УДК 330.59+330.12+330.163
JEL: I31
DOI 10.24147/1812-3988.2021.19(1).90-107

ВОЗМОЖНОСТИ СТРУКТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА И ЕГО ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕТЕРМИНАЦИИ

А.В. Мухачёва, А.О. Акулов

Кемеровский государственный университет (Кемерово, Россия)

Информация о статье
Дата поступления
4 ноября 2020 г.

Дата принятия в печать
15 декабря 2020 г.

Тип статьи
Исследовательская статья

Аннотация. Рассматриваются возможности для формализации качества жизни населения, выявления его эндо- и экзогенных взаимосвязей, латентных факторов, экономических детерминант метода структурного моделирования (моделирования структурными уравнениями), зарекомендовавшего себя в новейшей исследовательской практике как один из наиболее эффективных способов формирования математических моделей, вбирающий весь арсенал современных средств анализа (корреляционного, регрессионного, факторного и пр.) и нивелирующий их ограничения (например, решающий проблему мультиколлинеарности, распространенную при анализе статистических данных). Гипотеза исследования – структурное моделирование позволяет построить когнитивную карту качества жизни, его отдельных компонент, включить внешние детерминирующие влияния экономических факторов, а следовательно – создать сколь угодно полную картину противоречивой и многоаспектной социально-экономической действительности. Авторами сформирован перечень статистических показателей для оценки ключевых компонент качества жизни, предложена методика их стандартизации (на основе дифференцированного метода минимакса), двухуровневой интеграции (на основе метода анализа иерархий Саати), снижения размерности (с использованием факторного анализа в пакете прикладных программ *Statistica*). Полученные данные послужили эмпирической базой для структурного моделирования качества жизни в пакете прикладных программ *SPSS Amos*. Апробация производилась на основании данных по Кемеровской области за 2003–2018 гг. (16 лет). Результатом исследования стал ряд качественных структурных математических моделей: выявлены латентные факторы экономического развития, социальной сферы, сформированы когнитивные карты влияния экономических факторов на четыре из пяти интегральных блока качества жизни, влияния отдельных экономических индикаторов на интегральный показатель качества жизни. Были выявлены экономические показатели, которые можно рассматривать как управляющие при регулировании качества жизни населения. Полученные результаты имеют научно-практическую ценность для органов региональной власти (в части прикладного применения для регулирования качества жизни населения) и научной общественности (в части понимания возможностей структурного моделирования при описании социально-экономических процессов).

Ключевые слова
Структурное моделирование, качество жизни, регион, уровень социально-экономического развития, управление, математическая модель, прогноз

Финансирование. Статья написана при поддержке внутривузовского гранта.

POSSIBILITIES OF STRUCTURAL MODELING OF THE LIFE QUALITY OF THE REGION POPULATION AND ITS ECONOMIC DETERMINATION

A.V. Mukhacheva, A.O. Akulov

Kemerovo State University (Kemerovo, Russia)

Article info
Received
November 4, 2020

Accepted
December 15, 2020

Type paper
Research paper

Abstract. The main purpose of the article is to consider the possibilities of structural modeling for formalizing the quality of life of the population, identifying its endogenous and exogenous relationships, latent factors, and economic determinants. Research hypothesis – structural modeling allows you to build a cognitive map of the quality of life, its individual components, to include external determining influences of economic factors. The authors have compiled a list of statistical indicators for assessing the key components of the quality of life, proposed a methodology for their standardization (based on the differentiated minimax method), two-level integration (based on the method of analysis of Caati hierarchies), dimension reduction (using factor analysis in the application package Statistica). The data obtained served as an empirical basis for structural modeling of the quality of life in the application package SPSS Amos. Approbation was carried out on the basis of data on the Kemerovo region for the period 2003-2018 (16 years). The results of the study were a number of qualitative structural mathematical

Keywords
Structural modeling, quality of life, region, level of socio-economic development, management, mathematical model, forecast

models. Economic indicators were identified that can be regarded as governing in regulating the quality of life of the population. The results obtained are of scientific and practical value for regional authorities (in terms of applied application to regulate the quality of life of the population) and the scientific community (in terms of understanding the possibilities of structural modeling when describing socio-economic processes).

Acknowledgements. This article was written with the support of an intra-university grant.

1. Введение. Социально-экономическое развитие любой территории является сложным многомерным явлением, неподдающимся однозначному определению и формализации в точных моделях, так как помимо относительно определенных количественно экономических закономерностей оно включают в себя нестабильную компоненту социального развития, обусловливаемую многочисленными факторами неэкономического характера (политическими, этнокультурными, особенностями психологического восприятия и менталитета населения, сложившимися традициями и обычаями и др.) [1; 2]. Однако необходимость таких моделей обусловлена ростом насущных потребностей населения, увеличивающимся социальным неблагополучием в регионах и подчас низкой эффективностью региональной политики в отношении качества жизни [3–5].

Качество жизни населения, выражающее в абсолютных и относительных, объективных и субъективных оценках удовлетворения человеческих потребностей, является ключевым индикатором социально-экономического развития, общественного прогресса, эффективности деятельности органов власти, критерием развития всех сфер жизни общества [6; 7].

Разработка математической модели качества жизни населения региона, интегрирующей основные объективные индикаторы, является эффективным примером служения науки социально-экономическому развитию территории, позволит подойти к решению многих проблемных вопросов, сделать жизнь жителей региона лучше, а ее качество – выше [8]. Этим обусловлена актуальность исследования.

Целью данного исследования является разработка математической модели качества жизни и отдельных его составляющих на основе метода структурных уравнений (структурного моделирования). Объектом исследования выступает качество жизни населения региона, предметом – оценка возможности структурного моделирования для описания взаимосвязи и взаимозависимости его компонент. Результаты исследования представляют научно-прикладную ценность для органов региональной власти в части их практического применения для регулирования социально-экономического развития территории и научной общественности – в части понимания теоретических возможностей и конкретных ограничений метода структурного моделирования для описания социально-экономической реальности жизни региона.

2. Обзор литературы. В современной научной литературе существует множество теоретических моделей качества жизни. Так, Б.Г. Ильясов и Е.Ш. Закиева предложили трехкомпонентную иерархическую модель (качество среды жизнедеятельности, качество населения, качество благосостояния населения) [9]. Многие из моделей качества жизни внедрены в практику регионального и муниципального управления [10]. Исследователи нередко в отношении степени удовлетворения потребностей людей используют агент-ориентированнные модели (АОМ), имитирующие конкретные ситуации и явления социально-экономической действительности [11]. К таким моделям можно причислить суперкомпьютерное моделирование и геоинформационные системы (ГИС) на основе специализированных программных продуктов [12]. Широко в современной исследовательской практике используются когнитивные модели, разработанные Р. Аксельродом. Их применение можно встретить в трудах Э.А. Трахтенгерца и Л.Н. Столярова [13]. Многие исследователи считают, что это один из наиболее перспективных методов имитации математических закономерностей социально-экономического развития и качества жизни [14].

Большинство методик содержательного и индикативного моделирования качества жизни населения основывается на статистических оценках. Так, методика РИА «Рейтинг» предполагает анализ 61 показателя качества жизни, интегрированного в 10 модулей[1]. Использование статистической информации для оценки и моделирования качества жизни обусловлено удобством с точки зрения доступности данных за широкие временные периоды, возможности

их сопоставления в территориальном и динамическом разрезах. Однако, в данном случае возникает неизбежная дилемма, суть которой заключается в необходимости выбора между полнотой информации за счет использования широкого перечня показателей, требующего при этом трудоемкого сбора и анализа, и оперативностью предоставления данных для принятия решений на основе узкой системы индикаторов, низкий объем которой может привести к содержательным искажениям, недостоверности информации[2].

Поиск наиболее эффективных методов моделирования качества жизни продолжает сохранять актуальность, так как это основной инструмент для создания системы поддержки принятия решений на региональном уровне, формирования социально-экономической политики территории, численного просчета рисков и угроз для жизни населения, связанных с действиями органов власти, кризисных явлений в экономике и других флуктуаций внешней и внутренней среды [15]. Наиболее распространенными в региональной практике управления качеством жизни населения остаются модели, основанные на индикативном планировании [16].

