

СКОРРЕКТИРОВАННЫЙ ИНДЕКС ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ УСТОЙЧИВЫМ РАЗВИТИЕМ РЕГИОНОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА НА ПРИМЕРЕ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ***Роман Александрович ЖУКОВ^{а*}, Сергей Дмитриевич ЖУРАВЛЕВ^б, Дарья Владимировна СОБОЛЕВА^с**

^а кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики и информатики, Тульский филиал Финансового университета при Правительстве РФ, Тула, Российская Федерация
pluszh@mail.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 3149-7184

^б кандидат технических наук, доцент, заместитель начальника управления Центра подготовки специалистов, Конструкторское бюро приборостроения им. академика А.Г. Шипунова, Тула, Российская Федерация
zhuravlsd@ya.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 4920-6740

^с кандидат физико-математических наук, доцент кафедры финансов и менеджмента, Тульский государственный университет, Тула, Российская Федерация
dv-soboleva@yandex.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 1280-6296

* Ответственный автор

История статьи:

Получена 24.07.2018
Получена в доработанном виде 15.08.2018
Одобрена 29.08.2018
Доступна онлайн 15.10.2018

УДК 332.145 + 338.242
JEL: C10, P25, R11

Ключевые слова: качество жизни, социо-эколого-экономические системы, индекс человеческого развития, социально-экономическое развитие, устойчивость, моделирование

Аннотация

Предмет. Определение чувствительности индекса человеческого развития к различным социальным, экологическим и экономическим факторам. Идентификация критических состояний, при которых заданная траектория фактически оказывается еще достижимой.

Цели. Формирование моделей для оценки качества жизни населения с использованием скорректированного индекса человеческого развития, рассчитанного по авторской методике, для регионов Центрального федерального округа (ЦФО) и Тульской области. Определение граничных значений факторов состояния и воздействия для следования по заданной траектории.

Методология. Используются принципы системного анализа, методы статистического и регрессионного анализа, свертки данных и прогнозирования.

Результаты. Построены линейные и нелинейные модели для оценки качества жизни населения для регионов ЦФО и Тульской области на базе статистических данных за 2004–2016 гг. Проведен сравнительный анализ полученных моделей, вычислены граничные значения факторов состояния и воздействия для Тульской области.

Выводы. Полученные модели можно использовать для отдельно взятого региона в качестве инструмента формирования конкретных нормативов. Модели для Тульской области можно рассматривать как средство оптимизации управленческих решений.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2018

Для цитирования: Жуков Р.А., Журавлев С.Д., Соболева Д.В. Скорректированный индекс человеческого развития и его применение для управления устойчивым развитием регионов Центрального федерального округа на примере Тульской области // *Региональная экономика: теория и практика*. – 2018. – Т. 16, № 10. – С. 1958 – 1975.
<https://doi.org/10.24891/re.16.10.1958>

Понимание необходимости перехода государств от техногенной концепции к концепции устойчивого развития пришло к ученым разных стран в конце 60-х – начале 70-х годов XX в., и было связано с ухудшением экологии, недалекой перспективой истощения ресурсов в результате активной деятельности человека в процессе производства и потребления материальных благ и услуг, которые являются одними из составляющих показателя уровня жизни населения. Понятие уровня жизни, подразумевающее степень удовлетворения населением социальных, материальных и духовных потребностей, было введено еще в 1961 г. Организацией Объединенных Наций (ООН). Более широкое понятие – качество жизни – отражает взаимосвязь характеристик уровня жизни, а повышение качества жизни населения является одной из приоритетных задач социально-экономической политики государства.

Развитие понятия качества жизни отражено в работах Л.А. Беляевой [1], В.И. Жукова [2], Е.А. Морозовой [3], Н.М. Римашевской¹, а современные подходы к его изучению базируются на классических концепциях А. Смита [4], А. Пигу [5], А. Льюиса [6], А. Сена [7], А.Г. Маслоу [8] и других авторов. При этом качество жизни выступает индикатором оценки социальной составляющей состояния и функционирования сложной системы, рассматриваемой как социо-эколого-экономическая система (СЭЭС).

Критические обзоры подходов к оценке СЭЭС представлены в [9] и [10]. В работе [9] утверждается об отсутствии общепринятого взгляда на их классификацию, а в работе [10] – о невозможности использования существующего инструментария оценки в «чистом» виде, что требует его доработки.

^{*} Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Тульской области в рамках научного проекта № 18-410-710001.

¹ Римашевская Н.М. Качество жизни и здоровье населения. В кн.: Диалог культур и партнерство цивилизаций: становление глобальной культуры. X Международные Лихачевские научные чтения, 13–14 мая 2010 года. СПб.: СПбГУП, 2010. Т. 1. 572 с.

Для построения интегральных индикаторов качества жизни используются методологии агрегирования частных показателей, подробный обзор которых представлен в монографии С.А. Айвазяна [11].

Наиболее известным индикатором качества жизни населения, используемым для международного и регионального сравнения, является индекс человеческого развития (ИЧР), который до 2013 г. назывался индексом развития человеческого потенциала и был разработан Программой развития ООН (ПРООН)². К сожалению, в апреле 2018 г. ПРООН завершила работу в России, однако исследования по изучению человеческого развития продолжают, что отражается в ежегодно публикуемых докладах³.

За последние три года опубликовано более 600 работ, зарегистрированных в Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU и связанных с изучением ИЧР как на международном, так и на региональном уровнях⁴. При этом исследователи сталкиваются с проблемой необходимости корректировки ИЧР, поиска его аналогов и обоснования моделей для оценки качества жизни с учетом особенностей состояния и функционирования регионов [12].

Исторически сложилось, что большинство моделей, используемых для оценки состояния и функционирования сложных систем или их отдельных составляющих, базируются на экономических моделях, отраженных в работах Дж.М. Кейнса [13], В.В. Леонтьева [14], Дж. Фон Неймана [15], Н.Д. Кондратьева [16], Й. Шумпетера [17], Ч.У. Кобба и П.Х. Дугласа [18], Р.М. Солоу [19], Дж.Р. Форрестера [20] и ряда других авторитетных ученых. Анализ последних исследований показал, что используются все

² United Nations Development Programme. Russian Federation. URL: <http://www.undp.ru/>

³ Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2017 год. М.: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации, 2017. 252 с.

⁴ Жуков Р.А., Манохин Е.В., Мясникова Е.Б. К вопросу об оценке индекса человеческого развития (индекса развития человеческого потенциала) в регионах Центрального федерального округа Российской Федерации // Муниципальная академия. 2017. № 3. С. 102–111.

возможные их сочетания, начиная от статических однопараметрических линейных моделей и заканчивая динамическими стохастическими моделями с несколькими переменными, в том числе с применением экономико-математических методов [21].

Многообразие подходов, моделей и методов для оценки состояния и функционирования сложных систем, а также результаты предыдущего исследования с подробным анализом инструментов и методов оценки скорректированного ИЧР [22] поставили перед авторами следующие задачи:

- более углубленное изучение влияния факторов состояния и воздействия на скорректированный ИЧР для регионов Центрального федерального округа и Тульской области;
- оценка и анализ изменения параметров моделей при появлении новых данных;
- определение граничных значений, при которых система (в данном случае регион) выйдет за пределы траектории устойчивого развития.

