

# **О СВЯЗИ ИНДЕКСА БЛАГОСОСТОЯНИЯ В РЕГИОНАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ С КОМПЛЕКСОМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ, ЦИФРОВИЗАЦИИ И ДЕМОГРАФИИ**

**В. С. Степанов**

*Центральный экономико-математический институт, Москва, Россия*  
E-mail: \_stepanov@cemi.rssi.ru, vladstep0355@gmail.com

Исследование посвящено разработке модели регрессии по панельным данным из ЦФО и некоторым её приложениям. На предварительном этапе методами главных компонент и корреляционного анализа создавались два интегральных индикатора: уровня благосостояния населения (ИИ УБН) и развития транспортной инфраструктуры (ИИ ТИ). На следующем этапе строилась модель регрессии с переменной структурой, в которой зависимой переменной был ИИ УБН, а список факторов включает ИИ ТИ и ещё ряд показателей: развития цифровой экономики и т.д. Наконец, приводятся результаты приложения модели к девяти российским регионам из ряда округов РФ за 11 лет. Более детально рассмотрен вариант Саратовской области в его сопоставлении с алтайским случаем.

## **ON THE RELATIONSHIP BETWEEN THE WELL-BEING INDEX IN CENTRAL RUSSIA REGIONS AND THE COMPLEX OF INDICATORS OF INFRASTRUCTURE, DIGITALIZATION, AND DEMOGRAPHY**

**V. S. Stepanov**

The study focuses on developing a panel data regression model for the Central Federal District and some of its applications. In the preliminary stage, two composite indicators were created using principal component analysis and correlation one: the Population Welfare Index (PWI) and the Transport Infrastructure Development Index (TIDI). The next stage involved building a variable structure regression model, where PWI was a dependent variable and the list of factors included TIDI and other indicators (such as digital economy development, etc.). Finally, the results of applying the model to nine Russian regions from various federal districts over 11 years are presented. The variant of the Saratov region is considered in more detail, in comparison with the Altai case.

Проблема оценивания качества жизни населения и его составных частей, например, уровня материального благосостояния (УБН), является актуальной в последнее время [1, 2]. В монографии [1] предложена методология построения интегральных индикаторов (ИИ) качества жизни, в частности – индекса благосостояния, т.е. ИИ УБН. Она применялась в исследованиях [1-3], а также при построении индекса дорожно-транспортной инфраструктуры, или ИИ ТИ [3, 4].

Настоящая работа посвящена разработке модели регрессии по панельным данным Центральной России и некоторым её приложениям. Эти данные включали набор из  $p$  переменных  $x_1, \dots, x_p$ , взятых за 5 лет до пандемии, причём роль зависимой переменной  $Y^{(t)}$  играет агрегированный индекс УБН в год  $t$ . Кроме самой модели приводятся результаты её приложения к региональной статистике, собранной в ПФО, ЮФО, СФО за 15-17 лет Росстатом [5]. В результате полу-

чены наглядные графики. Некоторые из них анализируются; здесь учтена отраслевая структура ВРП и обрабатывающих производств (ОП) в ряде регионов.

Сама методология построения ИИ подробно описана в [2, с. 453]. С математической точки зрения она является комбинацией компонентного и корреляционного анализа, которые применяются к унифицированным данным, сначала сведённым в шкалу [0,10]. При этом метод главных компонент применяется в блочном варианте, в предположении, что матрица корреляций исходных показателей относится к блочно-диагональному типу (аналогично и ковариаций). В итоге набор переменных, вошедших в  $j$ -й блок, сворачивается линейным преобразованием в индикатор  $Y_j$ , который является 1-й главной компонентой переменных этого блока (или её приближением), где  $j = 1, \dots, m$  и ниже  $m = 4$  [1, 2].