Практика математического анализа современности всё чаще обращается к методу структурного моделирования – *SEM* (*structural equation modeling*). Данный метод также именуют методом каузального моделирования, моделирования структурными уравнениями, методом анализа ковариационных структур. В сущности *SEM* агрегирует известные ранее и доказавшие свою эффективность методы многомерного анализа для изучения связи между явными и латентными переменными – корреляционный, множественный регрессионный и факторный анализ, линейные модели (ковариационный, дисперсионный анализ). Изобретателями метода были К. Йореском, В. Кислинг, Д. Уайли, которые опирались в большей степени не на традиционную эксплораторную (индуктивную) логику, а на противоположную ей конфирматорную (дедуктивную), что позволило получить новый эффективный инструментарий [17].

Отправной точкой для структурного моделирования является формирование предварительной структурной модели, включающей ненаправленные (двусторонние) и направленные (односторонние) связи между изучаемыми явлениями (переменными, конструктами), для ее дальнейшей верификации в соответствии с эмпирическими данными и, при необходимости, коррекции на основе специализированных показателей и инструментов *SEM*. Структурное моделирование позволяет построить когнитивную карту объекта исследования [9]. Когнитивный подход к математическому моделированию рассматривается многими зарубежными исследователями как один из наиболее эффективных инструментов математической формализации [18–22].

SEM считается крайне сложным методом, требующим подкованности в статистическом анализе, знания множества технических деталей, методологических основ анализа, однако очень эффективным [23; 24]. На текущий момент по популярности он превзошел часто применявшийся ранее исследователями метод дисперсионного анализа (*ANOVA*). *SEM* снимает вопросы изменения факторной нагрузки при их корреляции, что служит дополнительным преимуществом метода [25].

Применение *SEM* предполагает введение экзогенных (независимых) и эндогенных (зависимых) переменных. Экзогенные переменные могут коррелировать между собой, что обозначается двунаправленной стрелкой. Причины изменчивости экзогенной переменной в той или иной степени учитываются в модели, поэтому следует предполагать часть ее дисперсии, не учтенной в модели. Поэтому для эндогенной переменной является обязательным добавление ошибки.

Помимо двусторонней корреляции между переменными, обозначаемой двусторонней стрелкой, наблюдаются также односторонние (причинно-следственные, каузальные связи) [26]. В этом случае для каждой выявленной причинно-следственной связи, наличие которой предполагается исследователем, рассчитывается β-коэффициент (путевой коэффициент) – стандартизированный коэффициент регрессии. Данный индикатор позволял оценить степень изменения среднего результата при изменении конкретного фактора на единицу при прочих равных условиях (неизменном уровне других факторов) [27]. При этом β-коэффициенты (стандартизированные коэффициенты регрессии) являются сопоставимыми, благодаря чему становится возможным ранжирование факторов в зависимости от степени их влияния на итоговый результат. В сущности, данные коэффициенты показывают, на сколько величин

среднеквадратичного отклонения (так называемых «сигм») трансформируется средний результат при варьировании конкретного фактора x_i на единичную величину среднеквадратичного отклонения («сигму») при прочих равных условиях (прежнем уровне других факторов).

Метод структурного моделирования предполагает наличие двух альтернативных методов создания модели – графического (через построение диаграммы) и математического (через формирование системы линейных уравнений, характеризующих параметры множественной регрессии, ковариационных соотношений). На диаграммах *SEM* латентные (неявные) переменные помещаются в овал и помечаются буквой *F* (*factor*), явные (наблюдаемые) переменные – в прямоугольники и обозначаются буквой *V* (*variable*) для понимания различий между ними.

Наличие детерминации переменной *Y* со стороны переменной *X* на диаграмме *SEM* выражается однонаправленной стрелкой, зависимость определяется уравнением:

$$Y = aX + EY,$$

где *a* – коэффициент детерминации, *EY* – остаточный член.

Наличие корреляционной (ковариационной) связи между переменными *X* и *Y* обозначается следующим образом: $(X,Y) = b$.

При этом метод *SEM* предполагает возможность предварительного самостоятельного определения параметров *a* и *b* на основе предшествующих исследований, субъективных предположений, наблюдений и т. д. В данном случае определенные заранее коэффициенты детерминации и корреляции обозначаются звездочками на диаграмме *SEM* [27].

Метод структурного моделирования предполагает возможность оценки корреляции (ковариации) только между независимыми параметрами (переменными).

Согласованность и качество сформированной модели оценивается в *SEM* с помощью разных показателей, основными из которых являются критерий правдоподобия хи-квадрат, ошибка аппроксимации *RMSEA*, сравнительный индекс согласия *CFI* [28].

Так, критерий хи-квадрат считается соответствующим норме при $p < 0{,}05$ (хорошее согласие). *RMSEA* в идеальном варианте должна быть менее либо равна 0,05 (хорошее согласие), если значение показателя меньше либо равно 0,08, говорят о приемлемом уровне, в пределах от 0,08 до 1,0 – о слабом уровне согласия, более 0,1 – его отсутствии. Нормативное значение *CFI* – более 0,9.

Программным обеспечением для структурного моделирования выступает надстройка *AMOS* к *SPSS Statistic*. Альтернативными, но менее известными продуктами являются *EQS*, *LISREL*. Преимуществом программы *SPSS AMOS* является наличие объектно-ориентированного интерфейса, интуитивно понятного и не требующего трудоемких и сложных для понимания матричных вычислений.

Примечательно, что в *SPSS AMOS* корреляционная матрица, традиционно применяемая в рамках метода множественной регрессии, заменяется на ковариационную, каждым элементом которой выступает ковариация переменных *x* и *y*. Кроме того, производится также учет дисперсий переменных (их вариативности, изменчивости) помимо общей оценки связи между ними.

В настоящее время выделяют несколько альтернативных способов построения апостериорной модели в *SEM*:

1) путевая модель (выделяется ряд независимых и зависимых переменных, часть из которых может быть одновременно отнесена и к тем, и к другим);

2) конфирматорный факторный анализ (выявляется латентный фактор, переменная, которая определяет изменчивость прочих факторов);

3) структурная модель (предполагает предварительное обозначение априорной модели, которая задается последовательностью итераций, с дальнейшей апостериорной коррекцией для определения структуры взаимовлияний переменных).

Большинство авторов (см., напр.: [19]) выделяют пять шагов, или этапов, применения *SEM*:

1. *Формирование модели*. Как правило, модель изображает графически априорные представления исследователя о структуре направленных и ненаправленных связей измеряемых переменных и латентных конструктов. При этом решают, какие параметры модели (связи, дисперсии) оставлять свободными (будут оцениваться), а какие жестко зафиксировать (как 0 или 1).

2. *Идентификация модели*. На этом этапе определяется соотношение между тем, что именно будет оцениваться (свободные пара-

метры), и исходной информацией, содержащейся в данных (ковариации, дисперсии). Понятно, что исходной информации должно быть достаточно, а свободных параметров – не слишком много.

3. *Оценка модели*. На этом шаге выбирается метод оценки параметров модели (преимущественно в зависимости от характера первоначальных данных).

4. *Оценка степени согласованности модели*. Сформированная модель проходит верификацию в соответствии с исходными эмпирическими данными. Данный процесс предполагает обращение к целому перечню специализированных индексов соответствия исходных эмпирических данных и сформированной модели.

5. *Корректировка модели*. Модель претерпевает трансформации до тех пор, пока ее параметры не сблизятся максимально с эмпирическими данными. Производится это двумя способами: с помощью добавления новых не заданных предварительно связей (*SPSS AMOS* дает соответствующие «подсказки») либо удалением лишних связей, признанных незначительными.

Формирование структурной модели с латентными переменными способствует выявлению не только каузальных направленных (детерминирующих) взаимосвязей переменных, но и демонстрации возможности усиления или ослабления влияния указанных переменных на прочие индикаторы. Большинство исследователей сходятся во мнении, что метод структурного моделирования (*SEM*) обладает уникальными и исключительными преимуществами для исследования сложных многомерных системных феноменов, таких как социально-экономическое развитие региона и качество жизни его населения [29]. Использование данного метода является предпочтительным и приоритетным для подтверждения или опровержения разработанных теоретических количественных моделей, так как агрегирует в себе преимущества множества современных методов статистического анализа данных.

