

# Подходы к определению весовых значений индикаторов в интегральных показателях развития спорта на примере Индекса Развития Футбола

**Цель исследования.** Данная статья анализирует различные подходы к выявлению весовых значений индикаторов, входящих в интегральные мультикритериальные показатели. Акцент сделан на интегральных показателях развития спорта, в частности был использован Индекс Развития Футбола в качестве примера для осуществления эмпирических расчетов. Данная работа была произведена с целью определения наиболее оптимальной методики определения значимости различных индикаторов (поскольку весовые значения в интегральных показателях характеризуются как коэффициенты значимости) в области показателей развития спорта. За счет подобной методики статья помогает исследователям более осознанно и обоснованно подходить к процедуре выявления весовых значений, что зачастую является одним из наиболее обсуждаемых аспектов различных методологий спортивных показателей.

**Материалы и методы.** В рамках исследования были посчитаны весовые значения на примере Индекса Развития Футбола при помощи трех нормативных подходов: равное взвешивание, метод распределения бюджета, метод анализа иерархии; и двумя подходами на основе входящих данных: частотный метод и метод главных компонент. Полученные значения были применены к 11 критериям Индекса Развития Футбола и сравнены посредством коэффициентов корреляции Пирсона.

**Результаты.** Авторам удалось определить весовые значения показателей развития футбола, включенных в модель Индекса

Развития Футбола, при помощи 5 различных подходов. Произведенные подсчеты показали, что выявленные весовые значения факторов значительно разнятся даже с учетом условия, что распределение значимости среди критериальных групп индекса было произведено в равной степени. При этом результаты итогового индекса, осуществленные при помощи различных методов взвешивания, продемонстрировали практически идентичные итоги. Подобный факт указывает, что выбор метода взвешивания при построении интегральных показателей не играет значительной роли при анализе чувствительности и достоверности результатов финальных подсчетов.

**Заключение.** На основе полученных результатов авторы делают вывод, что следует выбирать наиболее простые с методологической точки зрения подходы с целью обеспечения простоты восприятия и легкости интерпретации результатов интегральных показателей развития спорта. Результаты аналитической работы и эмпирических подсчетов, произведенных авторами в данной статье, могут быть использованы в будущем для построения аналогичных интегральных показателей развития спорта, а также и других социально-экономических отраслей.

**Ключевые слова:** статистика в спорте, экономика спорта, эконометрика, взвешивание показателей, экспертная оценка, рейтинги в спорте, метод главных компонент, метод анализа иерархии.

Ilya V. Solntsev, Nikita A. Osokin

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

## Approaches to setting weights in composite indicators of sports development: the case of the Football Development Index

**Research aim:** The authors analyzed the various methods of setting weight values for factors incorporated in multidimensional composite indicators. The focus is drawn to composite indicators of sports development; in particular, the Football Development Index was used for empirical calculations. The authors conducted this research in order to determine the most significant aspects of global football development as well as to increase the robustness of the Football Development Index results. Due to such method, the article helps the researchers to treat the procedure of setting weight values more thoroughly, which is often one of the most disputable methods of sports indicators.

**Data and methods:** The Football Development Index (FDI) and its components are reviewed as a case study for conducting the calculations. This paper was able to derive new weight values for factors included in the FDI methodology using five approaches: equal weights, budget allocation process, analytical hierarchy process, frequency-based and principal component analysis. The FDI was recalculated using all five approaches and tested for similarities using Pearson correlation coefficients.

**Results:** The authors were able to calculate five different variations of the FDI using the different weighting methods. The calcula-

tions concluded that the derived weight values significantly varied depending on the adopted weighting approaches even though the three indicator groups comprising the overall FDI were given equal importance. Then again, the calculations of the index itself produced practically identical results. The research findings of the paper draw the authors to the conclusion that the selection of a weighting method in constructing composite indicators does not play a significant role in analyzing sensitiveness and validity of final calculations results.

**Conclusion:** Therefore, it is more advisable to choose simpler weighting methods from a methodological standpoint in order for the general public and policy-makers to be able to interpret the results of such composite indicators of sports development easily. Academic researchers and policy-makers in constructing similar composite indexes of sports development and other socio-economic areas may adopt the analytical and empirical findings of this paper.

**Keywords:** statistics in sports, sports economics, econometrics, setting weights, expert opinion, ratings in sports, principal component analysis, analytical hierarchy process

## Введение

На протяжении долгого времени термин «развитие спорта» трактовался в большей степени как возможность достигать спортивные результаты на крупнейших турнирах (Олимпийские Игры, чемпионаты мира и т.д.). Однако в связи с нарастающими объемами финансирования спортивная отрасль вынуждена больше внимания уделять комплексному развитию, учитывая такие факторы, как массовость, инфраструктурное и кадровое обеспечение и т.д. Смена приоритетов привела к необходимости создания методик оценки и мониторинга качества данных показателей. Для подобных целей зачастую применяются интегральные индексы, формирующие количественное представление о каком-либо многогранном явлении, которое в том числе обладает и рядом качественных характеристик. Подобные методики уже использовались при построении унифицированных систем измерения благополучия [1], качества жизни [2], счастья [3] и т.д. Такие организации, как ООН, ОЭСР, Международный валютный фонд используют мультикритериальные индексы в самых разных отраслях, что также свидетельствует об их возрастающем значении для определения политики развития.

Возрастает значение интегральных показателей и в спортивной сфере, в частности в футболе. На данный момент футбольные федерации используют спортивные индексы при турнирных жеребьевках. Однако данные показатели не имеют сильного влияния на формирование стратегического вектора их развития, а лишь в определенных случаях используются как измеритель спортивного превосходства. Так, например, в проекте стратегии развития футбола в России

до 2030 года среди основных целевых показателей числится определенное место, которое должна занимать Россия в рейтинге мужских сборных ФИФА. В качестве альтернативы Воробьевым А.И, Солнцевым И.В. и Осокиным Н.А. [4, 5] был предложен Индекс Развития Футбола (FDI).

