

УДК 338.1

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УРОВНЯ И КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ В СУБЪЕКТАХ РФ

Сурскова Елена Сергеевна, магистр, кафедра системного анализа и управления, факультет «Институт системного анализа и управления» Государственного университета «Дубна»

Аннотация

Уровень и качество жизни населения являются ключевыми факторами социально-экономического развития страны. В последние десятилетия во многих странах актуальными становятся проблемы повышения уровня и качества жизни населения. Современный мир характеризуется глобальными изменениями политической, социально-экономической и экологической сфер в жизни общества и во многом определяется результативностью реформ, нацеленных на повышение эффективности функционирования различных институтов и структур. В статье определяются современное состояние проблематики повышения эффективности управления уровнем и качеством жизни, а также методика их моделирования на основе формирования набора показателей и математических инструментов, характеризующих их оценку.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: уровень и качество жизни населения, современное состояние, математическое моделирование, эконометрическая модель.

THE CURRENT STATE AND MATHEMATICAL MODELING OF THE LEVEL AND QUALITY OF LIFE OF THE POPULATION IN THE SUBJECTS OF THE RUSSIAN FEDERATION

Surskova Elena Sergeevna, master's degree, Department of System Analysis and Management, Faculty of "Institute of System Analysis and Management", Dubna State University

Abstract

The level and quality of life of the population are key factors of the socio-economic development of the country. In recent decades, the problems of improving the level and quality of life of the population have become urgent in many countries. The modern world is characterized by global changes in the political, socio-economic and environmental spheres in the life of society and is largely determined by the effectiveness of reforms aimed at improving the efficiency of the functioning of various institutions and structures. The article defines the current state of the problems of improving the efficiency of managing the level and quality of life, as well as the methodology of their modeling based on the formation of a set of indicators and mathematical tools that characterize their assessment.

KEYWORDS: standard of living and quality of life of the population, current state, mathematical modeling, econometric model.

Введение

Изучение категории качества жизни и формализованной методологии, построенной на базе соответствующих статистических показателей и более частных свойств этой категории, позволяет определять стратегические цели в развитии человеческого общества посредством сравнения различных ячеек общества по определенному показателю во времени и пространстве, конструирования целевых критерий общественного благосостояния, условная оптимизация которых при различного рода климатических, политических и ресурсных

ограничениях позволяет определять оптимальные траектории социально-экономического и эколого-демографического развития.

Существует огромное количество моделей различного уровня сложности и проработки, где количество показателей варьируется от нескольких десятков до нескольких сотен и более. Сложность моделирования заключается в отсутствии единой системы показателей уровня и качества жизни населения и нормативно принятой методики его измерения.

Задача изучения существенных взаимосвязей между социально-экономическими и экологическими показателями и уровнем и качеством жизни населения требует наличия достаточно надежных методов оценки и прогнозирования. Сложность данной задачи обуславливает необходимость разработки таких математических моделей.

Объект исследования: уровень и качества жизни населения. **Предмет исследования:** современное состояние и математическое моделирование уровня и качества жизни населения в субъектах РФ. **Целью исследования** является повышение эффективности управления уровнем и качеством жизни на основе определения современного состояния и моделирования социально-экономических показателей на примере субъектов РФ. Для достижения цели выдвигаются следующие задачи:

1. Анализ современного состояния проблемы оценки уровня и качества жизни населения на основе зарубежных и отечественных подходов.
2. Аналитический обзор методов в решении прикладных задач моделирования.
3. Построение эконометрической модели уровня и качества жизни населения.

Выявление стратегических целей в развитии человеческого общества возможно посредством определения категории качества жизни и построения формализованной методологии ее измерения на базе определенных статистических показателей, т. е. предполагающих разноаспектность и комплексность в измерении уровня жизни, и более частных свойств данной категории. Изучение и исследование качества жизни также формирует возможность сравнения ячеек этого общества по каждому из показателей во времени и пространстве, конструирования целевых критериев общественного благосостояния, повышение эффективности которых с учетом различных климатических, политических, экономических и др. ограничений делает возможным определение оптимальных траекторий социально-экономического и эколого-демографического развития [3]. Проблемы качества жизни изучались представителями различных наук через призму понятий смысла жизни, богатства, благосостояния, образа жизни, качества общества и т. д. с древних времен, а первые упоминания о данных понятиях зафиксированы в трудах античных мыслителей. Современная трактовка понятия «качество жизни» появилась сравнительно недавно

и рассматривалось только в экономическом контексте [15]. Считается, что впервые термин качества жизни в концепции «экономического благосостояния» встречается в работах А. Смита, определяющийся равенством качества жизни и материального благополучия человека. В начале XX в. термин качества жизни уже рассматривался с точки зрения совокупности материальных благ, отражающих степень удовлетворенности потребностей человека (А. Пигу), а с появлением понятия человеческого капитала к середине XX - начале XXI вв., когда материальное благополучие рассматривалось лишь как средство для достижения полноценной жизни, развития культурного, интеллектуального уровня, развивается «концепция расширения человеческих возможностей» [14].

В настоящий момент не существует единой универсальной трактовки понятия качества жизни. В общем смысле в современных научных концепциях ее можно определить как комплексную характеристику социально-экономических, политических, культурно-идеологических, экологических факторов и условий существования и развития личности, положения человека в обществе [1], [18]. Термин связан не только с удовлетворением определенных базовых потребностей человека, но и с такими компонентами, как состояние рынка труда, качество медицинского обслуживания, основных социальных услуг, экологический аспект и др. Многоаспектность данного понятия позволяет характеризовать качество жизни и как развитие систем жизнеобеспечения и жизнедеятельности человека, а также в качестве субъективных оценок удовлетворенности функционированием таких систем [10]. Более того категорию качества жизни можно охарактеризовать как синтетическую, т. е. такую, которая объединяет в себе аспекты условий жизни и их восприятия человеком, а также как латентную, не поддающуюся непосредственному измерению [2].

Несмотря на то, что не существует определенной концепции измерения и оценки уровня и качества жизни универсально пригодной для всех пластов времени, культур и народов, к настоящему моменту образовались некоторые подходы к измерению качества жизни населения в зависимости от выделяемых конкретных целей и потребностей измерения интегрального индикатора качества жизни [8]. Под интегральным индикатором следует понимать свертку исходных числовых значений выбранной величины, меру свойства или меру параметра характеристики исследуемого процесса. Интегральный индикатор можно также охарактеризовать как «элементарные строительные блоки», на основе которых формируются индексы [11]. Существует понятие интегрального индекса, являющегося характеристикой нескольких показателей, вмещаемых в одну шкалу и являющимся значением, построенным из индикаторов.

