояльность (дружественные отношения или возможность влиять на принятие решений в стране) к России, в том числе наличие бывших тесных отношений с СССР, $X83$ — наличие кооперационных связей в области

космической деятельности, авиации или ВПК — производственных и научно-исследовательских. Показатели X82 и X83 тесно коррелированы, в то же время связь между X81 и X83 достаточно слабая (коэффициент корреляции равен 0,39). Однако первой главной компоненты, так же как и в предыдущем случае, достаточно, чтобы с заданной степенью информативности охарактеризовать данную группу. Интегральный индикатор группы 8 имеет вид

$$Y_8 = 0,23 \cdot X_{81_U} + 0,4 \cdot X_{82_U} + 0,37 \cdot X_{83_U}. \quad (16)$$

В наибольшей степени на значение индикатора имеют влияние уровень лояльности по отношению к России и наличие кооперационных связей, в меньшей степени — политическая стабильность.

Таким образом, выявлены и оценены взаимосвязи и весовые значения количественных и качественных параметров, характеризующих страны, которые образуют восемь промежуточных показателей (субиндексов).

На втором этапе исследования рассчитывается сводный интегральный индикатор всех групп показателей, характеризующий приоритетность сотрудничества РФ в космической отрасли.

В соответствии с изложенной выше методологией интегральный индикатор приоритетности сотрудничества в космической отрасли строится на основе следующей блок-схемы (рис. 3). Интегральные индикаторы нижнего уровня строятся на основе базовых статистических показателей, интегральные индикаторы верхнего уровня — на основе свертки индикаторов нижнего уровня.



Рис. 3. Блок-схема для построения сводного интегрального индикатора приоритетности стран Азии, Африки и Латинской Америки для РФ по развитию сотрудничества в космической области

Свертка интегральных индикаторов групп на основе взвешенного евклидова расстояния приводит к следующей формуле для расчета сводного индикатора INT :

$$\rho_k = \sqrt{0,08(Y1_k - 10)^2 + 0,03(Y2_k - 10)^2 + 0,08(Y3_k - 10)^2 + 0,1(Y4_k - 10)^2 + 0,17(Y5_k - 10)^2 + 0,1(Y6_k - 10)^2 + 0,24(Y7_k - 10)^2 + 0,21(Y8_k - 10)^2}, \quad (17)$$

$$INT_k = 10 - \rho^k.$$

Для более наглядного представления веса каждого группового индикатора в сводном индикаторе оценена регрессионная модель (без свободного члена) сводного индикатора на индикаторы группы. В результате имеем:

$$INT = 0,05 \cdot Y1 + 0,08 \cdot Y2 + 0,07 \cdot Y3 + 0,11 \cdot Y4 + 0,17 \cdot Y5 + 0,11 \cdot Y6 + 0,22 \cdot Y7 + 0,14 \cdot Y8. \quad (18)$$

Таким образом, наибольшее влияние на изучаемую характеристику оказывают сотрудничество в военной сфере, активность страны в космической отрасли, политическая стабильность и лояльность и уровень развития ИКТ в стране. В меньшей степени влияние оказывают макроэкономические, финансовые показатели и уровень технологического развития.

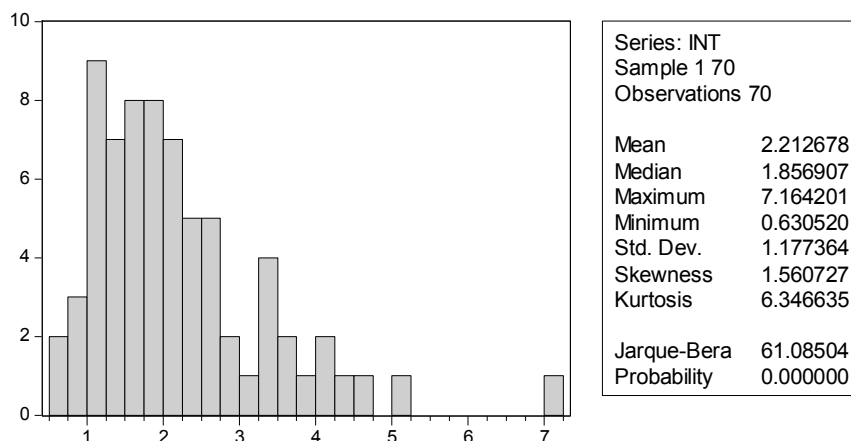


Рис. 4. Гистограмма и описательные статистики сводного интегрального индикатора приоритетности сотрудничества в космической области