Скорректированный индекс человеческого развития – интегральный показатель социальной составляющей оценки состояния социо-эколого-экономических систем – может быть вычислен по следующей общей формуле:

$$\xi_k(t) = \frac{\sqrt{\sum_{p=1}^m \sum_{q=1}^m r_{pq} \cdot y_{k,p}^0(t) \cdot y_{k,q}^0(t)}}{\sqrt{\sum_{p=1}^m \sum_{q=1}^m \hat{r}_{pq} \cdot \hat{y}_{k,p}^0(t) \cdot \hat{y}_{k,q}^0(t)}} \quad (1)$$

Здесь $\xi_k(t)$ – обобщенный показатель результативности, в данном случае скорректированный ИЧР; $y_{k,i}^0, \hat{y}_{k,i}^0$ – фактические и нормативные значения стандартизованных результативных признаков k -го региона, r_{pq} и \hat{r}_{pq} – соответствующие парные коэффициенты корреляции; t – параметр времени ($t=1..T$), $i(p,q)=1..m$, m – число результативных признаков. Индекс «0» показывает, что проведена процедура нормализации

(приведение к шкале от 0 до 1), причем после стандартизации:

$$y_{k,i}^o = \frac{y_{k,i}^* - \min\{y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*\}}{\max\{y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*\} - \min\{y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*\}} \quad (2)$$

$$\hat{y}_{k,i}^o(t) = \frac{\hat{y}_{k,i}^* - \min\{y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*\}}{\max\{y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*\} - \min\{y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*\}} \quad (3)$$

Здесь $y_{k,i}^*, \hat{y}_{k,i}^*$ – стандартизованные результативные признаки, определяемые по формулам:

$$y_{k,i}^*(t) = \frac{y_{k,i} - M(y_i(t))}{\sigma(y_i(t))} \quad (4)$$

$$\hat{y}_{k,i}^*(t) = \frac{\hat{y}_{k,i} - M(\hat{y}_i(t))}{\sigma(\hat{y}_i(t))} \quad (5)$$

где $M(y_i(t)), M(\hat{y}_i(t)), \sigma(y_i(t)), \sigma(\hat{y}_i(t))$ – математические ожидания и среднеквадратические отклонения соответственно.

Данное представление обобщенного показателя результативности является продолжением исследований авторов, относящихся к началу 2010-х гг. и связанных с изучением сельскохозяйственного производства [23].

В качестве моделей для формирования нормативов, рассмотрение которых в динамике определяет траекторию устойчивого развития, были выбраны стандартизованные модели аддитивного вида:

$$\hat{y}_i^* = \sum_{j=1}^n C_{i,j} \cdot x_j^* + \sum_{s=1}^s D_{i,s} \cdot z_s^* \quad (6)$$

где n – число факторов состояния, s – число факторов воздействия, $C_{i,j}, D_{i,s}$ – соответствующие весовые коэффициенты между i -ым результативным и j -ым и s -ым стандартизованными факторами состояния x_j^* и воздействия z_s^* . При подстановке фактических значений x_j^* и z_s^* в (6) для k -го региона можно получить для него конкретный норматив. При этом:

$$x_j^* = \frac{x_j - M(x_j)}{\sigma(x_j)} \quad (7)$$

$$z_s^* = \frac{z_s - M(z_s)}{\sigma(z_s)}, \quad (8)$$

где x_j , z_s – фактические значения факторов состояния и воздействия в абсолютных единицах измерения.

Наряду с формулой (6) рассмотрены мультипликативные модели Кобба–Дугласа:

$$\hat{y}_i = \prod_{j=1}^n x_j^{*C_{i,j}} \cdot \prod_{s=1}^n z_s^{*D_{i,j}}. \quad (9)$$

Коэффициенты моделей определяются с помощью метода наименьших квадратов и процедуры линеаризации⁵. Однако в случае, если абсолютные значения одного или нескольких факторов состояния и воздействия отрицательны, использование модели в форме (9) невозможно. В таких случаях целесообразнее применить экспоненциальное представление:

$$\hat{y}_i^* = \exp\left(\sum_{j=1}^n C_{i,j} \cdot x_j^* + \sum_{s=1}^n D_{i,s} \cdot z_s^*\right), \quad (10)$$

позволяющее осуществить процедуру линеаризации.

Для оценки граничных значений факторов состояния и воздействия используется соотношение:

$$\hat{y}_i = \hat{y}_i \pm t_{1-\alpha, n-p-1} \cdot s_y \cdot (1 + [XZ]_0^T \cdot ([XZ]^T \cdot [XZ])^{-1} \cdot [XZ]_0)^{1/2}, \quad (11)$$

где s_y – стандартная ошибка, \hat{y}_i – точечный прогноз, $t_{\square, n-p-1}$ – коэффициент, отвечающий за доверительную вероятность (определяется по таблице распределения Стьюдента), \square – уровень значимости, n – число наблюдений, p – число параметров модели; $[XZ]$ – матрица входных параметров факторов состояния и воздействия, $[XZ]_0$ – вектор ожидаемых значений.

В состав моделей для оценки ИЧР были включены:

– показатели результативности: $y_{2.9}$ – индекс долголетия (ожидаемая продолжительность жизни при рождении), y_5 – индекс

образования (грамотность населения), $y_{10.2/2}$ – индекс состоятельности (индекс дохода, валовой региональный продукт (ВРП) по паритету покупательной способности (ППС), долл. США на душу населения), фактическое значение которых определяется по методикам, рекомендованным ПРООН;

– факторы состояния: $x_{2.8}$ – естественный прирост, на 1 тыс. чел. населения; $x_{2.12}$ – миграционный прирост, на 1 тыс. чел. населения; $x_{4.1}$ – реальные денежные доходы населения, % к 2004 г.; $x_{4.10}$ – социальные выплаты, % к общему уровню доходов; $x_{4.19,5/1}$ – расходы населения на образование, скорректированные на уровень инфляции и приведенные к 2004 г.; $x_{4.19,6/1}$ – расходы населения на здравоохранение, скорректированные на уровень инфляции и приведенные к 2004 г.; $x_{4.22}$ – потребление мяса и мясопродуктов (включая субпродукты II категории и жир-сырец) на душу населения; $x_{8.1}$ – число зарегистрированных преступлений на 100 тыс. чел. населения; $x_{9.1}$ – выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящие от стационарных источников; $x_{9.5}$ – сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты;

– факторы воздействия: $z_{1/1}$ – инвестиции в основной капитал на душу населения (всего), скорректированные на уровень инфляции соответствующего года; $z_{1,5/1}$ – инвестиции в образование, скорректированные на уровень инфляции; $z_{1/2}$ – инвестиции в основной капитал на душу населения по ППС в долларах США; z_3 – расходы консолидированного бюджета (всего).

Информационная база исследования⁶ сформирована из открытых статистических данных Федеральной службы государственной статистики⁷ за 2004–2016 гг., а также Доклада

⁵ Кремер Н.Ф., Путко Б.А. Эконометрика. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. 311 с.