В настоящее время можно выделить наиболее известные модели измерения качества жизни с определенным набором показателей (см. табл. 1).

Таблица 1. Индексы качества жизни

№ п/п	Наименование	Разработчик	Показатели	Примечания
1	Индекс человеческого развития (или Индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП) до 2013 г.) [13]	Программа развития ООН	Комбинация нескольких индексов: 1. Индекс ожидаемой продолжительности жизни (при рождении). 2. Индекс образования (доля грамотных в возрасте от 15 лет и старше, показатели полноты охвата обучением в начальных, средних и высших учебных заведениях). 3. Индекс дохода (ВВП на душу населения в соответствии с паритетом покупательной способности), где ИРЧП – среднее геометрическое значение предыдущих трех индексов: $HDI = \sqrt[3]{LEI * EI * PI}$	Ограничения индекса: 1. Не обосновано распределение весов между компонентами. 2. Необъективность включения индикатора продолжительности жизни в индекс, не отражающего изменений при росте или падении качества жизни. Достоинства индекса: 1. Простота в восприятии и использовании.
2	Индекс физического качества жизни (PQLI) [9]	Американский совет зарубежного развития	В качестве показателей взяты: 1. Продолжительность жизни. 2. Младенческая смертность. 3. Грамотность населения. Индекс физического качества жизни находится по формуле: $ИФКЖ = \sum 1/3 \frac{X_i - X_{min}}{X_{i,max} - X_{min}}$	Ограничения индекса: 1. Высокая корреляция между статистическими показателями 2. Показатель грамотности как некорректная мера уровня развития образования. Достоинства индекса: 1. Простота расчетов
3	Индекс качества жизни (EIU) [5]	<i>Economist Intelligence Unit</i>	Включает показатели: 1. Здоровье. 2. Гендерное равенство. 3. Материальное благополучие. 4. Общественная жизнь. 5. Политическая стабильность. 6. Климат. 7. Политические свободы. 8. Безопасность. 9. Семейная жизнь. 10. Трудовая жизнь. Данные не приводятся к единой шкале измерения, индекс вычисляется с помощью применения метода регрессии.	Ограничения индекса: 1. Трудность сбора данных. Достоинства индекса: 1. Совокупность субъективных и объективных показателей
4	Индекс всемирного счастья (HPI) [12]	<i>New Economics Foundation (NEF)</i>	Состоит из четырех показателей: 1. Благополучие 2. Ожидаемая продолжительность жизни 3. «Экологический след» 4. Неравенство результатов $ИВС = \frac{Б * ОПР * НР}{ЭС},$ где $ЭС_{потреб} = ЭС_{произв} + (ЭС_{имп} - ЭС_{эксп})$	Ограничения индекса: 1. Не учитываются некоторые значимые данные меньшинства, что не отражается на усредненных показателях (например, показатель прав человека). 2. Не учитываются культурные и этнические особенности стран. Достоинства индекса: 1. Простота и оперативность расчета.

Поскольку актуальность изучения уровня и качества жизни с каждым годом набирает обороты, образованы новые зарубежные индексы оценки качества жизни (см. табл. 2).

Таблица 2. Современные зарубежные индексы качества жизни

№ п/п	Наименование	Показатели	Ограничения	Достоинства
1	Индекс лучшей жизни (BLI) [22]	11 показателей, каждый из которых включает по 4 параметра: 1. Жилищные условия. 2. Доходы. 3. Работа. 4. Общество. 5. Образование. 6. Экология. 7. Гражданские права. 8. Здоровье. 9. Удовлетворённость. 10. Безопасность. 11. Работа / Отдых. Каждые 4 показателя блока суммируются и делятся на их количество, такая же методика и при расчете самого индекса: $BLI = \sum \frac{x}{n}$	1. Невозможность сопоставлять страны во времени. 2. Набор индикаторов ограничен.	1. Используются субъективные и объективные показатели. 2. Возможность сравнения показателей стран в соответствии с личными предпочтениями
2	Составной индекс глобального благополучия (CGWBI) [20]	Охватывает 10 показателей благополучия: 1. Безопасность 2. Здоровье 3. Образование 4. Жилье 5. Окружающая среда и жилое пространство 6. Занятость 7. Доход 8. Удовлетворенность жизнью 9. Общественная и социальная жизнь 10. Гражданская активность Показатели нормируются по формуле: $z_i = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$ $z_i = 1 - \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$ Далее используются методы корреляционного и регрессионного анализа	1. Учитывает ограниченные показатели и данные с целью возможности исследования большего количества стран. 2. Культурные различия в исследуемом объеме стран могут привести к различиям в усредненных ответах.	1. Охватывает большое количество стран (124). 2. Возможность отображения на карте. 3. Используются субъективные и объективные показатели социально-экономического развития.
3	Индекс качества европейских городов (ECQL) [21]	Представляет комбинацию из восьми показателей, которые, в свою очередь, состоят из 40 различных переменных: 1. Общественное здравоохранение. 2. Образование. 3. Работа и доходы. 4. Окружающая среда. 5. Гендерное равенство. 6. Досуг и развлечения. 7. Жилье и безопасность. 8. Транспорт и мобильность. Формула расчета:	Сложность в сборе статистических данных.	Отслеживание проблем и возможностей городов для улучшения имиджа городской среды.

№ п/п	Наименование	Показатели	Ограничения	Достоинства
		$ECQI = \sum_{i=1}^{40} k_i X_i$ где веса k_i рассчитываются с помощью анализа основных компонентов		
4	Индекс пригодных для жизни городов (LCI) [23]	Показатели жизнеспособности: 1. Безопасность. 2. Окружающая среда. 3. Здоровье. 4. Транспорт. 5. Коммунальные услуги. 6. Образование. 7. Экономика. 8. Население и отдых. Модель создания LCI: $LCI = \sum (F_S C_i + F_{EN} C_i + F_{HC} C_i + F_T C_i + F_{PU} C_i + F_{ED} C_i + F_{EC} C_i + F_{PD} C_i + F_R C_i) / \sum W_i$ где C_i является значением показателя в иерархии всего набора переменных, чем ниже уровень, тем меньше его значение, а веса W_i рассчитываются как: $W_i = \sum w_k r_{ik}$ где r_{ik} – значение показателя; w_k – веса, придаваемые равнозначно.	1. Исследование требует больших временных затрат из-за опроса жителей. 2. Субъективность подбора показателей индекса. В зависимости от национальных особенностей могут формироваться иные показатели индекса, что делает невозможным сравнение оценок индекса по регионам/странам.	1. Выбор показателей основывался на предпочтениях жителей и администрации города. 2. Местные и власти могут использовать индекс для определения различных аспектов города и выбора районов для приоритетного развития на основе их уровня значимости.