На следующем шаге вычислений ИИ, полученные индексы  $Y_1, \dots, Y_4$  берутся с весовыми множителями  $\omega_j$ . Они нужны для расчёта взвешенного расстояния  $\rho$  между двумя точками:  $(Y_1, \dots, Y_4)^T$  и  $(10, \dots, 10)^T$ , а по числу  $\rho$  находится  $Y^{(t)}$ . Величина  $\omega_j$  задается пропорционально дисперсии  $Y_j$  и числу переменных  $p_j$  в  $j$ -м блоке [1, с. 103]. Значения  $\omega_j$  даны в правом столбце табл. 1. Здесь  $p_1 = 6$ ,  $p_2 = p_3 = 4$ ,  $p_4 = 1$ ; всего было 15 переменных [5], разбитых на эти блоки.

Таблица 1

**Список показателей для построения ИИ УЖН**

Показатель (переменная)	Вес у блока
1. ВРП <sub><i>i</i></sub> за год $t$ , который делился на $(\text{ПМ}_i / \text{ПМ}_{\text{рф}})$ , где $i$ - номер региона <sup>*(1)</sup>	0,373
2. Розничный товарооборот с объёмом платных услуг (считается аналогично)	
3. ДД/ПМ – покупательная способность душевых денежных доходов (ДД) $\omega_1 =$	
4. Средняя обеспеченность личными легковыми автомобилями (на 1000 чел.)	
5. Доля расходов домохозяйств (ДХ) на образование во всех их расходах в году $t$ , %	
6. Средний депозит физических лиц на RUR-счетах в СБРФ, в доле от ПМ	
7. Средняя обеспеченность общей площадью жилых помещений [кв. м./чел.]	0,24
8. Ввод в действие общей площади жилых помещений в жил. домах на 1 тыс. нас. $\omega_2 =$	
9. Доля ветхого и аварийного жилья в суммарном жилфонде региона, %	
10. Интегральный индикатор благоустройства жилого фонда – ИИ БЖ <sup>*(2)</sup>	0,254
11. Доля расходов ДХ на покупку пищевых продуктов (и затраты на ЖКУ, топливо), %	
12. Доля малоимущих – численность жителей с душевыми ДД менее ПМ, в % $\omega_3 =$	
13. Индекс финансовой обеспеченности ДХ <sup>*(3)</sup>	
14. Доля ДХ, в которых есть доступ в Интернет (из всех ДХ региона) в году $t$	0,132
15. Коэффициент фондов $K_\phi$ (найден по группам 10% самых богатых и бедных) $\omega_4 =$	
10.1 Удельный вес общей площади, имеющей водопровод (к концу года $t$ ), %	
10.2 тоже – водоотведение (или канализация), %	
10.3 –“ – отопление, %	
10.4 –“ – горячее водоснабжение, %	

10.5	–“ –	ванны/ душ, %	
10.6	–“ –	сетевой или сжиженный газ (либо напольные электроплиты),%	

\* *Примечания:* 1)  $ПМ_i$ ,  $ПМ_{рф}$  – величины прожиточного минимума в  $IV$ -м квартале для  $i$ -го региона и РФ; 2) показатель ИИ БЖ считается по методологии [1] на основе комплекса показателей по благоустройству жилья (это 1-я главная компонента в виде линейной комбинации показателей 10.1, ..., 10.6); 3) индекс ДХ по уровню финансовой обеспеченности (строка 13) получался простым расчётом в [2, 4] по распределению из табл. [6], которое получено после анкетирования; в нём ДХ региона оценивали своё финансовое положение.

Внизу здесь показываются показатели благоустройства жилищ. Сами переменные, по которым рассчитаны агрегаты  $Y_j, Y^{(t)}$ , приводятся слева, а справа показан результат группировки, полученной в ходе исследования.

Методологически такой же расчёт выполнен по показателям, другим, чем  $x_1, \dots, x_p$  и  $p = 10$ . Они описывали развитие дорожно-транспортной инфраструктуры в регионе [3,4] и по расчётам сформировали свои блоки, которые вместе с соответствующими “весами”, приводились в [3]. В итоге для любого региона можно рассчитать агрегат ИИ ТИ в год  $t$ , который лежит на  $[0,10]$ , как и индекс  $Y^{(t)}$ . Далее, в спецификации модели, этот ИИ ТИ выступает в роли фактора  $X_1$ .

