

# ОТРАСЛЕВЫЕ И МЕЖОТРАСЛЕВЫЕ КОМПЛЕКСЫ

Для цитирования: Зеленков Ю. А., Цветков В. А., Солнцев И. В. Сравнительная оценка эффективности развития спорта на региональном уровне на основе метода DEA // Экономика региона. — 2017. — Т. 13, вып. 4. — С. 1184-1198

doi 10.17059/2017-4-17

УДК 332.12

JEL Z200

Ю. А. Зеленков<sup>а)</sup>, В. А. Цветков<sup>б)</sup>, И. В. Солнцев<sup>в)</sup>

<sup>а)</sup> Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики (Москва, Российская Федерация; e-mail: yuri.zelenkov@gmail.com)

<sup>б)</sup> Институт проблем рынка РАН (Москва, Российская Федерация)

<sup>в)</sup> Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова (Москва, Российская Федерация)

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ СПОРТА НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ НА ОСНОВЕ МЕТОДА DEA<sup>1</sup>

*В статье исследуется эффективность использования финансовых ресурсов для развития массового спорта и спорта больших достижений на региональном уровне. На основе статистических данных Министерства спорта РФ, включающих социально-экономические индикаторы (28 переменных) и показатели развития спорта (39 переменных) по 82 регионам РФ за 2012–2015 гг., при помощи метода структурного моделирования (PLS-SEM) построена модель развития спорта в регионе, включающая семь неявных переменных: уровень экономического развития региона, объем финансирования, выделяемого на развитие спорта, обеспеченность спорта ресурсами, уровень развития массового спорта, уровень развития профессионального спорта, результаты в спорте больших достижений; результаты в паралимпийском спорте. Уровень экономического развития региона влияет на объем финансирования, выделяемого на развитие спорта, который, в свою очередь, определяет обеспеченность ресурсами. Наличие ресурсов определяет успехи в развитии массового спорта и профессионального спорта. Уровень развития профессионального спорта определяет успехи в спорте больших достижений и паралимпийском спорте. Структурное моделирование позволило выделить измеряемые индикаторы ресурсного обеспечения (входы модели) и результатов развития спорта (выходы модели). Эффективность трансформации входов в выходы для различных регионов РФ исследована при помощи метода DEA. Рассмотрены две модели, в первой в качестве выходов используются показатели развития массового спорта, во второй — показатели развития профессионального спорта. Входы обеих моделей — показатели финансовых затрат на развитие спорта. Одновременное рассмотрение эффективности по двум направлениям позволяет выделить особенности каждого региона, оценить сбалансированность в развитии массового и профессионального спорта. Результаты моделирования позволили выделить несколько групп регионов с близкими параметрами, что, возможно, объясняется их схожими географическими характеристиками.*

**Ключевые слова:** развитие спорта в регионе, факторы развития спорта, финансирование спорта, ресурсное обеспечение спорта, массовый спорт, профессиональный спорт, спорт больших достижений, паралимпийский спорт, метод PLS-SEM, эффективность развития спорта, метод DEA

### Введение

В Концепции долгосрочного социально-экономического развития России на период до 2020 года отмечено, что развитие чело-

веческого потенциала является одним из ключевых факторов перехода от экспортно-сырьевой к инновационной модели экономического роста. Поэтому в основные приоритеты социальной и экономической политики включено формирование и распространение стандартов

<sup>1</sup> © Зеленков Ю. А., Цветков В. А., Солнцев И. В. Текст. 2017.

здорового образа жизни, в том числе создание условий для занятий физической культурой и спортом (ФКиС). На это также ориентирована Федеральная целевая программа «Развитие физической культуры и спорта в РФ на 2016–2020 годы»<sup>1</sup>.

В программе предложен ряд целевых индикаторов, однако не определены показатели эффективности использования ресурсов, что не позволяет дать сравнительную оценку деятельности регионов по развитию спорта, выявить лидеров и «лучшие практики», определить отстающих.

Целью данной работы является построение рейтинга регионов по эффективности развития массового спорта и спорта больших достижений. Для построения рейтинга используется метод *Data Envelopment Analysis (DEA)*, который широко применяется для сравнительного анализа эффективности в экономике, финансовой деятельности, менеджменте. Данный метод позволяет оценить эффективность преобразования нескольких входов (ресурсов) в выходы (результат) некоторого множества исследуемых объектов. Однако часто возникает проблема выбора входов и выходов модели, которая многими авторами решается на основе логического анализа. При этом часто обоснованность сделанного выбора остается не доказанной. Кроме того, очень часто те данные, которыми оперирует исследователь, можно трактовать как индикаторы некоторых скрытых свойств системы, определяющих ее поведение и эффективность, а полнота такого набора индикаторов не исследуется. Поэтому в данной работе используется подход на основе структурного моделирования (*Structural Equation Modeling, SEM*), который позволяет выделить причинно-следственные связи в исследуемой области, связать измеряемые индикаторы со скрытыми свойствами системы и, тем самым, определить входы и выходы для анализа эффективности.

С точки зрения экономики развитие физической культуры и спорта имеет огромное значение: оно способствует снижению заболеваемости, смертности, уровня преступности, появлению новых рабочих мест, развитию инфраструктуры, позитивным изменениям в восприятии городов и стран-организаторов, в том числе со стороны инвестиционного сообщества. Все это может оказать влияние на целый ряд экономических показателей. Однако

связи между различными направлениями развития индустрии спорта и экономическими процессами могут быть различными. Их исследование во многом определяется наличием достоверной базы статистических показателей за несколько периодов. Также нужно учитывать, что отдельные нематериальные эффекты, формируемые индустрией спорта, невозможно измерить количественно. Предлагаемая работа построена следующим образом. На первом этапе строится структурная модель развития спорта в регионе (метод *PLS-SEM*), определяются факторы, которые могут рассматриваться как входы и выходы. На втором этапе исследуется сравнительная эффективность регионов в развитии спорта при помощи метода *DEA*.

### Проблема оценки эффективности и метод DEA

В настоящее время широко применяется способ измерения эффективности объекта, осуществляющего определенную деятельность, через оценку качества преобразования его входов (ресурсов) в выходы (результат). Для обозначения объекта, эффективность которого определяется, используется термин «элемент принимающий решение» (*DMU – Decision Making Unit*).

В микроэкономике производственная функция  $F$  определяет результат (выходы), которой может быть получен при различных комбинациях используемых ресурсов (входов). Другими словами, производственная функция  $x: F \rightarrow y$  задает технологию преобразования  $m$  входов  $x = (x_1, \dots, x_m) \in \mathbb{R}_+^m$  в  $n$  выходов  $y = (y_1, \dots, y_n) \in \mathbb{R}_+^n$ , здесь  $\mathbb{R}_+ = \{\alpha \in \mathbb{R} \mid \alpha > 0\}$  — множество вещественных чисел больше нуля. Если предположить, что производственная функция определяет максимальную производительность (границу производительности), то зная эту функцию, можно определить, добивается ли конкретный *DMU*  $k$ , использующий входы  $x^k = (x_1^k, \dots, x_m^k)$  максимально возможного значения выходов  $y^k = (y_1^k, \dots, y_n^k)$ , то есть оценить эффективность этого *DMU*. Однако на практике вид производственной функции обычно неизвестен, имеются лишь эмпирические наблюдения значений входов и выходов, поэтому при оценке эффективности возникает задача построения границы производительности на основе наблюдаемых данных.

Существует два основных подхода к этой проблеме: параметрический и непараметрический. Основной характеристикой параметрического подхода (и, возможно, его главным недостатком) является предположение о

<sup>1</sup> Постановление Правительства Российской Федерации № 30 от 21.01.2015.

существовании производственной функции в эксплицитной форме [1]. Непараметрический подход, известный также как *Data Envelopment Analysis (DEA)* [2], не требует явного задания этой функции, эффективность *DMU* оценивается относительно других *DMU*, действующих в аналогичных условиях. Фактически при этом решаются две задачи: (1) определение стандарта (границы производительности) на базе данных нескольких *DMU* и (2) оценка эффективности конкретного *DMU* на основе этого стандарта.