Любая комплексная модель состоит из определенного набора факторов, каждый из которых вносит свой вклад в формирование итогового результата. Зачастую некоторые параметры характеризуются большей значимостью, нежели другие. Однако насколько велико данное превосходство в важности, сложно определить без использования специальных методик.

Наиболее актуальная классификация подходов к взвешиванию факторов, входящих в интегральные показатели, приведена в работе К. Деанк и М. Люго [6] и включает в себя 3 группы методов: нормативные, основанные на входящих данных и смешанные. Нормативные методы базируются на том, что значимость показателей может определяться логическими суждениями относительно их реального вклада в совокупный успех в

пределах конкретной отрасли. Веса, основанные на входящих данных, предполагают, что значимость факторов определяется имеющейся количественной информацией. Смешанные подходы основаны на комбинации первых двух методов. В контексте спортивных организаций выявление наиболее значимых факторов является неизученной проблемой. В отечественной научной литературе при построении интегральных показателей наиболее часто встречаются экспертные подходы. Именно при помощи экспертных заключений зачастую определяются весовые значения показателя инвестиционной конкурентоспособности, что подтверждают труды Пахалова [7] и Гильмитдинова [8]. Активно экспертное взвешивание применяется и в других областях научных исследований: экономика [9], образование [10] и т.д. В рамках данной работы авторы ставят перед собой задачу систематизировать выводы и заключения научных трудов отечественных и зарубежных исследователей в области построения интегральных показателей, в частности с акцентом подходы к определению весовых значений факторов.

Таблица 1

### Группы критериев, используемые в Индексе Развития Футбола [4, 5]

Группа критериев	Набор показателей	Обозначения в данной статье
Спортивные достижения	1. Выступления основных национальных сборных команд	C1
	2. Выступления клубных представителей стран	C2
	3. Официальный рейтинг ФИФА	C3
Популярность футбола	1. Соотношение: занимающиеся футболом/ население	П1
	2. Количество клубов	П2
	3. Средняя посещаемость матчей топ-лиги	П3
Условия для развития	1. Число зарегистрированных футболистов, нормированное на население	У1
	2. Общая вместимость футбольных стадионов	У2
	3. Количество тренеров	У3
	4. Количество международных судей	У4
	5. Число национальных команд, выступающих под эгидой Национальной Футбольной Ассоциации	У5

За счет этого авторы планируют дать ответ на вопрос: какой подход к определению весовых значений факторов в интегральных показателях наиболее оптимален в контексте индикаторов развития спорта?

### Индекс Развития Футбола

FDI является интегральным показателем футбольного развития, который оценивает страны-члены Международной федерации футбольных ассоциаций (ФИФА) при помощи 11 критериев, классифицированных в 3 группы показателей: спортивные результаты, популярность и условия для развития (табл. 1). Именно на примере этого индекса и будет рассмотрен вопрос присвоения весов отдельным критериям модели.

### Нормативные веса

При помощи данных подходов весовые значения выявляются путем нормативной оценки значимости факторов. Очевидно, что выведенные значения будут построены на субъективных суждениях. Однако существуют методы повышения объективности выведенных значений [11].

### Равное взвешивание

Данный подход встречается наиболее часто [6]. В частности, К. Бёрингера и П. Йохема [12] выделяют Индекс Развития Человеческого Потенциала (ИРЧП), Ecological Footprint Index, Living Planet Index, Index of Sustainable Economic Welfare и другие. Широкая распространённость объясняется тем фактом, что равные весовые значения делают методологию построения индекса легко воспринимаемой для общественности и основных лиц, определяющих политику развития соответствующих отраслей.

При этом, как отмечают С. Чоудури и Л. Сквайр [13], метод равного взвешивания весьма

далек от совершенства с точки зрения статистической обоснованности. Б. Бельхадж [14] указывает на то, что при построении мультикритериальных моделей должны быть подробно объяснены методология выбора весов и обоснованность придания определенным факторам соответствующего уровня значимости. Тогда как равное взвешивание указывает на присутствие некоей произвольности в методологии построения подобных индексов.

Ф. Сантерамо [15] отмечает, что метод равного взвешивания может привести к двойному учету данных в иерархических индексах, где внутри каждой группы факторов варьируется число показателей. В силу того, что каждый показатель получает равную степень значимости, группы факторов с наибольшим числом показателей будут иметь и наивысшую значимость в модели. Подобное замечание весьма актуально для Индекса Развития Футбола, поскольку он является иерархическим показателем, где число критериев не распределено в равном количестве среди критериальных групп. В частности, поскольку в условия для развития футбола включены 5 показателей, то они имеют большее влияние на итоговый результат, нежели спортивные результаты или уровень популярности, в которые входят по 3 показателя. Именно данная проблема поставила вопрос необходимости подбора более обоснованного метода взвешивания показателей.

Равное взвешивание представляется целесообразным для присвоения весов критериальным группам. В то же время для определения весовых значений показателей внутри каждой из групп потребуются более сложные методики.

### Экспертное взвешивание

Выявление весовых значений факторов посредством экспертного мнения предпо-

лагает использование заключений специально сформированных экспертных групп. Экспертный метод зачастую применяется в тех случаях, когда исследуемое явление не имеет однозначной количественной оценки.

### Метод распределения бюджета

Суть данного метода заключается в том, что экспертам выдается определенное число условных баллов, которые они должны распределить среди всех факторов, включенных в модель. Финальные весовые значения выводятся посредством расчета среднего значения из всех полученных экспертных оценок. М. Нардо и др. [16] для простоты расчетов чаще всего распределяют 100 баллов.