На следующем этапе работы традиционным способом строилась модель регрессии с переменной структурой. Фактически это модель с фиксированными эффектами, с введением фиктивных переменных. По-сути, здесь реализована важная идея из книги [1, с. 130]: найти связь между ИИ УБН и показателями, прямо или косвенно зависящими от политики, проводимой в регионе и/или стране. Сначала находились показатели, связанные корреляционными связями с агрегатом  $Y^{(t)}$ . Причём они брались с различными лагами. В итоге была получена спецификация (*листинг 1*, где коэффициент  $C_{el}$  показывает эффект влияния малого приращения фактора на  $Y^{(t)}$ , при фиксации прочих объясняющих переменных). Применительно к Саратовской области она имеет такой вид:

$$Y^{(t)} = -9,615 + 0,375X_1 + 0,0325X_2 + 0,15X_3 + 0,079X_4 - 0,03X_5 + 0,7764(X_6)^{0,5} + 0,1096X_7, \quad (1)$$

где  $Y^{(t)}$  – ИИ УБН за год  $t$ , созданный ранее посредством свёртки переменных  $x_1, \dots, x_p$ ;

$X_1$  – инфраструктурный фактор, взятый с лагом  $\tau = 1$  год (т.е.  $X_1 =$  ИИ ТИ) [3-5];

$X_2$  – число ПЭВМ с *web*-доступом на 100 работников организации в год  $t-2$ , лаг  $\tau = 2$  [5];

$X_3$  – доля организаций, в которых использовались *RFID*- технологии в году  $t-2$ , % [7];

$X_4$  – доля организаций региона, где использовались специальные программы (software типа *CRM, ERP, SCM*- систем, или кратко *CES*) в году  $t-4$ , т.е. лаг  $\tau = 4$  года, в %;

$X_5$  – уровень дотаций в консолидированном региональном бюджете:  $БП / ВП$ , – в % за год  $t-\tau$ , где лаг  $\tau = 2$  года и  $БП$  – безвозмездные поступления в этот бюджет, взятые из [5];

$X_6$  – переменная, найденная по части ВРП, которая относится к сектору «лесное, сельское хозяйство и рыбная отрасль» (в душевом варианте) за год  $t$ ; она взята в соотношении с прожиточным минимумом населения (ПМ) в этом году [5];

$X_7$  – ожидаемая продолжительность жизни для случая мужского пола (или ОПЖ<sub>м</sub>) из [5], для года  $t - 1$ . Лишь  $X_6$  входит в (1) синхронно с  $Y^{(t)}$ .

*Примечание:* ERP-система интегрирует информацию и функции подразделений организации; CRM-система управляет отношениями с клиентами; SCM-система управляет заказами поставщиков организации; RFID – технология автоматической идентификации объектов [5].

Оценки  $Y^{(t)}$  по модели (листинг 1) в сравнении с  $Y$ , применительно к случаю трёх областей ЦФО и Кировской области, показаны на рис. 1. Также маркером здесь помечена точка для  $Y^{(t)}$  в 2020г., найденная по факту. Она получена по значениям  $x_1, \dots, x_p$  с выполнением расчётов, описанных выше, совместно с исходными 85 наблюдениями. На рис. 2 показаны оценки по модели для шести регионов за 11 лет, а для двух регионов ещё приводятся и значения по факту за 2018, ..., 2023гг. Для региона, идеального по всем  $x_1, \dots, x_p$ , получается  $Y = 10$ .