Предположим, что имеется  $K$  различных *DMU* с индексами  $k = 1, \dots, K$ , каждый из которых потребляет объем  $x_i^k$   $i$ -го входа и производит объем  $y_j^k$   $j$ -го выхода ( $x_i^k \geq 0, y_j^k \geq 0, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$ ) и как минимум один вход и один выход каждого *DMU* имеют положительные значения. Обозначим  $E$  — максимальное пропорциональное сокращение всех входов  $x^k$ , которое позволяет производить прежний объем  $y^k$ . В этом случае эффективность *DMU* с индексом 0 можно определить в результате решения задачи линейного программирования

$$\min_{\lambda^1, \dots, \lambda^K} E \quad (1)$$

с ограничениями

$$Ex_i^0 \geq \sum_{k=1}^K \lambda^k x_i^k; y_j^0 \leq \sum_{k=1}^K \lambda^k y_j^k; \\ i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n; \lambda \in \Lambda^K(\gamma),$$

где коэффициенты  $\Lambda^K(\gamma)$  определяются видом используемой модели *DEA*:

$$\gamma = \{CRS, DRS, IRS, VRS\},$$

$$\Lambda^K(CRS) = \left\{ \lambda \in \mathbb{R}_+^K \mid \sum_{k=1}^K \lambda^k \text{ не ограничена} \right\} = \mathbb{R}_+^K,$$

$$\Lambda^K(DRS) = \left\{ \lambda \in \mathbb{R}_+^K \mid \sum_{k=1}^K \lambda^k \leq 1 \right\},$$

$$\Lambda^K(IRS) = \left\{ \lambda \in \mathbb{R}_+^K \mid \sum_{k=1}^K \lambda^k \geq 1 \right\},$$

$$\Lambda^K(VRS) = \left\{ \lambda \in \mathbb{R}_+^K \mid \sum_{k=1}^K \lambda^k = 1 \right\},$$

$\mathbb{N}_+$  — множество положительных натуральных чисел. Конкретный вид (*CRS, DRS, IRS, VRS*) модели *DEA* определяется эффектом отдачи от масштаба, в данном случае перечислены модели постоянного, уменьшающегося, возрастающего и переменного эффекта от масштаба, соответственно.

Отметим еще одно важное преимущество *DEA* — как следует из выражения (1), учет отдачи от масштаба позволяет использовать аб-

солютные значения входов и выходов (например, количество спортсменов) и не требует перевода их в относительные (то есть количество спортсменов на душу населения). Можно сказать, что эффективность по *DEA* вычисляется как отношение линейной комбинации выходов к линейной комбинации входов.

### Использование *DEA* для оценки эффективности в спорте

Как уже отмечалось, *DEA* позволяет формировать оценки сравнительной эффективности для любых объектов, осуществляющих преобразование неких входов в некие выходы. Поэтому данный метод применяется, в частности, и для оценки инвестиций в развитие спорта. При этом входы и выходы, отобранные для анализа в разных исследованиях, отличаются.

Значительное количество авторов исследовали таким образом эффективность преобразования ресурсов страны в успехи на международных соревнованиях, в частности на Олимпийских играх. Так, Лозано и др. [3] в качестве входов рассматривали валовой национальный продукт (ВВП) и численность населения, в качестве выходов — количество полученных золотых, серебряных и бронзовых медалей. Суарес де Мелло и др. [4], рассматривали те же самые выходы, но при этом учитывали разницу в сложности получения высоких результатов в разных видах спорта. В работе Суарес де Мелло и др. [5] в качестве входов рассматривается количество атлетов в каждой стране. Меза и др. [6] исследовали эффективность объема финансовых средств, вложенных в развитие спорта, относительно количества медалей.

При анализе эффективности инвестиций в развитие спорта на региональном уровне разнообразие подходов к выбору входов и выходов еще выше. Тейхера и Рибейро [7], исследуя процесс развития регионального спорта в Португалии, рассматривали влияние демографических, организационных, финансовых и политических ресурсов на количество атлетов. Бенито и др., [8] исследовали эффективность преобразования муниципальных ресурсов в публичные спортивные сооружения в Испании, Донг и др. [9] решали аналогичную задачу для крупных городов Китая, рассматривая в качестве входа экономические показатели.

Отечественные авторы уделяют большое внимание эффективности развития спорта в регионах, но метод *DEA* был использован только в работе Куликовой и Гушиновой [10]

для оценки эффективности профессиональных футбольных клубов. Для исследования эффективности развития спорта в целом данный подход отечественными исследователями еще не использовался, но ряд авторов предложили собственные модели.

Казаков и Литвин [11] предложили «метод пирамид», который позволяет сравнивать несколько видов спорта с точки зрения развития как самого вида спорта, так и расходования выделенных средств. При этом используется ограниченное число параметров: общее число спортсменов, общее число спортсменов-разрядников, число мастеров спорта, число призеров в российских и международных соревнованиях и число штатных тренеров.

Петрунин [12] рассматривает эффективность как результат максимизации некоторой целевой функции при ограниченных ресурсах. Для футбола автор рассматривает эту категорию в двух ракурсах: как достижение максимального результата отдельной командой (клубом, сборной) или как достижение максимального результата турниром в целом. В первом случае основное внимание уделяется соотношению между забитыми и пропущенными голами и результатом команды в турнире. Эффективность турнира оценивается автором через критерий зрелищности, который, в свою очередь, может быть оценен через посещаемость матчей и коэффициент вариации набранных очков в турнире: его меньшие значения свидетельствуют о меньшем разбросе, то есть приблизительном равенстве команд. Это означает, что результат отдельного матча, как и всего турнира, менее предсказуем.

Кудинова и Сычев [13] рассматривали проблемы финансирования физической культуры и спорта в субъектах Российской Федерации. Однако оценка эффективности в данной работе ограничилась оценкой израсходованных финансовых средств на один «эквивалент спортивного мастерства».

Ащеулов [14] проводил оценку эффективности стратегии развития физической культуры и спорта в Краснодарском крае. Однако автор не предложил конкретной методики, а ограничился лишь анализом целевых показателей.

Важность подобных исследований для экономики подтверждается существенными объемами финансирования отечественной индустрии спорта. При этом в рамках сложившейся системы объемы выделяемых на развитие спорта средств никак не связаны с демонстрируемыми регионом результатами. Построение модели оценки эффективности помогло бы

устранить эту проблему. Для этой цели мы будем использовать метод *DEA*, поскольку он обладает простотой, концептуальной целостностью и универсальностью.

Выбор входов и выходов в зависимости от цели исследования является ключевым вопросом при использовании *DEA*, так как это определяет устойчивость модели. Поскольку мы исследуем эффективность регионов в развитии спорта, необходимо выделить индикаторы, позволяющие измерить соответствующие входы (ресурсы регионов) и выходы (результаты развития спорта). Для выделения входов и выходов на эмпирических данных воспользуемся методом структурного моделирования.

### Метод структурного моделирования *PLS-SEM*

Рассматриваемая система (экономика региона — инвестиции в развитие спорта — спортивные результаты) относится к классу так называемых мягких систем, которые, в отличие от жестких, не имеют полностью определенной структуры, фиксированного состава элементов и заданных законов поведения. Как отмечает Чекланд [15], в этом случае возможно существование нескольких одновременных и неполных представлений о характеристиках мягких систем, что часто является следствием наличия в них социального компонента.

Очень часто при исследовании мягких систем невозможно измерить напрямую их ключевые параметры, их оценка возможна лишь через использование наблюдаемых переменных — индикаторов. Одним из наиболее широко применяющихся сегодня методов исследования таких систем является моделирование на основе структурных уравнений (*Structural Equation Modelling, SEM*). При этом предполагается, что матрицу наблюдаемых значений  $X$  размерностью  $n \times p$  ( $n$  — число наблюдений,  $p$  — число параметров) можно разбить на  $J$  независимых блоков  $X_j$ , с каждым из которых ассоциируется неявная (латентная) переменная  $LV_j$ ,  $j = 1, \dots, J$ , каждый блок  $X_j$  содержит  $K$  переменных  $X_{j1}, \dots, X_{jk}$ . Основная идея заключается в том, что наблюдаемые переменные являются индикаторами латентных переменных (так называемый рефлексивный способ), то есть

$$X_{jk} = \lambda_{0jk} + \lambda_{jk} LV_j + \varepsilon_{jk}, k = 1, \dots, K. \quad (2)$$

Коэффициенты  $\lambda_{jk}$  называют нагрузками факторов,  $\varepsilon_{jk}$  — ошибка.

Существует несколько видов задач, решаемых в рамках методологии *SEM* [16], наибо-

лее актуальной в свете рассматриваемой здесь проблемы является построение модели структурной регрессии, которая позволяет проверить гипотезы о существовании зависимостей между латентными переменными. Эти зависимости чаще всего представляются в виде

$$LV_j = \beta_0 + \sum_{i \rightarrow j} \beta_{ji} LV_i + \varepsilon_j, \quad (3)$$

где  $\varepsilon_j$  — ошибка,  $\beta_{ji}$  — коэффициент пути (*path coefficient*). Запись  $i \rightarrow j$  здесь означает, что суммирование производится по всем значениям  $i$  за исключением  $i = j$ . Очевидно, что о силе связи между латентными переменными можно судить по величине коэффициента  $\beta_{ji}$ .

Отметим также, что рассматриваемый метод допускает не только рефлексивный способ определения латентных переменных (1), но и формативный способ, в этом случае полагается, что индикаторы формируют рассматриваемый фактор:

$$LV_j = w_{0j} + \sum_k w_{jk} X_{jk} + \varepsilon_j. \quad (4)$$

Уравнения (2)–(4) формируют полную модель структурной регрессии.