Среди преимуществ данного метода можно выделить его прозрачность и простоту проведения расчетов. При этом надо отметить, что подобный подход, как и все экспертные методики, обладает заметным уровнем субъективности и весьма зависим от мнений выбранных экспертов, которые порой могут быть мотивированы личными интересами, нежели профессиональным опытом и логикой. При этом существуют способы минимизировать подобные риски. М. Нардо и др. [16] рекомендуют составлять экспертные панели таким образом, чтобы в них были представлены специалисты из различных областей (актуальных к исследуемому явлению). Вдобавок можно использовать приемы метода Дельфи, когда эксперты опрашиваются несколько раз, получая информацию о средних оценках всех экспертов. Таким образом, можно снизить дисперсию в экспертных оценках весовых значений, поскольку данная методика направлена на повышение степени компромисса.

## Метод анализа иерархии

Таблица 2

Данный подход был впервые использован Т. Саати [17] и является одним из инструментов мультикритериального принятия решений. В данном случае экспертная оценка производится посредством парного сравнения каждого из факторов [16]. В отличие от метода распределения бюджета при использовании метода анализа иерархии эксперты выявляют количественные оценки, на основании которых выводятся весовые значения.

Метод анализа иерархии призван решать исследуемые проблемы, минимизируя поведенческие характеристики экспертов и их личные интересы. Одним из важных атрибутов является выбор адекватного способа шкалирования экспертных оценок. Шкала Саати определяет готовность респондента отдать приоритет по значимости (или установить равную значимость) одному из двух сравниваемых факторов. Чаще всего используется 9-балльная дискретная шкала для осуществления парных сравнений (табл. 2).

Весовые значения рассчитываются как доля среднегеометрического из экспертных оценок каждого фактора от общей суммы среднегеометрических оценок всех факторов. Весовые значения показателей Индекса Развития Футбола, выведенные методом анализа иерархии, представлены в табл. 3.

Изначально полученная сумма оценок была скорректирована с учетом того, что веса среди трех критериальных групп будут распределены поровну. Среди спортивных результатов наибольшая значимость отдана экспертом выступлениям национальных сборных (С1), тогда как рейтинг ФИФА (С3) получил наименьший вес. Среди показателей популярности очевидное превосходство в весе получил фактор доли населения, иг-

## Описание 9-балльной дискретной шкалы для взвешивания факторов [17]

Заключение в результате парного сравнения	Условный балл по дискретной шкале Саати	Описание
Равная значимость	1	Сравниваемые факторы в равной степени влияют на конечный результат
Несущественная значимость	3	Профессиональный опыт и логические суждения указывают на то, что первый фактор незначительно более значим, нежели второй
Ощутимая значимость	5	Профессиональный опыт и логические суждения указывают на то, что первый фактор ощутимо более значим, нежели второй
Существенная значимость	7	Первый фактор существенно более значим, нежели второй
Абсолютная значимость	9	Превосходство по значимости первого фактора по отношению ко второму максимально возможное
2, 4, 6, 8 – переходные значения		

Таблица 3

## Выявление весовых значений Индекса Развития Футбола при помощи метода анализа иерархии

	C1	C2	C3	П1	П2	П3	У1	У2	У3	У4	У5	Экспертный вес	Скорр. вес
C1	1	1	3									10,6%	14,6%
C2	1	1	2									9,3%	12,8%
C3	0,33	0,5	1									4,0%	5,6%
П1				1	5	4						20,0%	22,6%
П2				0,2	1	0,5						3,4%	3,9%
П3				0,25	2	1						5,8%	6,6%
У1							1	1	0,5	3	4	10,5%	7,4%
У2							1	1	0,5	3	4	10,5%	7,4%
У3							2	2	1	5	6	19,2%	13,5%
У4							0,33	0,33	0,2	1	3	4,3%	3,0%
У5							0,25	0,25	0,17	0,33	1	2,4%	1,7%

рающего в футбол. Количество тренеров (У3) оценено как наиболее важное, тогда как количество национальных команд выступающих под эгидой федераций (У5) – наименее.

## Веса, основанные на входящих данных

А. Брандолини [18] описывает данную группу методов к взвешиванию как «позволяющую данным говорить самим за себя». Рассматриваемые подходы в большей степени основаны на статистическом анализе и эконометрическом моделировании данных.

## Частотное взвешивание

Данный подход предполагает, что значимость каждого показателя будет основана на распределении количествен-

ных оценок его переменных. Таким образом, большая значимость придается тем факторам, где чаще всего показываются слабые результаты. В таком случае появляется мотивация развивать области, характеризующиеся наиболее серьезными проблемами, поскольку их улучшение более заметно отразится на итоговом результате, нежели аналогичное улучшение в области, где уже имеются хорошие результаты.

Частотные веса чаще всего выявляются для конкретных отраслей, где наблюдается систематический дисбаланс между конкретными показателями. При этом весьма сложно четко определить, в каких показателях чаще просматриваются слабые результаты. При сравнении показателей с одинако-

вой системой измерения превосходство определяется легко. Однако если сопоставляются кардинально разные индикаторы (например, число тренеров и вместимость стадионов), то в данном случае будет весьма сложно однозначно трактовать, где прослеживаются высокие количественные оценки, а где – низкие. В таком случае следует использовать нормализацию данных. Например, мини-макс-нормализация, где минимальное значение приравнивается нулю, а максимальное – единице:

$$x'_i = \frac{x_i - \min(X)}{\max(X) - \min(X)},$$

где  $x'_i$  – нормализованное  $x$ -значение  $i$ -й переменной.

В таком случае при определении средних значений нормализованных данных по каждому фактору мы можем выявить те факторы, в которых наиболее часто встречаются слабые результаты.

