ECONOSCITECH INTEGRATION

ISSUE 10

INTERNATIONAL SCIENTIFIC ELECTRONIC JOURNAL

TASHKENT STATE UNIVERSITY OF ECONOMICS

American University of Technology
Powered by Arizona State University®

ISSN: 3060-5075



Acceptance of articles
PUBLISHED MONTHLY

ARTICLE CONTRIBUTORS
PROFESSORS, SCHOLARS, SPECIALISTS, AND RESEARCHERS



Google scholar

OpenAIRE

ISSN INTERNATIONAL STANDARD SERIAL NUMBER DENMARK

CONTACT: +998 94 3540880 https://econoscitech-integration-journal.uz

2026



EDITOR-IN-CHIEF:
Zufarova Nozima Gulamiddinovna
DSc., Dean of Tourism Faculty, TSUE

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:
Makhmudov Nosir Makhmudovich
DSc., Prof., Academican

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:
Suyunov Dilmurod Xolmurodovich
Doctor of Economics (DSc), Professor,

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:
Allayarov Shamsiddin Amanullayevich
doctor of economics (DSC), professor

RESPONSIBLE SECRETARY:
Otaboyev Axmed Maxsudbek o‘g‘li
TSUE independent researcher

THE SCIENTIFIC-POPULAR ELECTRONIC JOURNAL **"ECONOSCITECH-INTEGRATION"** HAS BEEN REGISTERED UNDER THE NUMBER C-5669651 BY THE AGENCY FOR INFORMATION AND MASS COMMUNICATIONS (AOKA) OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN, EFFECTIVE FROM OCTOBER 9, 2024.

In accordance with Resolution No. 384/6 dated April 10, 2026, issued by the Presidium of the Supreme Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan, this journal is included in the list of recommended international scientific publications for publishing the primary research findings of doctoral dissertations in the field of Economic Sciences.

Partners: Tashkent State University of Economics / American University of Technology in Tashkent (AUT)

Electronic publication. Issue 10. 500 pages.
Approved for publication in October 2026.

Editorial Board Members:



Sharipov Kongratbay Avezimbetovich,
Doctor of Technical Sciences (DSc), Professor



Teshabayev To‘lqin Zakirovich,
Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor



Said Irandoust,
Doctor of Chemical Engineering Sciences, Professor



Abdurakhmanova Gulnora Kalandarovna,
Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor



Khudoykulov Sadirdin Karimovich,
Doctor of Economics, (DSc), Professor



Tokunaga Masahiro,
professor, PhD of Economics of the Faculty of Business and Commerce



Debasis Das,
professor Department of Computer Science



Nitin Goje,
professor and Program Lead - Computer Science



Nargizakhon Shamshieva
Doctor of Economic Sciences, Professor



Rakhmonov Norim Razzakovich,
Doctor of Economic Sciences (DSc), Professor

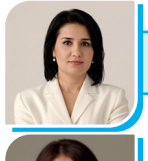
Bayxonov Bahodirjon Tursunbayevich
Doctor of Science (DSc), Professor



Shomurodov Ravshan Tursunkulovich,
PhD, Associate Professor



Boymuratov Abduraxmat Djumayevich
Doctor of Philosophy (PhD) in Economics



Sharopova Nafosat Radjabovna
DSc, Associate Professor



Sultanova Kamila Mukhtorali Kizi
Master of Science

CONTENTS

DEVELOPMENT OF AN IMPROVED METHODOLOGY FOR ASSESSING THE PERFORMANCE OF SMALL BUSINESS ENTITIES 28
Mavrulov Ravshan Nematjonovich

METHODOLOGICAL ASPECTS OF ASSESSING AND ANALYSING AGGLOMERATION DEVELOPMENT 33
Shokhrukh Mardonov
Nigora Makhmasobirova
Sevara Kulsakhatova

IMPROVING INTERNAL STANDARDS AND AUDIT QUALITY MANAGEMENT MECHANISMS AT PF MAC ALLIANCE AUDIT ORGANISATION: A PILOT CASE STUDY 39
Bobonarova Kamola

ASSESSING THE LEVEL OF DIGITAL DEVELOPMENT AND DEVELOPING AN ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED MECHANISM FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF INDUSTRIAL ENTERPRISES 46
Rashidov Hasan Shirinboyevich

REASSESSING CORPORATE FINANCIAL STABILITY IN THE CONTEXT OF SUSTAINABLE ECONOMIC GROWTH: A COMPARATIVE EVALUATION OF ASSESSMENT METHODS AND THEIR APPLICABILITY TO TELECOMMUNICATIONS COMPANIES 52
Odilov Dilshod Qudratilla o‘g‘li

MONETARY POLICY TRANSMISSION, EXCHANGE RATE VOLATILITY, AND LABOUR MARKET RESILIENCE: EMPIRICAL EVIDENCE FROM UZBEKISTAN 59
Sayipov Begzod Rahimovich

A PROCEDURAL METHOD FOR GENERATING PBR TEXTURE MAPS FROM HISTORICAL GEOMETRIC PATTERNS 66
Beknazarova Saida Safibullayevna
Yunusova Dilnoza Alimjan qizi