Последовательность действий при построении структурной регрессии следующая:

1. Выдвижение гипотез о латентных переменных и связях между ними.
2. Определение индикаторов латентных переменных, сбор данных.
3. Численное моделирование, оценка качества модели.
4. Если необходимо модификация модели и возврат на шаг 3.
5. Интерпретация полученных результатов.

Метод решения системы (2)–(4) при помощи частных наименьших квадратов (*PLS — Partial Least Squares*) получил название *PLS-SEM* и широко используется для эмпирической проверки теорий в экономике, менеджменте, социологии, психологии и других науках, предметом которых являются мягкие системы.

### Структурная модель развития спорта

Согласно описанной выше методологии, построение структурной регрессии начинается с выдвижения гипотез о связях в исследуемой системе. Часто первоначальная модель не полностью подтверждается эмпирическими данными, поэтому в процессе дальнейшего анализа она уточняется и реформируется таким образом, чтобы параметры модели соответствовали требованиям качества.

Для формирования модели рассмотрим основные результаты в исследованиях спорта. Многие исследователи отмечают, что массовый спорт развивается самостоятельно, но в то же время сильно связан со спортом высших достижений. Например, само существование спорта высших достижений является мощным стимулом для развития массового спорта и привлечения в него широких масс. Связующим звеном между зрителями, массовым спортом и спортом высших достижений могут стать спортивные мегасобытия, такие как Олимпийские игры, чемпионаты мира и т. д. [17, 18], при этом успехи спортсменов, происходящих из определенных регионов, увеличивают интерес жителей этих регионов к спорту [19–21]. К аналогичному выводу пришли авторы работы [22] относительно наследия Паралимпийских игр. Таким образом, предлагаемая модель должна учитывать связи между массовым спортом и спортом больших достижений. Однако надо иметь в виду, что согласно [23] измерить влияние на рост массовости занятий спортом конкретного фактора (удачные выступления спортсменов на крупных турнирах, возведенная инфраструктура и т. д.) обособленно от иных факторов не представляется возможным.

Второе важное направление в исследовании массового спорта связано с его социальной функцией. Так, авторы работы [24] отмечают, что помимо совершенствования результатов на элитных спортивных соревнованиях, массовый спорт также способствует росту уровня социализации и социальной инклюзивности общества. Еще одним положительным следствием развития массового спорта принято считать благоприятное влияние на общий уровень здоровья граждан. Участие населения в общедоступной физкультурной деятельности стимулируется государством, поскольку позволяет снизить риск появления заболеваний, тем самым сокращая объемы финансирования сферы здравоохранения.

Еще одно направление исследований — это факторы, определяющие вовлеченность населения в занятия спортом [25–27]. Эти исследования свидетельствуют о наличии прямой зависимости между числом спортивных сооружений, их площадью и количеством занимающихся спортом. При этом важны не просто наличие спортивных объектов, но и их транспортная доступность для населения. Кроме того, данные авторы выделяют несколько основных факторов, определяющих степень вовлечения в массовый спорт: доход населения, наличие свободного времени, уровень образо-

вания, возраст, наличие инфраструктуры, гендерные и религиозно-культурные особенности данного региона. В работе [27] также отмечено, что затраты на строительство спортивной инфраструктуры являются наиболее действенным прямым фактором воздействия на увеличение численности занимающихся физической культурой и спортом, затраты на развитие транспортной инфраструктуры являются наиболее значимым косвенным фактором.

Коулман и Рамчандани [28] отмечают, что массовый спорт не только повышает уровень здоровья населения и ведет к увеличению продолжительности жизни, но и помогает создавать новые рабочие места, влечет за собой сокращение безработицы и т. д.

Можно отметить ряд исследований на российском материале. Савенкова и Попов [29] провели факторный анализ основных показателей развития физкультуры и спорта, поскольку «для принятия управленческих решений необходимо понимать, какие из факторов наиболее значимы, а значит, должны в первую очередь поддерживаться финансово». Согласно их исследованиям численность населения региона, систематически занимающегося физкультурой и спортом, зависит от таких факторов, как численность тренерско-преподавательского состава, обеспеченность инфраструктурой, количество членов сборных команд, результаты на всероссийских и

международных соревнованиях. Паршикова и Изаак [30] отмечают следующие проблемы в части организации физической культуры на региональном уровне: недостаточное финансирование, недостаточное количество спортивных сооружений и износ материально-технической базы, проблемы в организации и управлении, кадровом обеспечении, программно-методическом и информационно-пропагандистском обеспечении. Чеботарев и Тимченко [31] отмечают, что в действующем на территории РФ механизме распределения финансирования в сфере физкультуры и спорта присутствует явная диспропорция в поддержке массового спорта и спорта высших достижений.

На основании данного обсуждения формулируем гипотезы, описывающие предполагаемые связи в исследуемой системе (табл. 1, рис. 1). Знак (+) означает, что предполагается положительное влияние одной переменной на другую (с увеличением независимой переменной значение зависимой также возрастает), (–) – отрицательное (с увеличением независимой переменной значение зависимой уменьшается).

Отметим, что согласно проведенному выше анализу, предполагается также наличие положительной обратной связи, как минимум, между переменными «развитие массового спорта» и «экономическое развитие региона».

Таблица 1

Структурные связи в системе развития спорта в регионе

Гипотеза	Описание
H1	Уровень экономического развития региона положительно влияет на количество средств, выделяемых на развитие физкультуры и спорта (ФКиС)
H2	Объем внебюджетного и федерального финансирования положительно влияет на количество средств, выделяемых на развитие ФКиС
H3	Объем финансирования ФКиС положительно влияет на обеспеченность ресурсами
H4	Обеспеченность ресурсами положительно влияет на развитие массового спорта в регионе
H5	Чем больше численность населения в регионе, тем выше развитие массового спорта
H6	Чем выше доля молодежи в регионе, тем выше развитие массового спорта
H7	Развитие массового спорта положительно влияет на подготовку профессиональных спортсменов
H8	Объем подготовки профессиональных спортсменов положительно влияет на результаты в спорте больших достижений
H9	Объем подготовки профессиональных спортсменов положительно влияет на результаты в адаптивном спорте больших достижений
H10	Экономическое развитие региона отрицательно влияет на уровень безработицы
H11	Экономическое развитие региона положительно влияет на благосостояние его жителей
H12	Уровень безработицы отрицательно влияет на развитие массового спорта
H13	Уровень благосостояния жителей положительно влияет на развитие массового спорта
H14	Уровень благосостояния жителей отрицательно влияет на криминальную обстановку в регионе
H15	Уровень благосостояния жителей отрицательно влияет на заболеваемость в регионе
H16	Уровень развития массового спорта отрицательно влияет на криминальную обстановку в регионе
H17	Уровень развития массового спорта отрицательно влияет на заболеваемость в регионе

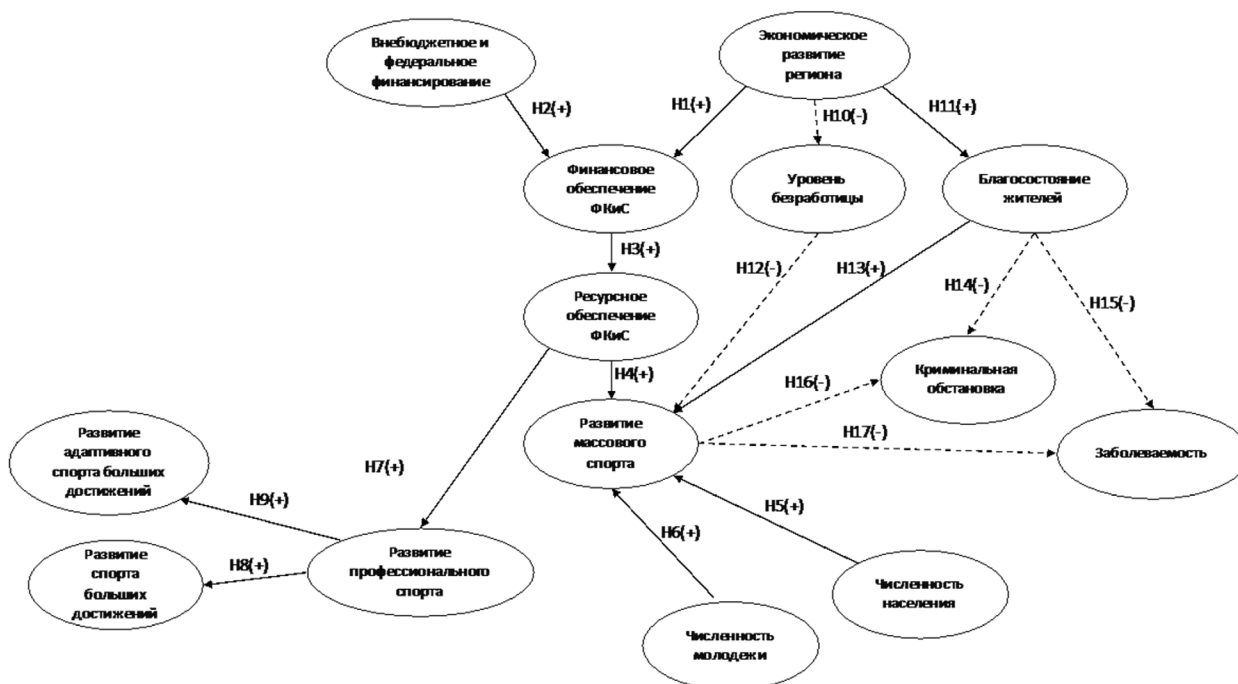


Рис. 1. Предварительная структурная модель развития спорта в регионе

Но поскольку мы используем метод PLS-SEM, который запрещает обратные связи, она на рисунке 1 не представлена и в число исследуемых гипотез не включена.