Основной областью применения рассмотренных индексов является измерение социально-экономического и экологического благополучия и благосостояния городов, регионов и стран. Каждый индекс имеет свои ограничения в оценке и измерении. К наиболее часто встречающимся ограничениям можно отнести подбор сложных, статистически не наблюдаемых показателей, и как следствие выбор косвенных показателей для измерения, ограниченность набора индикаторов, нерациональность в распределении весов между показателями.

Из числа подходов, предложенных отечественными исследованиями к измерению качества жизни можно выделить методику С. А. Айвазяна, составляющая систему обеспечения жизнедеятельности населения, в основе которой лежат макрокомпоненты категории качества жизни и их декомпозиция [1]. Под макрокомпонентами подразумевается аспект, включающий определенный набор показателей, сходных по смысловому содержанию, и характеризующий ту или иную сферу уровня и качества жизни.

Структуризация системы качества жизни предполагает формирование базиса синтетических (базирующихся на более частных) показателей и частных критериях, синтез которых выводит на категорию более высшего уровня общности – качества жизни населения конкретного субъекта или субъектов (см. табл. 3).

Таблица 3. Декомпозиция макрокомпонентов качества жизни по методике А.С. Айвазяна

№ п/п	Ключевые компоненты	Показатели
1	Качество населения	1.1. Свойства воспроизводства и физического здоровья 1.2. Уровень образования и культуры 1.3. Уровень квалификации
2	Благосостояние населения	2.1. Реальные доходы и расходы 2.2. Обеспеченность жильем и собственностью 2.3. Обеспеченность мощностями инфраструктуры общества
3	Качество социальной сферы	3.1. Условия труда и соц. защиты 3.2. Физическая и имущественная безопасность 3.3. Характеристики социальной патологии 3.4. Характеристики социальной и территориальной подвижности населения 3.5. Социальное и политическое здоровье общества
4	Качество экологической ниши	4.1. Состояние воздушного бассейна 4.2. Состояние водного бассейна 4.3. Состояние почв 4.4. Биологическое разнообразие 4.5. Состояние природных экосистем
5	Природно-климатические условия	5.1. Наличие природно-сырьевых ресурсов 5.2. Климатические условия 5.3. Частота форс-мажорных природных ситуаций

Отбор показателей завершается методиками нормирования и корреляционно-регрессионного анализа, что приводит к построению уравнения регрессии вида:

$$y_{i\alpha}(t) = \theta_0(t) + \theta_1(t)x_i^{(1)}(t) + \dots + \theta_p(t)x_i^{(p)}(t) + \delta_i(t), \quad (1)$$

где $x_i^{(1)}, \dots, x_i^{(p)}$ – частные критерии уравнения;

$\theta_0, \theta_1, \dots, \theta_p$ – коэффициенты регрессии;

t – исследуемый год;

$\delta_i(t)$ – случайный остаток.

Методика, предназначенная для динамики качества жизни населения и построенная с учетом российской специфики, в рамках которой происходит деление на позитивные и негативные процессы, протекающие в субъектах страны, предложена В.В. Коссовым [7] (см. табл. 4).

Таблица 4. Позитивные и негативные процессы в оценке качества жизни В.В. Коссова

Позитивные факторы	Негативные факторы
1. Рост средней продолжительности предстоящей жизни для новорожденных 2. Рост ВВП 3. Рост реальных денежных доходов 4. Увеличение потребления белковых продуктов питания и т.д.	1. Количество убийств 2. Коэффициент преступности 3. Коэффициент безработицы 4. Наличие беженцев 5. Доля семей с доходами ниже прожиточного минимума 6. Коэффициент младенческой смертности

Методика предполагает расчет по формуле:

$$m(1it) = \frac{m(0it)}{\sum m(0it)}, \quad (2)$$

где $m(nit)$ – первое число в скобках, означающее номер шага расчета;

0 – исходные данные;

i – название показателя;

t – исследуемый год;

$m(1it)$ – отношение элемента в таблице позитивных и негативных процессов к итогу по столбцу, в котором расположен этот элемент.

$$RR = \sum w_i (1it), \quad (3)$$

где w_i – веса, полученные взвешиванием темпов прироста показателей таблицы.

Предлагаемый исследователем метод используется в целях оценки качества власти для выявления необходимости содействия развитию позитивных процессов и организация действий для подавления негативных факторов. Несмотря на возможность формирования направлений социально-экономической политики органов государственной власти, отличием данного подхода является отсутствие интегральной оценки качества жизни, вследствие чего возникает ограничение в межрегиональных и межвременных сравнениях.

Среди существующих подходов также можно выделить многокомпонентную модель анализа качества жизни населения, построенную в лаборатории проблем уровня и качества жизни ИСЭПН ФНИСЦ РАН [51] (см. табл. 5).