HISTORICAL EVOLUTION OF TAX POLICY REFORMS IN THE CONTEXT OF WTO ACCESSION: THE EXPERIENCES OF KYRGYZSTAN, KAZAKHSTAN, AND TAJIKISTAN 72
Saitkulov Sukhrob Shavkatovich

THE ECONOMIC MECHANISM OF STATE REGULATION OF THE RAILWAY TRANSPORT SYSTEM IN UZBEKISTAN 79
Mekhrangiz M. Khudayarova

PUBLIC TRUST AND EXECUTIVE ACCOUNTABILITY: PRIORITIES FOR PARTICIPATORY BUDGETING AT A NEW STAGE OF DEVELOPMENT 85
Saparov Ilyos Khudaymuratovich

INTEGRATING ISO 50001 AND KAIZEN APPROACHES INTO STRATEGIC ENERGY RESOURCE MANAGEMENT 89
Najmiddinov Yahyo Fazliddin ugli

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФИНАНСОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ (НА ПРИМЕРЕ АО «УЗБЕКУГОЛЬ») 96
Жуманов Азизбек Исакбой угли

STRENGTHENING FINANCIAL CONTROL OVER THE USE OF STATE BUDGET FUNDS 104
Gofurov Bekzod Fayzulla Ugli

METHODS FOR ATTRACTING EXTERNAL INVESTMENT RESOURCES TO THE AGRICULTURAL SECTOR: RISK PREMIUMS AND GUARANTEE INSTRUMENTS 109
Amirov Lochinbek Fayzullayevich

CONTENTS

THE ROLE OF FESTIVALS IN ATTRACTING TOURISTS TO UZBEKISTAN: THE CASE OF SAMARKAND 116
Rukhshona Rakhmatova Rashidovna

ECONOMIC-GEOGRAPHICAL SIGNIFICANCE OF CITIES AND URBAN AGGLOMERATIONS IN REGIONAL DEVELOPMENT 121
Maxammadjonova Moxlaroy Zokirjon Qizi

ASSESSING THE SCALE OF THE SHADOW ECONOMY IN THE REPUBLIC OF KARAKALPAKSTAN AND IMPROVING MECHANISMS FOR ITS REDUCTION 126
Atadjanov Kadambay Sapayevich

ECONOMETRIC MODELLING OF THE RELATIONSHIP BETWEEN ELECTRICITY CONSUMPTION AND INDUSTRIAL OUTPUT DYNAMICS AT THE REGIONAL LEVEL 133
Khodjaeva Feruza Komilovna

FINANCIAL MECHANISMS FOR CREATIVE SECTOR DEVELOPMENT IN EMERGING ECONOMIES: EVIDENCE AND POLICY IMPLICATIONS FOR UZBEKISTAN 142
Kamila Rustamovna Ermanova

STRATEGIC DIRECTIONS AND IMPLEMENTATION MECHANISMS FOR SUSTAINABLY ENHANCING POPULATION WELL-BEING IN UZBEKISTAN 147
Norqobilov Nusratilla Norsaitovich

METHODOLOGICAL APPROACHES TO ASSESSING AND MANAGING THE EFFICIENT UTILISATION OF PRODUCTION RESOURCES IN THE TEXTILE INDUSTRY 152
Yusupova Orzugul

MODERN MODELS OF INNOVATION-DRIVEN TOURISM DEVELOPMENT: A HYBRID FRAMEWORK FOR UZBEKISTAN 159
Umirova Dilnoza Safarovna

IMPLEMENTATION OF IFRS 9 IN COMMERCIAL BANKS OF UZBEKISTAN: CURRENT PRACTICES AND DEVELOPMENT PRIORITIES 170
Aminov Shovkat Uktam Ugli

METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF THE RECOGNITION AND MEASUREMENT OF ACCOUNTING ELEMENTS IN PRIVATE HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS 178
Saidova Kamolat Farhodovna

ECONOMIC SHOCKS: THEIR NATURE AND THE IMPORTANCE OF INCORPORATING THEM INTO ECONOMIC GROWTH ANALYSIS 183
Rasulov Jamshid Shokir ugli

APPROACHES TO ENSURING SUSTAINABLE DEVELOPMENT THROUGH IMPROVEMENTS IN HUMAN CAPITAL QUALITY 189
Shermuhammedova Madina Mirshod qizi

THE USE OF KEY PERFORMANCE INDICATORS (KPIS) IN ENTERPRISE COMPETITIVENESS MANAGEMENT 198
Umarova Nilufar Abdukakhor kizi

LOAN-LOSS RESERVES, BANK EARNINGS, AND STATE SUPPORT IN UZBEKISTAN'S STATE-OWNED BANKS: EVIDENCE FROM THREE BUSINESS MODELS 203
Wu Wei

REGIONAL DIMENSIONS OF HIGHER EDUCATION–INDUSTRY INTEGRATION IN UZBEKISTAN'S INNOVATION DEVELOPMENT 213
Navruzova Gulrukh Uktamovna