### Эмпирический набор данных и результаты проверки гипотез

Выдвинутые гипотезы проверены на наборе данных, представленном в официальных статистических формах Министерства спорта РФ (1-ФК, 3-ФК, 5-ФК), который включает набор социально-экономических индикаторов развития регионов (всего 28 переменных) и показателей развития спорта в регионе (39 переменных) по 82 регионам РФ за 2012–2015 гг. Таким образом, общая выборка включала 328 наблюдений 67 переменных.

Отметим, однако, что описанный эмпирический набор данных имеет определенные недостатки. В частности, в статистике учитываются только граждане, занимающиеся в «официальных» спортивных секциях, поэтому за рамками статистики остались посетители частных фитнес-клубов, не охвачено такое популярное направление массового спорта, как воркаут и т. п. Это значительно искажает данные об общем числе регулярно занимающихся физкультурой и спортом. Кроме того, по спортсменам-инвалидам представлены только относительные данные, в то время как по всем остальным категориям — абсолютные величины. Это не позволяет использовать эти данные в одной модели.

Важными факторами, влияющими на количество занимающихся спортом, являются цена (стоимость) занятий и количество бесплатных секций. Однако данные показатели трудно измерить в единой для всех видов спорта системе. Это обусловлено спецификой индивидуальных и командных видов спорта, требованиями к необходимой инфраструктуре. Поэтому подобные показатели отсутствуют в официальной статистике Министерства спорта.

Похожая проблема связана с показателями, учитывающими число спортивных сооружений. При большом количестве видов спорта и их индивидуальных особенностях учесть различия отдельных объектов не представляется возможным. В одном только футболе есть поля разных размеров и типов покрытий (покрытия, в свою очередь, классифицируются по поколениям), стадионы различаются по вместимости, манежи — по размеру полей и т. д. Подобная ситуация характерна для любого вида спорта.

Сформулированные выше гипотезы о структуре модели и связях между латентными переменными были проверены с помощью метода PLS-SEM. При проверке таких гипотез важно не только определение значений коэффициентов пути  $\beta_{ij}$ , но и статистических параметров, определяющих их уровень значимости. Для этого была использована процедура бутстраппинга (500 итераций). Результаты расчетов не подтвердили гипотезы N2, N5, N14, N16 и N17 из представленных в таблице 1, то есть не обнаружено статистически значимых связей:

— между объемом внебюджетного и федерального финансирования и количеством средств, выделяемых в регионе на развитие ФКиС;

— между численностью населения в регионе и развитием массового спорта;

— между уровнем благосостояния жителей и криминальной обстановкой в регионе;

— между уровнем развития массового спорта и криминальной обстановкой в регионе;

— между уровнем развития массового спорта и заболеваемостью в регионе.

Отметим, однако, что эти выводы не означают, что перечисленные связи в реальности отсутствуют. Это означает лишь то, что эти связи не подтверждаются на имеющемся эмпирическом наборе данных, который, как указано выше, имеет определенные недостатки. Возможно, более полный учет всех занимающихся ФКиС позволит получить более достоверную картину.

### Уточненная структурная модель

На основании полученных результатов структурная модель развития спорта в регионе была пересмотрена, после ряда экспериментов с различными вариантами был изменен состав латентных переменных и соответствующих индикаторов (табл. 2).

Общий вид финальной структурной модели представлен на рисунке 2. Латентные переменные обозначены эллипсами, внутри которых указаны имена переменных и значения коэффициентов  $R^2$ . Возле стрелок, соединяющих латентные переменные указаны значения  $\beta_{ji}$ .

Измеряемые индикаторы представлены прямоугольниками, возле стрелок, соединяющих латентные переменные с их индикаторами указаны значения  $\lambda_{jk}$ . Все вычисленные значения  $\beta_{ji}$  и  $\lambda_{jk}$  имеют значения  $t$ -статистик и соответствующие  $p$ -значения удовлетворяющие условиям значимости.

Отметим, что представленную модель можно интерпретировать как своего рода схему производственного процесса, включающего несколько переделов: результаты экономического развития региона (переменная  $ECO$ ) трансформируются в финансовые ресурсы (переменная  $FIN$ ), те, в свою очередь — в ресурсы, выделяемые на развитие спорта ( $RES$ ), которые трансформируются в результаты массового ( $MAS$ ) и профессионального спорта ( $PRO$ ), профессиональный спорт определяет развитие спорта больших достижений ( $CHE$ ) и паралимпийского спорта ( $PAR$ ).

Прежде чем продолжить исследование на основании построенной модели, рассмотрим характеристики, которые позволяют оценить ее качество. Разработчиками метода  $PLS-SEM$  предложено несколько групп параметров, оценивающих различные аспекты моделей [33]. Для оценки внешней модели, задаваемой уравнением (1), используются следующие параметры:

- согласованность блоков индикаторов латентных переменных;
- корреляция индикатора с соответствующей латентной переменной;
- различие между латентными переменными.

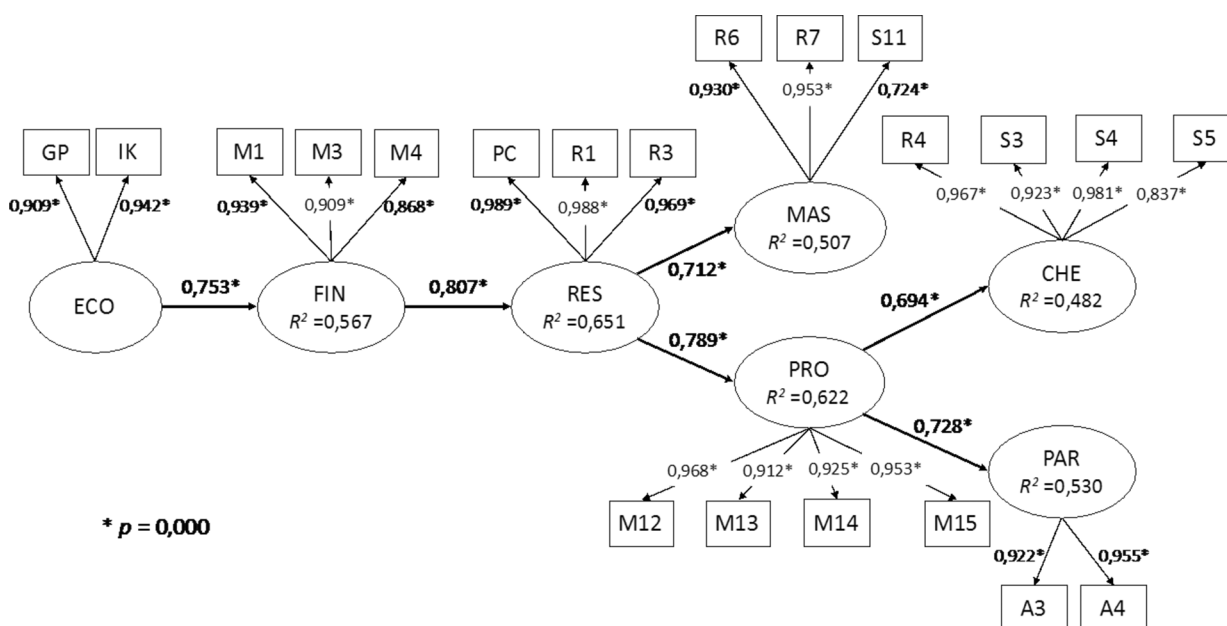


Рис. 2. Финальная структурная модель развития спорта в регионе



## Индикаторы латентных переменных

Латентная переменная	Описание	Индикатор	Описание
ECO	Экономическое развитие региона	GP	Валовый региональный продукт в текущих ценах, млн руб.
		IK	Инвестиции в основной капитал, млн руб.
FIN	Финансовое обеспечение ФКиС	M1	Расходы всего на развитие физической культуры и спорта (тыс. руб.)
		M3	Расходы на проведение спортивных мероприятий (всего) (тыс. руб.)
		M4	Заработная плата работников физической культуры и спорта (всего) (тыс. руб.)
RES	Ресурсное обеспечение ФКиС	PC	Численность постоянного населения в среднем за год, всего человек (тыс. чел.)
		R1	Всего штатных работников физической культуры и спорта
		R3	Численность занимающихся в группах и секциях по видам спорта
MAS	Развитие массового спорта	R6	Всего спортивных сооружений
		R7	Всего спортивных сооружений, в том числе по формам собственности «другой» (кроме федеральной, субъектов РФ, муниципальной)
		S11	Количество систематически занимающихся ФКиС (тыс. чел.)
PRO	Развитие профессионального спорта	M12	Проходят обучение в группах «совершенствования спортивного мастерства»
		M13	Проходят обучение в группах «высшего спортивного мастерства»
		M14	Всего проходят обучение на всех этапах
		M15	Спортсменов-разрядников всего
CHE	Развитие спорта больших достижений	R4	Число штатных тренеров-преподавателей в группах и секциях по видам спорта
		S3	Присвоено званий (МС, МСМК и Гроссмейстер России, ЗМС)
		S4	Доля спортсменов региона среди кандидатов в сборные команды РФ
		S5	Результаты ЧЕ, ЧМ, ОИ
PAR	Развитие адаптивного спорта больших достижений	A3	Результаты ЧЕ, ЧМ, ОИ
		A4	Доля спортсменов региона среди кандидатов в сборные команды РФ

