

ЭКОНОМИКА РОССИИ

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-Макляя, 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 в развитии сотрудничества в космической сфере. Методика ранжирования строится на комплексном анализе множества факторов, по мнению авторов, прямо или косвенно влияющих на возможности российского экспорта и на развитие научно-технической и производственной кооперации с названными странами. Выделенные факторы объединены в восемь логических групп. Построение рейтинга стран осуществляется с помощью расчетного интегрального показателя ранжирования. В данной статье описаны методологические подходы к ранжированию стран по единому интегральному показателю.

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.

Постановка вопроса и актуальность проблемы

Процесс развития российской ракетно-космической промышленности в период глобализации невозможен без взаимодействия с мировым космическим рынком. В условиях ужесточающейся конкуренции, появления новых игроков в космической сфере, ускорения темпов разработки и внедрения инноваций, коммерциализации космической деятельности крайне важно грамотно выстраивать систему партнерских отношений с зарубежными странами для расширения рынков сбыта продукции и развития международной научно-производственной кооперации как на уровне государства, так и на уровне предприятия. Наиболее интересным сегментом мирового космического рынка являются развивающиеся страны Азии, Африки и Латинской Америки, приоритетность сотрудничества с которыми можно определить на основе универсального подхода и единой методологии ранжирования стран.

В основе идеи о разработке методики ранжирования стран лежит опыт международных экономических организаций и неправительственных форумов по созданию комплексных аналитических индексов (индекса глобальной конкурентоспособности стран, индекса инновационного развития, индекса развития человеческого потенциала и ряда других общепризнанных показателей), а также практика составления различных целевых экономических рейтингов профильными экспертными агентствами.

При формировании и апробации методики ранжирования стран применяется метод экспертных оценок для количественного выражения отдельных параметров и методы, основанные на принципах многомерного статистического анализа, метод главных компонент. Смысловая задача использования перечисленных методов состоит в объединении разнородных параметров в единый интегральный показатель, по которому можно оценивать и проводить мониторинг изменения ситуации в странах Азии, Африки и Латинской Америки, объяснять, за счет какого фактора произошли изменения.

Полученные данные должны обеспечивать аналитическую поддержку Федеральному космическому агентству и предприятиям российской ракетно-космической промышленности при принятии решений о продвижении продукции и услуг на мировом космическом рынке, а также служить основой для исследований по выработке детализированных рекомендаций по формам международного сотрудничества и определению зарубежных компаний — потенциальных контрагентов в космической сфере.

Исходными данными для расчетов и анализа являются открытые источники информации: статистические базы данных Всемирного банка, Международного валютного фонда, Центрального разведывательного управления США, данные аналитических статей и других интернет-сайтов, оценочные данные. Часть информации о качественных параметрах, включенных в методологию ранжирования, подлечит экспертным оценкам.

Итак, целью разработанной методики является ранжирование развивающихся стран Азии, Африки и Латинской Америки по приоритетности развития партнерских отношений в космической отрасли для России на основе комплексного набора показателей из открытых источников информации.

Задачами методики являются:

— расчет восьми «субиндексов», промежуточных интегральных показателей, состоящих из большого набора параметров, влияющих на динамику развития космической отрасли развивающейся страны и степень ее заинтересованности в развитии отношений с Россией;

— расчет единого интегрированного показателя ранжирования стран для представления приоритетности того или иного государства для России при стратегическом планировании возможностей увеличения своей доли на мировом космическом рынке;

— подготовка основы для более детального изучения направлений и форм космического сотрудничества России с отдельными развивающимися странами.

Для проведения ранжирования взяты развивающиеся страны мира и часть стран с переходной экономикой, выделяемые в классификации стран и территорий

мира ЮНКТАД по уровню их социально-экономического развития. Вторым критерием отбора является географическое положение стран: исследуются только страны Азии, Африки и Латинской Америки.

Из анализа и ранжирования исключены те страны и территории, которые априори являются проблемными для развития сотрудничества в космической сфере в настоящее время:

- наименее развитые страны и страны с очень высокой степенью внешней задолженности;
- малые островные государства;
- территории, полностью подконтрольные развитым странам;
- нестабильные регионы мира с текущими локальными конфликтами и войнами;
- частично признанные и непризнанные международным правом государства;
- страны, по которым практически полностью отсутствуют статистические данные.