3. Гипотезы и методы исследования. В целях апробации метода структурного моделирования для формализации качества жизни населения региона, его взаимосвязи с уровнем экономического развития используем открытые статистические данные по Кемеровской области, включающие 9 экономических и 16 социальных показателей за 2003–2018 гг. (16 лет).

Показатели качества жизни охватывают следующие блоки:

• демография (естественный прирост, ‰; ожидаемая продолжительность жизни, лет; миграционный прирост, на 10 000 чел. населения; отношение числа разводов на 1 000 браков);

• уровень жизни (реальные денежные доходы, % к предыдущему году; масштаб бедности, %; коэффициент фондов (дифференциации), раз);

• образование (численность студентов, обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры, на 10 000 чел. населения; охват детей дошкольными образовательными учреждениями, % от численности детей соответствующего возраста);

• здравоохранение (численность врачей на 10 000 чел. населения; общая заболеваемость, случаев на 1 000 чел. населения);

• культура (число зрителей в профессиональных театрах на 1 000 чел.);

• рынок труда (уровень безработицы, %);

• экология (выбросы в атмосферу от стационарных источников, тонн на душу населения);

• охрана правопорядка (число преступлений, на 100 000 жителей).

Показатели уровня экономического развития и затрат на социальную сферу, согласно выбранному перечню, включают индекс физического объема ВРП на душу населения, % к предыдущему году; индекс промышленного производства, % к предыдущему году; число предприятий и организаций; число передовых производственных технологий; удельный вес расходов на социально-культурные мероприятия, % в общем объеме расходов консолидированного бюджета; индекс физического объема инвестиций в основной капитал, % к предыдущему году; удельный вес убыточных предприятий; ВРП в сопоставимых ценах; инвестиции в основной капитал в сопоставимых ценах.

Сформированный перечень показателей был разделен на две группы, в зависимости от того, рост или снижение выбранных индикаторов приводит к повышению качества жизни населения. Это позволило применить к исходным данным дифференцированные формулы стандартизации (нормирования) по методу минимакса [30]. Произведенные расчеты позволили получить набор сопоставимых показателей социально-экономического развития, измеренных по единой шкале однозначно интер-

претируемых в своей динамике (рост каждого показателя трактуется положительно).

Для снижения размерности показателей уровня экономического развития был произведен их факторный анализ. Для интеграции показателей качества жизни был применен метод анализа иерархий Саати. Метод анализа иерархий был предложен Томасом Саати в 1970 г. для выбора оптимальной альтернативы на основе личностных предпочтений. Метод входит в группу экспертных и критериальных методов.

Реализация метода предполагает прохождения ряда итераций:

1) определение ключевой проблемы и цели;

2) выявление и описание базовых критериев на основе анализа альтернатив;

3) формирование иерархий за счет прохождения от дерева целей к анализируемым альтернативам;

4) анализ итоговых матриц с помощью специализированной методики;

5) расчет весовых коэффициентов для каждой альтернативы в соответствии со сформированной системой иерархий.

Помимо оценки и выбора альтернатив при принятии решений метод содержит в себе эффективный логический инструментарий для агрегирования частных характеристик изучаемого объекта с возможностью построения его интегрального значения на основе определяемых экспертным путем весовых коэффициентов.

Для составления первичной матрицы необходимо осуществить попарное сравнение индикаторов с точки зрения их значимости для формирования интегрального показателя качества жизни, после чего преобразовать их баллы по следующей схеме: равноценно = 1; в некоторой степени лучше (хуже) = 3 (1/3); определенно лучше (хуже) = 5 (1/5); существенно лучше (хуже) = 7 (1/7); принципиально лучше (хуже) = 9 (1/9).

В спорных случаях используются промежуточные баллы: 2, 4, 6, 8 (при затруднениях в дифференциации параметров).

Составим матрицу экспертных оценок, полученных на основе попарного сравнения значимости частных индикаторов для формирования общего качества жизни, где a_{ij} – отношение критерия i к критерию j; $a_{ji} = 1 / a_{ij}$; $a_{ii} = 1$.

Далее необходимо найти сумму элементов по столбцам:

$$S_j = a_{1j} + a_{2j} + ... + a_{nj}.$$

На следующем этапе делим все элементы исходной матрицы оценок на сумму по столбцам (производим нормировку матрицы):

$$A_{ij} = a_{ij} / S_j.$$

Интеграция показателей качества жизни производилась по двухуровневой структуре: изначально рассчитывались данные по блокам (демография, уровень жизни и т. д.), затем производилась дополнительная свертка для определения итогового показателя.

Расчеты производились в программных продуктах *SPSS Statistics* (версия 19,0), *SPSS Amos*, *Statistica*, *MS Excell*.

4. Результаты исследования. Применение факторного анализа к показателям уровня экономического развития в целях снижения их размерности (количества) позволило выявить два выраженных фактора: **«базовый»** (вобрал в себя удельный вес убыточных предприятий, %; ВРП в сопоставимых ценах, руб.; инвестиции в основной капитал, руб.) и **«индексный»** (включает индекс физического объема ВРП, к предыдущему году; индекс физического объема инвестиций в основной капитал, к предыдущему году; индекс промышленного производства, к предыдущему году). Расчеты производились в пакете прикладных программ *Statistica* (табл. 1).

Таблица 1. **Выявленные факторы экономического развития Кемеровской области**

Table 1. **Identified factors of economic development of the Kemerovo region**

«Базовый» фактор	*Факторное значение*	*«Индексный» фактор*	*Факторное значение*
Удельный вес убыточных предприятий, %	–0,93	Индекс физического объема ВРП, к предыдущему году	0,87
ВРП в сопоставимых ценах, руб.	0,93	Индекс физического объема инвестиций в основной капитал, к предыдущему году	0,84
Инвестиции в основной капитал, руб.	0,78	Индекс промышленного производства, к предыдущему году	0,64

Применим метод структурного моделирования для описания сложных взаимосвязей различных аспектов качества жизни и показателей уровня экономического развития на основе выделенной структуры показателей с помощью расчетов в *SPSS Amos*.

На первом этапе произведем оценку возможностей факторного анализа с использованием структурного моделирования (рис. 1). С помощью соответствующих программных вычислений были выделены латентные факторы, влияющие на показатели социально-экономического развития региона. Содержание факторов в пакете прикладных программ *AMOS* совпадает с результатами факторного анализа в пакете прикладных программ *Statistica*. Фактор 1 был поименован как «индексный», фактор 2 – «базовый» (по аналогичному содержанию включенных показателей). Качество модели подтверждено значениями показателей согласованности модели – критерия хи-квадрат, *RMSEA*, *CFI*.

При публикации результатов структурного моделирования исследователями принято приводить данные корреляционной матрицы (показывает взаимосвязь показателей, табл. 2 и 3), регрессионных коэффициентов (отражают параметры регрессионного анализа, табл. 4), показатели соответствия модели (табл. 5; для удобства их значения дублируются в графическом представлении модели).