К первой группе относятся параметры, позволяющие оценить силу связи между индикаторами одной латентной переменной (согласованность блока индикаторов). С одной стороны, индикаторы, входящие в блок, должны иметь сильную корреляцию между собой, с другой — слабую корреляцию с другими латентными переменными. Показателями согласованности блока индикаторов являются:

- коэффициент  $\alpha$  Кронбаха (зависит от среднего значения коэффициента парной корреляции между всеми индикаторами в блоке);
- коэффициент  $\rho$  Диллона — Голдштейна (связан с вариацией суммы индикаторов);
- собственные значения матрицы корреляции индикаторов.

При оценке этих параметров используются следующие правила: блок индикаторов является согласованным, если его значения  $\alpha > 0,7$  и  $\rho > 0,7$ , а также первое собственное значение матрицы корреляции значительно больше 1, в то время как второе собственное значение меньше 1. Значения перечисленных величин

приведены в таблице 3, легко убедиться, что все требования согласованности выполняются.

Вторая группа характеристик позволяет оценить корреляцию индикаторов с соответствующей латентной переменной. Для рефлексивной модели это может быть сделано по значению коэффициента нагрузки  $\lambda_{jk}$  в уравнении (1). Допустимыми являются значения  $\lambda_{jk} > 0,7$ , такое значение говорит о том, что 50 % вариации индикатора ( $0,7^2 \approx 0,5$ ) объясняется изменением связанной с ним латентной переменной. На рисунке 2 видно, что условие  $\lambda_{jk} > 0,7$  для всех индикаторов выполняется.

Также важно, чтобы значения кросс-нагрузок, то есть коэффициентов корреляции индикаторов с чужими латентными переменными не превышали коэффициента их корреляции со своей латентной переменной. Для модели, представленной на рисунке 2, это условие также выполняется.

Для оценки качества внутренней (или структурной) части модели, задаваемой уравнением (2), используются такие характеристики, как

Таблица 3

## Показатели согласованности блоков индикаторов латентных переменных

Блок параметров	$\infty$ Кронбаха	$\rho$ Диллона — Голдштейна	Первое собственное значение	Второе собственное значение
<i>ECO</i>	0,834	0,923	1,716	0,284
<i>FIN</i>	0,891	0,933	2,466	0,342
<i>RES</i>	0,982	0,988	2,894	0,089
<i>MAS</i>	0,845	0,908	2,303	0,568
<i>PRO</i>	0,956	0,968	3,538	0,366
<i>PAR</i>	0,868	0,938	1,767	0,233
<i>CHE</i>	0,954	0,967	3,518	0,298

надежность оценок коэффициентов  $\beta_{ji}$ , коэффициент детерминации  $R^2$  и коэффициент согласованности (*Goodness-of-Fit*, *GoF*). Все коэффициенты  $\beta_{ji}$  имеют  $p$ -значения, очень близкие к нулю, это говорит о том, что гипотезы о связях латентных переменных, на основании которых построена модель, подтверждаются.

Коэффициент детерминации  $R^2$  может быть интерпретирован так же, как и в случае построения регрессии. Он определяет, какая часть вариации зависимой латентной переменной определяется изменением влияющих на нее независимых латентных переменных. Многие авторы полагают (см., например, [33]), что значения  $R^2 > 0,5$  являются индикаторами высокого качества модели. Значения  $R^2$  приведены на рисунке 2 (для переменной *ECO* коэффициент детерминации не вычисляется, поскольку данная переменная является экзогенной и не зависит от других конструктов).

Показатель *GoF* позволяет оценить интегральное качество модели, как внешней, так и внутренней ее частей, его можно рассматривать как меру ее способности к предсказанию. Для построенной модели  $GoF = 0,696$ , что близко к рекомендуемому в литературе по *PLS-SEM* [33] значению  $GoF \geq 0,7$ .

Таким образом, модель, представленная на рисунке 2, полностью подтверждается эмпирическими данными. Из 67 индикаторов, включенных в начальную выборку, существенными являются 21 индикатор (табл. 2), которые позволяют измерить входы и выходы всех фаз трансформации ресурсов в спортивные результаты.

### Сравнительная эффективность регионов России в развитии спорта

Как следует из предшествующего обсуждения, в настоящее время отсутствует общепринятая точка зрения на то, что следует принимать за входы и выходы при оценке эффективности развития спорта в регионах на ос-

нове метода *DEA*. Для решения этой проблемы выше на основе метода *PLS-SEM* выделены связи в исследуемой области, измеряемые индикаторы связаны со свойствами системы. Очевидно, что можно последовательно рассматривать эффективность всех трансформаций, в соответствии с производственным процессом на рисунке 2, но это приведет к появлению значительного числа показателей. Поэтому предлагается рассматривать эффективность только двух преобразований:

1. Трансформация финансовых ресурсов, выделяемых регионом на развитие спорта, (латентная переменная *FIN*) в результаты массового спорта (латентная переменная *MAS*). Входы: индикаторы финансового обеспечения ФКиС (*M1*, *M3*, *M4*), выходы: индикаторы развития массового спорта (*R6*, *R7*, *S11*);

2. Трансформация финансовых ресурсов (*FIN*) в развитие спорта больших достижений (латентная переменная *CHE*). Входы: индикаторы финансового обеспечения ФКиС (*M1*, *M3*, *M4*), выходы: индикаторы развития спорта больших достижений (*R4*, *S3*, *S4*, *S5*).

В моделях 1 и 2 используются идентичные входные переменные. Очевидно, что в этом случае не учитывается тот факт, что объемы и механизмы финансирования массового и профессионального спорта отличаются. К сожалению, данные о финансировании спорта не раскрываются в подобном разрезе, однако модель связей в системе, представленная на рисунке 2, подтверждает правомочность такого представления.

Как уже отмечалось, существует несколько модификаций *DEA*, различающихся способом оценки учета эффекта от масштаба. В данном случае выбрана модификация, предполагающая переменную отдачу от масштаба (*VRS* — *Variable Return on Scale*).

Результаты расчетов по методу *DEA* по данным за 2015 г. представлены на рисунке 3. По оси абсцисс отложена эффективность  $E_{MAS}$  в

развитии массового спорта (значение  $E$  из уравнения (1) для преобразования 1), по оси ординат — эффективность в развитии спорта больших достижений  $E_{CHE}$  (значение  $E$  из уравнения (1) для преобразования 2). Регионы с высокой эффективностью имеют показатели, близкие к 1, с низкой — близкие к 0. Значение эффективности  $E$  в данном случае расходов на развитие ФКиС) может быть пропорционально сокращен на величину  $1 - E$  при сохранении существующего объема выходов. Поэтому в качестве интегральной оценки будем использовать величину общей неэффективности  $r = \sqrt{(1 - E_{MAS})^2 + (1 - E_{CHE})^2}$ . На рисунке 3 это соответствует сектору, выделенному дугой радиуса  $r$ , проведенной из точки (1,1).

Как следует из приведенных на рисунке 3 данных, границу эффективности по обоим показателям ( $E_{MAS} = 1$  и  $E_{CHE} = 1$ ) формируют следующие регионы: республики Башкортостан и Тыва, Астраханская, Белгородская, Московская, Омская, Тверская и Тульская области, города Москва и Санкт-Петербург. Близкие к ним по-

казатели демонстрируют Курская, Пермская и Пензенская области и республика Татарстан, для этих регионов  $r \leq 0,2$ . В эту группу входят регионы, эффективность которых в развитии одного из направлений не меньше 0,8, а другого — выше. Это означает, что их эффективность меньше максимальной достигнутой не более чем на 20 %.