IMPROVING MECHANISMS FOR COORDINATING CASH FLOWS FROM OPERATING, INVESTING, AND FINANCING ACTIVITIES IN COMMERCIAL BANKS 218
Nabiyev Farrux Safarovich

AUTOMATION AND OPTIMISATION OF SERVICE PROCESSES IN COMMERCIAL BANKS 223
Valiev Doniyor Bakhtiyor ugli

WAYS TO ENSURE SUSTAINABLE DEVELOPMENT THROUGH IMPROVING THE QUALITY OF HUMAN CAPITAL 229
Shermuhammedova Madina Mirshod qizi

CONCEPTUAL DIRECTIONS FOR IMPROVING EFFICIENCY IN RETAIL SERVICE ENTERPRISES 234
Abduganiyev Oybek Akmaljon ugli

TARGETING STATE SUPPORT FOR GREENHOUSE FARMS BY FINANCIAL STATUS CATEGORY: A MODEL FOR UZBEKISTAN 240
Otavullayev Suxrob

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕЖБЮДЖЕТНЫХ ТРАНСФЕРТОВ НА ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕГИОНАЛЬНОГО НЕРАВЕНСТВА И СОЦИАЛЬНЫХ УСЛУГ 250
Махмудов Сарвар Толибжонович
Хакимов Феруз Хуршид угли

ЭКСПЕРТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ИНДЕКСА ЦИФРОВИЗАЦИИ МАЛОГО БИЗНЕСА МЕТОДОМ АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ: ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ 270
Аскарова Севара Бахтиёровна

CONTENTS

INTERNATIONAL SCIENTIFIC ELECTRONIC JOURNAL

ЭКСПЕРТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ИНДЕКСА ЦИФРОВИЗАЦИИ МАЛОГО БИЗНЕСА МЕТОДОМ АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ: ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Аскарова Севара Бахтиёровна
соискатель учёной степени доктора философии (PhD),
Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»
E-mail: asksevara@gmail.com
ORCID: 0009-0001-8507-9023

Аннотация. В статье исследуется структура весовых коэффициентов авторского интегрального индекса цифровизации малого бизнеса (ИИЦМБ), включающего 12 критериев, объединённых в три блока. Цель исследования заключается в оценке согласованности экспертных суждений и чувствительности полученных весовых коэффициентов в рамках пилотного методологического исследования.

Для определения весовых коэффициентов применён метод анализа иерархий (МАИ) на основе оценок 10 экспертов. В общей сложности проведено 210 парных сравнений, на основе которых сформированы 40 индивидуальных матриц, агрегированных методом объединения индивидуальных суждений (Aggregation of Individual Judgments, AIJ) в четыре групповые матрицы.

Все индивидуальные матрицы соответствуют установленным пороговым значениям коэффициента согласованности Саати (максимальное значение CR = 0,069). Полученные весовые коэффициенты трёх блоков составляют соответственно 0,247, 0,411 и 0,342.

Эффективное число критериев составляет 11,11, а расстояние между полученным распределением весов и равновесным распределением (D ≈ 0,1245) ограничивает максимальное изменение значения интегрального индекса величиной 0,125.

Анализ чувствительности показывает, что изменение весового коэффициента блока на ±0,05 приводит к изменению значения индекса не более чем на 0,05. При этом коэффициенты ранговой корреляции находятся в диапазоне 0,916–0,979. Критерий с наибольшим весом сохраняет лидирующую позицию при последовательном исключении отдельных экспертов, однако его положение оказывается чувствительным к изменениям весовых коэффициентов блоков.

Высокая степень согласованности экспертных оценок интерпретируется с учётом фиксированного порядка предъявления критериев и ограниченного использования диапазона оценочной шкалы.

Ключевые слова: цифровизация малого бизнеса, интегральный индекс, метод анализа иерархий, экспертные оценки, анализ чувствительности, Узбекистан.

Abstract. This pilot methodological study examines the weighting structure of an original composite index of small business digitalization, comprising 12 criteria organised into three thematic blocks. The primary objective is to assess the consistency of expert judgments and the sensitivity of the resulting weights.

The Analytic Hierarchy Process (AHP) is applied to judgments provided by 10 experts. A total of 210 pairwise comparisons are used to construct 40 individual comparison matrices, which are subsequently aggregated into four group matrices using the Aggregation of Individual Judgments (AIJ) approach.

All individual matrices satisfy Saaty's established consistency thresholds, with a maximum consistency ratio (CR) of 0.069. The estimated weights of the three blocks are 0.247, 0.411, and 0.342, respectively.

The effective number of criteria is 11.11, while the distance from the equal-weight distribution (D ≈ 0.1245) places an upper bound of 0.125 on the change in the composite index.

Sensitivity analysis indicates that adjusting a block weight by ±0.05 changes the index value by no more than 0.05, with rank correlation coefficients ranging from 0.916 to 0.979. The highest-weighted criterion retains its leading position under leave-one-expert-out analysis but is sensitive to changes in block-level weights.