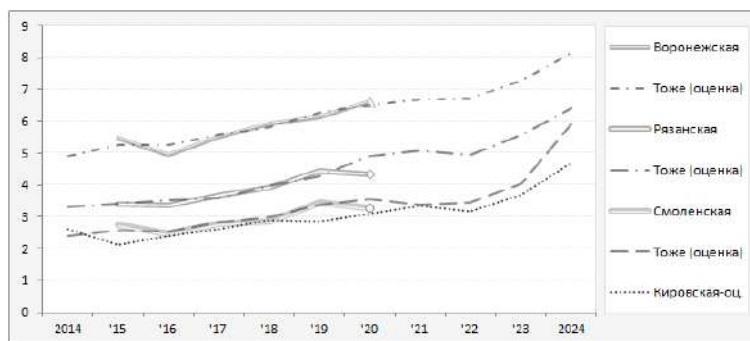


Рис. 1. ИИ УБН в регионах ЦФО, ПФО: оценка, факт



Рис. 2. Динамика  $Y^{(t)}$  в регионах ПФО, ЮФО, СФО

Заметим, что отраслевая структура ВРП в большинстве секторов экономической деятельности была близкой у ряда регионов. Например, у пар: Алтайский край - Саратовская область, Смоленская - Кировская обл. и др. (табл. 2).

Таблица 2

**Отраслевая структура ВРП: 9 регионов, % [5]**

Регион	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ростовская обл.	10,7	1,2	17,7	4,3	6,4	16	7,2	2,1	12,6	2,4	7,6	3,5	4,8
Воронежская обл.	12,3	0,6	14,4	2,4	8,6	19	7,7	2,1	9,2	4,2	8,5	3,8	4,1
Рязанская обл.	8,2	0,2	26,7	3,3	4,6	14,7	5,6	2,8	12,8	1,7	7,7	4,3	4,8

Омская обл.	8	0,3	33,2	2	4,5	10,2	6,6	2,0	10,3	3,2	7,6	4,1	4,9
Саратовская обл.	10,5	3,2	18,6	7,7	6,6	9,1	7,4	2,2	9,9	2,5	8,8	3,8	6,1
Алтайский край	12,7	0,5	17,8	2,3	5,3	14,6	5	3	13	2,1	9,9	4,6	5,9
Башкортостан (Респ.)	5,3	3,4	31,4	2,5	6,6	12,7	6,3	2,3	8,9	3,6	6,2	3,7	4,4
Смоленская обл.	4,5	0,3	19	11,1	4,8	16	10,3	1,8	9,1	1,8	8,6	4	5,3
Кировская обл.	6,9	0,4	26,5	3,4	4	11,8	6,2	2,1	11,1	2,1	10,2	4,4	6,6

*Примечания:* 1 – сектор «сельское и лесное хозяйство, рыбное хозяйство»; 2 – тоже, добывающая промышленность; 3 – обрабатывающая пр.. (ОП); 4 – энергетика; 5 – строительство; 6 – сектор торговли и др.; 7 – транспортировка, хранение; 8 – сектор «ИКТ и связь»; 9 – недвижимость и аренда; 10 – научно-техническая и проф. деятельность; 11 – услуги, безопасность; 12 – образование; 13 – здравоохранение, социальные услуги. (все данные: 2019г.)

А у некоторых и отраслевая структура ОП – тоже была близкой (табл. 3).

Таблица 3

**Структура сектора ОП, % и инновационный потенциал (ИП)**

Регионы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Тип ИП
Воронежская обл.	47,2			2	1,9	10,8	6	6,9	9,3	12,1		1,9	I
Алтайский край	38,1	1,8	2,6		19	6,5	2,7	9,6	1,9	14,3			II
Саратовская обл.	22,4				6,9	21,1	5,5	12	7,6	17,1	2,6	2,9	II
Ростовская обл.	19	3,6		1,9	21,5	2,9	7,4	16,1	5,1	18,8		2,6	II
Омская обл.	9,3				72,9	6,3		2,4	2,2	3,7			II
Р.. Башкортостан	6,9				48,1	17,1	3,9	4,6	2,1	12,9			III
Кировская обл.	15,3	3,3	10,2	2,2	4,1	24,9	1,9	13,3	8,7	10,6	3,8		IV
Смоленская обл.	12,5	4,6	11		11,5	14,4	5,2	14	9,8	9,3	5,1		IV
Рязанская обл.	17,5	2,5			20,7	5,3	12,9	9,5	18,7	6	2,5	2,5	IV

*Примечания:* а) 1 – пищевое производство (ПР); 2 – ПР лёгкой промышленности (изделия из кожи, тканей); 3 – деревообработка; 4 – целлюлозно-бумажное ПР; 5 – нефтяное/ кокс/рез./пластмасс. ПР; 6 – мед./лек./химическое ПР; 7 – неметалл. минер. ПР; 8 – металлургия; 9 – электрон./эл.- техническое ПР; 10 – ПР машин./обор.; 11 – ПР мебели и др.изд.; 12 – ремонт, монтаж машин/ оборудования; б) если в вклад сектора в регионе был ниже 1,8%, то он не показан; в) в правом столбце указан тип (группа) региона по ИП [8, с.140].