Регионы со средней эффективностью находятся в диапазоне  $0,2 < r \leq 0,4$ . В эту группу входят регионы, эффективность которых в развитии одного из направлений лежит в интервале 0,6, ..., 0,8, а другого — выше. Это означает, что их эффективность меньше максимально достигнутой не более, чем на 40 %. К регионам с более низкой эффективностью, которые могут сократить расходы на ФКиС на 20–40 % при тех же результатах, относятся Дагестан, Калмыкия, Ставропольский край, Курганская и Кемеровская области.

Все остальные регионы имеют низкую эффективность ( $r > 0,4$ ), в них более 40 % средств, выделяемых на развитие спорта, расходуются неэффективно.

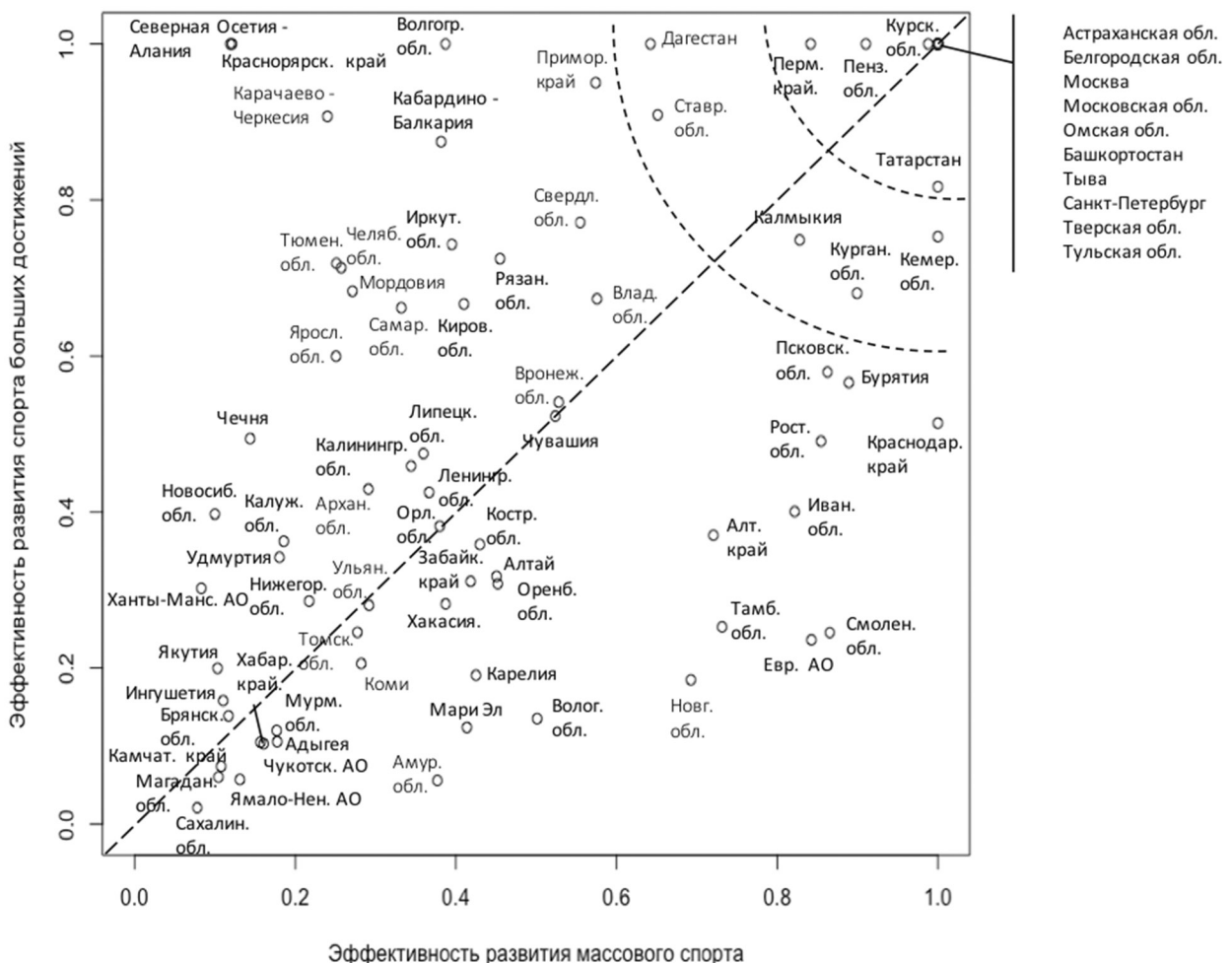


Рис. 3. Эффективность развития спорта в регионах

Предлагаемый подход позволяет также оценить сбалансированность в развитии двух направлений спорта (массовый и больших достижений). Чем дальше находится точка, соответствующая региону, от линии, проведенной из начала координат под углом  $45^\circ$ , тем больше такой дисбаланс. Ряд регионов демонстрирует более высокую эффективность в развитии массового спорта, чем спорта больших достижений (Бурятия, Краснодарский край, Смоленская область). Также выделяется ряд регионов, которые более эффективно развивают спорт больших достижений, чем массовый (Северная Осетия — Алания, Карачаево-Черкесия, Кабардино-Балкария, Дагестан, Приморский и Красноярский края, Волгоградская и Ставропольская области).

Из представленных результатов следует, что для некоторых регионов юга России и республик Северного Кавказа характерна большая эффективность в развитии спорта больших достижений, чем массового спорта. Регионы с неблагоприятными климатическими условиями (Камчатский край, Магаданская и Сахалинская области, Чукотский и Ямало-Ненецкий АО) демонстрируют низкую эффективность в развитии обоих видов спорта.

## Заключение

На основании структурного моделирования построена модель системы развития спорта в регионе (метод *PLS-SEM*), определяющая связь уровня развития региона, количества ресурсов, выделяемых на развитие спорта, и результатов в массовом спорте и спорте больших достижений. Эффективность преобразования финансовых ресурсов в развитие массового спорта и спорта больших достижений исследована методом *DEA*, регионы ранжированы по эффективности.

На основании представленных выше результатов можно сделать следующие выводы. Предложенный подход позволяет не только построить рейтинг регионов, но и выделить регионы со схожими результатами и характеристиками, совпадение которых объясняется внешними (в частности географическими, национальными, социальными и т. п.) факторами. Эта информация может быть полезна не только для оценки достигнутых результатов, но и для разработки политики развития спорта на федеральном и региональном уровнях.

## Список источников

1. Seiford L. M., Thrall R. M. Recent developments in DEA: the mathematical programming approach to frontier analysis // *Journal of econometrics*. — 1990. — No 46(1). — С. 7–38.
2. Charnes A., Cooper W., Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units // *European journal of operational research*. — 1978. — No 2(6). — С. 429–444.
3. Lozano S., Villa G., Guerrero F., Cortés P. Measuring the performance of nations at the summer Olympics using data envelopment analysis // *Journal of the Operational Research Society*. — 2002. — No 53 (5). — С. 501–511. — DOI: 10.1057/palgrave.jors.2602638.
4. Soares de Mello J. C. C. B., Angulo-Meza L., Branco Da Silva B. P. A ranking for the Olympic Games with unitary input DEA models // *IMA Journal of Management Mathematics*. — 2009. — No 20 (2). — С. 201–211. — DOI: 10.1093/imaman/dpn025.
5. Soares de Mello J. C. C. B., Angulo-Meza L., Lacerda F. G. A DEA model with a non discretionary variable for Olympic evaluation // *Pesquisa Operacional*. — 2012. — No 32 (1). — С. 21–29. — DOI: 10.1590/S0101-74382012005000004.
6. Meza L. A., Valério R. P., De Mello J. C. C. B. S. Assessing the efficiency of sports in using financial resources with DEA models // *Procedia Computer Science*. — 2015. — No 55. — С. 1151–1159. — DOI: 10.1016/j.procs.2015.07.086.
7. Teixeira M. R. C., Ribeiro T. M. P. Sport policy and sports development: Study of demographic, organizational, financial and political dimensions to the local level in Portugal // *Open Sports Sciences Journal*. — 2016. — No 9. — С. 26–34. — DOI: 10.2174/1875399X01609010026.
8. Benito B., Solana J., Moreno M.-R. Assessing the efficiency of local entities in the provision of public sports facilities // *International Journal of Sport Finance*. — 2012. — No 7 (1). — С. 46–72.
9. Dong D., Yu Y., Dong D. The efficiency evaluation of resources allocation in mass sport in China's three gorges reservoir area // *Communications in Computer and Information Science*. — 2011. — 209. — С. 389–394.
10. Kulikova L., Goshunova A. Efficiency measurement of professional football clubs: a non-parametric approach // *Life Science Journal*. — 2014. — No 11(11s). — С. 117–122.
11. Казаков А. Н., Литвин А. В. Экономическая диагностика регионального спорта // *Региональная экономика. Теория и практика*. — 2009. — № 37 (130). — С. 41–44.
12. Петрунин Ю. Ю. Управление эффективностью в футболе // *Государственное управление. Электронный вестник*. — 2012. — Вып. № 35 (дек.). — С. 1–23 [Электронный ресурс]. URL: [http://ee-journal.spa.msu.ru/uploads/vestnik/2012/vipusk\\_35\\_dekabr\\_2012\\_g./problemi\\_upravljenija\\_teorija\\_i\\_praktika/petrunin.pdf](http://ee-journal.spa.msu.ru/uploads/vestnik/2012/vipusk_35_dekabr_2012_g./problemi_upravljenija_teorija_i_praktika/petrunin.pdf).