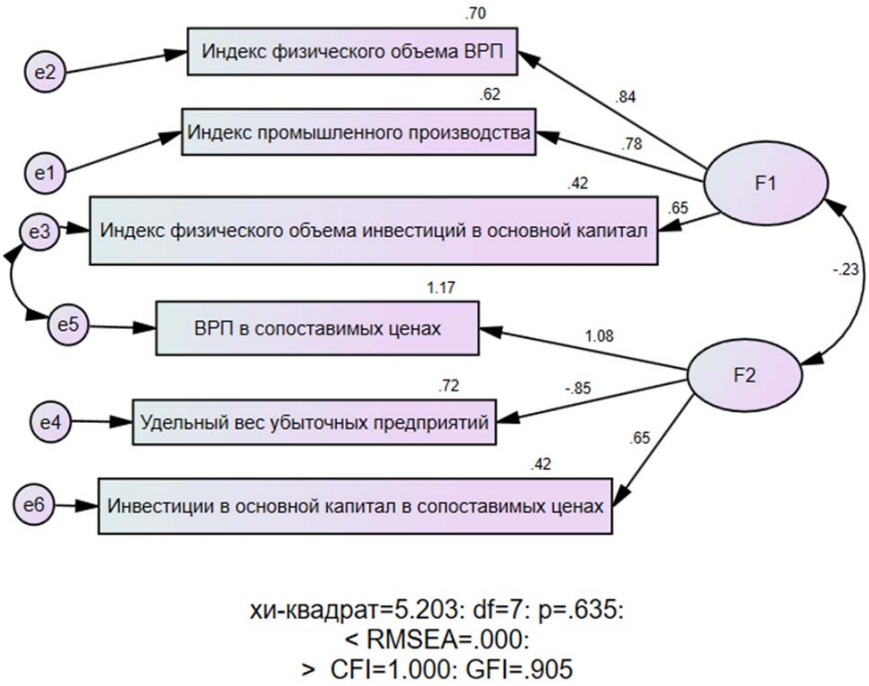


Рис. 1. *Структурное моделирование латентных факторов экономического развития*

Fig. 1. *Structural modeling of latent factors of economic development*

Таблица 2. **Полная корреляционная матрица**

Table 2. **Complete correlation matrix**

	VV9	VV8	VV7	VV6	VV1	VV2
VV9	1.000	–	–	–	–	–
VV8	.698	1.000	–	–	–	–
VV7	-.549	-.916	1.000	–	–	–
VV6	-.095	-.307	.125	1.000	–	–
VV1	-.123	-.205	.161	.540	1.000	–
VV2	-.116	-.193	.152	.507	.656	1.000

Таблица 3. **Описание переменных**

Table 3. **Description of variables**

Переменная	*Описание переменной*
VV1	Индекс физического объема ВРП
VV2	Индекс промышленного производства
VV6	Индекс физического объема инвестиций в основной капитал
VV7	Удельный вес убыточных предприятий
VV8	ВРП в сопоставимых ценах
VV9	Инвестиции в основной капитал в сопоставимых ценах

Таблица 4. **Структурные (регрессионные) коэффициенты**

Table 4. **Structural (regression) coefficients**

			Estimate	S.E.	C.R.	P
VV2	←	F1	1.000	–	–	–
VV1	←	F1	1.490	.600	2.485	.013
VV8	←	F2	1.872	.613	3.056	.002
VV9	←	F2	1.000	–	–	–
VV7	←	F2	-1.287	.403	-3.197	.001
VV6	←	F1	.909	.371	2.447	.014

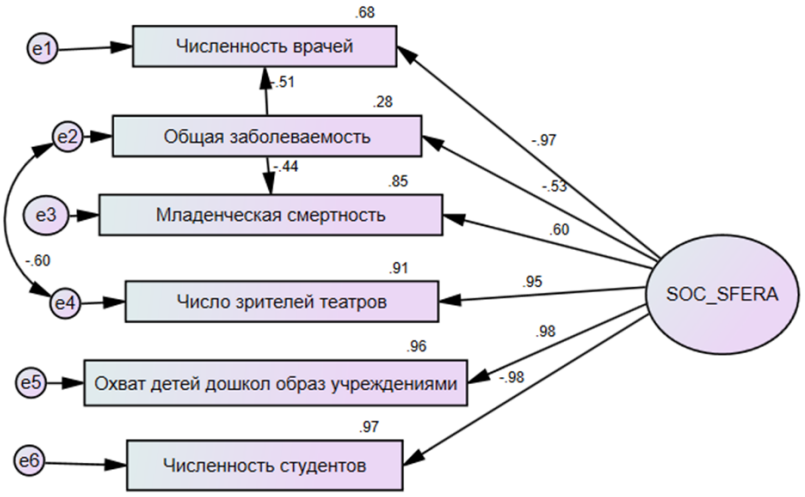
Примечание. Здесь и далее: *Estimate* – стандартизированная оценка коэффициента; *S.E.* – стандартная ошибка; *C.R.* – критическое отношение; *P* – уровень значимости.

Таблица 5. **Показатели соответствия модели**

Table 5. **Indicators of conformity to the model**

CMIN	DF	P	CMIN/DF	GFI	CFI	RMSEA
5.203	7	0.635	0.743	0.905	1.000	0.000

Структурное моделирование позволило получить качественную согласованную модель социальной сферы (рис. 2). Качество модели подтверждено показателями: критерий хи-квадрат, *RMSEA*, *CFI*.



хи-квадрат=3.990: df=6: p=.678:
< RMSEA=.000:
> CFI=1.000: GFI=.922

Рис. 2. *Структурное моделирование показателей социальной сферы*

Fig. 2. *Structural modeling of social indicators*

Над однонаправленными стрелками от интегрального показателя социальной сферы к частным индикаторам указаны факторные нагрузки. При этом показатель общей заболеваемости отрицательно связан с численностью врачей (–0,51) и младенческой смертностью (–0,44). Имеется отрицательная корреляция между показателями ошибки (влияния других факторов) показателей общей заболеваемости и числа зрителей театров (–0,6). По другим блокам качества жизни согласованные модели построить не удалось. Корреляционная матрица, параметры регрессионного анализа и соответствия модели представлены в табл. 6–9.

Таблица 6. **Полная корреляционная матрица**

Table 6. **Complete correlation matrix**

	VAR 00013	VAR 00014	VAR 00008	VAR 00007	VAR 00006	VAR 00005
VAR 00013	1.000	–	–	–	–	–
VAR 00014	-.763	1.000	–	–	–	–
VAR 00008	-.518	.824	1.000	–	–	–
VAR 00007	-.658	.868	.935	1.000	–	–
VAR 00006	.518	-.824	-.965	-.936	1.000	–
VAR 00005	.008	-.431	-.694	-.594	.694	1.000

Таблица 7. **Описание переменных**

Table 7. **Description of variables**

Переменная	*Описание переменной*
VAR 00005	Численность врачей
VAR 00006	Численность студентов
VAR 00007	Число зрителей театров
VAR 00008	Охват детей дошкольными образовательными учреждениями
VAR 00013	Общая заболеваемость
VAR 00014	Младенческая смертность

Таблица 8. **Структурные (регрессионные) коэффициенты**

Table 8. **Structural (regression) coefficients**

			Estimate	S.E.	C.R.	P
VAR 00013	←	SOC_SFERA	-0.472	0.2	-2.36	0.018
VAR 00005	←	SOC_SFERA	-0.77	0.143	-5.389	***
VAR 00006	←	SOC_SFERA	-1.014	0.073	-13.851	***
VAR 00007	←	SOC_SFERA	1.102	0.108	10.234	***
VAR 00008	←	SOC_SFERA	1			
VAR 00014	←	SOC_SFERA	0.51	0.106	4.821	***

Таблица 9. **Показатели соответствия модели**

Table 9. **Indicators of conformity to the model**

CMIN	DF	P	CMIN/DF	GFI	CFI	RMSEA
3.990	6	0.678	0.665	0.922	1.000	0.000

На втором этапе произведем оценку возможностей формирования математических моделей, описывающих влияние показателей и факторов экономического развития на отдельные блоки качества жизни и его интегральный показатель.

На основании следующей структурной модели (рис. 3) было выявлено влияние базового фактора экономического развития на социальную сферу. Значения показателей согласованности модели (критерий хи-квадрат, *RMSEA*, *CFI*) близки к нормативным. Параметры модели отражены в табл. 10–13.