Среднее значение нормализованных данных позволяет нам определить, в каких факторах наиболее часто встречаются низкие количественные оценки. Следовательно, чем ниже среднее значение, тем чаще встречаются слабые результаты. Весовые значения показателей Индекса Развития Футбола, выведенные частотным методом, представлены в табл. 4. В нашем случае также пришлось делать корректировку относительно равных весов каждой критериальной группы

(указаны в табл. 4 как «скорректированный вес»). При использовании частотного метода наивысшую значимость получили показатели выступления сборных команд (С1) – 19,6%, количество футбольных клубов (П2) – 19,8% и количество тренеров (У3) – 19,1%.

### Статистическое взвешивание

Среди наиболее распространенных статистических методов можно выделить метод главных компонент (МГК), факторный анализ, метод оболочки данных [16]. В данном разделе подробно будет рассмотрен первый метод, а также освещены сильные и слабые стороны всех статистических методов взвешивания в целом.

Взвешивание показателей при помощи МГК используется для устранения проблемы мультиколлинеарности между переменными, а также уменьшения первоначального массива данных. Дж. Фостер, М. Макгиливрэй и С. Сет [19] как раз отмечают, что МГК необходимо применять при определении весов именно в мультикритериальных индексах, где часто встречается высокий уровень корреляции между факторами. Метод главных компонент предполагает обобщение данных, когда из исходных факторов модели формируются синтетические, что позволяет исключить двойной учет информации [6].

Дж. Николетти, О. Бойло и С. Скарпетта [20] одними из

первых сумели усовершенствовать классический подход к применению МГК, адаптировав его под задачу выявления весовых значений факторов. Авторы рассматривали матрицу нагрузок первой выведенной компоненты, а также всех последующих для выявления весовых значений каждого фактора, которые были выражены в виде коэффициентов главных компонент. Таким образом, максимально возможная пропорция совокупной вариации первоначального массива данных сохраняется.

При этом зачастую мультикритериальные показатели строятся как раз для интегрирования показателей, не имеющих сильную зависимость между собой. Для проведения анализа использовался программный пакет SPSS 23.0. Корреляционные зависимости по критериальным группам Индекса Развития футбола выглядят следующим образом (табл. 5).

В случае Индекса развития футбола статистически значимые корреляционные зависимости выше среднего наблюдаются среди группы показателей спортивных результатов (С1-С3), а также между спортивными показателями и индикаторами условий для развития. В таком случае проведение анализа методом главных компонент является целесообразным.

В табл. 6 показано, что было выявлено 3 компоненты. Отбор компонент производится

Таблица 4

Весовые значения показателей условия для развития футбола, выведенные частотным методом

	С1	С2	С3	П1	П2	П3	У1	У2	У3	У4	У5
Среднее значение <sup>1</sup>	0,054	0,120	0,232	0,128	0,036	0,090	0,230	0,059	0,026	0,380	0,27
Доля <sup>2</sup>	3,3%	7,4%	14,2%	7,8%	2,2%	5,5%	14,1%	3,6%	1,6%	23,3%	16,7%
Частотный вес <sup>3</sup>	12,8%	5,8%	3,0%	5,4%	19,6%	7,7%	3,0%	11,8%	26,4%	1,8%	2,5%
Скорректированный частотный вес	19,6%	8,9%	4,57%	5,5%	19,8%	7,7%	2,2%	8,5%	19,1%	1,3%	1,8%

<sup>1</sup> Выявляется среднее значение среди нормализованных данных по каждому из показателей –  $x'_i$ ;

<sup>2</sup> Выявляется доля каждого выведенного среднего значения в общей сумме средних всех показателей:  $\frac{x'_i}{\sum x'}$ ;

<sup>3</sup> Берется обратное значение от выявленного значения в шаге 2 и выявляется доля значения, выведенного в шаге 3, от общей суммы значений шага 3 по каждому показателю.

Таблица 5

## Корреляционная матрица критериальных групп Индекса Развития Футбола

	C1	C2	C3	П1	П2	П3	У1	У2	У3	У4	У5
C1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
C2	<b>0,765**</b>	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–
C3	<b>0,651**</b>	<b>0,752**</b>	1	–	–	–	–	–	–	–	–
П1	0,163*	0,169*	0,254**	1	–	–	–	–	–	–	–
П2	–0,152*	–0,115	–0,014	–0,068	1	–	–	–	–	–	–
П3	–0,194**	–0,363**	–0,068	–0,101	0,164*	1	–	–	–	–	–
У1	0,034	0,116	0,116	0,350**	–0,207**	–0,360**	1	–	–	–	–
У2	<b>0,807**</b>	0,642**	0,522**	0,095	–0,121	–0,257**	–0,024	1	–	–	–
У3	0,265**	0,449**	0,341**	0,110	–0,057	–0,015	0,040	0,313**	1	–	–
У4	0,621**	<b>0,747**</b>	<b>0,750**</b>	0,020	0,022	–0,168*	–0,111	0,562**	0,253**	1	–
У5	0,463**	0,554**	0,595**	0,212**	–0,090	–0,372**	0,307**	0,414**	0,230**	0,548**	1

\*\* Корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя)

\* Корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя)

Таблица 6

## Объясненная совокупная дисперсия показателей Индекса Развития Футбола методом главных компонент

Компонента	Начальные собственные значения			Извлечение суммы квадратов нагрузок			Ротация суммы квадратов нагрузок		
	Всего	% дисперсии	Суммарный %	Всего	% дисперсии	Суммарный %	Всего	% дисперсии	Суммарный %
1	4,508	40,983	40,983	4,508	40,983	40,983	4,264	38,768	38,768
2	1,649	14,995	55,977	1,649	14,995	55,977	1,475	13,405	52,173
3	1,054	9,584	65,562	1,054	9,584	65,562	1,473	13,388	65,562
4	0,96	8,73	74,291	Мера адекватности выборки КМО			0,751		
5	0,797	7,244	81,535	Критерий сферичности Бартлетта					
6	0,666	6,055	87,59	Примерная Хи-квадрат			1184,690		
7	0,487	4,432	92,021	ст.св.			55		
8	0,4	3,633	95,654	Значимость			0,000		
9	0,206	1,877	97,531						
10	0,168	1,526	99,058						
11	0,104	0,942	100						