13. Кудинова В. А., Сычев П. А. Эффективность использования финансовых средств на развитие физической культуры и спорта в субъектах Российской Федерации // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. — 2013. — № 11 (105). — С. 79–82. — DOI: 10.5930/issn.1994-4683.2013.11.105.p79-82.
14. Ащеулов А. В. Оценка эффективности стратегии развития физической культуры и спорта в Краснодарском крае // Экономика и предпринимательство. — 2016. — № 10 (2). — С. 1109–1113.
15. Checkland P. B. System thinking, system practice. — New York : Wiley, 1981. — 330 p.
16. Raykov T., Marcoulides G. A. A First Course in Structural Equation Modeling. — Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2006. — 238 p.
17. Frawley S., Adair D. Managing the Olympics. — New York : Palgrave Macmillan, 2013. — 218 p.
18. Frawley S., Cush A. Major sport events and participation legacy: The case of the 2003 Rugby World Cup // Managing leisure. — 2011. — Т. 16. — № 1. — P. 65–76. — DOI: 10.1080/13606719.2011.532605.
19. Hanstad D., Skille E. Does Elite Sport Develop Mass Sport? // Scandinavian sport studies forum. — 2010. — Т. 1. — P. 51–68.
20. Veal A. J., Toohey K., Frawley S. The sport participation legacy of the Sydney 2000 Olympic Games and other international sporting events hosted in Australia // Journal of policy research in tourism, leisure and events. — 2012. — Т. 4. — № 2. — P. 155–184. — DOI: 10.1080/19407963.2012.662619.
21. Frick B., Wicker P. The trickle-down effect: how elite sporting success affects amateur participation in German football // Applied Economics Letters. — 2016. — Т. 23. — № 4. — P. 259–263. — DOI: 10.1080/13504851.2015.1068916.
22. Olympic legacy: Understanding Paralympic legacy through a thematic analysis / Misener L., Darcy S., Legg D., Gilbert K. Beyond // Journal of Sport Management. — 2013. — Т. 27. — № 4. — P. 329–341. — DOI: 10.1123/jsm.27.4.329.
23. De Bosscher V., Sotiriadou P., van Bottenburg M. Scrutinizing the sport pyramid metaphor: an examination of the relationship between elite success and mass participation in Flanders // International Journal of Sport Policy and Politics. — 2013. — Т. 5. — № 3. — P. 319–339. — DOI: 10.1080/19406940.2013.806340.
24. Nickolson M., Hoye R., Houlihan B. Participation in sport: international policy perspectives. — New York : Routledge, 2009. — 483 p.
25. Hovemann G., Wicker P. Determinants of sport participation in the European Union // European Journal for Sport and Society. — 2009. — Т. 6. — № 1. — P. 51–59. — DOI: 10.1080/16138171.2009.11687827.
26. Understanding the importance of sport infrastructure for participation in different sports — findings from multi-level modeling / Hallmann K., Wicker P., Breuer C., Schonherr I. // European sport management quarterly. — 2012. — Т. 12. — № 5. — P. 525–544. — DOI: 10.1080/16184742.2012.687756.
27. Wicker P., Hallmann K., Breuer C. Analyzing the impact of sport infrastructure on sport participation using geocoded data: Evidence from multi-level models // Sport management review. — 2013. — № 16 — P. 54–67. — DOI: 10.1016/j.smr.2012.05.001.
28. Coleman R., Ramchandani G. The Hidden Benefits of Non-Elite Mass Participation Sports Events: An Economic Perspective // International Journal of Sports Marketing and Sponsorship. — 2010. — Т. 12. — № 1. — С. 19–31. — DOI: 10.1108/IJSMS-12-01-2010-B004.
29. Савенкова Е. А., Попов Г. И. Аналитические соотношения для факторов, определяющих развитие физической культуры и спорта в регионах Российской Федерации // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. — 2012. — № 4(86). — С. 119–125. — DOI: 10.5930/issn.1994-4683.2012.04.86.p119-125.
30. Паршикова Н. В. Изаак С. И. Разработка стратегического прогноза развития физической культуры и массового спорта на период до 2030 года // Человеческий капитал. — 2016. — № 4 (88) . — С. 10–12.
31. Чеботарев В. С., Тимченко А. В. Проблемы правового регулирования финансирования государством физической культуры и спорта // Юридическая наука и практика. Вестник Нижегородской академии МВД России. — 2015. — № 1 (29). — С. 187–189.
32. Sanchez G. PLS Path Modeling with R. Berkeley [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gastonsanchez.com/PLS Path Modeling with R.pdf> (дата обращения: 10.06.2016).

### Информация об авторах

**Зеленков Юрий Александрович** — доктор технических наук, профессор, Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики; Scopus Author ID: 6507092787, ORCID: 0000-0002-2248-1023, Researcher ID: S-1331-2016 (Российская Федерация, 101000, Москва, Мясницкая, 20; e-mail: yuri.zelenkov@gmail.com).

**Цветков Валерий Анатольевич** — член-корреспондент РАН, доктор экономических наук, профессор, директор, Институт проблем рынка РАН (Российская Федерация, 117418, г. Москва, Нахимовский пр-т, 47; e-mail: tsvetkov@cemi.rssi.ru).

**Солнцев Илья Васильевич** — кандидат экономических наук, доцент, директор научной лаборатории стратегических разработок и комплексных исследований в футбольной и спортивной индустрии, Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова; Scopus Author ID: 56976343300 (Российская Федерация, 109382, г. Москва, пр-т 40 лет октября, 22, 110; e-mail: Solntsev.ILVA@rea.ru).

For citation: Zelenkov, Yu. A., Tsvetkov, V. A. & Solntsev, I. V. (2017). Comparative Assessment the of Effectiveness of Sports Development in the Russian Regions on the Basis of Dea Method. *Ekonomika regiona [Economy of Region]*, 13(4), 1184-1198

Yu. A. Zelenkov<sup>a)</sup>, V. A. Tsvetkov<sup>b)</sup>, I. V. Solntsev<sup>c)</sup>

<sup>a)</sup> National Research University Higher School of Economics (Moscow, Russian Federation; e-mail: yuri.zelenkov@gmail.com)

<sup>b)</sup> Market Economy Institute of RAS (Moscow, Russian Federation)

<sup>c)</sup> Plekhanov Russian University of Economics (Moscow, Russian Federation)

## Comparative Assessment the of Effectiveness of Sports Development in the Russian Regions on the Basis of DEA Method

*The article investigates the financial resource management for the development of mass and elite sports at the regional level. The authors used statistical data of the Ministry of Sports that include 28 socio-economic indicators and 39 indicators of sports development in 82 regions for 2012 — 2015. A model of sports development was built using PLS-SEM method. We identified the following latent variables: economic development of the region; funds allocated to sports development; availability of resources; development of mass sports; development level of professional sports; results in elite sports, results in adaptive sports. The level of regional economic development affects the amount of funding allocated to the sports, which in turn determines the availability of resources. Availability of resources affects the success in the development of mass and professional sports. Success in professional sports determines results in great sporting achievements and adaptive sports. Structural modelling allowed us to identify measurable indicators of resources (model inputs) and results of sports development (model outputs). The authors assessed the effectiveness of transformation of inputs into outputs using DEA method. We investigated two models. The first one uses the indicators of mass sports development as outputs, the second one uses the indicators of professional sports development as outputs. The inputs of both models are the indicators of financial resources for sports. The simultaneous review of the effectiveness of two directions allows to emphasize the features of each region and evaluate balance in the development of mass and professional sports. The modelling results allow to identify several groups of regions with similar parameters, which may be due to their similar locations.*

**Keywords:** sports development in region, factors of sports development, sports finance, sports resources, mass sports, professional sports, great sporting achievements, adaptive sports, PLS-SEM, sports development effectiveness, DEA