В Африканском регионе ранжированию подлежат 12 стран, в Азиатском регионе 38 стран, в латиноамериканском регионе 20 стран, всего 70 государств мира.

Выстраивание рейтинга стран осуществляется с помощью расчетного интегрального показателя ранжирования, отражающего приоритетность стран-партнеров для взаимодействия с ними в космической отрасли.

Группировка количественных и качественных параметров для ранжирования стран

При разработке методологии построения интегрального показателя ранжирования необходимо решить две задачи: провести отбор факторов, включаемых в ту или иную группу, и выбрать метод свертки (агрегирования) отобранных параметров как внутри группы, так и для построения единого индекса.

Компонентами индекса являются восемь выбранных групп параметров, которые позволяют заложить в ранжирование базовые, основные характеристики страны, отражающие ее экономический размер, финансовую состоятельность для развития космических проектов, динамику развития технологического уровня и инфраструктуры связи, а следовательно, рост потребностей в услугах и объектах космической деятельности. Также оцениваются космические и военные бюджеты стран, активность стран в космической отрасли и политическая возможность для российских компаний выстраивать качественные партнерские отношения с ранжируемыми странами.

Восемь компонент интегрального показателя ранжирования состоят из следующего набора показателей (параметров).

1. Основные макроэкономические показатели уровня социально-экономического развития страны:

- темпы экономического роста (ежегодные темпы роста ВВП, в процентах) (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);
- доля населения страны, живущего ниже прожиточного минимума, установленного в стране (X16);
- уровень безработицы в процентах от экономически активного населения (X17).

2. Показатели финансовой стабильности и платежеспособности страны:

- сальдо счета текущих операций платежного баланса (X21);
- профицит/дефицит государственного бюджета в процентах от ВВП (X22);
- совокупный объем внешнего долга в процентах от ВВП (X23);
- совокупные платежи по обслуживанию внешнего долга в процентах от экспорта товаров, услуг и дохода (X24);
- совокупный долг органов государственной власти в процентах от ВВП (X25);
- объем золотовалютных резервов страны (X26);
- годовые темпы инфляции (X27).

3. Показатели уровня технологического развития страны:

- технологический баланс: роялти и платежи по лицензиям полученные (X31) и переданные (X32);
- расходы на НИОКР в процентах от ВВП (X33);
- доля экспорта высокотехнологичных товаров в процентах от объема экспорта промышленной продукции (X34);
- стоимостные объемы экспорта высокотехнологичных товаров (X35);
- количество статей в научных и технических журналах за год (X36);
- совокупные общественные расходы на образование (X37);
- охват населения третичным образованием в процентах от общего числа обучающихся (X38).

В большинстве случаев к показателям, характеризующим уровень технологического развития страны, относят также заявки на получение патентов от резидентов и нерезидентов в год; численность научно-исследовательских и технических специалистов на 1 млн жителей. Однако при всем желании включить данные параметры в анализ в настоящее время не представляется возможным ввиду отсутствия данных или их крайне разрозненного, фрагментарного характера по годам и по странам, а иногда наличия по данным показателям только устаревшей информации.

4. Показатели уровня развития информационных технологий и инфраструктуры связи в стране:

- численность интернет-пользователей на 100 жителей (X41);
- численность пользователей мобильной связью на 100 жителей (X42);
- численность пользователей широкополосным интернетом на 100 жителей (X43);
- экспорт ИКТ товаров, % от общего экспорта товаров (X44);
- импорт ИКТ товаров, % от общего импорта товаров (X45).

5. Наличие космических программ и проектов, объемы государственного финансирования космических программ или закупок продукции и услуг космической отрасли:

- наличие космического агентства (другого профильного органа регулирования космической отрасли) в стране (X51);
- объем государственного космического бюджета по стоимости (X52);
- количество (наличие) космических программ и проектов (X53);
- наличие спутников у страны (X54);
- наличие собственных ракет-носителей у страны (X55);
- наличие космодромов у страны (X56).