Если сопоставлять саратовскую и алтайскую динамику  $Y^{(t)}$ , то можно заметить, что первый регион с 2017г. всё сильнее доминирует по показателю ОПЖ<sub>м</sub>; также его бюджет почти вдвое лучше по дотациям. Отчасти это связано высокими долями в секторах 2, 4 (табл. 2). Хотя *web*-доступ у ДХ примерно одинаковый, но в плане широкополосного доступа первый регион выигрывает. Это связано, с тем, что ежегодный душевой доход здесь обычно выше, а в экономике занято в 1,2-1,4 раза больше лиц с высшим образованием. Ранее в [9] было показано, что частота *web*-доступа зависит от доходов, возраста граждан и градации

их образования. Кроме того, саратовская территория лучше освоена, имея почти в 2 раза большую плотность жителей; ещё здесь больше горожан: 76,3 против 57,6%. Хотя по размерам сектора ИКТ (в ВРП) регионы близки в 2019г., но по внедрению *CES* и фактору  $x_2$  саратовские организации слегка выиграла с 2018г. Ещё один выигрыш достигается по фактору *RFID*: в 2019-20гг. по нему немного отстали 7 регионов из табл. 2. Ещё величина ОПЖ тем выше, чем больше доля лиц с высшим образованием [10]; последняя на Алтае на 3,7% меньше по переписи 2020г. Также за 2009-2020гг. здесь были выше безработица, уровень преступности и слабее газоснабжение, что понижает ОПЖ [10]. Кроме того, транспортный индекс из [11, с.142] был в Поволжье на 29 месте против 50 для Алтая. Всё это улучшает динамику саратовского графика (рис. 2).

Наконец, на рис. 3 приводятся результаты анализа остатков регрессии.

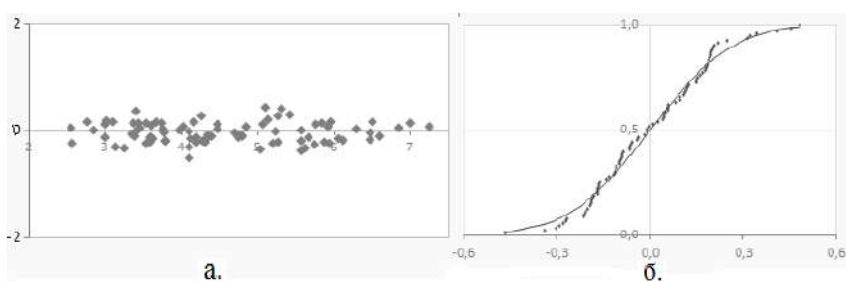


Рис. 3. Остатки: а) разброс по  $Y^{(t)}$ ; б) функции распределения

Использованы наблюдения 2015:2020 для переменной  $Y$  (17 областей ЦФО)  
 Объём материала обучения:  $n = 85$  Метод оценивания: МНК  
 Зависимая переменная:  $Y = ИИ\ УБН$   
 Значение F-статистики: 187,4 Коэффициенты эластичности  $C_{el}$  (справа)  
 R-квадрат: 97,4% Норм. R-квадрат, т.е.  $R^2_{adj}$  96,88%  
 RMSE: 0,21 - стандартная ср.квадратичная ошибка  
 Ошибка аппроксимации MAPE: 3,7±2,6% - mean absolute percentage error  
 Расхождение Колмогорова  $D_n$ : 0,068  $\chi^2$ -стат.= 4,6 (в тесте Norm...?)