⁶ Регион 2004–2016. URL: <https://drive.google.com/open?id=1BpdyZ2OMHDhzedZ22OhjDrqy8qILAiUq>

⁷ Федеральная служба государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru/>

о человеческом развитии за 2017 г.⁸ для регионов Центрального федерального округа (ЦФО).

В целях изучения изменения факторов состояния и воздействия на составляющие ИЧР модели строились для трех периодов (2004–2014 гг., 2004–2015 гг., 2004–2016 гг.). Для анализа области применимости моделей расчеты проводились для регионов ЦФО в целом и отдельно для Тульской области (ТО). Также были рассмотрены линейные (формула (6) для $y_{2,9}$, y_5 , $y_{10,2/2}$), мультипликативные (формула (9) для $y_{2,9}$, $y_{10,2/2}$) и экспоненциальные (формула (10) для y_5) представления, чтобы выявить наилучшие, в смысле качества и точности, формы траекторий. При этом, вследствие небольшого количества данных для ТО (11, 12 и 13 периодов для соответствующих моделей) и предположения об аналогичном (как и для регионов ЦФО) составе переменных модели был использован метод последовательного добавления факторов состояния и воздействия, начиная с фактора, имеющего наибольший коэффициент корреляции с показателем результативности. При этом часть показателей, используемых в моделях для регионов ЦФО, была отброшена, исходя из качественных соображений, поскольку приводила к некорректному значению коэффициентов (коэффициент в модели имеет другой знак по сравнению с коэффициентом парной корреляции между факторным и результативным признаками). Расчеты проводились с помощью разрабатываемой экспертной системы (бета-версия) [24].

Соответствующие спецификации моделей представлены в *табл. 1–3*.

Проверка по критерию Фишера показала значимость коэффициентов детерминации моделей на уровне 0,05. При этом динамика изменения R^2 для моделей, построенных по статистическим данным для регионов ЦФО, направлена в сторону уменьшения, а моделей, построенных по статистическим данным для ТО, – в сторону его увеличения. При этом

максимальное значение $R^2 = 0,796$ на уровне ЦФО соответствует линейной модели с периодом оценки 2004–2014 гг., а на уровне ТО $R^2 = 0,939$ – мультипликативной модели с аналогичным периодом оценки. Такое высокое значение, прежде всего, связано с недостаточным количеством данных и отсутствием информации по ряду соответствующих факторов состояния и воздействия в разрезе муниципальных образований (в Тульской области их 29), которая бы существенно увеличила объем выборки. Колебания коэффициентов моделей отмечены для факторов состояния $x_{4,1}$ (ЦФО, лин. и мулт.), $x_{4,19,6/1}$ (ЦФО, лин.), $x_{4,22}$ (ЦФО, лин. и мулт.; ТО, лин.), $x_{8,1}$ (ТО, лин. и мулт.) и воздействия $z_{1/1}$ (ТО, лин. и мулт.). Все остальные коэффициенты в линейных и мультипликативных моделях при последовательном добавлении новых данных за 2015 и 2016 гг. однонаправленно уменьшаются (увеличиваются). Такие изменения могут быть обусловлены рядом причин, среди которых можно отметить изменения в структуре потребительских расходов, расходов консолидированного бюджета, а также экологической обстановки в регионах.

Табл. 2 демонстрирует для линейных и экспоненциальных моделей схожесть коэффициентов детерминации, которые также являются статистически значимыми. В моделях, построенных по статистическим данным для регионов ЦФО, изменения значений их коэффициентов имеют тенденцию к уменьшению (по модулю), тогда как в моделях, построенных только по данным ТО, наблюдаются их колебания. Наиболее вероятным объяснением таких колебаний может быть недостаточность объема выборки, о чем говорилось ранее.

Из *табл. 3* видно, что фактор воздействия $z_{1/2}$ оказывает большее влияние на индекс состоятельности, чем z_3 . Максимальное значение коэффициента детерминации R^2 равно 0,847 для модели мультипликативного вида, построенной по статистическим данным для регионов ЦФО, с периодом оценки 2004–2016 гг., и 0,972 для моделей

⁸ Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации за 2017 год. М.: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации, 2017. 252 с.

мультипликативного вида, построенных только по данным ТО, с периодами оценки 2004–2014 гг. и 2004–2015 гг.

Для выбора нормативной модели из представленных ранее необходимо оценить их точность. В качестве оценки точности была использована средняя относительная ошибка аппроксимации, рассчитываемая по формуле:

$$E_{\text{отн.}} = \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| 100\% \quad (12)$$

Результаты для моделей составляющих скорректированного ИЧР представлены в табл. 4.

Из табл. 4 видно, что минимальные значения для моделей, построенных по статистическим данным для регионов ЦФО, характерны для нелинейных моделей с периодом оценки 2004–2015 гг. ($\hat{y}_{2,9}$) и 2004–2014 гг. (\hat{y}_5 , $\hat{y}_{10,2/2}$). Для моделей, построенных по статистическим данным для ТО, минимальные значения $E_{\text{отн.}}$ наблюдаются для нелинейных моделей с периодом оценки 2004–2014 гг.

Однако для обоснованного выбора нормативных моделей оценки качества и точности, с точки зрения авторов, недостаточно. Поэтому предложено протестировать модели, которые были построены по статистическим данным для регионов ЦФО и данным только для ТО, с точки зрения попадания фактических значений в допустимые границы траекторий, вычисленных по формуле (11). Параллельно может быть решена задача выбора модели для разработки прогноза.

Проведенное тестирование для Тульской области представлено на рис. 1–3.

Из рис. 1 видно, что для Тульской области вычисленные значения $\hat{y}_{2,9}$ по моделям, построенным по данным для ТО, ближе к фактическим, однако интервал полученной траектории больше, чем у моделей, построенных с использованием данных ЦФО, что связано с небольшим объемом выборки. При этом фактические значения $\hat{y}_{2,9}$ в

2006–2008 гг. вышли за границы допустимых траекторий, заданных моделями, представленными на рис. 1а и 1с. Средний полуразмах составил: $a - 2,534$ года; $b - 4,365$ года; $c - 2,392$ года; $d - 4,068$ года. При этом средняя относительная ошибка аппроксимации также уменьшилась, но ее изменение варьируется в пределах десятых долей процента.

Рис. 2 демонстрирует идентичность линейных и экспоненциальных моделей. Средний полуразмах составил: $a - 0,032$; $b - 0,016$; $c - 0,030$; $d - 0,016$. Средняя относительная ошибка аппроксимации также уменьшилась, но ее изменение варьируется в пределах десятых долей процента. По моделям 2014 г. (линейной и экспоненциальной) с использованием данных только для ТО фактическое значение вышло за границы интервала расчетной траектории.