The high degree of agreement among experts is interpreted with due consideration of the fixed order in which the criteria were presented and the limited range of the rating scale used by the experts.

Keywords: small business digitalization, composite index, Analytic Hierarchy Process, expert judgments, sensitivity analysis, Uzbekistan.

ВВЕДЕНИЕ

Цифровая трансформация малого бизнеса представляет собой многомерный процесс, зависящий от цифровой инфраструктуры, использования технологий в операционной деятельности и экономических результатов [12]. Реализация Стратегии «Цифровой Узбекистан — 2030» [1] требует измеримых индикаторов цифровой зрелости. Стандартным инструментом агрегирования показателей служат составные индексы [13], а одним из наиболее дискуссионных этапов их построения является выбор весов, определяющих, в каких пропорциях высокое значение одного показателя компенсирует низкое значение другого [8].

При отсутствии достаточных статистических оснований для взвешивания веса определяются экспертным путём, чаще всего с использованием метода анализа иерархий (МАИ) Т. Саати [17, 20] с последующей проверкой согласованности суждений [18]. Однако в научных публикациях обычно приводится лишь отношение согласованности (CR). Реже рассматриваются степень согласия между экспертами, особенности использования оценочной шкалы и влияние полученных весов на значение индекса по сравнению с равными весами. Между тем результаты зависят от процедуры экспертного опроса [15], а ранжирование на основе составных индексов чувствительно к методологическим решениям, принимаемым при их построении [14, 16].

Предметом исследования является весовая структура интегрального индекса цифровизации малого бизнеса (ИИЦМБ), разработанного автором в рамках диссертационного исследования. Значения индекса для отдельных объектов в настоящей работе не рассчитываются, поэтому его практическая валидность на данном этапе не устанавливается. Цель исследования — определить экспертные веса методом МАИ и оценить пределы их интерпретации: проверить согласованность суждений и степень согласия экспертов, установить отличие полученных весов от равных и границу изменения значения индекса, а также оценить чувствительность рангов к изменениям весов блоков и исключению отдельных экспертов. Научный вклад исследования заключается в комплексном анализе согласованности экспертных суждений, использования оценочной шкалы и чувствительности весов в рамках единой экспертной модели. Граница изменения аддитивного индекса определяется на основе расстояния полной вариации.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ

Методы определения весов составных индексов подразделяются на статистические, основанные на структуре данных, и нормативные, при которых веса отражают экспертные суждения [8, 13]. Результаты применения нормативных методов зависят от состава экспертной группы и процедуры опроса [15]. Номинальный вес в аддитивной модели не следует отождествлять с «важностью» показателя: при наличии корреляции между показателями их фактическое влияние на индекс может отличаться от установленных весов [4]. Поэтому использование экспертных весов сопровождается проверками надёжности и устойчивости результатов [13, 16].

В методе анализа иерархий эксперт осуществляет попарное сравнение элементов иерархии по шкале Саати от 1 до 9. Приоритеты определяются на основе главного правого собственного вектора матрицы, а согласованность суждений оценивается с помощью индекса согласованности (CI) и отношения согласованности (CR) [17, 20]. Групповые оценки формируются посредством агрегирования индивидуальных суждений (Aggregation of Individual Judgments, AIJ) или индивидуальных приоритетов (Aggregation of Individual Priorities, AIP) [7]. При этом применение геометрического среднего в методе AIJ обеспечивает сохранение свойства обратной симметричности матриц [2].

Современные инструменты измерения цифровизации различаются по предмету оценки. Инструмент Digital Maturity Assessment Объединённого исследовательского центра Европейской комиссии (JRC) оценивает цифровую зрелость малых и средних предприятий (МСП) по шести измерениям [5], тогда как Digital Intensity Index Евростата характеризует использование 12 цифровых технологий [6]. В многокритериальных моделях также применяются комбинированный подход AHP-DEMATEL [11] и адаптивный AHP [10].

ИИЦМБ охватывает более широкий круг характеристик и, в отличие от подходов [10, 11], ориентированных на оценку отдельного предприятия, представляет собой фиксированную систему критериев регионального уровня. Следовательно, его весовые коэффициенты отражают нормативную структуру конкретной модели и не могут рассматриваться как универсальные веса цифровой зрелости МСП.

INTERNATIONAL SCIENTIFIC ELECTRONIC JOURNAL

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

ИИЦМБ - аддитивный индекс из 12 критериев в трёх блоках: блок I - инфраструктурная среда цифровой трансформации (К1–К4), блок II - операционная цифровизация (К5–К8), блок III - результативность цифровой трансформации (К9–К12). Нормированные значения критериев x_k лежат в диапазоне [0; 1], а общий индекс определяется выражением

$$I = \sum_{j=1}^{3} \alpha_j \sum_{k \in B_j} w_k x_k = \sum_{k=1}^{12} g_k x_k, g_k = \alpha_{j(k)} w_k, \quad (1)$$

где *αj* — вес блока, *wk* — локальный вес критерия, gk - глобальный вес; веса неотрицательны и нормированы до суммы 1 на своём уровне. К9–К11 отражают экономические результаты, зависящие и от иных факторов, а К12 «Налоговые льготы» относится к институциональным условиям; состав критериев сохранён для анализа уже полученных суждений. Поэтому ИИЦМБ рассматривается как интегральная модель условий, практик и результатов цифровой трансформации, а не как чистая мера интенсивности использования технологий; его применение требует определения показателей, источников данных и правил нормирования, а перенос региональных весов на предприятия или национальный уровень - гипотеза, требующая проверки.