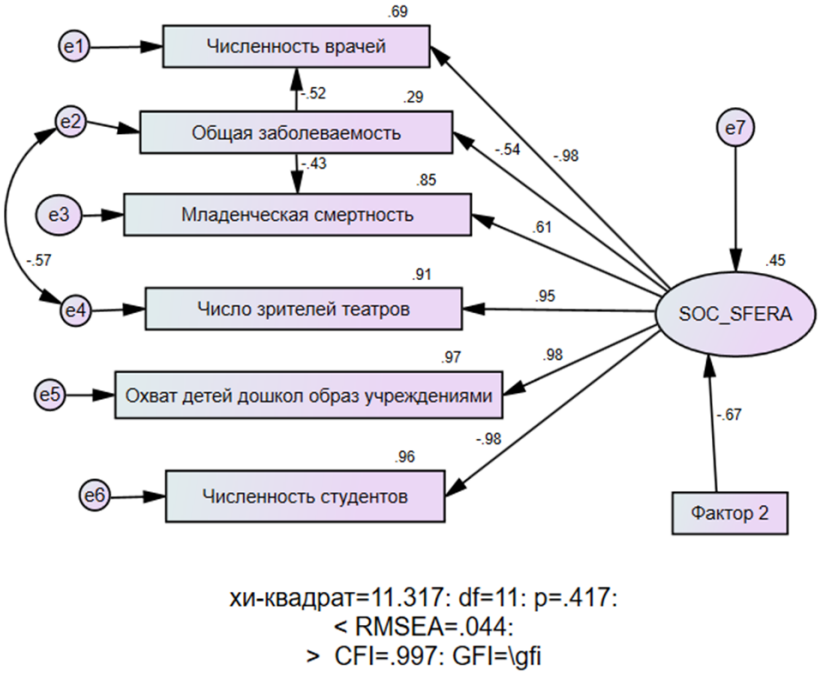


Рис. 3. *Структурное моделирование влияния базового фактора экономического развития на социальную сферу*

Fig. 3. *Structural modeling of the impact of the basic factor of economic development on the social sphere*

Таблица 10. **Полная корреляционная матрица**

Table 10. **Complete correlation matrix**

	FAC2	VAR00013	VAR00014	VAR00008	VAR00007	VAR00006	VAR00005
FAC2	1.000	–	–	–	–	–	–
VAR00013	.361	1.000	–	–	–	–	–
VAR00014	-.566	-.763	1.000	–	–	–	–
VAR00008	-.659	-.531	.831	1.000	–	–	–
VAR00007	-.639	-.658	.869	.939	1.000	–	–
VAR00006	.656	.529	-.828	-.964	-.935	1.000	–
VAR00005	.470	.008	-.433	-.691	-.595	.688	1.000

Таблица 11. **Описание переменных**

Table 11. **Description of variables**

Переменная	*Описание переменной*
FAC2	Фактор 2 экономического развития
VAR00005	Численность врачей
VAR00006	Численность студентов
VAR00007	Число зрителей театров
VAR00008	Охват детей дошкольными образовательными учреждениями
VAR00013	Общая заболеваемость
VAR00014	Младенческая смертность

Таблица 12. **Структурные (регрессионные) коэффициенты**

Table 12. **Structural (regression) coefficients**

			Estimate	S.E.	C.R.	P
SOC_SFERA	←	FAC2	-0.232	0.069	-3.348	***
VAR00013	←	SOC_SFERA	-0.482	0.198	-2.439	0.015

Окончание табл. 12
The end of Table 12

			Estimate	S.E.	C.R.	P
VAR00005	←	SOC_SFERA	-0.777	0.143	-5.439	***
VAR00006	←	SOC_SFERA	-1.009	0.073	-13.764	***
VAR00007	←	SOC_SFERA	1.102	0.105	10.534	***
VAR00008	←	SOC_SFERA	1	–	–	–
VAR00014	←	SOC_SFERA	0.515	0.106	4.864	***
VAR00005	←	VAR00013	-0.463	0.158	-2.927	0.003
VAR00014	←	VAR00013	-0.408	0.117	-3.486	***

Таблица 13. **Показатели соответствия модели**

Table 13. **Indicators of conformity to the model**

CMIN	DF	P	CMIN/DF	GFI	CFI	RMSEA
11.317	11	0.417	1.029	---	0.997	---

Структурное моделирование позволило выявить влияние базового и индексного факторов экономического развития на четырех из пяти интегральных блоков качества жизни, рассчитанных методом анализа иерархий Саати (охрана экологии и правопорядка, демография, уровень жизни, социальная сфера; рис. 4). Показатели согласованности модели близки к нормативным. Параметры модели приведены в табл. 14–17.

Базовый фактор экономического развития (фактор 2) в большей степени влияет на демографию (стандартизированный коэффициент регрессии –0,72), уровень жизни (0,82), социальную сферу (0,7). Индексный фактор уровня экономического развития (фактор 1 модели) в большей степени влияет на охрану экологии и правопорядка (–0,74). При этом, как указывает значение ошибки, интегральные блоки качества жизни в значительной степени определяются также другими, неучтенными в модели факторами.

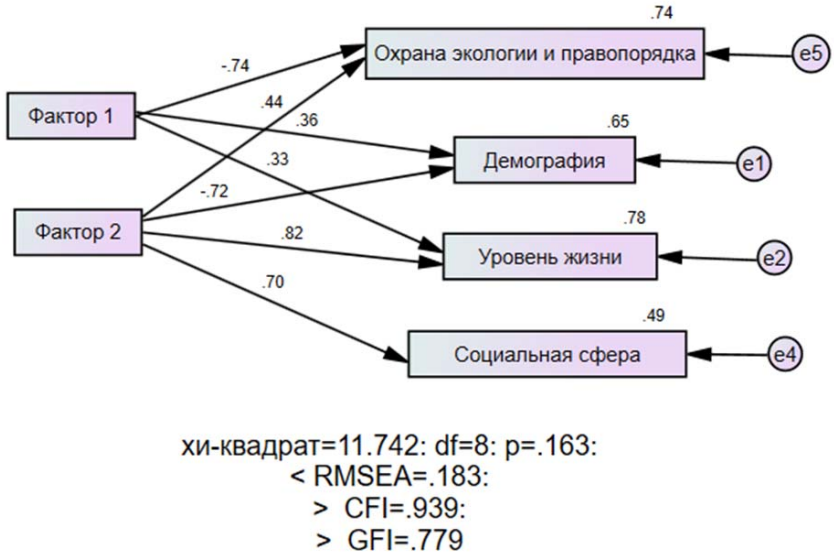


Рис. 4. *Структурное моделирование воздействия факторов экономического развития на интегральные блоки качества жизни населения*

Fig. 4. *Structural modeling of the impact of economic development factors on the integral blocks of the quality of life of the population*

Таблица 14. **Полная корреляционная матрица**

Table 14. **Complete correlation matrix**

	FAC2	FAC1	VAR00026	VAR00024	VAR00023	VAR00027
FAC2	1.000	–	–	–	–	–
FAC1	.000	1.000	–	–	–	–
VAR00026	.701	.000	1.000	–	–	–
VAR00024	.818	.331	.574	1.000	–	–
VAR00023	-.721	.359	-.506	-.471	1.000	–
VAR00027	.439	-.742	.308	.113	-.583	1.000

Таблица 15. **Описание переменных**

Table 15. **Description of variables**

Переменная	*Описание переменной*
FAC1	Фактор 1 экономического развития
FAC2	Фактор 2 экономического развития
VAR00023	Демография
VAR00024	Уровень жизни
VAR00026	Социальная сфера
VAR00027	Охрана экологии и правопорядка

Таблица 16. **Структурные (регрессионные) коэффициенты**

Table 16. **Structural (regression) coefficients**

			Estimate	S.E.	C.R.	P
VAR00027	←	FAC1	-0.202	0.037	-5.485	***
VAR00023	←	FAC2	-0.222	0.049	-4.558	***
VAR00024	←	FAC2	0.138	0.021	6.506	***
VAR00026	←	FAC2	0.066	0.018	3.679	***
VAR00024	←	FAC1	0.056	0.021	2.63	0.009
VAR00027	←	FAC2	0.12	0.037	3.242	0.001
VAR00023	←	FAC1	0.11	0.049	2.271	0.023

Таблица 17. **Показатели соответствия модели**

Table 17. **Indicators of conformity to the model**

CMIN	DF	P	CMIN/DF	GFI	CFI	RMSEA
11.742	8	0.163	1.468	0.779	0.939	0.183

Кроме того были сформированы качественные модели влияния конкретных частных экономических показателей на отдельные интегральные блоки (описание моделей опущено), а также на общий показатель качества жизни населения (рис. 5). Параметры модели представлены в табл. 18–21.