Из рис. 3 видно, что мультипликативные модели, построенные по данным только для ТО, лучше описывают фактическое состояние Тульской области. Также мультипликативные модели имеют меньший полуразмах по сравнению с линейными моделями, а значения, вычисленные по ним, ближе к фактическим. Соответствующие средние значения полуразмаха составили: $a - 3\,382,094$ долл. США; $b - 1\,647,42$ долл. США; $c - 3\,137,297$ долл. США; $d - 1\,468,836$ долл. США. Максимальная величина средней относительной ошибки аппроксимации высока (14,89% для ЦФО и 5,65% для ТО моделей), но не превосходит 15%. Это может быть связано, прежде всего, с единицами измерения $\hat{y}_{10,2/2}$, а также с тем, что фактор «расходы консолидированного бюджета» не был скорректирован на индекс инфляции. Однако это было сделано сознательно с целью сравнения результатов исследования с полученными ранее.

Обобщая результаты по данному этапу исследования, можно сформулировать следующие выводы.

Выбор последнего периода оценки для разработки нормативов должен определяться периодом утверждения этих нормативов,

например, в плане социально-экономического развития региона, причем для этого целесообразнее применить модели, построенные с использованием статистических данных для регионов ЦФО. Нормативы могут быть скорректированы за счет увеличения периода оценки при появлении новых данных в случае больших качественных изменений либо в случае окончания срока, на который эти нормативы были рассчитаны. При этом их интервальное представление на перспективу можно считать траекторией устойчивого развития.

Для показателя индекса долголетия и индекса образования рекомендуется использовать линейные модели, поскольку выигрыш в десятых долях процента при использовании мультипликативной и экспоненциальных моделей, с точки зрения авторов, несущественен, а объем вычислений при этом увеличивается. Для индекса состоятельности (дохода) лучше использовать мультипликативные модели.

Модели, построенные по данным только для ТО, также могут быть использованы в качестве формирования нормативов, однако целесообразнее их использование при поиске оптимальных значений факторов состояния и воздействия, при которых исследуемый показатель результативности будет соответствовать нормативу, а также при осуществлении прогноза на краткосрочную перспективу. К тому же малый объем выборки, при наличии более высокой точности и качества по сравнению с моделями, построенными по данным для регионов ЦФО, все же не дает оснований для их предпочтения. В дополнение к сказанному отметим, что при наличии достаточного объема выборки модели, построенные по данным только для ТО, можно использовать для разработки нормативов на муниципальном уровне.

В рамках исследования для определения скорректированного ИЧР и критических значений факторов состояния и воздействия, в силу отсутствия каких-либо утвержденных нормативов и имеющихся на текущий момент статистических данных, а также в предположении необходимости их

корректировки, были выбраны модели линейного ($\hat{y}_{2,9}^*$ и \hat{y}_5^*) и мультипликативного вида ($\hat{y}_{10,2/2}^*$) с периодом оценки 2004–2016 гг., построенные по статистическим данным для регионов ЦФО. Результаты расчета скорректированного ИЧР и его составляющих за 2015–2016 гг. представлены в *табл. 5*.

Из *табл. 5* видно, что за 2016 г. по сравнению с 2015 г. значения скорректированного ИЧР уменьшились для Белгородской (за счет уменьшения ξ_5), Курской (за счет уменьшения $\xi_{2,9}$ и ξ_5), Липецкой (за счет уменьшения $\xi_{2,9}$, ξ_5 и $\xi_{10,2/2}$), Рязанской (за счет уменьшения $\xi_{2,9}$ и ξ_5), Смоленской (за счет уменьшения $\xi_{2,9}$ и ξ_5), Тамбовской (за счет уменьшения ξ_5) и Ярославской (за счет уменьшения $\xi_{2,9}$ и ξ_5) областей, а это почти половина регионов ЦФО.

Для поиска критических значений факторов состояния и воздействия в Тульской области поставим следующую задачу: при каких значениях факторов состояния и воздействия фактические значения результативных признаков $\hat{y}_{2,9}$, \hat{y}_5 , $\hat{y}_{10,2/2}$ оказались бы на нижней границе траекторий, рассчитанных для фактических данных по моделям, построенным по статистическим данным для регионов ЦФО (ЦФО, лин. 2016 г., *табл. 1–3*) и переведенным в абсолютные единицы измерения. Рассмотрим простейший случай, когда изменяется только один фактор при неизменности остальных.

Для скорректированного индекса долголетия нижней граница ожидаемой продолжительности жизни в 2016 г. составила 66,79 года. Среднее значение по модели (ЦФО, лин. 2016 г., *табл. 1*), полученное при фактических данных для Тульской области, составило 69,31 года. Для того чтобы значение стало равным нижней границе, необходимо или уменьшить реальные денежные доходы в 3,41 раза, или уменьшить потребление мяса в 6,55 раза, или повысить уровень преступности в 3,34 раза. Изменение остальных показателей по отдельности до нуля не приводит к достижению нижней границы. Такие резкие изменения маловероятны, поэтому можно

считать состояние Тульской области устойчивым по данному показателю.

Для скорректированного индекса образования нижняя граница составила 0,891 при нормативном значении 0,927. Достижение нижней границы возможно при условии, если естественный прирост на тысячу человек населения уменьшится в 1,882 раза и составит -11,8 против -6,8. Все остальные факторы не приводят к существенному изменению результативного признака.

Для последнего индикатора (индекса дохода) достижение нижней границы 9 209,9 долл. США возможно при уменьшении инвестиций в основной капитал в 1,877 раза или сокращении расходов консолидированного бюджета в 5,246 раза. Последнее также является маловероятным.

Понятно, что факторы состояния и воздействия могут изменяться одновременно за заданный период времени, поэтому вместо точечной оценки можно определить линию уровня, образованную множеством точек факторов состояния и воздействия, при которых величина оцениваемого показателя окажется на границе его допустимых значений. Таким образом, представленный подход позволяет определить границы значений факторов состояния и воздействия, увеличение (уменьшение) которых приведет к тому, что индикаторы функционирования сложной системы окажутся за границами заданной траектории развития. Модели, построенные по статистическим данным для регионов ЦФО, можно использовать не только для Тульской области, но и для других регионов.

Таблица 1

Модели оценки индекса долголетия $\hat{y}_{2,9}^*$

Table 1

The estimated models of Longevity Index $\hat{y}_{2,9}^*$

Модель	$x_{4.1}$	$x_{4.1}$	$x_{4.22}$	$x_{8.1}$	$x_{9.1}$	$x_{9.5}$	$z_{1/1}$	R^2	ν
ЦФО, лин. (2014)	0,336	0,146	0,3	-0,251	-0,099	-0,23	0,115	0,796	179
ЦФО, лин. (2015)	0,37	0,138	0,301	-0,261	-0,093	-0,228	0,076	0,772	196
ЦФО, лин. (2016)	0,346	0,196	0,288	-0,276	-0,089	-0,221	0,038	0,755	213
ЦФО, мульт. (2014)	0,285	0,28	0,241	-0,208	-0,074	-0,187	0,059	0,769	179
ЦФО, мульт. (2015)	0,311	0,287	0,242	-0,211	-0,064	-0,182	0,019	0,775	196
ЦФО, мульт. (2016)	0,293	0,328	0,236	-0,227	-0,062	-0,172	-0,014	0,783	213
ТО, лин. (2014)	-	0,897	0,333	-0,815	0,043	-	0,003	0,897	3
ТО, лин. (2015)	-	0,905	0,009	-0,755	-0,069	-	0,168	0,905	4
ТО, лин. (2016)	-	0,917	0,01	-0,764	-0,071	-	0,159	0,917	5
ТО, мульт. (2014)	-	-1,813	1,444	-0,87	0,312	-	0,22	0,939	3
ТО, мульт. (2015)	-	-0,239	0,215	-0,877	-0,123	-	0,23	0,899	4
ЦФО, мульт. (2016)	-	-0,133	0,107	-0,831	-0,051	-	0,215	0,908	5