В опросе участвовали 10 экспертов со стажем 10–40 лет (медиана - 25 лет): два представителя государственного управления, два - банковского сектора и центрального банкинга, один - микрофинансирования, два - предпринимательства и три - академической среды. Критерии отбора: деятельность, связанная с малым бизнесом, его финансированием, регулированием или цифровизацией; стаж не менее 10 лет; руководящая или профильная экспертная должность.

Опрос проведён 20–30 мая 2026 г. в форме очных индивидуальных интервью без знакомства экспертов с ответами друг друга. Для каждой пары элементов эксперт называл более значимый для ИИЦМБ элемент и интенсивность предпочтения по шкале Саати от 1 до 9; ответы фиксировались в электронной анкете, элемент матрицы вычислялся автоматически. Каждый эксперт выполнил 21 парное сравнение (3 между блоками и по 6 внутри блоков): всего 210 сравнений и 40 матриц. Критерии внутри блока предъявлялись в порядке предполагаемой значимости, установленном автором по литературе и логике модели; эксперты могли подтвердить или изменить этот порядок.

Согласованность каждой индивидуальной и групповой матрицы оценивалась индексом CI и отношением CR:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1}, CR = \frac{CI}{RI}, \quad (2)$$

где λ_{max} - главное собственное число матрицы, n - её порядок, RI - случайный индекс (0,58 при n = 3 и 0,90 при n = 4). Кроме общего порога CR < 0,10 проверены более строгие пороги Саати для матриц малого порядка: 0,05 при n = 3 и 0,08 при n = 4 [3, 20]. Индивидуальные суждения агрегированы методом AIJ как поэлементное геометрическое среднее матриц десяти экспертов.

Локальные веса получены как нормированный главный правый собственный вектор групповой матрицы, глобальные - как произведение локального и блочного весов; расчёт выполнен в Python (NumPy, двойная точность) по неокруглённым весам.

Чтобы оценить, чем весовая структура отличается от равных весов 1/12, рассчитаны отношение наибольшего веса к наименьшему, эффективное число критериев N_{eff} и расстояние полной вариации D (половина суммы модулей отклонений весов от равных):

$$N_{eff} = \frac{1}{\sum_{k=1}^{12} g_k^2}, D = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^{12} |g_k - 1/12| \quad (3)$$

Поскольку разности dk = gk − 1/12 суммируются в ноль, сумма положительных разностей равна сумме модулей отрицательных и составляет D; при xk ∈ [0; 1] максимальная разность линейных индексов достигается при единицах на положительных dk и нулях на отрицательных, и её модуль не превышает D. Веса блоков αj поочерёдно смещались на ±0,05 с пропорциональной перенормировкой двух остальных ($\alpha'_j = \alpha_j + \delta$, $\alpha'_i = \alpha_i(1 - \alpha'_j)/(1 - \alpha_j)$, $i \neq j$); это прозрачный сценарий чувствительности, а не статистическая оценка неопределённости весов. В каждом из шести сценариев пересчитаны глобальные веса, ранги, корреляция Спирмена с базовым ранжированием [19], число изменившихся рангов и максимальное смещение; порог смены лидера найден при сохранении отношения весов двух остальных блоков.

INTERNATIONAL SCIENTIFIC ELECTRONIC JOURNAL

Дополнительно каждый из десяти экспертов поочерёдно исключён с повторным агрегированием всех четырёх матриц; при связанных рангах использованы средние ранги.

АНАЛИЗ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Все 40 индивидуальных матриц удовлетворяют требованиям согласованности: максимальное значение CR составило 0,069 при общем пороговом значении 0,10. Кроме того, все матрицы соответствуют более строгим порогам Саати (0,05 при (n = 3) и 0,08 при (n = 4)). Максимальные значения CR для индивидуальных матриц составили 0,046 для матрицы блоков и 0,045, 0,069 и 0,044 для блоков I–III соответственно. Таким образом, исключение или корректировка отдельных матриц не потребовались. Групповые матрицы также продемонстрировали согласованность: значения CR находились в диапазоне от 0,013 до 0,030, причём для матрицы блоков CR составило 0,030.

Из 210 парных сравнений 140 (66,7%) соответствовали равной значимости элементов, 67 (31,9%) характеризовались интенсивностью предпочтения 2 и три (1,4%) - интенсивностью 3. Оценки выше 3 не использовались. Таким образом, эксперты применяли относительно узкий диапазон оценочной шкалы, что необходимо учитывать при интерпретации низких значений CR и особенностей процедуры опроса.