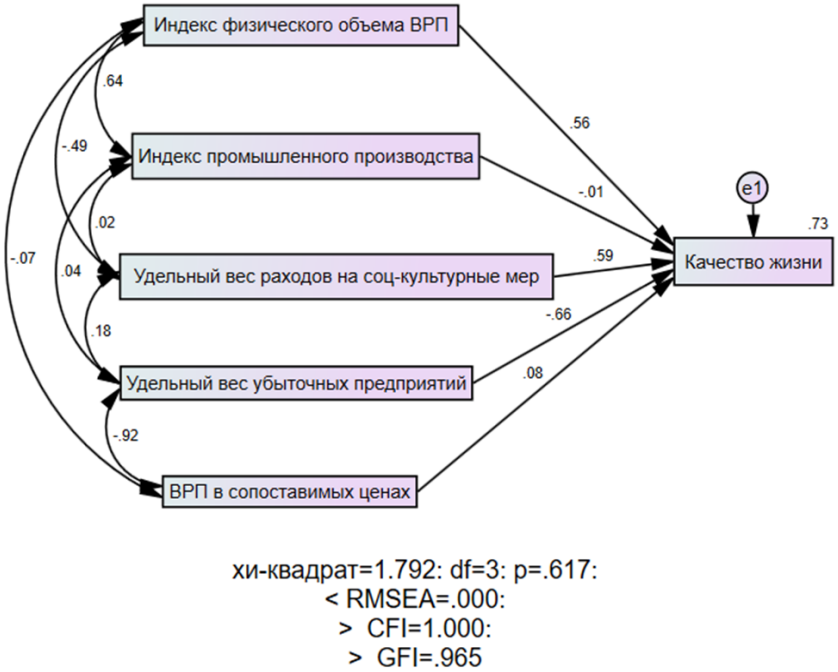


***Рис. 5**. Структурное моделирование воздействия факторов экономического развития на интегральный показатель качества жизни*

***Fig. 5.** Structural modeling of the impact of economic development factors on the integral indicator of quality of life*

Таблица 18. **Полная корреляционная матрица**

Table 18. **Complete correlation matrix**

	VV8	VV7	VV5	VV2	VV1	LIFE_Q
VV8	1.000	–	–	–	–	–
VV7	-.921	1.000	–	–	–	–
VV5	.000	.180	1.000	–	–	–
VV2	.000	.043	.015	1.000	–	–
VV1	-.068	.000	-.488	.640	1.000	–
LIFE_Q	.649	-.628	.195	.331	.264	1.000

Таблица 19. **Описание переменных**

Table 19. **Description of variables**

Переменная	*Описание переменной*
VV1	Индекс физического объема ВРП
VV2	Индекс промышленного производства
VV5	Удельный вес расходов на социально-культурные мероприятия
VV7	Удельный вес убыточных предприятий
VV8	ВРП в сопоставимых ценах
LIFE_Q	Индекс качества жизни

Таблица 20. **Структурные (регрессионные) коэффициенты**

Table 20. **Structural (regression) coefficients**

			Estimate	S.E.	C.R.	P
LIFE_Q	←	VV1	0.202	0.084	2.406	0.016
LIFE_Q	←	VV2	-0.005	0.104	-0.045	0.964
LIFE_Q	←	VV5	0.179	0.058	3.069	0.002
LIFE_Q	←	VV7	-0.304	0.181	-1.679	0.093
LIFE_Q	←	VV8	0.033	0.162	0.202	0.84

Таблица 21. **Показатели соответствия модели**

Table 21. **Indicators of conformity to the model**

CMIN	DF	P	CMIN/DF	GFI	CFI	RMSEA
1.792	3	0.617	0.597	0.965	1.000	0.000

В наибольшей степени на интегральный показатель качества жизни, рассчитанный методом анализа иерархий Саати, – влияют *удельный вес убыточных предприятий* (–0,66, отрицательная зависимость), *удельный вес расходов на социально-культурные мероприятия* (0,59, положительная зависимость), *индекс физического объема ВРП* (0,56, положительная зависимость). Следовательно, ***указанные показатели***, согласно результатам структурного моделирования, ***можно рассматривать как управляющие при повышении качества жизни населения.***

5. Заключение. Таким образом, структурное моделирование позволило выявить и наглядно представить явные и латентные взаимосвязи между различными блоками качества жизни и показателями уровня экономического развития (частными, факторными). Результаты хорошо согласуются с выявленными закономерностями в процессе регрессионного анализа, но позволяют получить также новые данные.

Метод структурного моделирования (*SEM*) был избран в исследовательских целях в связи с его преимуществами перед традиционным регрессионным моделированием, наличием гибких допущений (в частности, возможности применения и соответствующей интерпретации результатов в условиях мультиколлинеарности, свойственной для показателей социально-экономического развития и качества жизни), применением факторного конфирматорного анализа в целях минимизации ошибки измерения за счет целого ряда индикаторов, соответствующих конкретной латентной переменной, более наглядным и удобным визуальным представлением математической модели, наличием показателей оценки общей согласованности модели.

Результаты структурного моделирования позволили выявить латентные переменные (уровня экономического развития, социальной сферы), сформировать качественные математические модели отдельных блоков качества жизни населения региона и влияния на них факторов экономического развития, а также – влияния отдельных экономических индикаторов на интегральный показатель качества жизни населения.

Были выявлены экономические показатели, которые можно рассматривать как управляющие при регулировании качества жизни населения – удельный вес убыточных предприятий, удельный вес расходов на социально-культурные мероприятия, индекс физического объема ВРП. Каждый из указанных показателей, согласно структурной модели, определяет около 60 % дисперсии значений качества жизни населения региона. Следовательно, именно на их регуляцию должны быть направлены усилия региональных органов власти для интенсификации социально-экономического развития территории и улучшения жизни ее граждан.

Примечания

[1] Рейтинг регионов по качеству жизни – 2014. М.: РИА Рейтинг, 2014. 24 с.

[2] Исследование качества жизни в российских городах: отчет о НИР / Финанс. ун-т при Правительстве РФ; рук. Зубец А.Н. М., 2014. 162 с.

Литература

1. *Морозова Е. А., Мухачева А. В.* Региональная социально-экономическая дифференциация в контексте экономического кризиса (на примере регионов Сибирского федерального округа) // Сибирская финансовая школа. – 2016. – № 5 (118). – С. 33–40.

2. *Ireland G., Collier P.* Shared-Use Mining Infrastructure: Why It Matters and How to Achieve It // Development Policy Review. – 2018. – Vol. 36, iss. 1. – P. 51–68.

3. *Акулов А. О., Челомбитко А. Н.* Теория и методология стратегической модернизации промышленных регионов // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. – 2020. – Т. 5. – № 1 (15). – С. 62–73.

4. *Morozova E., Egorova N., Miller O.* Social risks in cross-border regions: the case of Siberian federal district // Proceedings of the International Conference on Sustainable Development of Cross-Border Regions: Economic, Social and Security Challenges. – Altai State University, 2019. – P. 574–578.

5. *Silapapiphat K., Piriyarangsan S.* Social Media and New Environmental Movements for Social Sanction in Thailand // Asian Political Science Review. – 2018. – Vol. 2, no. 1.

6. *Мухачева А. В.* Инвестиции работников в здоровье как способ повышения уровня и качества их жизни // Глобальный научный потенциал. – 2010. – № 7. – С. 26–27.

7. *Gudmundsdottir D. G.* The Impact of Economic Crisis on Happiness // Social Indicators Research. – 2013. – Vol. 110. – P. 1083–1101.

8. *Simonova M., Galiullin H.* Economic and Mathematic Modeling of Labour Efficiency // Mediterranean Journal of Social Sciences. – 2015. – Vol. 6, no. 6. – P. S3.

9. *Ильясов Б. Г., Закиева Е. Ш.* Модель управления качеством окружающей среды как компонентом качества жизни // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2014. – Т. 18. – № 3 (64). – С. 196–202.