Примечание. Здесь и далее столбцы с переменными характеризуют значения стандартизованных коэффициентов, стоящих перед ними; R^2 – коэффициент детерминации; ν – степень свободы; лин., мульт. – линейная и мультипликативная модели соответственно; (201X) – последний период оценки для периода начиная с 2004 г.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 2

Модели оценки индекса образования \hat{y}_5^*

Table 2

The estimated models of Education Index \hat{y}_5^*

Модель	$X_{2.8}$	$X_{2.12}$	$X_{4.1}$	$X_{4.10}$	$X_{4.19,5/1}$	$Z_{1.5/1}$	R^2	ν
ЦФО, лин. (2014)	0,732	-0,536	-0,201	0,123	-0,159	0,288	0,623	180
ЦФО, лин. (2015)	0,698	-0,471	-0,116	0,064	-0,143	0,176	0,536	197
ЦФО, лин. (2016)	0,659	-0,456	-0,077	0,085	-0,135	0,161	0,508	214
ЦФО, эксп. (2014)	0,727	-0,548	-0,197	0,125	-0,162	0,296	0,623	180
ЦФО, эксп. (2015)	0,699	-0,49	-0,114	0,069	-0,146	0,19	0,536	197
ЦФО, эксп. (2016)	0,664	-0,476	-0,077	0,089	-0,138	0,176	0,507	214
ТО, лин. (2014)	0,773	0,011	-0,209	0,112	-0,273	0,426	0,895	4
ТО, лин. (2015)	1,613	-0,088	-0,967	0,157	0,213	0,126	0,905	5
ТО, лин. (2016)	1,527	-0,084	-0,868	0,143	0,205	0,182	0,923	6
ТО, эксп. (2014)	0,773	0,01	-0,205	0,114	-0,27	0,422	0,895	4
ТО, эксп. (2015)	1,606	-0,088	-0,956	0,158	0,21	0,126	0,906	5
ЦФО, эксп. (2016)	1,52	-0,084	-0,857	0,145	0,202	0,181	0,923	6

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 3

Модели оценки индекса состоятельности (дохода) $\hat{y}_{10.2/2}^*$

Table 3

The estimated models of Income Index $\hat{y}_{10.2/2}^*$

Модель	$z_{1/2}$	z_3	R^2	ν
ЦФО, лин. (2014)	0,735	0,292	0,804	184
ЦФО, лин. (2015)	0,724	0,302	0,789	201
ЦФО, лин. (2016)	0,706	0,317	0,77	218
ЦФО, мульт. (2014)	0,677	0,311	0,832	184
ЦФО, мульт. (2015)	0,653	0,338	0,823	201
ЦФО, мульт. (2016)	0,627	0,365	0,847	218
ТО, лин. (2014)	0,493	0,514	0,954	8
ТО, лин. (2015)	0,376	0,631	0,953	9
ТО, лин. (2016)	0,288	0,712	0,949	10
ТО, мульт. (2014)	0,443	0,556	0,972	8
ТО, мульт. (2015)	0,328	0,671	0,972	9
ЦФО, мульт. (2016)	0,235	0,759	0,968	10

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 4**Средняя относительная ошибка аппроксимации моделей, %****Table 4****The average relative error of approximation of models, percent**

Модель	$\hat{y}_{2,9}$	\hat{y}_5	$\hat{y}_{10,2/2}$
ЦФО, лин. (2014)	1,4	1,4	13,42
ЦФО, лин. (2015)	1,38	1,21	14,1
ЦФО, лин. (2016)	1,39	1,25	14,89
ЦФО, нелин. (2014)	1,26	1,06	11,77
ЦФО, нелин. (2015)	1,2	1,2	11,93
ЦФО, нелин. (2016)	1,11	1,24	12,33
ТО, лин. (2014)	1,31	0,29	5,34
ТО, лин. (2015)	1,31	0,37	5,3
ТО, лин. (2016)	1,31	0,34	5,65
ТО, нелин. (2014)	1	0,29	4,21
ТО, нелин. (2015)	1,36	0,35	4,32
ЦФО, нелин. (2016)	1,3	0,34	4,79

Примечание. нелин. – нелинейная модель, представленная для $\hat{y}_{2,9}$ и $\hat{y}_{10,2/2}$ в мультипликативной и для \hat{y}_5 в экспоненциальной форме.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 5**Значения скорректированного индекса человеческого развития и его составляющих за 2015–2016 гг.****Table 5****The values of adjusted HDI and its components for 2015–2016**

Области	$\xi_{2,9}$		ξ_5		$\xi_{10,2/2}$		ξ_{soc}	
	2015	2016	2015	2016	2015	2016	2015	2016
Белгородская	0,881	0,89	1,149	0,986	1,761	1,911	1,167	1,161
Брянская	1,088	1,174	0,874	0,871	0,985	1,051	1,068	1,134
Владимирская	0,996	1,097	0,932	0,915	1,17	1,342	1,075	1,16
Воронежская	0,906	0,987	1,27	1,137	1,088	1,113	1,112	1,15
Ивановская	1,122	1,125	0,909	0,969	0,714	0,814	1,056	1,095
Калужская	1,033	1,071	0,848	0,834	1,402	1,702	1,12	1,191
Костромская	1,292	1,356	0,799	0,814	1,29	1,341	1,165	1,213
Курская	0,972	0,97	2,315	1,254	1,458	1,511	1,537	1,214
Липецкая	1,012	0,989	0,99	0,924	1,725	1,701	1,228	1,193
Московская	1,101	1,047	0,829	1,038	0,55	0,615	0,923	0,958
Орловская	0,991	1,002	1,167	1,221	1,355	1,477	1,167	1,205
Рязанская	1,229	1,178	0,999	0,972	1,41	1,577	1,262	1,247
Смоленская	1,198	1,076	0,941	0,868	1,29	1,356	1,219	1,137
Тамбовская	1,06	1,071	1,356	0,979	1,346	1,249	1,284	1,159
Тверская	0,912	0,899	1,07	2,098	1,179	1,237	1,078	1,415
Тульская	1,019	1,139	1,26	0,965	1,348	1,46	1,241	1,264
Ярославская	1,258	1,211	1,042	0,948	1,654	1,758	1,345	1,314

Примечание. $\xi_{2,9}$ – скорректированный индекс долголетия, ξ_5 – скорректированный индекс образования, $\xi_{10,2/2}$ – скорректированный индекс состоятельности (дохода), ξ_{soc} – скорректированный индекс человеческого развития.