Коэффициент конкордации Кендалла характеризуется высокими значениями во всех четырёх матрицах: (W = 0,958) для блоков и (W = 0,860), (0,990) и (0,991) для блоков I–III соответственно. Статистическая значимость установлена на уровне ($p < 0,001$) с использованием (chi2)-приближения, которое при малом числе сравниваемых элементов ((n = 3–4)) имеет вспомогательный характер.

Групповая матрица сравнения блоков содержит следующие элементы: (a12 = 0,50), (a13 = 0,87) и (a23 = 1,00). Указанные значения округлены до двух знаков после запятой, тогда как расчёты проводились с использованием неокруглённых данных. Для данной матрицы получены следующие показатели: (lambdamax = 3,034), (CI = 0,017) и (CR = 0,030).

Наибольший вес получил блок II «Операционная цифровизация» (0,411), за ним следуют блок III «Результативность цифровой трансформации» (0,342) и блок I «Инфраструктурная среда цифровой трансформации» (0,247). При попарном сравнении блоков I и II все десять экспертов выразили одинаковое суждение, оценив блок II как вдвое более значимый.

Локальные и глобальные веса критериев представлены в таблице 1. Наибольший глобальный вес имеет критерий К5 «Безналичные платежи» (0,122), за ним следуют К9 «Прирост производительности труда» (0,117) и К7 «Выручка через цифровые каналы» (0,102). Наименьший глобальный вес присвоен критерию К4 «Локализованное программное обеспечение» (0,048). Внутри блоков I и III весовые коэффициенты уменьшаются в порядке предъявления критериев (Таблица 1).

Таблица 1
Веса критериев ИИЦМБ

Критерий	Блок	Локальный вес	Глобальный вес	Ранг
К1 Доступность интернет-инфраструктуры	I	0,290	0,072	8
К2 Качество интернет-доступа	I	0,272	0,067	9
К3 Распространённость смартфонов	I	0,243	0,060	10
К4 Локализованное ПО	I	0,195	0,048	12
К5 Безналичные платежи	II	0,297	0,122	1
К6 Онлайн-присутствие	II	0,246	0,101	4
К7 Выручка через цифровые каналы	II	0,248	0,102	3
К8 Цифровой документооборот	II	0,209	0,086	6
К9 Прирост производительности труда	III	0,343	0,117	2
К10 Расширение географии сбыта	III	0,281	0,096	5
К11 Снижение операционных издержек	III	0,221	0,075	7
К12 Налоговые льготы	III	0,155	0,053	11

Источник: расчёты автора. Глобальный вес равен произведению локального и блочного весов; сумма округлённых глобальных весов равна 0,999.

INTERNATIONAL SCIENTIFIC ELECTRONIC JOURNAL

INTERNATIONAL SCIENTIFIC ELECTRONIC JOURNAL

Отношение наибольшего глобального веса к наименьшему составляет 2,53 при равном весе каждого критерия 1/12 ≈ 0,0833. Эффективное число критериев составляет 11,11 из 12, что свидетельствует об умеренной дифференциации весовых коэффициентов. На пять критериев с наибольшими весами (К5, К9, К7, К6, К10) приходится 53,8% общей суммы весов против 41,7% при равномерном распределении, тогда как доля пяти критериев с наименьшими весами составляет 30,0%.

На основе неокруглённых нормированных весов получено значение расстояния полной вариации D = 0,124466. Следовательно, при переходе от равномерного распределения весов к весам, определённым методом анализа иерархий (МАИ), абсолютное изменение значения индекса не превышает указанной величины для любого профиля нормированных критериев $x_k \in [0; 1]$. При округлении до трёх знаков безопасная верхняя граница составляет 0,125. Данная величина представляет собой априорную максимальную границу изменения индекса, тогда как фактическое изменение для конкретного объекта может быть существенно меньше.

При использовании условных пороговых значений 0,25, 0,50 и 0,75, которые не прошли самостоятельную валидацию в качестве шкалы цифровой зрелости, принадлежность объекта к определённому классу гарантированно сохраняется при расстоянии значения индекса до ближайшего порога более D. Указанная величина составляет приблизительно половину ширины интервала между соседними порогами. Следовательно, влияние выбора весовых коэффициентов на результаты классификации необходимо учитывать при интерпретации значений индекса.

Результаты шести сценариев изменения весовых коэффициентов блоков представлены в таблице 2. Изменение веса одного блока на ±0,05 сопровождается перераспределением суммарного веса величиной 0,05 между блоками. Поэтому для любых нормированных значений критериев $x_k \in [0; 1]$ абсолютное изменение интегрального индекса не превышает 0,05, что соответствует одной пятой ширины интервала уровня цифровой зрелости (Таблица 2).