Таблица 5. Макрокомпоненты качества жизни по методике ИСЭПН ФНИСЦ РАН

№ п/п	Ключевые макрокомпоненты	Ключевые мезокомпоненты
1	Качество населения	1.1. Здоровье населения 1.2. Образование населения 1.3. Характеристика групп гражданского общества 1.4. Экономическая и социальная дифференциация общ. групп населения
2	Качество трудовой жизни	2.1. Качество занятости 2.2. Качество рабочих мест
3	Качество социальной инфраструктуры	3.1. Культурная жизнь 3.2. Социальные информационные технологии и коммуникации 3.3. Объекты физкультуры и спорта 3.4. Туризм, оздоровление и отдых 3.5. Доступность социальных институтов 3.6. Жилище и коммунальные услуги 3.7. Транспортная инфраструктура и пассажирский транспорт
4	Безопасность жизнедеятельности населения	4.1. Безопасность личности 4.2. Безопасность общества 4.3. Безопасность собственности
5	Качество окружающей среды	5.1. Качество воды 5.2. Качество воздуха 5.3. Отходы производств 5.4. Флора и фауна 5.5. Заповедные зоны
6	Уровень жизни (благополучие)	6.1. Средние реальные доходы населения 6.2. Средние потребительские расходы 6.3. Дифференциация населения по уровню потребления

№ п/п	Ключевые макрокомпоненты	Ключевые мезокомпоненты
		6.4. Индексы потребительских цен и тарифов
7	Удовлетворенность жизнью	Определяется результатами социологических опросов

Уровень и качество жизни определяется статистической комиссией ООН как условия жизнедеятельности человека, уровня потребления, обеспечения занятости и свободы человека [16]. Оценка повышения уровня жизни требует соответствующего множества показателей, характеризующих группы:

1. Рождаемость, смертность и другие демографические характеристики населения.
2. Санитарно-гигиенические условия жизни.
3. Потребление продовольственных товаров.
4. Жилищные условия.
5. Образование и культура.
6. Условия труда и занятость.
7. Доходы и расходы населения.
8. Стоимость жизни и потребительские цены.
9. Транспортные средства.
10. Организация отдыха.
11. Социальное обеспечение.
12. Свобода человека.

В число моделей качества жизни также входит система жизнеобеспечения как совокупности органов государственной власти, местного самоуправления, инфраструктуры и других, которые объединены в структуру с регламентированными функциями, целями и задачами для стабильного комплексного обеспечения жизненно важных потребностей населения [4], [6], [17]. Система жизнеобеспечения человека включает подсистемы:

1. Здоровье-питание-вода-воздух.
2. Жилье.
3. Транспорт.
4. Энергетика.

Таким образом, в модель измерения качества жизни населения, как правило, включены аспекты уровня жизни населения, трудовой жизни, образования, окружающей среды, устойчивого использования ресурсов, экономического благополучия, развития науки и инновации, информационных и коммуникационных технологий.

Уровень и качество жизни являются сложными категориями, объединяющими несколько методологических подходов к их измерению, среди которых выделяют макроподход и микроподход. Центральным аспектом макроподхода или объективистского подхода является измерение статистических показателей и интегральных индикаторов качества жизни населения за некоторый ряд лет. Как правило, макроподход предполагает анализ статистических данных субъекта или страны в целом по ряду показателей, в том числе и метод экспертной оценки. Микроподход или субъективистский подход представляет собой субъективную оценку личного состояния населением, проводимую опросным методом.

Поскольку понятие качества жизни является комплексным и синтезирует в себе более частные аспекты жизнедеятельности общества, анализ данной категории сводится к набору некоторых статистических показателей $x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(p)}$, при этом число показателей может быть огромное множество. Следовательно, существует необходимость приведения данного числа критериев к небольшому числу интегральных индикаторов или их свертке $f(x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(p)})$ с минимальной потерей информации, которая содержалась в исходном наборе показателей. Для этого используется методика нормирования и в последующем унификации. Нормирование является основополагающим методом измерения качества жизни, предполагающим приведение всех единиц измерения показателей к единой шкале измерения.

К эконометрическим методам измерения качества также применим метод корреляционного анализа. Для изучения взаимосвязей компонент качества жизни наиболее целесообразным является применение данного метода, позволяющего определить наличие взаимосвязи между переменными и ее силу – степень линейной зависимости между ними. Метод позволяет проверить гипотезу о статистической значимости двух или более показателей, отследив изменение значений одной из величин, способной привести к закономерному изменению математического ожидания другой. При выявлении положительной корреляции более высоким значениям одной переменной соответствуют более высокие значения другой и наоборот. При отрицательной корреляции более высоким значениям одной переменной соответствуют более низкие значения другой и наоборот.

Корреляционный анализ не всегда ограничивается нахождением тесноты связей между переменными. Для понимания направления связи как основы для принятия управленческих решений в ходе оценки качества жизни применяется регрессионный анализ, позволяющий определить аналитическое выражение связи результирующей величины с

факторными показателями. Основой регрессионного анализа заключается в поиске эффективных независимых переменных, способных объяснить зависимые переменные с возможностью их моделирования и предсказания.

Среди методов оценки динамики показателей качества жизни выделяют метод кластерного анализа, позволяющий сгруппировать исходные данные на однородные группы – кластеры, а также уточнить их положение относительно других анализируемых групп. Данный метод предполагает анализ структуры множества объектов и их классификации.

Отслеживание взаимосвязи между переменными – факторами позволяет производить метод факторного анализа. Факторный анализ предполагает выявление латентных (скрытых) обобщающих характеристик изучаемых процессов, не требуя деления признаков на объясняемые и объясняющие, т. е. рассматривая их как равноценные. Целью данного метода является идентификация явно не наблюдаемых факторов посредством множества наблюдаемых исходных переменных. Формирование функциональной единицы или фактора также возможно при помощи установки зависимостей между переменными с помощью вычисления коэффициентов корреляции.

Дискриминантный анализ – метод статистического анализа, позволяющий предсказать принадлежность объектов к двум или более непересекающимся группам. Отличие дискриминантного анализа от кластерного состоит в том, что если в кластерном анализ объекты классифицируются на основе их различий без исходной информации составе кластеров, то в дискриминантном анализе изначально заданы количество и состав групп, при этом необходимо определить, насколько точно можно предсказать принадлежность объектов к группам.

Для разработки эконометрической модели уровня и качества жизни использовались методы нормирования, корреляционного и регрессионного анализов. Исходные данные были взяты из официальной статистической базы Росстат за 2015-2020 гг. [19]. Показатели, определяющие социально-экономическую и экологическую сферу, приведены в табл. 6.

Методом корреляционного анализа свойство мультиколлинеарности, описывающей ситуацию взаимозаменяемости, при которой одна из переменных способна объяснить с определенной долей вероятности вариабельность другой, выявлено не было. Также были определены показатели, которые можно объединить в тематические блоки сходя из степени тесноты связей показателей между собой. Объединение показателей происходит поиском среднего значения по формуле:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}, \quad (4)$$

где $\bar{x}$ – среднее значение суммы всех показателей;

n – количество наблюдений.

На основе корреляционного анализа получается три тематических блока, характеризующих «Естественное движение населения», «Эффективность экономической деятельности», «Качество окружающей среды».