Источник: авторская разработка

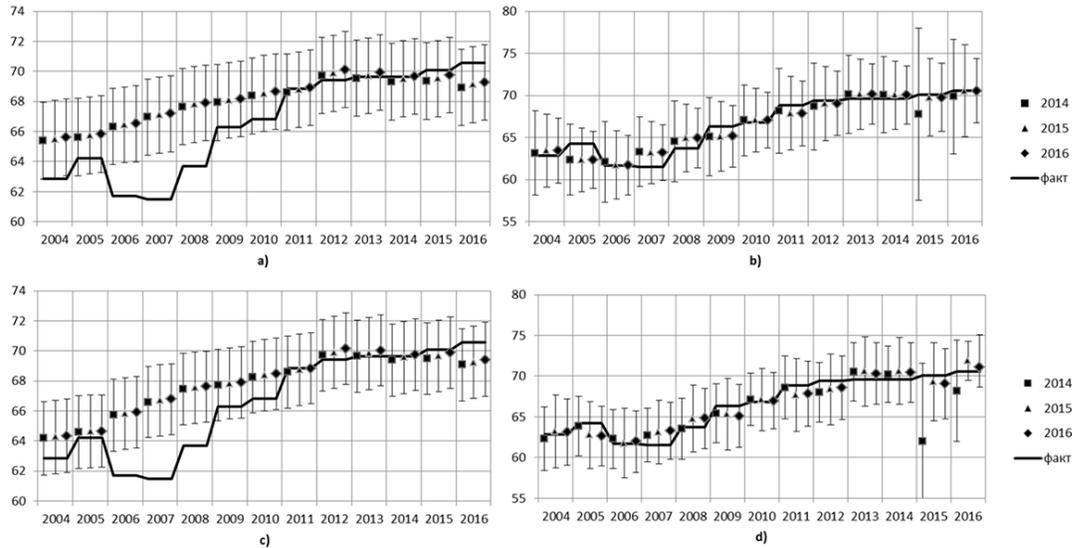
Source: Authoring

Рисунок 1

Границы траекторий $\hat{y}_{2.9}$, построенные по линейным и мультипликативным моделям, с использованием статистических данных по регионам ЦФО и по Тульской области

Figure 1

Trajectory boundaries of $\hat{y}_{2.9}$ constructed by linear and multiplicative models, using statistical data for the CFD regions and the data for the Tula Oblast only



Примечание. *a* – линейные модели, построенные по статистическим данным для регионов ЦФО; *b* – линейные модели, построенные по статистическим данным для ТО; *c* – мультипликативные модели, построенные по статистическим данным для регионов ЦФО; *d* – мультипликативные модели, построенные по статистическим данным для ТО; 2014, 2015, 2016 – модели, рассчитанные по данным за 2004–2014, 2004–2015, 2004–2016 гг.; факт. – фактическое значение индекса долголетия.

Источник: авторская разработка

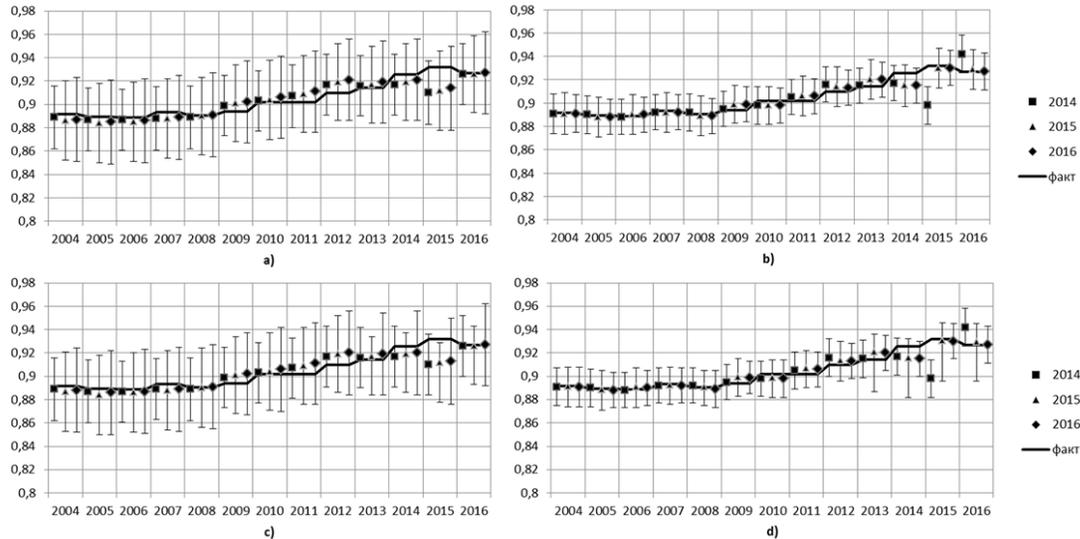
Source: Authoring

Рисунок 2

Границы траекторий \hat{y}_5 , построенные по линейным и экспоненциальным моделям, с использованием статистических данных по регионам ЦФО и по Тульской области (2014–2016 гг.)

Figure 2

Trajectory boundaries of \hat{y}_5 constructed by linear and exponential models, using statistical data for the CFD regions and the data for the Tula Oblast only (2014–2016)



Примечание. *a* – линейные модели, построенные по статистическим данным для регионов ЦФО; *b* – линейные модели, построенные по статистическим данным для ТО; *c* – экспоненциальные модели, построенные по статистическим данным для регионов ЦФО; *d* – экспоненциальные модели, построенные по статистическим данным для ТО; 2014, 2015, 2016 – модели, рассчитанные по данным за 2004–2014, 2004–2015, 2004–2016 гг.; факт. – фактическое значение индекса долголетия.

Источник: авторская разработка

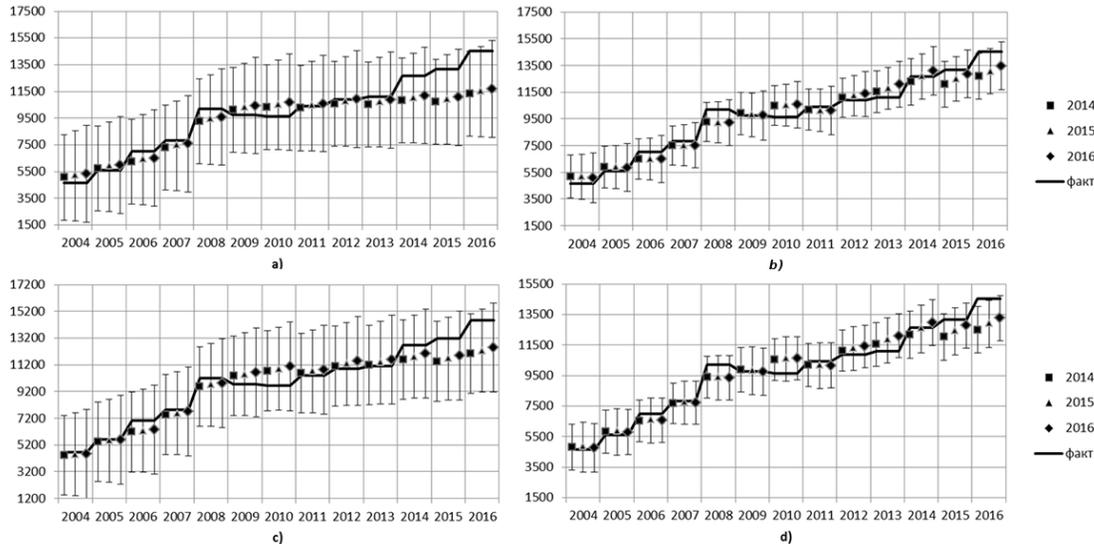
Source: Authoring

Рисунок 3

Границы траекторий $\hat{y}_{10.2/2}$, построенные по линейным и мультипликативным моделям, с использованием статистических данных по регионам ЦФО и по Тульской области (2004–2016 гг.)