На основании построенного индикатора может быть произведено ранжирование и группировка стран по приоритетности сотрудничества. Как видно на рис. 4, среднее значение индекса равно 2,2 и большинство стран имеют значения, близкие к средним. Наиболее высокую характеристику приоритетности имеет Китай ($INT = 7,16$), затем, с большим отрывом, следует Индия ($INT = 5,19$).

Результаты исследования

В табл. 8 представлены результаты проведенного анализа, а именно рейтинг стран по индексу приоритетности развития сотрудничества в космической сфере и для Российской Федерации.

**Результаты ранжирования стран по сводному индексу
приоритетности развития сотрудничества в космической сфере**

№	Страна	INT	№	Страна	INT	№	Страна	INT
1.	Китай	7,16	25.	Армения	2,42	49.	Нигерия	1,51
2.	Индия	5,19	26.	Таджикистан	2,30	50.	Парагвай	1,49
3.	Бразилия	4,70	27.	Пакистан	2,25	51.	Бруней	1,38
4.	Республика Корея	4,46	28.	Кыргызстан	2,21	52.	Камбоджа	1,38
5.	Казахстан	4,18	29.	Сирия	2,19	53.	Намибия	1,38
6.	Малайзия	4,05	30.	Куба	2,18	54.	Панама	1,35
7.	Иран	3,80	31.	Эквадор	2,16	55.	Бахрейн	1,33
8.	Венесуэла	3,69	32.	Боливия	2,07	56.	Ливан	1,27
9.	Саудовская Аравия	3,61	33.	Шри Ланка	2,04	57.	Доминиканская Республика	1,25
10.	Вьетнам	3,45	34.	Бангладеш	1,96			
11.	Алжир	3,41	35.	Турция	1,87	58.	Суринам	1,24
12.	Индонезия	3,27	36.	Монголия	1,85	59.	Кения	1,24
13.	ОАЭ	3,26	37.	Южная Африка	1,84	60.	Лаос	1,22
14.	Аргентина	3,16	38.	Филиппины	1,78	61.	Мьянма	1,16
15.	Марокко	2,78	39.	КНДР	1,77	62.	Габон	1,14
16.	Мексика	2,78	40.	Катар	1,76	63.	Гватемала	1,12
17.	Азербайджан	2,75	41.	Ирак	1,76	64.	Гайана	1,12
18.	Перу	2,68	42.	Иордания	1,75	65.	Маврикий	1,02
19.	Таиланд	2,65	43.	Оман	1,68	66.	Ботсвана	1,00
20.	Узбекистан	2,60	44.	Египет	1,63	67.	Сальвадор	0,89
21.	Туркменистан	2,55	45.	Уругвай	1,60	68.	Грузия	0,89
22.	Чили	2,49	46.	Тунис	1,55	69.	Белиз	0,64
23.	Колумбия	2,48	47.	Кувейт	1,52	70.	Свазиленд	0,63
24.	Сингапур	2,43	48.	Коста Рика	1,51			

Таким образом, по совокупности показателей приоритетными для развития сотрудничества в космической отрасли странами (первая десятка) являются Китай, Индия, Бразилия, Южная Корея, Казахстан, Малайзия, Иран, Венесуэла, Саудовская Аравия и Вьетнам, т.е. основную массу образуют страны Азии; Латинская Америка представлена только Бразилией и Венесуэлой, страны Африки в первую десятку приоритетных стран не вошли.