Таблица 7

## Матрица нагрузок показателей Индекса Развития Футбола на главные компоненты и выведенные весовые значения

Показатель	Повернутая матрица компонентов			Скорректированная матрица компонентов			Весовые значения	
	1	2	3	1	2	3	Вес МГК	Вес скор.
C1	<b>0,852</b>	–0,176	–0,026	<b>0,17</b>	0,02	0,00	10,06%	<b>10,72%</b>
C2	<b>0,89</b>	–0,187	0,111	<b>0,19</b>	0,02	0,01	10,98%	<b>11,69%</b>
C3	<b>0,847</b>	0,091	0,257	<b>0,17</b>	0,01	0,04	9,95%	<b>10,59%</b>
П1	0,123	0,061	<b>0,824</b>	0,00	0,00	<b>0,46</b>	11,68%	<b>12,84%</b>
П2	–0,016	<b>0,646</b>	0,013	0,00	<b>0,28</b>	0,00	8,74%	<b>9,61%</b>
П3	–0,193	<b>0,76</b>	–0,135	0,01	<b>0,39</b>	0,01	9,60%	<b>10,55%</b>
У1	–0,068	–0,484	<b>0,713</b>	0,00	<b>0,16</b>	<b>0,35</b>	3,89%	<b>4,11%</b>
У2	<b>0,791</b>	–0,212	–0,119	<b>0,15</b>	0,03	0,01	8,67%	<b>9,16%</b>
У3	<b>0,469</b>	0,184	0,222	<b>0,05</b>	0,02	0,03	3,05%	<b>3,22%</b>
У4	<b>0,865</b>	0,008	–0,093	<b>0,18</b>	0,00	0,01	10,37%	<b>10,95%</b>
У5	<b>0,616</b>	–0,296	0,341	<b>0,09</b>	0,06	0,08	5,26%	<b>5,56%</b>
Дисперсии осей проекции	4,27	1,47	1,47					
доля от общей дисперсии	0,59	0,20	0,20					

ся исходя из рекомендаций М. Нардо и др. [16], которые указывали, что (а) собственные значения компонент должны быть выше 1, (б) индивидуальная дисперсия – выше 10%, (в) их суммарная дисперсия – больше 60%. Третья компонента показывает дисперсию ниже 10%, однако всего на 0,416%, следовательно, для удовлетворения критерия (в).

В табл. 7 показаны выведенные весовые значения методом главных компонент при помощи работок Дж. Ни-колетти, О. Бойло и С. Скарпетта [20]. При использовании варимакс ротации показателей мы получили, что каждая из трех выявленных компонент статистически значимо нагружает лишь один из 11 показателей Индекса Развития Футбола. Первая компонента нагружает все показатели спортивных результатов и 4 из пяти показателей условий для развития футбола; вторая компонента нагружает показатели численности клубов (П2) и средней посещаемости футбольных матчей (П3); третья компонента нагружает показатели численности играющих в футбол (П1) и численности зарегистрированных футболистов (У1).

Метод главных компонент определяет весовые значения таким образом, что меньшую значимость получают те факторы, которые имеют наименьшую степень корреляции. Табл. 8 показывает, что именно показатели с наивысшей степенью линейной корреляции получили наивысший вес методом МГК – С1, С2, С3, У2 и У4 (представлены в таблице в столбце «Вес МГК»). Однако при корректировке выведенных значений за счет того, что каждая критериальная группа получает равный вес в 0,33%, распределение весов несколько изменилось. Среди спортивных результатов значимость была распределена примерно в равном соотношении; среди показателей популярности футбола заметно большая важность была присвоена фактору населения, играющего в футбол; среди показателей условий для развития наивысшую значимость получили показатели общей вместимости футбольных стадионов и количества международных судей.

Весьма значительной проблемой можно назвать сложность интерпретации весовых значений, выведенных методом МГК. Именно поэтому данный подход не получил

столь широкого распространения среди мультикритериальных индексов. По сути, все методы взвешивания, основанные на входящих данных, чувствительны к включению новых факторов в модель [16]. Тем самым, выведенные весовые значения используются для уравнивания влияния конкретных количественных оценок на конечный результат, нежели отражают значимость самих факторов. Мультикритериальные показатели необходимы в том числе и для проведения трендового анализа, выявления систематических закономерностей и степени влияния факторов друг на друга. При использовании статистических и частотных подходов, весовые значения факторов необходимо будет пересчитывать за каждый отчетный период. Следовательно, какие-либо изменения в динамике для отдельных стран могут быть обусловлены не изменением их количественных оценок, а сменой весового значения фактора.

### Смешанные веса

Данная группа методов основана на комбинировании статистических и эконометри-

Таблица 8

Сравнение весовых значений Индекса Развития Футбола, выведенных различными методами

Показатели	Нормативные веса			Веса, основанные на входящих данных	
	Равные веса	Распределение бюджета	Метод анализа иерархии	Частотный метод	МГК
Выступления основных национальных сборных команд.	11,0%	9,9%	14,6%	19,6%	10,7%
Выступления клубных представителей стран.	11,0%	9,9%	12,8%	8,9%	11,7%
Официальный рейтинг ФИФА.	11,0%	13,2%	5,6%	4,6%	10,6%
Соотношение: занимающиеся футболом/население	11,0%	16,5%	22,6%	5,5%	12,9%
Количество клубов	11,0%	11,6%	3,9%	19,8%	9,6%
Средняя посещаемость матчей топ-лиги.	11,0%	5,0%	6,6%	7,7%	10,6%
Число зарегистрированных футболистов, нормированное на население	6,6%	9,9%	7,4%	2,2%	4,1%
Общая вместимость футбольных стадионов.	6,6%	6,6%	7,4%	8,5%	9,2%
Количество тренеров.	6,6%	6,6%	13,5%	19,1%	3,2%
Количество международных судей	6,6%	6,6%	3,0%	1,3%	10,9%
Число национальных команд, выступающих под эгидой Национальной Футбольной Ассоциации.	6,6%	3,3%	1,7%	1,8%	5,6%