Факторная переменная	$b$ -коэфф.	$t$ - стат.	$p$ - значен.	$C_{el}$
Оценка константы $b_0$	- 7,985	-3,6	0,0006	
$X_1$ Трансп... инфраструктура	0,3752	6,0	0,0001*	0,43
$X_2$ Показатель РС-web., шт	0,0325	2,44	0,017	0,13
$X_3$ RFID в организациях, %	0,1496	4,2	0,0001*	0,13
$X_4$ CES-доля (тоже), %	0,0791	7,1	0,0001*	0,19
$X_5$ 100*ВП/ВРП, %	- 0,0305	- 1,69	0,096	-0,024
$X_6$ Показатель (ВРПсх/ПМ) <sup>0,5</sup>	0,7764	12,1	0,0001*	0,33
$X_7$ ОПЖ(муж.), лет жизни	0,1096	2,56	0,013	1,57
$d_1$ Смоленская обл.	- 0,8743	- 8,2	0,0001*	
$d_2$ Брянская, Орловская	- 0,7971	- 6,7	0,0001*	-0,02
$d_3$ Рязанская обл.	- 1,197	- 11,8	0,0001*	
$d_4$ Владимирская обл.	- 0,4062	- 3,64	0,0004	-0,015
$d_5$ Костромская обл.	- 0,3765	- 2,76	0,007	
$d_6$ Курская обл.	0,2395	2,05	0,037	
$d_7$ Липецкая обл.	0,7714	7,0	0,0001*	

Листинг. Оценки модели, коэффициенты эластичности (0,0001\* - ниже  $10^{-4}$ )

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Айвазян С. А.* Анализ качества и образа жизни населения (эконометрический подход). М. : Наука, 2012. 432 с.
2. *Степанов В. С., Бобков В. Н., Шамаева Е. Ф., Одинцова Е. В.* Построение модели, связывающей индикатор уровня жизни населения с комплексом показателей социально-экономической политики в регионах России // *Уровень жизни населения регионов России*. 2022. Т. 18. № 4. С. 450-465.
3. *Степанов В. С.* Эконометрическая модель для оценки агрегированной переменной по благосостоянию в регионах Поволжья // *Проблемы экономического роста и устойчивого развития территорий: материалы VIII межд. науч.-практ. конф.* 2023. С. 180-184.
4. *Степанов В. С.* Индикатор развития дорожно-транспортной инфраструктуры в регионах и его применение для оценки уровня благосостояния // *Труды II Гранберговской конференции: Сб. докладов Всероссийской конференции с межд. участием, посвященной памяти академика А. Г. Гранберга «Пространственный анализ социально-экономических систем: история и современность»*. Новосибирск: Изд-во ИЭОПП РАН, 2022. С. 432-445.
5. Материалы сайта Федеральной службы государственной статистики РФ (Росстат). [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 16.09.2025).
6. Доходы, расходы и потребление домашних хозяйств: стат. бюллетень. М. : Росстат. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11110/document/13271> (дата обращения: 16.09.2025).
7. Индикаторы цифровой экономики, 2022: стат.сб. М. : НИУ ВШЭ, 2021. 332 с.
8. *Нуреев Р. М., Симаковский С. А.* Сравнительный анализ инновационной активности российских регионов // *Terra Economicus*. 2017. № 15 (1). С. 130–147.
9. *Земцов С. П., Демидова К. В., Кичаев Д. Ю.* Распространение интернета и межрегиональное цифровое неравенство в России: тенденции, факторы и влияние пандемии // *Балтийский регион*. 2022. Т.14. № 4. С. 57-78.
10. *Блинова Т. В., Былина С. Г.* Корреляционный анализ факторов, влияющих на продолжительность жизни сельского населения // *Региональные агросистемы: экономика и социология*. 2019. № 4. С. 119-125.
11. *Лавриненко П. А., Ромашина А. А., Степанов П. С., Чистяков П. А.* Транспортная доступность как индикатор развития региона // *Проблемы прогнозирования*. 2019. № 6 (177). С. 136-146.