Figure 3

Trajectory boundaries of $\hat{y}_{10.2/2}$ constructed by linear and multiplicative models, using statistical data for the CFD regions and the data for the Tula Oblast only (2004–2016)



Примечание. а – линейные модели, построенные по статистическим данным для регионов ЦФО; б – линейные модели, построенные по статистическим данным для ТО; с – мультипликативные модели, построенные по статистическим данным для регионов ЦФО; d – мультипликативные модели, построенные по статистическим данным для ТО; 2014, 2015, 2016 – модели, рассчитанные по данным за 2004–2014, 2004–2015, 2004–2016 гг.; факт. – фактическое значение индекса долголетия.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Беляева Л.А. Уровень и качество жизни. Проблемы измерения и интерпретации // Социологические исследования. 2009. № 1. С. 33–42.
URL: http://ecsocman.hse.ru/data/978/946/1223/Belyaeva_4.pdf
2. Жуков В.И. На рубеже тысячелетий: социология отечественных преобразований (1985–2005 годы): монография. М.: РГСУ, 2008. 940 с.
3. Морозова Е.А. Качество жизни населения как индикатор социально-экономического развития моногородов // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. 2018. № 3. С. 35–41.
URL: <https://doi.org/10.21603/2500-3372-2018-3-35-41>
4. Смит А. Исследование о природе и причинах богатства народов. М.: Эксмо, 2007. 960 с.
5. Pigou A.C. *The Economics of Welfare*. 4-th ed. London, Macmillan & Co, 1952, 876 p.
6. Lewis W.A. *The Theory of Economic Growth*. London, George Allen & Unwin Ltd, 1955, 453 p.
7. Sen A. The Living Standard. *Oxford Economic Papers*, New Series, 1984, vol. 36, pp. 74–90.
URL: <https://www.jstor.org/stable/2662838>

8. Маслоу А.Г. Мотивация и личность. СПб.: Евразия, 1999. 478 с.
9. Валько Д.В., Голубева О.Л. Обзор актуальных подходов к оценке эффективности управления социо-эколого-экономической системой // Региональная экономика: теория и практика. 2018. Т. 16. Вып. 4. С. 681–694. URL: <https://doi.org/10.24891/re.16.4.681>
10. Клименко О.И., Боталова М.Е. Обзор методического инструментария оценки регионального развития социальной инфраструктуры // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2018. № 1. С. 64–74.
11. Айвазян С.А. Анализ качества и образа жизни населения. Эконометрический подход. М.: Наука, 2012. 432 с.
12. Петросянци Д.В. Индекс развития человеческого потенциала в субъектах Российской Федерации // Региональная экономика: теория и практика. 2011. Т. 9. Вып. 43. С. 23–31. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/indeks-razvitiya-chelovecheskogo-potentsiala-v-subektah-rossiyskoy-federatsii>
13. Keynes J.M. The General Theory of Employment, Interest and Money. London, Macmillan, 1936, 403 p.
14. Леонтьев В.В. Баланс народного хозяйства СССР. Методологический разбор работы ЦСУ // Плановое хозяйство. 1925. № 12. С. 254–258. URL: <http://www.economics.kiev.ua/index.php?id=1086&view=article>
15. Neumann J.v. A Model of General Economic Equilibrium. *The Review of Economic Studies*, January 1945, vol. 13, iss. 1, pp. 1–9. URL: <https://doi.org/10.2307/2296111>
16. Кондратьев Н.Д., Опарин Д.И. Большие циклы конъюнктуры. Доклады и их обсуждение в Институте экономики. М.: Экономика, 1989. 646 с.
17. Schumpeter J.A. A Theorist's Comment on the Current Business Cycle. *Journal of the American Statistical Association*, 1935, vol. 30, iss. 189, pp. 167–168. URL: <https://doi.org/10.2307/2278223>
18. Cobb C.W., Douglas P.H. A Theory of Production. *The American Economic Review*, March 1928, vol. 18, iss. 1, pp. 139–165. Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/1811556>
19. Solow R.M. A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, February 1956, vol. 70, iss. 1, pp. 65–94. URL: <https://doi.org/10.2307/1884513>
20. Forrester J.W. World Dynamics. Cambridge, Mass., Wright-Allen Press, Inc., 1971, 142 p.
21. Колмакова И.Д., Байкова Е.И., Колмакова Е.М. Экономико-математические методы в оценке и планировании уровня жизни населения региона // Региональная экономика: теория и практика. 2017. Т. 15. Вып. 5. С. 928–936. URL: <https://doi.org/10.24891/re.15.5.928>
22. Жуков Р.А. Некоторые аспекты оценки качества жизни и управления в социо-эколого-экономических системах: регионы Центрального федерального округа // Региональная экономика: теория и практика. 2017. Т. 15. Вып. 7. С. 1261–1275. URL: <https://doi.org/10.24891/re.15.7.1261>
23. Журавлев С.Д., Жуков Р.А., Киселев В.Д. Теоретические и методологические основы повышения эффективности функционирования систем государственного управления использованием земель сельскохозяйственного назначения в России: монография. Тула: Тульский полиграфист, 2011. 212 с.

24. Жуков Р.А. Внедрение программных экономико-математических комплексов в практику деятельности органов государственного управления // *Фундаментальные исследования* 2015. № 9-3. С. 555–559. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=39224>

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

ADJUSTED HUMAN DEVELOPMENT INDEX AND ITS APPLICATION FOR MANAGEMENT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE CENTRAL FEDERAL DISTRICT REGIONS: EVIDENCE FROM THE TULA OBLAST

Roman A. ZHUKOV^{a*}, Sergei D. ZHURAVLEV^b, Dar'ya V. SOBOLEVA^c

^a Tula Branch of Financial University under Government of Russian Federation, Tula, Russian Federation
pluszh@mail.ru
ORCID: not available

^b AO KBP Instrument Design Bureau named after Academician A. Shipunov, Tula, Russian Federation
zhuravlsd@ya.ru
ORCID: not available

^c Tula State University, Tula, Russian Federation
dv-soboleva@yandex.ru
ORCID: not available

* Corresponding author

Article history:

Received 24 July 2018
Received in revised form
15 August 2018
Accepted 29 August 2018
Available online
15 October 2018

JEL classification: C10, P25, R11

Keywords: quality of life, socio-ecological-economic system, human development index, socio-economic development, sustainability, modeling

Abstract

Subject This article determines the Human Development Index (HDI) sensitivity to various social, environmental and economic factors. It identifies critical states in which a given trajectory can actually still be achieved.