Таблица 6. Социально-экономические показатели с присвоенным обозначением частных индикаторов

Обозначение макрокомпонента	Блок	Показатели	
у	Социально-трудовой индикатор качества жизни	y1	Ожидаемая продолжительность жизни при рождении, число лет
		y2	Возрастной состав населения в трудоспособном возрасте, оценка на конец года в процентах от общей численности населения
		y3	Рабочая сила, тысяч человек
		y4	Среднедушевые денежные доходы (в месяц), рублей
X1	Естественное движение населения	П1	Коэффициенты естественного прироста населения на 1000 человек населения
		П2	Коэффициенты демографической нагрузки
X2	Эффективность экономической деятельности	П3	Состав занятого населения по уровню образования
		П4	ВРП на душу населения
		П5	Инвестиции в основной капитал
		П6	Финансовые результаты деятельности организаций
		П7	Численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума
		П8	Введено в действие жилых домов
		П9	Мощность амбулаторно-поликлинических организаций
		П10	Число объектов культурного наследия
		П11	Расходы на охрану окружающей среды
X3	Качество окружающей среды	П12	Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников
		П13	Сброс загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты

Поскольку выбранные показатели являются разноаспектными и имеют различные единицы измерения и их направленность, необходимо применить метод нормирования и унификации с целью приведения значений к единой шкале измерения. Унификация предполагает сведение значений к [0;10]-балльной шкале, где 0 соответствует самому низкому показателю, 10 – высокому. При наблюдаемой монотонно возрастающей зависимости между исходным показателем и интегральным свойством анализируемой категории применяется формула:

$$\tilde{x} = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} * N, \quad (5)$$

где x_{max} и x_{min} – наибольшее и наименьшее значения исходного показателя;

N – максимальный балл, присвоенный экспертным путем.

При выявлении монотонно убывающей зависимости используется формула:

$$\tilde{x} = \frac{x_{max} - x}{x_{max} - x_{min}} * N, \quad (6)$$

Для анализа отобранных переменных были определены формулы нормирования, представленные в табл. 7.

Таблица 7. Социально-экономические и экологические показатели с определением правила нормирования

Обозначение	Формула	Обозначение	Формула
y1	(5)	П6	(5)
y2	(5)	П7	(6)
y3	(5)	П8	(5)
y4	(5)	П9	(5)
П1	(5)	П10	(5)
П2	(6)	П11	(5)
П3	(5)	П12	(6)
П4	(5)	П13	(6)
П5	(5)		

Для проведения регрессионного анализа с целью получения более качественной модели, необходимо определить тесноту связи между полученными блоками $X1$, $X2$ и $X3$ и интегральным индексом Y (см. табл. 8). Интегральный индекс Y имеет заметную связь с $X1$ (0,61), высокую связь с $X2$ (0,79) и умеренную обратную связь с $X3$ (-0,45), что характеризует наличие связей между переменными, а также предполагает влияние переменных на интегральный индекс Y . Кроме того наблюдается линейная зависимость между Y и $X1$, $X2$ и $X3$, где для $X1$, $X2$ свойственна положительная направленность линии тренда, а для $X3$ – отрицательная

Таблица 8. Корреляционная матрица для зависимой переменной и независимых факторов

	Y	X1	X2	X3
Y	1,00			
X1	0,61	1,00		
X2	0,79	0,19	1,00	
X3	-0,45	-0,16	-0,68	1,00

Поскольку в модель множественной линейно регрессии отобраны независимые факторы $X1$, $X2$, $X3$ и зависимый интегральный показатель Y , характеризующий аспект

социально-трудового индекса качества жизни, уравнение множественной регрессии имеет вид:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3, \quad (7)$$

где Y – значение результативного признака, получаемое посредством постановки соответствующих значений в уравнение регрессии для всех рассматриваемых объектов;

b_0, b_1, b_2, b_3 – коэффициенты регрессии;

X_1, X_2, X_3 – значения макрокомпонентов;

Важным расчетным параметром регрессионного анализа является коэффициент детерминации R^2 (см. табл. 9). Коэффициент детерминации отражает долю объясненной вариации – разброса переменной Y относительно его среднего. При низком значении коэффициента можно говорить о том, что в модели не были учтены некоторые важные факторы. В результате расчетов R^2 составил 0,87, что говорит о достаточно высоком качестве модели и лучшей аппроксимации исходных данных, что позволяет спрогнозировать более точные значения переменной Y . Поскольку коэффициент детерминации позволяет оценить зависимость и изменения интегрального индекса Y от макрокомпонентов X_1, X_2, X_3 , можно сказать, что 87% вариации социально-трудового индекса качества жизни объясняется естественным движением населения, эффективностью экономической деятельности и качеством окружающей среды.

Таблица 9. Регрессионная статистика

Множественный R	0,93
R-квадрат	0,87
Нормированный R-квадрат	0,87
Стандартная ошибка	0,34
Наблюдения	522

P -значение предполагает возможность проведения теста Фишера с целью проверки адекватности уравнения регрессии и целесообразности включения в уравнения множественной регрессии макрокомпонентов X_1, X_2, X_3 . При коэффициенте P -значения меньшего, чем $\alpha=0,1$, отвергается нулевая гипотеза о незначимости с надежностью 90%. Поскольку P -значение для статистики Фишера составило 0,00, с надежностью более 99% отвергается нулевая гипотеза о том, что уравнение регрессии незначимо, а набор макрокомпонентов X_1, X_2, X_3 оказывает линейное влияние на переменную Y .

Таблица 10. Дисперсионный анализ

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>
Регрессия	3	393,98	131,33	1165,22	0,00
Остаток	518	58,38	0,11		
Итого	521	452,36			

P-значение для статистики Стьюдента составляет 0,00 для переменных X_1 , X_2 , X_3 , что меньше, чем $\alpha=0,1$, следовательно коэффициенты регрессии b_1, b_2, b_3 являются значимыми, между переменными X_1, X_2, X_3 и Y наблюдается значимая линейная связь (см. табл. 11). *P*-Значение для коэффициента b_0 (Y -пересечение) составляет также 0,00, что означает его значимость.