### References

1. Seiford, L. M. & Thrall, R. M. (1990). Recent developments in DEA: the mathematical programming approach to frontier analysis. *Journal of econometrics*, 46(1), 7–38.
2. Charnes, A., Cooper, W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429–444.
3. Lozano, S., Villa, G., Guerrero, F. & Cortés, P. (2002). Measuring the performance of nations at the summer Olympics using data envelopment analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 53(5), 501–511. DOI: 10.1057/palgrave.jors.2602638.
4. Soares de Mello, J. C. C. B., Angulo-Meza, L. & Branco Da Silva, B. P. (2009). A ranking for the Olympic Games with unitary input DEA models. *IMA Journal of Management Mathematics*, 20(2), 201–211. DOI: 10.1093/imaman/dpn025.
5. Soares de Mello, J. C. C. B., Angulo-Meza, L., Lacerda, F. G. (2012). A DEA model with a non discretionary variable for Olympic evaluation. *Pesquisa Operacional*, 32(1), 21–29. DOI: 10.1590/S0101-74382012005000004.
6. Meza, L. A., Valério, R. P. & De Mello, J. C. C. B. S. (2015). Assessing the efficiency of sports in using financial resources with DEA models. *Procedia Computer Science*, 55, 1151–1159. DOI: 10.1016/j.procs.2015.07.086.
7. Teixeira, M. R. C. & Ribeiro, T. M. P. (2016). Sport policy and sports development: Study of demographic, organizational, financial and political dimensions to the local level in Portugal. *Open Sports Sciences Journal*, 9, 26–34. DOI: 10.2174/1875399X01609010026.
8. Benito, B., Solana, J. & Moreno, M.-R. (2012). Assessing the efficiency of local entities in the provision of public sports facilities. *International Journal of Sport Finance*, 7(1), 46–72.
9. Dong, D., Yu, Y. & Dong, D. (2011). The efficiency evaluation of resources allocation in mass sport in China's three gorges reservoir area. *Communications in Computer and Information Science*, 209, 389–394.
10. Kulikova, L. & Goshunova, A. (2014). Efficiency measurement of professional football clubs: a non-parametric approach. *Life Science Journal*, 11(11s), 117–122.
11. Kazakov, A. N. & Litvin, A. V. (2009). Ekonomicheskaya diagnostika regionalnogo sporta [Economical diagnostics of regional sport]. *Regionalnaya ekonomika. Teoriya i praktika [Regional Economics: Theory and Practice]*, 37(130), 41–44. (In Russ.)
12. Petrunin, Yu. Yu. (2012). Upravlenie effektivnostyu v futbole [Efficiency management in football]. *Gosudarstvennoe upravlenie [Governance and management]*, 35, 1–23. Retrieved from: [http://ee-journal.spa.msu.ru/uploads/vestnik/2012/vipusk\\_\\_35\\_\\_dekabr\\_2012\\_g./problemi\\_upravleniya\\_teoriya\\_i\\_praktika/petrunin.pdf](http://ee-journal.spa.msu.ru/uploads/vestnik/2012/vipusk__35__dekabr_2012_g./problemi_upravleniya_teoriya_i_praktika/petrunin.pdf) (In Russ.)
13. Kudinova, V. A. & Sychev, P. A. (2013). Effektivnost ispolzovaniya finansovykh sredstv na razvitie fizicheskoy kultury i sporta v subektakh Rossiyskoy Federatsii [Efficiency of appropriation of financial resources for physical culture and sports development in the Russian Federation subject]. *Uchenyye zapiski universiteta imeni P. F. Lesgafta [Scientific Notes of P. F. Lesgaft University]*, 11(105), 79–82. DOI: 10.5930/issn.1994-4683.2013.11.105.p79-82 (In Russ.)

14. Ashcheulov, A. V. (2016). Otsenka effektivnosti strategii razvitiya fizicheskoy kultury i sporta v Krasnodarskom krae [Evaluation of the strategy development of physical education and sport in Krasnodar region]. *Ekonomika i predprinimatelstvo [Economy and entrepreneurship]*, 10(2), 1109–1113. (In Russ.)
15. Checkland, P. B. (1981). *System thinking, system practice*. New York: Wiley, 330.
16. Raykov, T. & Marcoulides, G. A. (2006). *A First Course in Structural Equation Modeling*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 238.
17. Frawley, S. & Adair, D. (2013). *Managing the Olympics*. New York: Palgrave Macmillan, 218.
18. Frawley, S. & Cush, A. (2011). Major sport events and participation legacy: The case of the 2003 Rugby World Cup. *Managing leisure*, 16(1), 65–76. DOI: 10.1080/13606719.2011.532605
19. Hanstad, D. & Skille, E. (2010). Does Elite Sport Develop Mass Sport? *Scandinavian sport studies forum*, 1, 51–68.
20. Veal, A. J., Toohey, K. & Frawley, S. (2012). The sport participation legacy of the Sydney 2000 Olympic Games and other international sporting events hosted in Australia. *Journal of policy research in tourism, leisure and events*, 4(2), 155–184. DOI: 10.1080/19407963.2012.662619.
21. Frick, B. & Wicker, P. (2016). The trickle-down effect: how elite sporting success affects amateur participation in German football. *Applied Economics Letters*, 23(4), 259–263. DOI: 10.1080/13504851.2015.1068916.
22. Misener, L., Darcy, S., Legg, D. & Gilbert, K. (2013). Beyond Olympic legacy: Understanding Paralympic legacy through a thematic analysis. *Journal of Sport Management*, 27(4), 329–341. DOI: 10.1123/jsm.27.4.329.
23. De Bosscher, V., Sotiriadou, P. & van Bottenburg, M. (2013). Scrutinizing the sport pyramid metaphor: an examination of the relationship between elite success and mass participation in Flanders. *International Journal of Sport Policy and Politics*, 5(3), 319–339. DOI: 10.1080/19406940.2013.806340.
24. Nickolson, M., Hoye, R. & Houlihan, B. (2009). *Participation in sport: international policy perspectives*. New York: Routledge, 483.
25. Hovemann, G. & Wicker, P. (2009). Determinants of sport participation in the European Union. *European Journal for Sport and Society*, 6(1), 51–59. DOI: 10.1080/16138171.2009.11687827.
26. Hallmann, K., Wicker, P., Breuer, C. & Schonherr, I. (2012). Understanding the importance of sport infrastructure for participation in different sports — findings from multi-level modeling. *European sport management quarterly*, 12(5), 525–544. DOI: 10.1080/16184742.2012.687756.
27. Wicker, P., Hallmann, K. & Breuer, C. (2013). Analyzing the impact of sport infrastructure on sport participation using geo-coded data: Evidence from multi-level models. *Sport management review*, 16, 54–67. DOI: 10.1016/j.smr.2012.05.001.
28. Coleman, R. & Ramchandani, G. (2010). The Hidden Benefits of Non-Elite Mass Participation Sports Events: An Economic Perspective. *International Journal of Sports Marketing and Sponsorship*, 12(1), 19–31. DOI: 10.1108/IJMS-12-01-2010-B004.
29. Savenkova, E. A. & Popov, G. I. (2012). Analiticheskie sootnosheniya dlya faktorov, opredelyayushchikh razvitie fizicheskoy kultury i sporta v regionakh Rossiyskoy Federatsii [Analytical parities for the factors defining development of physical training and sports in regions of the Russian Federation]. *Uchenyye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta [Scientific Notes of P.F. Lesgaft University]*, 4(86), 119–125. DOI: 10.5930/issn.1994-4683.2012.04.86.p119-125. (In Russ.)
30. Parshikova, N. V. & Izaak, S. I. (2016). Razrabotka strategicheskogo prognoza razvitiya fizicheskoy kultury i massovogo sporta na period do 2030 goda [Establishing a strategic forecast of development of physical culture and mass sport for the period until 2030]. *Chelovecheskiy kapital [Human Capital]*, 4(88), 10–12. (In Russ.)
31. Chebotarev, V. S. & Timchenko, A. V. (2015). Problemy pravovogo regulirovaniya finansirovaniya gosudarstvom fizicheskoy kultury i sporta [Problems of legal regulation of financing by the state of the physical culture and sport]. *Yuridicheskaya nauka i praktika. Vestnik Nizhegorodskoy akademii MVD Rossii [Legal science and practice: Journal of Nizhny Novgorod academy of the Ministry of internal affairs of Russia]*, 1(29), 187–189. (In Russ.)
32. Sanchez, G. *PLS Path Modeling with R*. Berkeley. Retrieved from: <http://www.gastonsanchez.com/PLS Path Modeling with R.pdf> (date of access: 10.06.2016).

### Authors

**Yury Aleksandrovich Zelenkov** — Doctor of Engineering, Professor, National Research University Higher School of Economics; Scopus Author ID: 6507092787, ORCID: 0000-0002-2248-1023, Researcher ID: S-1331-2016 (20, Myasnitskaya St., Moscow, 101000, Russian Federation; e-mail: yuri.zelenkov@gmail.com).

**Valery Anatolyevich Tsvetkov** — Corresponding Member of RAS, Doctor of Economics, Professor, Head of the Market Economy Institute of RAS (47, Nakhimovsky Ave., Moscow, 117418, Russian Federation; e-mail: tsvetkov@cemi.rssi.ru).

**Ilya Vasilevich Solntsev** — PhD in Economics, Associate Professor, Head of the Research Center of Strategic Development and Complex Research of Football and Sport Industry, Plekhanov Russian University of Economics; Scopus Author ID: 56976343300 (22, 40 let Oktyabrya Ave., Moscow, 109382, Russian Federation; e-mail: Solntsev.ILVA@rea.ru).