6. Другие направления государственного финансирования, прямо или косвенно влияющие на потребности в космической продукции и услугах (экологические программы, мониторинг погоды и т.п.):

- площадь лесов (X61);
- площадь территории страны (X62).

Данные показатели при их значительной величине свидетельствуют о необходимости экологического мониторинга в странах с большими территориями, а значит, услуг по дистанционному зондированию земли. По сути, эти показатели призваны заменить собой стоимостные показатели экологических бюджетов стран, собрать комплексные статистические сведения о которых не представляется возможным.

7. Наличие у страны устойчивых взаимосвязей в области военно-технического сотрудничества с Российской Федерацией и военные бюджеты стран:

- вид закупаемого российского вооружения (X71);
- количество закупаемых у РФ образцов военной техники (X72);
- суммы заключенных контрактов (X73);
- расходы стран на военные цели (X74).

В данной группе учитывается характеристика военно-технического сотрудничества Российской Федерации со странами Африки, Азии и Латинской Америки, а также наличие кооперационных связей в области космической деятельности, авиации или ВПК: производственных и научно-исследовательских. Такого рода показатели необходимы при анализе, так как при изучении деятельности ключевых американских и европейских компаний — конкурентов РФ на мировом рынке была доказана тесная взаимосвязь военно-технического сотрудничества (или сотрудничества в авиационной отрасли) с развитием партнерских отношений в области космоса, особенно если речь идет о кооперационном взаимодействии в разработке, производстве, реализации и совместном обслуживании объектов космической деятельности (например, деятельность европейских и американских конкурирующих фирм в Японии, Южной Корее, Австралии, Новой Зеландии, Сингапуре и т.д.).

8. Политическая стабильность и политическая лояльность к РФ. Соответствие региональным приоритетам международного сотрудничества РФ:

- политическая стабильность (преемственность власти, отсутствие локальных войн и конфликтов, относительно стабильный экономический курс) (X81);

— политическая лояльность (дружественные отношения или возможность влиять на принятие решений в стране) к России, в том числе наличие бывших тесных отношений с СССР (X82);

— приоритетность для развития международного сотрудничества для РФ (X83).

Региональные приоритеты международного сотрудничества РФ достаточно сложно определить, поскольку ни одна российская концепция, программа или стратегия государственного развития не содержит такого рода информации. Обычно за основу берется Концепция внешней политики РФ от 12 июля 2008 г., однако, на наш взгляд, она носит описательный характер, и кроме выделения в качестве приоритета стран СНГ, в остальных регионах не содержится никакой четкости в предпочтительности стран для сотрудничества.

Именно такой набор данных, по нашему мнению, позволяет учесть практически все факторы, прямо или косвенно влияющие на приоритетность стран мира по развитию с ними сотрудничества в космической отрасли.

Количественные показатели имеют стоимостные или натуральные единицы измерения, а также измеряются в процентах. Качественные параметры, относящиеся к 5-й, 7-й и 8-й группам, оцениваются экспертным путем на основе десятибалльной шкалы.

Методология построения интегрального индекса

Существует несколько подходов к построению интегральных индексов. Наиболее употребительным является использование в качестве интегрального индекса взвешенной суммы исходных показателей. При этом основной задачей является определение весов, с которыми исходные показатели (приведенные сначала к единому масштабу) входят в интегральный индекс. Типичными подходами является использование равных весов или экспертных оценок для придания большего или меньшего веса тому или иному показателю.

Для определения весов на основе статистического анализа исходной группы показателей может быть использован метод главных компонент. Метод главных компонент является инструментом снижения размерности анализируемого пространства показателей. Основные предпосылки, обуславливающие возможность снижения размерности: дублирование информации сильно взаимосвязанными показателями, неинформативность показателей, мало меняющихся при переходе от одного объекта (страны) к другому, возможность «агрегирования», т.е. простого или взвешенного суммирования некоторых показателей. Новые (вспомогательные) показатели являются линейной комбинаций исходных и строятся по определенному алгоритму.