Таблица11. Статистическое оценивание параметров модели регрессии

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%
Y -пересечение	-1,27	0,16	-7,90	0,00	-1,59	-0,96
X_1	0,32	0,01	30,23	0,00	0,30	0,34
X_2	0,85	0,02	38,35	0,00	0,80	0,89
X_3	0,12	0,01	8,78	0,00	0,09	0,15

Рассчитываемая средняя ошибка аппроксимации, определяющая оценку качества модели и показывающая в процентах среднее отклонение расчетных значений зависимой переменной от фактических, не должна превышать 10-12%. Средняя ошибка аппроксимации рассчитывается по формуле:

$$\bar{A} = \sum \left| \frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right| * 100\% = 10\%, \quad (8)$$

где y_i – фактическое значение переменной Y ;

$\hat{y}_i$ – расчетное значение переменных, полученных в результате постановки в уравнение регрессии.

Поскольку ошибка аппроксимации составляет 10%, это говорит о том, что качество полученных расчетных значений близко к фактическим, следовательно, уравнение регрессии подобрано хорошо.

Полученные расчетные коэффициенты и удовлетворяющие результаты проверки качества модели позволяют построить уравнение регрессии для переменных.

Уравнение множественной регрессии приобретает следующий вид:

$$Y = -1,273 + 0,319X_1 + 0,848X_2 + 0,120X_3, \quad (9)$$

Важным коэффициентом при анализе уравнения регрессии является коэффициент эластичности, характеризующий как именно изменится значение зависимой переменной Y в случае изменения независимого фактора X на 1% от своего среднего уровня с учетом фиксированного положения других факторов модели. Коэффициент эластичности рассчитывается по формуле:

$$\bar{\epsilon}_i = b_i * \frac{\bar{x}_i}{\bar{y}_{xi}}, \quad (10)$$

где b_i – коэффициенты регрессии;

$\bar{x}_i, \bar{y}_{xi}$ – средние значения независимых и зависимых переменных.

Тогда коэффициенты эластичности для независимых переменных $X1, X2, X3$ модели соответствуют следующим значениям (см. табл. 12).

Таблица 12. Коэффициенты эластичности для независимых факторов

X1	X2	X3
0,435	0,643	0,385

Коэффициенты эластичности, значения которых существенно ниже 1, характеризуют незначительное влияние факторов на зависимую переменную Y . В ходе расчета коэффициентов максимальное значение свойственно макрокомпоненту $X2$, т. е. возрастание эффективности экономической деятельности от своего среднего значения на 1% предполагает возрастание значения социально-трудового индекса качества жизни в среднем на 0,643%. Значительное влияние обнаруживается при расчете коэффициента эластичности для макрокомпонента $X1$, при котором увеличение значений демографического состояния в субъектах на 1% приводит к увеличению социально-трудового индекса качества жизни в среднем на 0,435%, а увеличение значений качества экологической ниши – на 0,385%.

Подставляя расчетные коэффициенты в уравнение регрессии для всех 87 субъектов РФ в период с 2015 по 2020 гг. формируется интегральный индекс качества жизни с прогнозируемыми данными на 2021-2026 гг. К примеру, для г. Москвы индекс качества жизни имеет заметную негативную тенденцию, начиная с 2019 г., однако затем она приобретает положительную направленность (см. рис. 1).

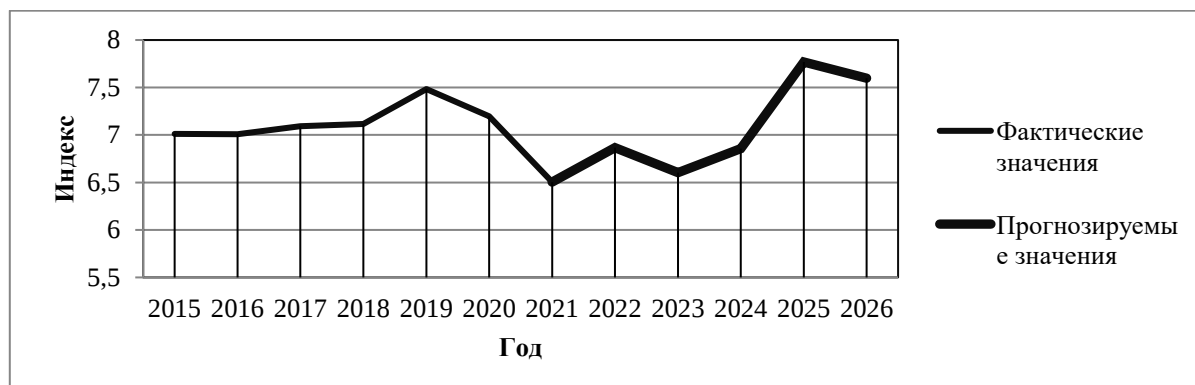


Рис.1. Сводный интегральный индикатор качества жизни и его динамика для г. Москвы за 2015-2026 гг.

Тенденция изменения интегрального индикатор для г. Санкт-Петербурга, представленная на рис. 2 имеет достаточно скачкообразную тенденцию при явном снижении значения индекса в 2019 г., что можно связать с изменением ситуации в экономической, демографической и экологической сферах (*COVID-19*). Начиная с 2020 г. идет постепенная стабилизация положения региона, при этом небольшой прогнозируемы спад в 2020 г. можно характеризовать как неустойчивость эффективности мер в отношении повышения демографического состояния, экономической деятельности и качества экологической ниши.

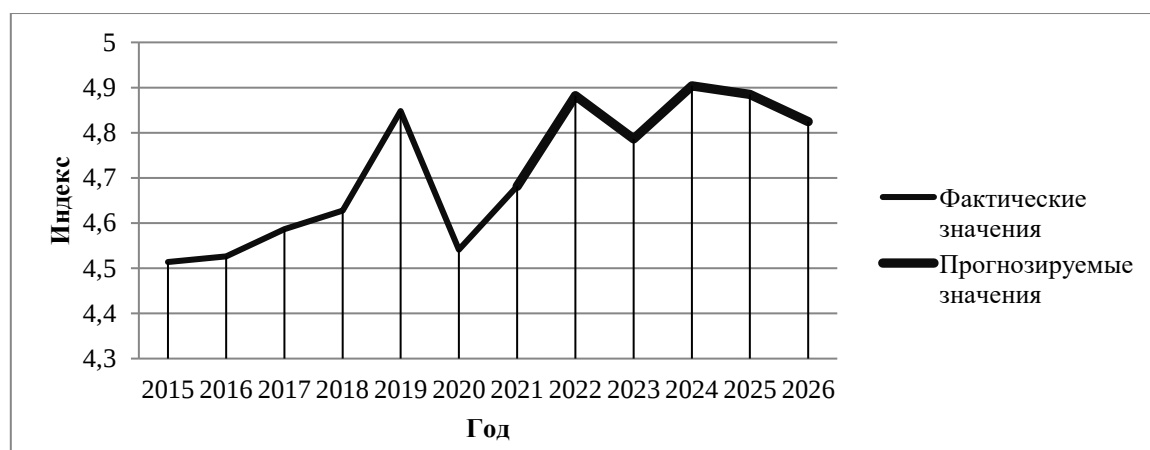


Рис. 2. Сводный интегральный индикатор качества жизни и его динамика для г. Санкт-Петербурга за 2015-2026 гг.