Objectives The article aims to form models to assess the quality of life of the population using the adjusted HDI calculated according to our original methodology for the regions of the RF Central Federal District and Tula Oblast. As well, the article intends to define the boundary values of the state and impact factors to follow the specified path.

Methods For the study, we used the principles and methods of systems, statistical, and regression analyses, as well as data convolution and forecasting.

Results The article presents formed linear and non-linear models to assess the quality of life of the population for the Central Federal District regions and Tula Oblast on the basis of statistics for 2004–2016. The article also shows the results of the comparative analysis of the models obtained and the boundary values of the state and impact factors for the Tula Oblast.

Conclusions and Relevance The models obtained can also be used for a particular region as a tool to shape specific regulations. The models for the Tula Oblast can be considered as a means to optimize management decisions.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2018

Please cite this article as: Zhukov R.A., Zhuravlev S.D., Soboleva D.V. Adjusted Human Development Index and Its Application for Management of Sustainable Development of the Central Federal District Regions: Evidence from the Tula Oblast. *Regional Economics: Theory and Practice*, 2018, vol. 16, iss. 10, pp. 1958–1975.
<https://doi.org/10.24891/re.16.10.1958>

Acknowledgments

The study was supported by the Russian Foundation for Basic Research and the Tula Oblast within project № 18-410-710001.

References

1. Belyaeva L.A. [Quality of life: Measurement and interpretation issues]. *Sotsiologicheskie issledovaniya = Sociological Studies*, 2009, no. 1, pp. 33–42.
URL: http://ecsocman.hse.ru/data/978/946/1223/Belyaeva_4.pdf (In Russ.)

2. Zhukov V.I. *Na rubezhe tysyacheletii: sotsiologiya otechestvennykh preobrazovaniy (1985–2005 gody): monografiya* [At the turn of the millennium: sociology of domestic transformation (1985–2005): a monograph]. Moscow, RSSU Publ., 2008, 940 p.
3. Morozova E.A. [Living standards as an indicator of socio-economic development of single-industry towns]. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Politicheskie, sotsiologicheskie i ekonomicheskie nauki = Bulletin of Kemerovo State University. Series: Political, Sociological and Economic Sciences*, 2018, no. 3, pp. 35–41. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.21603/2500-3372-2018-3-35-41>
4. Smith A. *Issledovanie o prirode i prichinakh bogatstva narodov* [An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations]. Moscow, Eksmo Publ., 2007, 960 p.
5. Pigou A.C. *The Economics of Welfare*. 4-th ed. London, Macmillan & Co, 1952, 876 p.
6. Lewis W.A. *The Theory of Economic Growth*. London, George Allen & Unwin Ltd, 1955, 453 p.
7. Sen A. *The Living Standard*. *Oxford Economic Papers*, New Series, 1984, vol. 36, pp. 74–90.
URL: <https://www.jstor.org/stable/2662838>
8. Maslow A.H. *Motivatsiya i lichnost'* [Motivation and Personality]. St. Petersburg, Evraziya Publ., 1999, 478 p.
9. Val'ko D.V., Golubeva O.L. [A review of current approaches to the assessment of the management efficiency of the socio-ecological-economic system]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika = Regional Economics: Theory and Practice*, 2018, vol. 16, iss. 4, pp. 681–694. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.24891/re.16.4.681>
10. Klimenko O.I., Botalova M.E. [A review of methodological tools of assessment of regional development of social infrastructure]. *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperatsii, ekonomiki i prava = Herald of Belgorod University of Cooperation, Economics and Law*, 2018, no. 1, pp. 64–74. (In Russ.)
11. Aivazyan S.A. *Analiz kachestva i obraza zhizni naseleniya. Ekonometricheskii podkhod* [An analysis of the quality and lifestyle of the population: An econometric approach]. Moscow, Nauka Publ., 2012, 432 p.
12. Petrosyants D.V. [Human Development Index in the constituent entities of the Russian Federation]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika = Regional Economics: Theory and Practice*, 2011, vol. 9, iss. 43, pp. 23–31. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/indeks-razvitiya-chelovecheskogo-potentsiala-v-subektah-rossiyskoy-federatsii> (In Russ.)
13. Keynes J.M. *The General Theory of Employment, Interest and Money*. London, Macmillan, 1936, 403 p.
14. Leontief W.W. [Discussing the Soviet "Balance of the National Economy", 1923–4]. *Planovoe Khozyaystvo*, 1925, no. 12, pp. 254–258.
URL: <http://www.economics.kiev.ua/index.php?id=1086&view=article> (In Russ.)
15. Neumann J.v. A Model of General Economic Equilibrium. *The Review of Economic Studies*, January 1945, vol. 13, iss. 1, pp. 1–9. URL: <https://doi.org/10.2307/2296111>
16. Kondratiev N.D., Oparin D.I. *Bol'shie tsikly kon'yunktury. Doklady i ikh obsuzhdenie v Institute ekonomiki* [The Major Cycles of the Conjunction. Reports and discussion at the Institute of Economics]. Moscow, Ekonomika Publ., 1989, 646 p.

17. Schumpeter J.A. A Theorist's Comment on the Current Business Cycle. *Journal of the American Statistical Association*, 1935, vol. 30, iss. 189, pp. 167–168. URL: <https://doi.org/10.2307/2278223>
18. Cobb C.W., Douglas P.H. A Theory of Production. *The American Economic Review*, March 1928, vol. 18, iss. 1, pp. 139–165. Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/1811556>
19. Solow R.M. A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, February 1956, vol. 70, iss. 1, pp. 65–94. URL: <https://doi.org/10.2307/1884513>
20. Forrester J.W. *World Dynamics*. Cambridge, Mass., Wright-Allen Press, Inc., 1971, 142 p.
21. Kolmakova I.D., Baikova E.I., Kolmakova E.M. [Economic and mathematical methods in evaluating and planning the standard of living of the population of the region]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika = Regional Economics: Theory and Practice*, 2017, vol. 15, iss. 5, pp. 928–936. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/re.15.5.928>
22. Zhukov R.A. [Some aspects of the assessment of quality of life and management in socio-ecological-economic systems: The Central Federal District regions case study]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika = Regional Economics: Theory and Practice*, 2017, vol. 15, iss. 7, pp. 1261–1275. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/re.15.7.1261>
23. Zhuravlev S.D., Zhukov R.A., Kiselev V.D. *Teoreticheskie i metodologicheskie osnovy povysheniya effektivnosti funktsionirovaniya sistem gosudarstvennogo upravleniya ispol'zovaniem zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya v Rossii: monografiya* [Theoretical and methodological bases of increase of the efficiency of functioning of the systems of State management of agricultural land use in Russia: a monograph]. Tula, Tul'skii poligrafist Publ., 2011, 212 p.
24. Zhukov R.A. [Introduction of program economic and mathematical complexes into the practice of the State Government]. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental Research*, 2015, no. 9-3, pp. 555–559. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=39224> (In Russ.)

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.