Таблица 2

Ранги ключевых критериев при смещении весов блоков на ±0,05

Критерий	База	I +0,05	I −0,05	II +0,05	II −0,05	III +0,05	III −0,05
К4	12	11	12	12	12	12	11
К5	1	1	1	1	2	2	1
К9	2	2	2	4	1	1	4
Вес блока I	0,247	0,297	0,197	0,226	0,268	0,228	0,266
Вес блока II	0,411	0,384	0,438	0,461	0,361	0,380	0,442
Вес блока III	0,342	0,319	0,364	0,313	0,371	0,392	0,292
ρ Спирмена	—	0,916	0,979	0,972	0,951	0,958	0,923
Сменили ранг	—	7	3	5	8	9	11
Макс. сдвиг	—	3	2	2	2	2	3

Жирным выделены ранги, изменившиеся относительно базового сценария; «Сменили ранг» — число критериев с изменившимся рангом, «Макс. сдвиг» — наибольшее смещение в позициях.

При изменении весовых коэффициентов блоков коэффициенты ранговой корреляции Спирмена составляют 0,916–0,979, а максимальное смещение ранга достигает трёх позиций. В каждом сценарии не менее 10 из 12 критериев сохраняют принадлежность к соответствующей группе из четырёх ранговых позиций. Критерий К5 остаётся среди двух лидирующих, а К4 - среди трёх критериев с наименьшими рангами. Вместе с тем близкие значения весовых коэффициентов не обеспечивают устойчивости точного порядка ранжирования: локальные веса критериев К6 и К7 составляют 0,246330 и 0,247531 соответственно, а критерий К9 занимает первое место вместо К5 при снижении веса блока II с 0,411057 до 0,401727 (приблизительно на 0,0093).

При последовательном исключении отдельных экспертов коэффициенты ранговой корреляции с базовым ранжированием составляют 0,998–1,000. Критерий К5 сохраняет первое место во всех десяти случаях, а при исключении одного из участников веса критериев К6 и К7 становятся равными. Максимальное расстояние полной вариации между исходными и пересчитанными глобальными

весами составляет 0,006337 (консервативная верхняя граница изменения значения индекса - 0,00634). Полученные результаты свидетельствуют об ограниченном влиянии исключения одного эксперта на весовую структуру, однако не подтверждают возможность их непосредственного переноса на другую экспертную группу.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Методом анализа иерархий (МАИ) получены групповые веса трёх блоков ИИЦМБ: 0,247 : 0,411 : 0,342. Все 40 индивидуальных и четыре групповые матрицы соответствуют пороговым значениям согласованности Саати. Максимальный и минимальный глобальные веса составляют приблизительно 0,122 для критерия К5 и 0,048 для критерия К4 соответственно.

2. Эффективное число критериев составляет 11,11 из 12. Расстояние от равных весов D = 0,124466 ограничивает максимальное изменение значения индекса (при округлении до трёх знаков - 0,125), а сохранение класса гарантируется только при удалённости значения индекса от порогового значения более чем на D. Изменение веса блока на ±0,05 приводит к изменению значения индекса не более чем на 0,05; коэффициенты ранговой корреляции находятся в диапазоне 0,916–0,979. Критерий К5 утрачивает лидирующую позицию при снижении веса блока II приблизительно до 0,4017. Следовательно, близкие ранговые позиции не следует рассматривать как устойчивые приоритеты.

3. Последовательное исключение каждого эксперта сохраняет лидирующую позицию критерия К5 во всех десяти случаях (коэффициенты ранговой корреляции - 0,998–1,000). Дальнейшее применение ИИЦМБ требует определения и нормирования показателей, проведения повторного экспертного опроса с рандомизацией порядка предъявления критериев и расчёта индекса на основе региональных данных. До выполнения указанных процедур полученные веса рассматриваются как пилотная нормативная схема.

При подготовке рукописи ChatGPT использовался в качестве вспомогательного инструмента для перекрёстной проверки отдельных вычислений. Окончательные расчёты воспроизведены автором в Python с использованием библиотеки NumPy на основе исходных матриц экспертных сравнений. Интерпретация результатов и выводы принадлежат автору.