Республика Саха (Якутия), являющаяся наиболее большим субъектом по площади в стране, имеет положительную тенденцию интегрального индекса качества жизни с 2015-2019 гг. (см. рис. 3). После резкого спада значения в 2019 г. индекс набирает динамику к 2025 г.

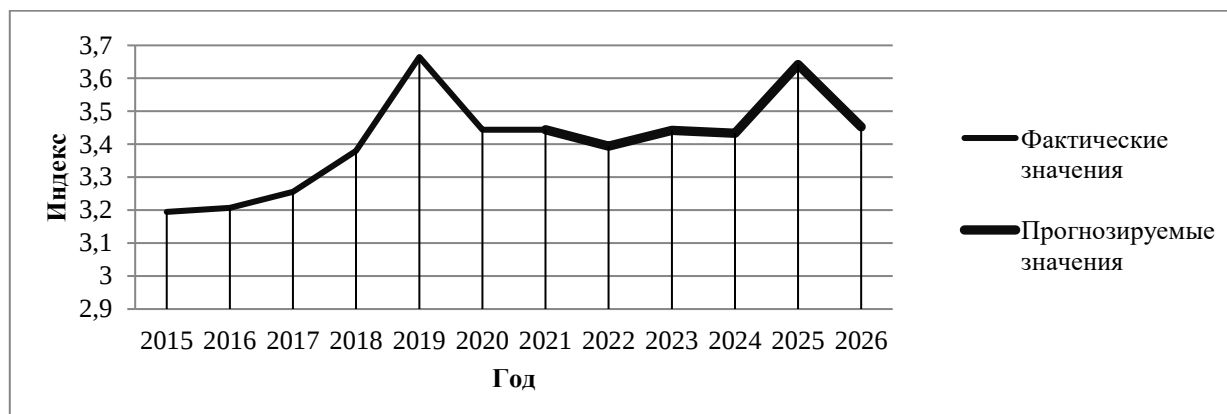


Рис. 3. Сводный интегральный индикатор качества жизни и его динамика для Республики Саха (Якутия) за 2015-2026 гг.

Пятерку субъектов, занимающих последние места рейтинга качества жизни, занимают Псковская область, Новгородская область, Республика Алтай, Курганская область, Республика Тыва, для которых совокупность показателей ожидаемой продолжительности жизни при рождении, возрастного состава населения в трудоспособном возрасте, рабочей силы, среднедушевых денежных доходов составляет низкие значения.

Выводы и результаты работы

Полученный набор показателей в ходе проведения корреляционного анализа формирует аспекты, характеризующие наиболее важные сферы качества жизни – естественное движение населения, эффективность экономической деятельности, качество окружающей среды. Данные компоненты имеют высокую связь с социально-трудовым интегральным индексом, при этом 87% индекса объясняется естественным движением населения, эффективностью экономической деятельности и качеством окружающей среды. При этом наблюдается значительное влияние блока эффективности экономической деятельности, предполагающее, что его возрастание на 1% допускает возрастание значения социально-трудового индекса качества жизни в среднем на 0,64%. Схожее влияние на интегральный индекс можно отметить и среди остальных компонентов. Кроме того, качество модели, равное 87%, является отличным, хоть и предполагает возможность отсутствия в модели некоторых показателей, имеющих прямое влияние на интегральный индекс. Их отсутствие объясняется выдвигаемыми требованиями к набору показателей, которые предполагают отбор переменных, комплексно определяющих важнейшие аспекты качества жизни, а также доступность и наличие необходимых данных за большой период времени с целью построения более эффективной прогнозной динамики, что составляет достаточно трудоемкую задачу.

Полученная модель регрессии взаимосвязь объясняющих переменных и интегрального индикатора и доказывающая значимость полученных в ходе расчета коэффициентов уравнения регрессии является качественной, формируя возможность повышения эффективности принимаемых управленческих решений органами местной власти. Для повышения качества жизни особое внимание стоит уделить фактору эффективности экономической деятельности, имеющему высокую связь с интегральным индикатором качества жизни. Важно акцентировать внимание на том, что большей части субъектов РФ свойственны невысокие значения индекса качества жизни (см. Приложение 1).

Литература

1. Айвазян, С. А. К методологии измерения синтетических категорий качества жизни населения / Экономика и математические методы. – 2003. – №2. – С. 33-53.
2. Айвазян, С. А. Анализ качества и образа жизни населения / С. А. Айвазян. – М: Наука, 2012. – 432 с.
3. Айвазян, С. А. Измерение синтетических категорий качества жизни населения региона и выявление ключевых направлений совершенствования социально-экономической политики (на примере Самарской области и ее муниципальных образований) / С. А. Айвазян, В. С. Степанов, М. И. Степанов // Прикладная эконометрика. – 2006. – №2. – С. 18-81.
4. Большаков, Б. Е. Сетевая модель проектного управления устойчивым инновационным развитием региона и предприятия с использованием естественнонаучных измерителей. Формализация задач / Б. Е. Большаков, Е. Ф. Шамаева, Е. В. Шевенина // Экономика и бизнес. – 2014. – №2. – С. 40-79.
5. Кислицына, О. А. Подходы к измерению прогресса и качества жизни (благополучия) // Экономический анализ: теория и практика. – 2016. – №10. – С. 28-38.
6. Кнауб, Р. В. Прорывные технологии как инструмент достижения устойчивого развития территорий / Р. В. Кнауб, А. В. Игнатьева // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2021. – №2. – С. 210-217.
7. Коссов, В. В. Динамика качества жизни в субъектах Российской Федерации и направленность социальной политики // Мир России. Социология. Этнология. – 2001. – №2. – С. 4-20.
8. Мазепина, О. Ю. Проблемы определения и измерения уровня качества жизни населения // Проблемы развития территории. – 2014. – №6. – С. 83-90.