Применяются также различные варианты экспертно-статистических методов, опирающиеся как на результаты статистического анализа исходных переменных, так и на экспертные оценки в заданной шкале выходного интегрального индекса.

В рамках данного исследования было проведено построение интегрального индекса приоритетности стран Азии, Африки и Латинской Америки для сотрудничества РФ в космической отрасли модифицированным методом главных компонент на основе методологии, изложенной в работах С.А. Айвазяна [1; 2], которая разрабатывалась для построения интегральной оценки качества жизни населе-

ния. Также проведен анализ полученного результата с использованием экспертно-статистических методов.

Методология построения сводится к следующему. Анализируется каждая группа показателей на предмет однородности и возможности снижения размерности группы до единицы методом главных компонент. Критерием служит условие, чтобы первая главная компонента описывала более 50% суммарной дисперсии рассматриваемых признаков. В этом случае интегральный индикатор соответствующего уровня строится как взвешенная сумма унифицированных базовых показателей. Веса определяются исходя из требования, чтобы интегральный индикатор нес максимум информации (максимум дисперсии) об исходных базовых показателях.

Если первая главная компонента не описывает большую долю дисперсии рассматриваемых признаков, то группа показателей разбивается на две подгруппы. Принадлежность базовых показателей к той или иной подгруппе определяется двумя требованиями: они должны характеризовать какой-то один аспект анализируемого интегрального признака (например, платежеспособность как один из аспектов финансовой стабильности) и быть в достаточной степени взаимно коррелированными.

Затем по каждой подгруппе строится интегральный индикатор подгруппы на основании расчета «взвешенного» евклидова расстояния от значения индикаторов подгруппы до эталона. По такому же принципу строится расчет интегрального индекса приоритетности сотрудничества по интегральным индикаторам групп.

Таким образом, построение интегрального индекса сводится к следующему алгоритму.

1. Качественный анализ влияния базовых показателей. Анализируются базовые показатели группы и определяется характер связи каждого показателя с искомым интегральным индикатором группы: монотонно возрастающая зависимость (рост показателя приводит к росту интегрального индикатора), монотонно убывающая зависимость (рост показателя приводит к падению интегрального индикатора) или немонотонная зависимость (существует оптимальное значение, при котором достигается наивысшее качество рассматриваемой группы показателей, но при отклонении показателя в большую или меньшую сторону качество ухудшается).

2. Унификация. Базовые показатели X_{ij} (индекс i нумерует группу, индекс j — номер показателя внутри группы) преобразуются к унифицированному виду X_{ij_U} в соответствии с типом зависимости показателя с интегральным индикатором. Унификация означает приведение базовых переменных, которые имеют разные размерности, к безразмерному виду. При этом минимальное значение унифицированного показателя равно 0, а максимальное — некоторому целому числу N . Вид используемых преобразований:

а) при монотонно возрастающей зависимости

$$X_{ij_U} = \frac{X_{ij} - \min(X_{ij})}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})} \cdot N; \quad (1a)$$

б) при монотонно убывающей зависимости

$$X_{ij_U} = \frac{\max(X_{ij}) - X_{ij}}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})} \cdot N. \quad (1b)$$

Немонотонные зависимости в данном исследовании не использовались, вид соответствующего преобразования приводится в [2].

За максимум и минимум принимались максимум и минимум наблюдаемых значений базовых показателей, и использовалась шкала, в которой $N = 10$.

3. Определение минимального количества индикаторов для группы. Определяется число интегральных индикаторов, необходимых для характеристики данной группы:

а) оценивается ковариационная матрица \mathbf{R} вектора унифицированных показателей данной группы и определяются ее собственные числа λ , т.е. решается характеристическое уравнение (\mathbf{I} — единичная матрица)

$$|\mathbf{R} - \lambda \mathbf{I}| = 0; \quad (2)$$

б) собственные числа λ упорядочиваются по убыванию, т.е. $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p$, где p — размерность вектора унифицированных показателей для данной группы (т.е. число базовых показателей, включенных в данную группу);

в) определяется число m_0 интегральных показателей для данной группы, исходя из условия

$$m_0 = \min \left\{ m, \text{таких что } \frac{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_m}{\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_p} < 0,5 \right\}. \quad (3)$$

Если $m_0 = 1$, то переходят к подп. 4а, в противном случае — к подп. 4б.