Обезличенные матрицы парных сравнений 10 экспертов (файл AHP_integer_Saaty.xlsx) и расчётные таблицы хранятся у автора и могут быть предоставлены по обоснованному запросу. Персональные данные не публикуются. Конфликт интересов отсутствует.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 05.10.2020-yildagi “Raqamli O‘zbekiston - 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risidagi PF-6079-sonli Farmoni, https://lex.uz/ru/docs/-5030957
2. Aczél J. Procedures for synthesizing ratio judgements / J. Aczél, T. L. Saaty // Journal of Mathematical Psychology. – 1983. – Vol. 27, № 1. – P. 93–102. – DOI: https://doi.org/10.1016/0022-2496(83)90028-7.
3. Alonso J. A. Consistency in the analytic hierarchy process: A new approach / J. A. Alonso, M. T. Lamata // International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems. – 2006. – Vol. 14, № 4. – P. 445–459. – DOI: https://doi.org/10.1142/S0218488506004114.
4. Becker W. Weights and importance in composite indicators: Closing the gap / W. Becker, M. Saisana, P. Paruolo, I. Vandecasteele // Ecological Indicators. – 2017. – Vol. 80. – P. 12–22. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.03.056.
5. European Commission, Joint Research Centre. Digital Maturity Assessment Framework [Электронный ресурс] // Knowledge4Policy. – Обновлено 26.03.2025. – URL: https://knowledge-for-policy.ec.europa.eu/composite-indicators/coin-open-days_en/cod-digital-maturity-assessment-framework_en (дата обращения: 08.10.2026).
6. Eurostat. Digitalisation in Europe. 2026 edition. Technology uptake in businesses [Электронный ресурс]. – URL: https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/interactive-publications/digitalisation-2026 (дата обращения: 08.10.2026).
7. Forman E. Aggregating individual judgments and priorities with the analytic hierarchy process / E. Forman, K. Peniwati // European Journal of Operational Research. – 1998. – Vol. 108, № 1. – P. 165–169. – DOI: https://doi.org/10.1016/S0377-2217(97)00244-0.
8. Greco S. On the methodological framework of composite indices: A review of the issues of weighting, aggregation, and robustness / S. Greco, A. Ishizaka, M. Tasiou, G. Torrisi // Social Indicators Research. – 2019. – Vol. 141, № 1. – P. 61–94. – DOI: https://doi.org/10.1007/s11205-017-1832-9.

9. Kendall M. G. The problem of m rankings / M. G. Kendall, B. Babington Smith // Annals of Mathematical Statistics. – 1939. – Vol. 10, № 3. – P. 275–287. – DOI: https://doi.org/10.1214/aoms/1177732186.
10. Krulčić E. A Dynamic Assessment of Digital Maturity in Industrial SMEs: An Adaptive AHP-Based Digital Maturity Model (DAMA-AHP) with Customizable Weighting and Multidimensional Classification / E. Krulčić, S. Dobovičeк, D. Pavletić, I. Čabrijan // Technologies. – 2025. – Vol. 13, № 7. – Article 282. – DOI: https://doi.org/10.3390/technologies13070282.
11. Li L. Evaluation of Digital Transformation Maturity of Small and Medium-Sized Entrepreneurial Enterprises Based on Multicriteria Framework / L. Li // Mathematical Problems in Engineering. – 2022. – Vol. 2022. – Article ID 7085322. – 11 p. – DOI: https://doi.org/10.1155/2022/7085322.
12. OECD. The Digital Transformation of SMEs. – Paris: OECD Publishing, 2021. – (OECD Studies on SMEs and Entrepreneurship). – DOI: https://doi.org/10.1787/bdb9256a-en.
13. OECD, European Commission, JRC. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. – Paris: OECD Publishing, 2008. – 158 p. – DOI: https://doi.org/10.1787/9789264043466-en.
14. Paruolo P. Ratings and rankings: Voodoo or science? / P. Paruolo, M. Saisana, A. Saltelli // Journal of the Royal Statistical Society: Series A. – 2013. – Vol. 176, № 3. – P. 609–634. – DOI: https://doi.org/10.1111/j.1467-985X.2012.01059.x.
15. Pöyhönen M. On the convergence of multiattribute weighting methods / M. Pöyhönen, R. P. Hämäläinen // European Journal of Operational Research. – 2001. – Vol. 129, № 3. – P. 569–585. – DOI: https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00467-1.
16. Saisana M. Uncertainty and sensitivity analysis techniques as tools for the quality assessment of composite indicators / M. Saisana, A. Saltelli, S. Tarantola // Journal of the Royal Statistical Society: Series A. – 2005. – Vol. 168, № 2. – P. 307–323. – DOI: https://doi.org/10.1111/j.1467-985X.2005.00350.x.
17. Saaty T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures / T. L. Saaty // Journal of Mathematical Psychology. – 1977. – Vol. 15, № 3. – P. 234–281. – DOI: https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5.
18. Saaty T. L. Decision making with the analytic hierarchy process / T. L. Saaty // International Journal of Services Sciences. – 2008. – Vol. 1, № 1. – P. 83–98. – DOI: https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590.
19. Spearman C. The proof and measurement of association between two things / C. Spearman // American Journal of Psychology. – 1904. – Vol. 15, № 1. – P. 72–101. – DOI: https://doi.org/10.2307/1412159.
20. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати; пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.

Proofreader: Xondamir Ismoilov

Layout and Designer: Hasan Maqsudov

2026. № 10

© When materials are reproduced, the ECONOSCITECH-INTEGRATION journal must be cited as the source. Authors are responsible for the accuracy of the information in materials and advertisements published in the journal. Editorial opinions may not always align with those of the authors. Submitted materials will not be returned to the editorial office.

To publish articles in this journal, you may submit articles, advertisements, stories, and other creative materials through the following links. Materials and advertisements are published on a paid basis.

You may subscribe to the journal at any time using the following details. Once subscribed, please send a screenshot or photo of your payment confirmation to our Telegram page @iqtisodiyot_77. Based on this, we will send the latest issue of the journal to your address each month.

Our address: Tashkent city, Yunusobod district, 19th block, House 17.