ческих приемов обработки с нормативной логикой. К. Деканк и М. Люго [6] выделяют два основных подхода: гедоническое взвешивание и приоритет большинства. Первый метод основан на построении уравнения регрессии исходя из имеющихся эмпирических данных:

$$Y = \alpha_1 I_1(x_1) + \alpha_2 I_2(x_2) + \dots + \alpha_m I_m(x_m) + \epsilon;$$

где  $\alpha$ -коэффициенты регрессии будут являться весами  $m$ -факторов. Главным недостатком данного подхода можно назвать необходимость выбора подходящего результирующего показателя  $Y$ . Выбор данного показателя в большей степени основан на экспертной оценке, из-за чего К. Деканк и М. Люго [6] не называют данный метод сугубо статистическим. При этом Б. Бельхадж [14] считает его чисто статистическим методом взвешивания, поскольку он использует один из наиболее базовых приемов эконометрического анализа. Э. Шоккаерт [21] использовал степень удовлетворенности жизни в качестве результирующего показателя для факторов благосостояния граждан. Однако подбор подобных показателей не всегда является возможным, а также ставит под сомнение необходимость формирования мультикритериального показателя при наличии аналогичных показателей, обладающих подобными свойствами.

При использовании регрессионного подхода к взвешиванию может возникнуть вопрос мультиколлинеарности среди  $m$ -факторов, что значительно исказит достоверность выявленных  $\alpha$ -коэффициентов. Как мы видели в табл. 5, подобная проблема весьма актуальна для Индекса Развития Футбола. К тому же при построении уравнений регрессий величины стандартных ошибок могут быть слишком высоки, что приведет к необходимости

убирать какие-либо факторы либо переменные.

Метод приоритета большинства в большей степени заимствован из социологии. Данный подход основан на проведении полномасштабного опроса респондентов с формированием генеральной и выборочной совокупностей, подсчетом и валидацией полученных результатов. Основной проблемой данного подхода является формирование верной генеральной совокупности респондентов. В случае социально-экономических индексов выявление генеральной совокупности более прямолинейно, поскольку данные сферы определяют жизнедеятельность если не всех, то абсолютного большинства населения. Тогда как показатели развития спорта могут быть актуальны далеко не для всех групп населения. Также к недостаткам метода можно отнести затратность и субъективность. Исходя из вышеупомянутых недостатков и трудностей смешанные методы не вошли в рамки данного исследования.

## Обсуждение

Среди спортивных результатов чаще всего большую значимость получали выступления всех национальных сборных, тогда как рейтинг ФИФА, учитывающий лишь выступления основной мужской команды чаще всего признавался на-

именее значимым. Среди условий для развития футбола наивысший вес в большинстве случаев получал показатель численности тренеров, тогда как число национальных сборных команд — наименьший. Примечательно, что профессиональные заключения одного и того же эксперта заметно разнятся в зависимости от используемого метода для выявления весов. В целом, выведенные весовые значения разнятся значительно в зависимости от выбранного метода подсчета. Единственная статистически значимая корреляция в 0,744 присутствует между весовыми значениями, полученными равным взвешиванием и методом главных компонент.

Подсчет Индекса Развития Футбола при помощи пяти различных методов взвешивания показателей показал, что результаты сильно устойчивы к изменениям весовых значений (табл. 9). Первые 20 стран, согласно Индексу Развития Футбола, также несущественно изменились при использовании различных методов взвешивания (табл. 10). Допустима в данном случае будет и комбинация нескольких методов или выведение «среднего» веса исходя из значений, полученных различными методами. Очевидно, что более сложные методы взвешивания позволяют объективизировать методологию Индекса Развития Футбола, однако за счет этого методология самого индекса

Таблица 9

**Корреляционная матрица значений Индекса Развития Футбола, посчитанного различными методами взвешивания показателей**

Методы	Равные веса	Распределение бюджета	Метод анализа иерархии	Частотный метод	МГК
Равные веса	1	—	—	—	—
Распределение бюджета	0,992**	1	—	—	—
Метод анализа иерархии	0,979**	0,989**	1	—	—
Частотный метод	0,961**	0,943**	0,953**	1	—
МГК	0,994**	0,978**	0,964**	0,958**	1

\*\*Корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).

Ранги Топ-20 стран по Индексу Развития Футбола, посчитанные различными методами взвешивания показателей

Страны	Равные веса	Распределение бюджета	Метод анализа иерархии	Частотный метод	МГК
Германия	1	1	1	3	1
Англия	2	3	2	1	3
Бразилия	3	2	3	2	2
Испания	4	4	4	4	4
Франция	5	5	6	6	6
Италия	6	6	5	5	5
Аргентина	7	7	7	8	7
Нидерланды	8	8	9	9	9
США	9	9	8	7	8
Португалия	10	11	10	12	10
Бельгия	11	10	13	17	13
Мексика	12	15	12	11	11
Россия	13	14	17	10	12
Чили	14	12	11	14	14
Швейцария	15	17	22	21	19
Колумбия	16	16	21	15	15
Чехия	17	13	15	23	20
Украина	18	22	24	25	18
Уругвай	19	19	18	16	16
Япония	20	26	20	13	17

становится намного труднее для интерпретации и восприятия.

## Вывод

Проведенный обзор основных методов определения весовых значений факторов в мультикритериальных индексах развития спорта подтверждает заключение К. Деканк и М. Люго [6], согласно которому нельзя однозначно выделить один универсальный метод. Выбор подхода к взвешиванию факторов во многом

определяется поставленными задачами. Глобальные индексы, включающие более 200 переменных, в большинстве случаев используют простые методы взвешивания.