4. Построение интегрального индикатора

4а. Построение интегрального индикатора группы. Если анализируемая группа может быть охарактеризована единственным интегральным индикатором, то после решения характеристического уравнения (2) и выявления наибольшего собственного значения определяются компоненты собственного вектора $\mathbf{l} = (l_1, l_2, \dots, l_p)^T$ ковариационной матрицы \mathbf{R} как решение системы уравнений

$$(\mathbf{R} - \lambda_1 \mathbf{I})\mathbf{l} = 0. \quad (4)$$

Значение интегрального индикатора данной подгруппы строится как модифицированная первая главная компонента [1] по формуле

$$Y_i = \sum l_j^2 X_{ij_U}, \quad (5a)$$

где Y_i — интегральный индикатор группы с номером i .

Из свойств метода главных компонент следует, что $\sum l_j^2 = 1$, т.е. интегральный индикатор строится как взвешенное среднее унифицированных базовых пока-

зателей данной группы, значения индикатора варьируется в той же шкале, что и значения унифицированных показателей, а веса могут интерпретироваться как степень важности того или иного показателя при построении интегрального индикатора.

4б. Построение интегрального индикатора группы из интегральных индикаторов подгрупп. Если анализируемая группа не может быть охарактеризована единственным интегральным индикатором, то ее разбивают на две подгруппы в соответствии с требованиями, приведенными выше (если условие (3) выполняется при $m_0 > 2$, то на m_0 подгрупп). Далее для каждой подгруппы реализуется этап 3. Если рассматриваемую подгруппу можно охарактеризовать единственным интегральным индикатором, то решается система уравнений (4) и строится интегральный индикатор подгруппы по формуле

$$Y_{ip} = \sum l_j^2 X_{ij} - U, \quad (56)$$

где Y_{ip} — интегральный индикатор подгруппы p для группы с номером i .

Для построения интегрального индикатора, характеризующего уровень группы показателей в целом, используется следующий алгоритм.

1. Вычисляется взвешенное евклидово расстояние $\rho(i)_k$ от k -й страны ($Yi1_k, Yi2_k$) до эталона (10, 10) в соответствующем двумерном пространстве индикаторов первой и второй подгруппы рассматриваемой группы

$$\rho(i)_k = \sqrt{v_{i1}(Yi1_k - 10)^2 + v_{i2}(Yi2_k - 10)^2}. \quad (6a)$$

Неотрицательные нормированные веса определяются пропорционально дисперсиям индикаторов $Yi1$ и $Yi2$:

$$v_{ip} = \frac{Var(Yip)}{Var(Yi1) + Var(Yi2)}, p = 1, 2. \quad (6b)$$

$$Var(Yip) = 1/n \sqrt{\sum (Yip_k - \bar{Yip})^2}$$

2. Значение сводного интегрального индикатора Yi данной группы показателей определяется для каждой страны по формуле

$$Yi_k = 10 - \rho(i)_k. \quad (6c)$$

3. Построение единого интегрального индикатора проводится по формулам, аналогичным (6a)—(6c): вычисляется взвешенное евклидово расстояние от k -й страны до эталона в восьмимерном пространстве интегральных индикаторов групп показателей, полученное значение вычитается из 10 (максимальное значение интегрального индикатора) для определения значения единого интегрального индикатора, характеризующего приоритетность сотрудничества, для каждой страны.

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
- [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 DEVELOPING 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. The ranking methodology is based on a comprehensive analysis of a variety of factors which in the author's opinion directly or indirectly affect the ability of Russian exports and the development of scientific, technical and industrial cooperation with the considered countries. The ranking system rests on eight pillars. The integrated index is calculated from these eight pillars and used to rank the countries.

The paper consists of two parts: the first describes the methodological approaches to ranking countries on a single integrated index, the second shows the results of calculations based on the collected statistical and information.

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.