9. Нестеренко, Л. А. Проблемы квантификации процессов получения качества жизни // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – 2012. – №4. – С. 44-48.
10. Нехода, Е. В. Качество жизни: проблемы измерения / Е. В. Нехода, И. В. Рощина, В. Д. Пак // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2018. – №43. – С. 108-125.
11. Потапов, А. И. Мониторинг, контроль, управление качеством окружающей среды / А. И. Потапов, В. Н. Воробьев, Л. Н. Карлин, А. А. Музалевский. – СПб: РГГМУ, 2005. – 600 с.
12. Середа, Н. В. Всемирный индекс счастья как индикатор устойчивого развития // Скиф. Вопросы студенческой науки. – 2018. – №1. – С. 34-38.
13. Спиридонов, С. П. Индикаторы качества жизни и методологии их формирования // Вопросы современной науки и практики. – 2010. – №10. – С. 208-223.
14. Субетто, А. И. Теория качества жизни: монография / отв ред. А. И. Горбунова. – СПб.: Астерион, 2017. – 280 с.
15. Талалушкина, Ю. Н. Историко-экономические аспекты формирования понятия «Качество жизни» / История и современность. – 2015. – №2. – С. 62-68.
16. Талалушкина, Ю. Н. Опыт ООН в исследовании качества жизни населения // Экономический журнал. – 2013. – №1. – С. 46-54.
17. Шамаева, Е. Ф. О методических подходах к моделированию качества жизни // Уровень жизни населения регионов России. 2021. – №1. – С. 87-101.
18. Шеломенцева, В. П. «Качество жизни» как феномен социального развития / В. П. Шеломенцева, К. А. Митина // Современные тренды Российской экономики: вызовы времени- 2017. – №1. – С. 106-110.
19. Эффективность экономики России: Федеральная служба государственной статистики Росстат [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/statistic> (Дата обращения 01.12.2021).
20. Chaaban, J. The Composite Global Well-Being Index (CGWBI): A New Multi-Dimensional Measure of Human Development / J. Chaaban, Al. Irani, Al. Khoury // Social Indicators Research. – 2016. – №129. – P. 465-487.
21. Fernandez-Crehuet, J. M. Best city to invest in: European Cities Quality Index / J. M. Fernandez-Crehuet, J. Rosales-Salas // Risk management and control: financial markets and institutions. – 2020. – №10. – P. 8-12.

22. Koronakos, Gr. Assessment of OECD Better Life Index by incorporating public opinion / Gr. Koronakos, Y. Smirlis, D. Sotiros, D. Despotis // Socio-Economic Planning Sciences. – 2019. – №3. – P. 48-81.
23. Onnom, W. Development of a Liveable City Index (LCI) Using Multi Criteria Geospatial Modelling for Medium Class Cities in Developing Countries / W. Onnom, N. K. Tripathi, V. Nitivattananon // Sustainability. – 2018. – №10 – P. 2-19.

Приложение 1.

Таблица 13. Рейтинг субъектов РФ по значениям интегрально индекса качества жизни

Субъект	Значение интегрального индекса	Место в рейтинге
г. Москва	7,15	1
Ямало-Ненецкий автономный округ	5,64	2
Московская область	4,69	3
г. Санкт-Петербург	4,61	4
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра	4,51	5
Тюменская область	4,38	6
Чукотский автономный округ	4,26	7
Республика Дагестан	4,19	8
Ненецкий автономный округ	4,11	9
Магаданская область	3,73	10
Республика Ингушетия	3,67	11
Камчатский край	3,59	12
Краснодарский край	3,58	13
Республика Татарстан	3,50	14
Мурманская область	3,39	15
Республика Саха (Якутия)	3,36	16
Ростовская область	3,24	17
Сахалинская область	3,23	18
Свердловская область	3,08	19
Кабардино-Балкарская Республика	3,06	20
Ставропольский край	3,06	21
Хабаровский край	3,05	22
Ленинградская область	3,02	23
Красноярский край	2,98	24
Приморский край	2,97	25
Республика Башкортостан	2,97	26
Томская область	2,91	27
Нижегородская область	2,89	28
Новосибирская область	2,89	29
Воронежская область	2,88	30
Самарская область	2,87	31
Белгородская область	2,86	32
Калининградская область	2,79	33
Карачаево-Черкесская Республика	2,77	34
Тюменская область без автономных округов	2,76	35
Республика Коми	2,75	36
Волгоградская область	2,70	37
Чеченская Республика	2,69	38
Республика Северная Осетия – Алания	2,68	39
Челябинская область	2,64	40
Саратовская область	2,57	41
г. Севастополь	2,56	42
Архангельская область	2,53	43
Омская область	2,51	44
Пермский край	2,51	45
Республика Мордовия	2,51	46
Архангельская область без автономного округа	2,45	47
Астраханская область	2,44	48
Калужская область	2,44	49
Республика Адыгея	2,42	50
Липецкая область	2,42	51

Субъект	Значение интегрального индекса	Место в рейтинге
Тамбовская область	2,34	52
Смоленская область	2,33	53
Амурская область	2,32	54
Брянская область	2,31	55
Ярославская область	2,31	56
Тульская область	2,31	57
Чувашская Республика	2,31	58
Удмуртская Республика	2,30	59
Пензенская область	2,27	60
Республика Калмыкия	2,27	61
Курская область	2,25	62
Оренбургская область	2,24	63
Ульяновская область	2,21	64
Иркутская область	2,21	65
Рязанская область	2,20	66
Вологодская область	2,18	67
Забайкальский край	2,16	68
Ивановская область	2,16	69
Кемеровская область	2,16	70
Республика Бурятия	2,14	71
Алтайский край	2,13	72
Республика Карелия	2,09	73
Владимирская область	2,07	74
Республика Крым	2,07	75
Орловская область	2,04	76
Республика Марий Эл	1,99	77
Тверская область	1,96	78
Кировская область	1,93	79
Костромская область	1,90	80
Республика Хакасия	1,83	81
Еврейская автономная область	1,79	82
Псковская область	1,72	83
Новгородская область	1,64	84
Республика Алтай	1,50	85
Курганская область	1,36	86
Республика Тыва	0,98	87