10. *Окрепилов В. В.* Применение суперкомпьютерных технологий для прогнозирования параметров качества жизни населения // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2015. – № 3 (221). – С. 9–18.

11. *Макаров В. Л., Бахтизин Е. Д., Сушко Е. Д.* Агент-ориентированная социо-эколого-экономическая модель региона // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2015. – № 3 (288). – С. 2–11.

12. *Макаров В. Л., Окрепилов В. В.* Принципы мониторинга качества жизни на основе агент-ориентированных моделей // Вестник Российской академии наук. – 2016. – Т. 86. – № 8. – С. 711–718.

13. *Столяров Л. Н., Бершадский А., Новик К., Комарцев А.* Сценарное программирование риска: механизм коллективного принятия решений и его применение к проблеме оценки уровня энергетической безопасности региона // Информационные и телекоммуникационные технологии в науке и образовании Восточной Сибири : тр. Всерос. конф. – Иркутск : ИСЭМ СО РАН, 2002. – С. 14–35.

14. *Блохин А. А.* Моделирование взаимозависимости индикаторов качества жизни с помощью когнитивных карт // Информационные и математические технологии в науке и управлении : тр. XIX Байк. конф. – Иркутск : ИСЭМ СО РАН, 2014. – С. 11–17.

15. *Лавлинский С. М.* Модели индикативного планирования социально-экономического развития ресурсного региона. – Новосибирск : Изд-во СОРАН, 2008. – 247 с.

16. *Мухачев М. Ю., Мухачева А. В.* Подходы к математическому моделированию качества жизни населения // Евразийские цифровые платформы в условиях регионального интеграционного процесса : науч. ст. XI Евраз. науч. форума : сб. / общ. науч. ред. М. Ю. Спириной. – СПб. : Ун-т при МПА ЕврАзЭС, 2019. – С. 104–112.

17. *Наследов А. Н.* IBM SPSS Statistics 20 и AMOS: профессиональный статистический анализ данных. – СПб., 2013. – 416 с.

18. *Axelrod R.* The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites. – Princeton University Press, 1976. – 395 p.

19. *Kline R. B.* Principles and practice of structural equation modeling. – 3rd ed. – New York : The Guilford Press, 2011. – 432 p.

20. *Lehtonen H., Barlund I., Tattari S., Hilden M.* Combining dynamic economic analysis and environmental impact modelling: addressing uncertainty and complexity of agricultural development // Environmental modelling & software. – 2007. – Vol. 22 (5). – P. 710–718.

21. Model Reduction and Coarse-Graining Approaches for Multiscale Phenomena. – Berlin ; Heidelberg ; New York : Springer, 2006. – XII, 562 p. – (Complexity series).

22. *Peierls R.* Model-Making in Physics // Contemporary Physics. – 1980. – Vol. 21, iss. 1. – P. 3–17.

23. *Митина О. В.* Моделирование латентных изменений с помощью структурных уравнений // Экспериментальная психология. – 2008. – № 1. – С. 131–148.

24. *Остапенко Р. И.* Особенности моделирования латентных изменений с помощью AMOS SPSS // Перспективы науки и образования. – 2014. – № 1. – С. 89–95.

25. *Исмиханов З. Н., Магомедбеков Г. У.* Модели прогнозирования основных социально-экономических показателей развития региона // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 10-2. – С. 392–397.

26. *Остапенко Р. И.* Статистический анализ факторов, детерминирующих профессиональную компетентность студентов-психологов // Вопросы философии и психологии. – 2014. – Т. 2, № 2. – С. 60–67.

27. *Калажоков Х. Х., Увижева Ф. Х.* Оценка качества жизни как задача квалиметрии // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2016. – № 6 (74). – С. 38–44.

28. *Овсянникова О. А.* Статистический анализ факторов, детерминирующих профессиональную компетентность студентов – будущих психологов // Перспективы науки и образования. – 2014. – № 6 (12). – С. 190–195.

29. *Сагалакова О., Труевцов Д., Сагалаков А.* Латентно-структурный анализ в исследовании нарушений когнитивной регуляции аффекта в ситуациях оценивания при антивитальной направленности поведения в подростковом возрасте // Известия Алтайского государственного университета. – 2015. – № 3/1 (87). – С. 81–85.

30. *Айвазян С. А.* Интегральные индикаторы качества жизни населения: их построение и использование в социально-экономическом управлении и межрегиональных сопоставлениях. – М. : ЦЭМИ РАН, 2000. – 117 с.

References

1. Morozova E.A., Mukhacheva A.V. Regional'naya sotsial'no-ekonomicheskaya differentsiatsiya v kontekste ekonomicheskogo krizisa (na primere regionov Sibirskogo federal'nogo okruga) [Regional socio-economic differentiation in the context of the economic crisis (on the example of the regions of the Siberian Federal District)]. *Sibirskaya finansovaya shkola*, 2016, no. 5 (118), pp. 33-40. (in Russian).

2. Ireland G., Collier P. Shared-Use Mining Infrastructure: Why It Matters and How to Achieve It. *Development Political Review*, 2018, Vol. 36, no. 1, pp. 51-68.

3. Akulov A.O., Chelombitko A.N. Teoriya i metodologiya strategicheskoi modernizatsii promyshlennykh regionov [Theory and methodology of strategic modernization of industrial regions]. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Politicheskie, sotsiologicheskie i ekonomicheskie nauki*, 2020, Vol. 5, no. 1 (15), pp. 62-73. (in Russian).

4. Morozova E., Egorova N., Miller O. Social risks in cross-border regions: the case of Siberian federal district, in: *Proceedings of the International Conference on Sustainable Development of Cross-Border Regions: Economic, Social and Security Challenges*, Altai State University publ., 2019, pp. 574-578.

5. Silapapiphat K., Piriyarangsan S. Social Media and New Environmental Movements for Social Sanction in Thailand. *Asian Political Science Review*, 2018, Vol. 2, no. 1.

6. Mukhacheva A.V. Investitsii rabotnikov v zdorov'e kak sposob povysheniya urovnya i kachestva ikh zhizni [Investments of workers in health as a way to improve the level and quality of their life]. *Global'nyi nauchnyi potentsial*, 2010, no. 7, pp. 26-27. (in Russian).

7. Gudmundsdottir D.G. The Impact of Economic Crisis on Happiness. *Social Indicators Research*, 2013, Vol. 110, pp. 1083-1101.

8. Simonova M., Galiullin H. Economic and Mathematic Modeling of Labour Efficiency. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 2015, Vol. 6, no. 6, p. S3.

9. Il'yasov B.G., Zakieva E.Sh. Model' upravleniya kachestvom okruzhayushchei sredy kak komponentom kachestva zhizni [Model of environmental quality management as a component of the quality of life]. *Vestnik Ufimskogo gosudarstvennogo aviatsionnogo tekhnicheskogo universiteta*, 2014, Vol. 18, no. 3 (64), pp. 196-202. (in Russian).

10. Okrepilov V.V. Primenenie superkomp'yuternykh tekhnologii dlya prognozirovaniya parametrov kachestva zhizni naseleniya [The use of supercomputer technologies for predicting the parameters of the quality of life of the population]. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU*, 2015, no. 3 (221), pp. 9-18. (in Russian).

11. Makarov V.L., Bakhtizin E.D., Sushko E.D. Agent-orientirovannaya sotsio-ekologo-ekonomicheskaya model' regiona [Agent-oriented sotsio-ecological-economic model of the region]. *Natsional'nye interesy: prioritety i bezopasnost'*, 2015, no. 3 (288), pp. 2-11. (in Russian).

12. Makarov V.L., Okrepilov V.V. Printsipy monitoringa kachestva zhizni na osnove agent-orientirovannykh modelei [Principles of life quality monitoring based on agent-based models]. *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk*, 2016, Vol. 86, no. 8, pp. 711-718. (in Russian).