На базе построенного рейтинга можно отобрать по пять стран, ключевых для развития сотрудничества в космической отрасли в каждом из трех регионов мира. В Азии это Китай, Индия, Южная Корея, Малайзия, Иран. В Африке к таким странам относятся Алжир (11-я позиция в рейтинге), Марокко (15-я), ЮАР (37-я), Египет (44-я) и Тунис (46-я позиция). Однако страны Африки не занимают лидирующих мест в рейтинге и уступают в приоритетности другим анализируемым регионам. Пять наиболее приоритетных стран в Латинской Америке составляют

Бразилия, Венесуэла, Аргентина, Мексика и Перу. Они занимают в рейтинге 3-е, 8-е, 14-е, 16-е и 18-е места соответственно.

Такой количественный анализ по группе показателей в обязательном порядке необходимо дополнять анализом качественным, который должен проводиться как минимум по следующим параметрам:

— наличие тесных взаимосвязей и некоторая «подконтрольность» стран США и американских компаний, а также европейским и китайским игрокам рынка, по сути, предопределяющая направление сотрудничества конкретной анализируемой страны по потреблению продукции и услуг космической деятельности и развитию собственной космической промышленности;

— существующие ограничения рынка, прямо или косвенно создающие барьеры по вхождению на рынок и по развитию сотрудничества в космической сфере с анализируемыми странами;

— текущие политические приоритеты стран, национальные амбиции стран по освоению космической отрасли и возможность использования их для лоббирования интересов российских компаний по взаимодействию в космической сфере.

На основе полученного рейтинга стран и по результатам дополнительного качественного анализа приоритетным регионом для активного проникновения Федерального космического агентства и предприятий отечественной ракетно-космической промышленности на мировой рынок услуг и объектов космической деятельности является Латинская Америка. Азиатский регион не настолько интересен, несмотря на лучшие позиции в рейтинге. Рынок азиатских стран является высоко конкурентным рынком с жесткими барьерами вхождения, и, зачастую, он либо поделен между несколькими крупнейшими игроками (Сингапур, Южная Корея — полностью подконтрольные США рынки), либо имеется достаточный объем национальных технологических разработок и продукции космической деятельности (Китай, Индия, Иран, др.).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Айвазян С.А. К методологии измерения синтетических категорий качества жизни населения // Экономика и мат. методы. — 2003. — Т. 39. — № 2.
- [2] Айвазян С.А., Степанов В.С., Козлова М.И. Измерение синтетических категорий качества жизни населения региона и выявление ключевых направлений совершенствования социально-экономической политики (на примере Самарской области и ее муниципальных образований) // Прикладная эконометрика. — 2006. — № 2. — С. 18—84.
- [3] URL: <http://data.worldbank.org/indicator> — статистическая база данных Всемирного банка.
- [4] URL: <http://www.imf.org/external/ns/cs.aspx?id=28> — World Economic Outlook Database September 2011, статистическая база данных Международного валютного фонда.
- [5] URL: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/index.html> — The World Factbook, информационная база данных Центрального разведывательного управления США.
- [6] URL: www.indexmundi.com, www.iformatsiya.ru и другие интернет — сайты и аналитические статьи.
- [7] URL: <http://www.spacefoundation.org/programs/research-and-analysis/space-report> — The Space Report 2011.

DEVELOPING INDEX OF PRIORITY COOPERATION OF RUSSIAN FEDERATION IN SPACE INDUSTRY WITH DEVELOP- ING INDUSTRIES OF ASIA, AFRICA AND LATIN AMERICA

N.V. Dyuzheva, S.A. Balashova

Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

The article is devoted to the construction and practical approbation of the ranking methodology of developing countries of Asia, Africa and Latin America on the basis of priority for the Russian Federation to the cooperation development in the space field.

This paper is the second part of the article and reflects the results of the calculations based on statistics and on the examination of information about the considered countries. As a result of quantitative and qualitative analysis eight groups of basic indicators have been selected. These indicators have the influence on the rate of development of space industry in emerging countries and their involvement into cooperation with The Russian Federation. Using the principal component analysis eight sub-indexes and the integral index have been constructed. It is shown that China has the highest priority, and then follows India and Brazil. Five key for the cooperation development in space field countries from Asia, Africa and Latin America have been indicated based on the constructed integral index.

Key words: Aerospace, space cooperation, space industry, the market for services and space facilities, countries ranking, principal components analysis, high technology export, co-operation with developing countries.