В данной работе была предпринята попытка использовать более сложные методики определения весовых значений факторов Индекса Развития Футбола. Авторы посчитали некорректным наделять равным весом все 11 критериев Индекса. При этом основные три критериальные группы должны Индекса Развития

Футбола должны получить одинаковую значимость вне зависимости от количества показателей.

Обзор научной литературы показал, что статистические и частотные подходы вряд ли применимы для определения стратегического вектора развития спорта, поскольку исключают возможность проведения корректного трендового и межстранового анализа. Хотя подобные подходы практически исключают субъективную оценку, их зависимость от количественных оценок внутри каждого фактора вызывает постоянные колебания весовых значений при обновлении данных. Нормативные методы в свою очередь напрямую зависят от субъективных оценок, что делает их вечно уязвимыми для критиков.

Для глобальных индексов развития спорта наиболее подходящими, на взгляд авторов, являются экспертные методы. Посчитанные в таблице 10 корреляционные зависимости показывают, что существенных изменений в результатах при использовании более сложных весов на входящих на данных по сравнению с нормативными весами не наблюдается. Главной проблемой остается возможность привлечения экспертов, которые бы могли выразить интересы всех стейкхолдеров. В случае Индекса развития футбола такими могли бы стать представители национальных федераций.

## Литература

1. Benjamin D. J., Heffetz O., Kimball M. S., & Szembrot N. Beyond happiness and satisfaction: Toward well-being indices based on stated preference // *The American economic review*. 2014. 104(9). P. 2698–2735.
2. Schlesinger W., Taulet A. C., Alves H., & Burguete J. L. V. An Approach to Measuring Perceived Quality of Life in the City Through a Formative Multidimensional Perspective // *Entrepreneurial and Innovative Practices in Public Institutions*. Springer International Publishing. 2016. P. 59–79.
3. Yuexiu Si. Value of study of gross national

## References

1. Benjamin D. J., Heffetz O., Kimball M. S., & Szembrot N. Beyond happiness and satisfaction: Toward well-being indices based on stated preference. // *The American economic review*. 2014. 104(9). P. 2698–2735.
2. Schlesinger W., Taulet A. C., Alves H., & Burguete J. L. V. An Approach to Measuring Perceived Quality of Life in the City Through a Formative Multidimensional Perspective // *Entrepreneurial and Innovative Practices in Public Institutions*. Springer International Publishing. 2016. P. 59–79.
3. Yuexiu Si. Value of study of gross national

- happiness index and countermeasures [J] // Journal of North China University of Technology Beijing China. 2008. P. 21–26.
4. Воробьев А.И., Солнцев И.В., Осокин Н.А. Индекс Развития Футбола: подходы, методология, моделирование. М.: Русайнс, 2016.
5. Воробьев А.И., Солнцев И.В., Осокин Н.А. Использование ренкинговых моделей для оценки уровня развития футбола в странах ФИФА // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. 2016. № 2 (86) С. 69–76.
6. Decancq K. & Lugo M.A. Weights in Multidimensional Indices of Wellbeing: An Overview // *Econometric Reviews*. 2013. Vol. 32. No. 1 P. 7–34. doi:10.1080/07474938.2012.690641.
7. Пахалов А.М. Методические аспекты оценки инвестиционной привлекательности регионов // Глобальные рынки и финансовый инжиниринг. 2014. № 1 (1) С. 53–62.
8. Гильмитдинов Ш.Г. Оценка конкурентоспособности предприятия на основе использования комплексного показателя // Проблемы современной экономики. 2012. № 1. С. 121–123.
9. Бондарев Н.С. К вопросу об оценке влияния факторов производства на сельское хозяйство промышленного региона // Вестник Кемеровского государственного университета. 2014. № 1.3 (59)
10. Похолоков Ю., Чучалин А., Агранович Б., Могильницкий С. Модели рейтинга вузов и образовательных программ // Высшее образование в России. 2005. № 11.
11. Fleurbaey M. Individual well-being and social welfare: Notes on the theory // Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress, 2008.
12. Böhringer C. & Jochem P. Measuring the Immeasurable — A Survey of Sustainability Indices // *Ecological Economics*. 2007. 63. № 1. P. 1–8. doi:10.1016/j.ecolecon.2007.03.008.
13. Chowdhury S. & Squire L. Setting Weights for Aggregate Indices: An Application to the Commitment to Development Index and Human Development Index // *The Journal of Development Studies*. 2006. 42. No. 5. P. 761–771. doi:10.1080/00220380600741904.
14. dj, B. New Weighting Scheme for the Dimensions in Multidimensional Poverty Indices // *Economics Letters*. 2012. 116. No. 3. P. 304–307. doi:10.1016/j.econlet.2012.03.029.
15. Santeramo F. On the Composite Indicators for Food Security: Decisions Matter! // *Food Reviews International*. 2014. 31. No. 1. P. 63–73. doi:10.1080/87559129.2014.961076.
16. Nardo M., Saltelli A., Giovannini E., Tarantola S., Saisana M., & Hoffman A. Handbook on Constructing Composite Indicators OECD Statistics Working Papers, 2009. doi:10.1787/533411815016.
17. Saaty, T. L. Principles of the Analytic Hierarchy Process. Expert Judgment and Expert
- happiness index and countermeasures [J]. Journal of North China University of Technology Beijing China. 2008. P. 21–26.
4. Vorob'ev A.I., Solntsev I.V., Osokin N.A. Indeks Razvitiya Futbola: podkhody, metodologiya, modelirovanie. Moscow: Rusains, 2016. (In Russ.)
5. Vorob'ev A.I., Solntsev I.V., Osokin N.A. Ispol'zovanie renkingovykh modelei dlya otsenki urovnya razvitiya futbola v stranakh FIFA. Vestnik Rossiiskogo ekonomicheskogo universiteta im. G.V. Plekhanova. 2016. No. 2 (86) P. 69–76. (In Russ.)
6. Decancq K. & Lugo M.A. Weights in Multidimensional Indices of Wellbeing: An Overview. *Econometric Reviews*. 2013. Vol. 32. No. 1 P. 7–34. doi:10.1080/07474938.2012.690641.
7. Pakhalov A.M. Metodicheskie aspekty otsenki investitsionnoi privlekatel'nosti regionov. Global'nye rynki i finansovyi inzhiniring. 2014. No. 1 (1) P. 53–62. (In Russ.)
8. Gil'mitdinov Sh.G. Otsenka konkurentosposobnosti predpriyatiya na osnove ispol'zovaniya kompleksnogo pokazatelya. Problemy sovremennoi ekonomiki. 2012. No. 1. P. 121–123. (In Russ.)
9. Bondarev N.S. K voprosu ob otsenke vliyaniya faktorov proizvodstva na sel'skoe khozyaistvo promyshlennogo regiona. Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. 2014. No. 1.3 (59) (In Russ.)
10. Pokholkov Yu., Chuchalin A., Agronovich B., Mogil'nitskii S. Modeli reitinga vuzov i obrazovatel'nykh programm. Vysshee obrazovanie v Rossii. 2005. No. 11. (In Russ.)
11. Fleurbaey M. Individual well-being and social welfare: Notes on the theory. Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress, 2008.
12. Böhringer C. & Jochem P. Measuring the Immeasurable — A Survey of Sustainability Indices // *Ecological Economics*. 2007. 63. No. 1. P. 1–8. doi:10.1016/j.ecolecon.2007.03.008.
13. Chowdhury S. & Squire L. Setting Weights for Aggregate Indices: An Application to the Commitment to Development Index and Human Development Index. *The Journal of Development Studies*. 2006. 42. No. 5. P. 761–771. doi:10.1080/00220380600741904.
14. dj, B. New Weighting Scheme for the Dimensions in Multidimensional Poverty Indices. *Economics Letters*. 2012. 116. No. 3. P. 304–307. doi:10.1016/j.econlet.2012.03.029.
15. Santeramo F. On the Composite Indicators for Food Security: Decisions Matter! *Food Reviews International*. 2014. 31. No. 1. P. 63–73. doi:10.1080/87559129.2014.961076.
16. Nardo M., Saltelli A., Giovannini E., Tarantola S., Saisana M., & Hoffman A. Handbook on Constructing Composite Indicators OECD Statistics Working Papers, 2009. doi:10.1787/533411815016.
17. Saaty, T. L. Principles of the Analytic Hierarchy Process. Expert Judgment and Expert