13. Stolyarov L.N., Bershadskii A., Novik K., Komartsev A. Stsenarnoe programmirovanie riska: mekhanizm kollektivnogo prinyatiya reshenii i ego primenenie k probleme otsenki urovnya energeticcheskoi bezopasnosti regiona [Scenario programming of risk: the mechanism of collective decision-making and its application to the problem of assessing the level of energy security of the region], in: *Informatsionnye i telekommunikatsionnye tekhnologii v nauke i obrazovanii Vostochnoi Sibiri*, works of all-Russian conference, Irkutsk, ISEM SO RAN publ., 2002, pp. 14-35. (in Russian).

14. Blokhin A.A. Modelirovanie vzaimozavisimosti indikatorov kachestva zhizni s pomoshch'yu kognitivnykh kart [Modeling the interdependence of life quality indicators using cognitive maps], in: *Informatsionnye i matematicheskie tekhnologii v nauke i upravlenii*, works of 19th Baikal conference, Irkutsk, ISEM SO RAN publ., 2014, pp. 11-17. (in Russian).

15. Lavlinskii S.M. *Modeli indikativnogo planirovaniya sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya resursnogo regiona* [*Models of indicative planning of socio-economic development of the resource region*]. Novosibirsk, SO RAN publ., 2008. 247 p. (in Russian).

16. Mukhachev M.Yu., Mukhacheva A.V. Podkhody k matematicheskomu modelirovaniyu kachestva zhizni naseleniya [Approaches to mathematical modeling of the quality of life of the population], in: Spirina M.Yu. (ed.) *Evraziiskie tsifrovye platformy v usloviyakh regional'nogo integratsionnogo protsessa*, scientific articles of 11 Eurasian scientific forum, St. Petersburg, Universitet pri MPA EvrAzES publ., 2019, pp. 104-112. (in Russian).

17. Nasledov A.N. *IBM SPSS Statistics 20 i AMOS: professional'nyi statisticheskii analiz dannykh* [*IBM SPSS Statistics 20 and AMOS: Professional Statistical Data Analysis*]. St. Petersburg, 2013. 416 p. (in Russian).

18. Axelrod R. *The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites*. Princeton University Press, 1976. 395 p.

19. Kline R.B. *Principles and practice of structural equation modeling*, 3nd ed. New York, The Guilford Press, 2011. 432 p.

20. Lehtonen H., Barlund I., Tattari S., Hilden M. Combining dynamic economic analysis and environmental impact modelling: addressing uncertainty and complexity of agricultural development. *Environmental modelling & software*, 2007, no. 22 (5), pp. 710-718.

21. *Model Reduction and Coarse-Graining Approaches for Multiscale Phenomena*, Complexity series. Berlin, Heidelberg, New York, Springer publ., 2006. XII + 562 p.

22. Peierls R. Model-Making in Physics. *Contemporary Physics*, 1980, Vol. 21, iss. 1, pp. 3-17.

23. Mitina O.V. Modelirovanie latentnykh izmenenii s pomoshch'yu strukturnykh uravnenii [Modeling latent changes using structural equations]. *Eksperimental'naya psikhologiya*, 2008, no. 1, pp. 131-148. (in Russian).

24. Ostapenko R.I. Osobennosti modelirovaniya latentnykh izmenenii s pomoshch'yu AMOS SPSS [Features of modeling latent changes using AMOS SPSS]. *Perspektivy nauki i obrazovaniya*, 2014, no. 1, pp. 89-95. (in Russian).

25. Ismikhanov Z.N., Magomedbekov G.U. Modeli prognozirovaniya osnovnykh sotsial'no-ekonomicheskikh pokazatelei razvitiya regiona [Forecasting models of the main socio-economic indicators of regional development]. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2016, no. 10-2, pp. 392-397. (in Russian).

26. Ostapenko R.I. Statisticheskii analiz faktorov, determiniruyushchikh professional'nuyu kompetentnost' studentov-psikhologov [The Statistical Factor Analysis Determined the Professional Competence of Students-Psychologists]. *Voprosy filosofii i psikhologii*, 2014, Vol. 2, no. 2, pp. 60-67. (in Russian).

27. Kalazhokov Kh.Kh., Uvizheva F.Kh. Otsenka kachestva zhizni kak zadacha kvalimetrii [Assessment of the quality of life as a task of qualimetry]. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2016, no. 6 (74), pp. 38-44. (in Russian).

28. Ovsyannikova O.A. Statisticheskii analiz faktorov, determiniruyushchikh professional'nuyu kompetentnost' studentov – budushchikh psikhologov [Statistical analysis of the factors that determine the professional competence of students – future psychologists]. *Perspektivy nauki i obrazovaniya*, 2014, no. 6 (12), pp. 190-195. (in Russian).

29. Sagalakova O., Truevtsov D., Sagalakov A. Latentno-strukturnyi analiz v issledovanii narushenii kognitivnoi regulyatsii affekta v situatsiyakh otsenivaniya pri antivital'noi napravlennosti povedeniya v podrostkovom vozraste [Latent-structural analysis in the study of disorders of cognitive regulation of affect in situations of assessment with antivital orientation of behavior in adolescence]. *Izvestiya Altaiskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2015, no. 3/1 (87), pp. 81-85. (in Russian).

30. Aivazyan S.A. *Integral'nye indikatory kachestva zhizni naseleniya: ikh postroenie i ispol'zovanie v sotsial'no-ekonomicheskom upravlenii i mezhregional'nykh sopostavleniyakh* [*Integral indicators of the quality of life of the population: their construction and use in socio-economic management and interregional comparisons*]. Moscow, TsEMI RAN publ., 2000. 117 p. (in Russian).

Сведения об авторах

Мухачёва Анна Валентиновна – канд. экон. наук, доцент кафедры менеджмента им. И.П. Поварича Института экономики и менеджмента
Адрес для корреспонденции: 650056, Россия, Кемерово, бул. Строителей, 47/7
E-mail: oblakkko@mail.ru
ORCID: 0000-0002-3720-4969
Scopus AuthorID: 57194598311
ResearcherID: L-6880-2016
РИНЦ AuthorID: 680524

Акулов Анатолий Олегович – канд. экон. наук, доцент кафедры менеджмента им. И.П. Поварича Института экономики и менеджмента
Адрес для корреспонденции: 650056, Россия, Кемерово, бул. Строителей, 47/7
E-mail: akuanatolii@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-2301-7943
Scopus AuthorID: 57193265371
РИНЦ AuthorID: 614574

About the authors

Anna V. Mukhacheva – PhD in Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Management named after I.P. Povarich of the Institute of Economics and Management
Postal address: 47/7, Stroitelei bul., Kemerovo, 650056, Russia
E-mail: oblakkko@mail.ru
ORCID: 0000-0002-3720-4969
Scopus AuthorID: 57194598311
ResearcherID: L-6880-2016
RSCI AuthorID: 680524

Anatoly O. Akulov – PhD in Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Management named after I.P. Povarich of the Institute of Economics and Management
Postal address: 47/7, Stroitelei bul., Kemerovo, 650056, Russia
E-mail: akuanatolii@yandex.ru
ORCID: 0000-0002-2301-7943
Scopus AuthorID: 57193265371
RSCI AuthorID: 614574

Вклад авторов

Мухачёва А.В. – формирование содержательной основы статьи, выбор и обоснование методики, проведение эмпирического анализа
Акулов А.О. – участие в формировании теоретического обзора источников, подготовка метаданных, перевод на английский язык

Authors' contributions

Mukhacheva A.V. – the formation of the substantive basis of the article, the choice and justification of the methodology, the empirical analysis
Akulov A.O. – participation in the formation of a theoretical review of sources, preparation of metadata, translation into English

Для цитирования

Мухачёва А. В., Акулов А. О. Возможности структурного моделирования качества жизни населения региона и его экономической детерминации // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». – 2021. – Т. 19, № 1. – С. 90–107. – DOI: 10.24147/1812-3988.2021.19(1).90-107.

For citations

Mukhacheva A.V., Akulov A.O. Possibilities of structural modeling of the life quality of the region population and its economic determination. *Herald of Omsk University. Series "Economics"*, 2021, Vol. 19, no. 1, pp. 90-107. DOI: 10.24147/1812-3988.2021.19(1).90-107. (in Russian).