Systems, 1987. P. 27–73. doi:10.1007/978-3-642-86679-1\_3.

18. *Brandolini, A.* On Applying Synthetic Indices of Multidimensional Well-Being: Health and Income Inequalities in France, Germany, Italy, and the United Kingdom. *Against Injustice*, 2008. P. 221–251. doi:10.1017/cbo9780511657443.011.

19. *Foster J. E., McGillivray M., & Seth S.* Composite Indices: Rank Robustness, Statistical Association, and Redundancy // *Econometric Reviews*. 2013. 32. No. 1 P. 35–56. doi:10.1080/07474938.2012.690647

20. *Nicoletti, G., Boylaud O., & Scarpetta S.* Summary Indicators of Product Market Regulation with an Extension to Employment Protection Legislation. *OECD Economics Department Working Papers*, 2000. doi:10.1787/215182844604.

21. *Schokkaert, E.* Capabilities and Satisfaction with Life // *Journal of Human Development*. 2007. 8. No. 3. P. 415–430. doi:10.1080/14649880701462239.

Systems, 1987. P. 27–73. doi:10.1007/978-3-642-86679-1\_3.

18. *Brandolini, A.* On Applying Synthetic Indices of Multidimensional Well-Being: Health and Income Inequalities in France, Germany, Italy, and the United Kingdom. *Against Injustice*, 2008. P. 221–251. doi:10.1017/cbo9780511657443.011.

19. *Foster J. E., McGillivray M., & Seth S.* Composite Indices: Rank Robustness, Statistical Association, and Redundancy. *Econometric Reviews*. 2013. 32. No. 1. P. 35–56. doi:10.1080/07474938.2012.690647

20. *Nicoletti, G., Boylaud O., & Scarpetta S.* Summary Indicators of Product Market Regulation with an Extension to Employment Protection Legislation. *OECD Economics Department Working Papers*, 2000. doi:10.1787/215182844604.

21. *Schokkaert, E.* Capabilities and Satisfaction with Life. *Journal of Human Development*. 2007. 8. No. 3. P. 415–430. doi:10.1080/14649880701462239.

### Сведения об авторах

#### **Илья Васильевич Солнцев**

*Кандидат экономических наук, доцент, директор Центра стратегических исследований в спорте Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», Москва, Россия*  
Эл. почта: [Ilia.solntsev@gmail.com](mailto:Ilia.solntsev@gmail.com)

#### **Никита Андреевич Осокин**

*Ведущий специалист Центра стратегических исследований в спорте Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова», Москва, Россия*  
Эл. почта: [osokin.na@rea.ru](mailto:osokin.na@rea.ru)  
Тел.: +7-985-962-82-00

### Information about the authors

#### **Ilya V. Solntsev**

*Cand. Sci. (Economics), Associate professor, Director of the Center of Strategic Sports Research Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia*  
E-mail: [Ilia.solntsev@gmail.com](mailto:Ilia.solntsev@gmail.com)

#### **Nikita A. Osokin**

*Leading Specialist of the Center of Strategic Sports Research Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia*  
E-mail: [osokin.na@rea.ru](mailto:osokin.na@rea.ru)  
Tel.: +7-985-962-82-00