

goal of recognizing a signal against a background of noise and its further analysis.

Digitalization is not only capable of creating new business processes, organizational structures, regulations, and new role models. It is designed to simplify the activities of companies. But, despite this, the introduction of digital technology into the company is a huge work and a rather long process. Digital transformation needs a comprehensive solution to business problems, together with correctly selected IT tools.

Implementation of new technologies and work with big data makes the business transform. The rapid development of digitalization in a few years will lead to the fact that all companies will retain and manage customers using digital technologies. According to McKinsey's Global Institute, Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity report, data has become as important a factor in production as labor and productive assets. By using big data, companies can gain tangible competitive advantages. Big Data technologies can be useful in solving the following tasks: market forecasting; marketing and sales optimization; product development; management decisions; increase in labor productivity; efficient logistics; monitoring the status of fixed assets and others.

#### References

1. Reports from Frost & Sullivan. URL: <https://www.marketresearch.com/Frost-Sullivan-v383/>

2. David Loshin. Big Data Analytics. From Strategic Planning to Enterprise Integration with Tools, Techniques, NoSQL, and Graph, 2013, 142 p.

3. Steve Williams. Business Intelligence Strategy and Big Data Analytics. 1st Edition, 2016, 240 p.

4. Swinnen J., Depaire B., Jans M.J., Vanhoof K. (2012) A Process Deviation Analysis – A Case Study. In: Daniel F., Barkaoui K., Dustdar S. (eds) Business Process Management Workshops. BPM 2011. Lecture Notes in Business Information Processing, vol 99. Springer, Berlin, Heidelberg.

#### Дані про автора

**Буркіна Наталя Валеріївна,**

к.пед.н., Донецький національний університет імені Василя Стуса, доцент кафедри бізнес-статистики та економічної кібернетики

e-mail: nvburkina@gmail.com

#### Данные об авторе

**Буркина Наталья Валериевна,**

к.пед.н., Донецкий национальный университет имени Васыля Стуса, доцент кафедры бизнес-статистики и экономической кибернетики

e-mail: nvburkina@gmail.com

#### Information about the author

**Natalia Burkina,**

Ph.D., Vasyl Stus Donetsk National University, Associate Professor, Department of Business Statistics and Economic Cybernetics

e-mail: nvburkina@gmail.com

УДК 330.42:330.47:005.334-047.58-048.23

КОЛОДІЙЧУК А.В.

## Економіко-математичне моделювання ризиків впровадження інформаційно-комунікаційних технологій

**Предметом дослідження** є економіко-математичне моделювання ризиків інформатизації господарських відносин на рівні держави і регіонів.

**Метою дослідження** є визначення параметрів економіко-математичного моделювання ризиків впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій.

**Методи дослідження.** У роботі використані діалектичний метод наукового пізнання, метод аналізу і синтезу, порівняльний метод, метод узагальнення даних.

**Результати роботи.** В статті виділено класи методів і моделей економіко-математичного моделювання ризиків на макроекономічному рівні, зокрема методи елементарної математики, методи математичного аналізу і математичної статистики, методи математичного програмування та низку прикладених математичних теорій моделювання ризиків ІКТ. Приділено особливу увагу особливостям застосування статистичних методів і моделей у вищеокресленій сфері.

**Висновки.** Результатами проведеного дослідження стали наступні висновки. Ключовою особливістю статистичних методів і моделей відображення впливу ризиків ІКТ на загальнодержавному і регіональному рівнях є багатоаспектний характер їхнього застосування. Так, вони можуть застосовуватися як окремо, так і слугувати базою для значної кількості прогнозних та економічних моделей. Дана група об'єднує безліч різних методів, серед яких табличний метод, балансовий, порівняння, групування, узагальнення, індексний, динамічних рядів, статистичного спостереження, середніх величин, кореляційний і регресійний методи, класифікацій.

**Ключові слова:** ризики, ІКТ (інформаційно-комунікаційні технології), статистичні методи, обробка інформації, аналіз, програмування, баланс, інтерполяція.

КОЛОДИЙЧУК А.В.

### **Экономико-математическое моделирование рисков внедрения информационно-коммуникационных технологий**

**Предметом исследования** является экономико-математическое моделирование рисков информатизации хозяйственных отношений на уровне государства и регионов.

**Целью исследования** является определение параметров экономико-математического моделирования рисков внедрения современных информационно-коммуникационных технологий.

**Методы исследования.** В работе использованы диалектический метод научного познания, метод анализа и синтеза, сравнительный метод, метод обобщения данных.

**Результаты работы.** В статье выделены классы методов и моделей экономико-математического моделирования рисков на макроэкономическом уровне, в частности методы элементарной математики, методы математического анализа и математической статистики, методы математического программирования и ряд прилагаемых математических теорий моделирования рисков ИКТ. Уделено особое внимание особенностям применения статистических методов и моделей в вышеочерченной сфере.

**Выводы.** Результатами проведенного исследования стали следующие выводы. Ключевой особенностью статистических методов и моделей отражения влияния рисков ИКТ на общегосударственном и региональном уровнях является многоаспектный характер их применения. Так, они могут применяться как по отдельности, так и служить базой для значительного количества прогнозных и эконометрических моделей. Данная группа объединяет множество различных методов, среди которых табличный метод, балансовый, сравнения, группировки, обобщения, индексный, динамических рядов, статистического наблюдения, средних величин, корреляционный и регрессионный методы, классификаций.

**Ключевые слова:** риски, ИКТ (информационно-коммуникационные технологии), статистические методы, обработка информации, анализ, программирование, баланс, интерполяция.

KOLODIYCHUK A.V.

### **Economic and mathematical modeling of risks of introduction of information and communication technologies**

**The subject of the research** is economic and mathematical modeling of risks of informatization of economic relations at the level of the state and regions.

**The purpose of the study** is to determine the parameters of economic and mathematical modeling of the risks of the introduction of modern information and communication technologies.

**Research methods.** The dialectical method of scientific knowledge, method of analysis and synthesis, comparative method, method of generalization of data are used in the work.

**Results of work.** The classes of methods and models of economic and mathematical modeling of risks at the macroeconomic level, in particular the methods of elementary mathematics, methods of mathematical analysis and mathematical statistics, methods of mathematical programming and a number of applied mathematical theories of ICT risk modeling are highlighted in the paper. Special

attention is paid to the peculiarities of application of statistical methods and models in the above area.

**Conclusions.** The results of the study were the following conclusions. A key feature of statistical methods and models for reflecting the impact of ICT risks at the national and regional levels is the multidimensional nature of their application. Yes, they can be used individually or serve as the basis for a large number of predictive and econometric models. This group combines many different methods, including table method, balance, comparison, grouping, generalization, index, dynamic series, statistical observation, average values, correlation and regression methods, classifications.

**Keywords:** risks, ICT (information and communication technologies), statistical methods, information processing, analysis, programming, balance, interpolation.

**Постановка проблеми.** В епоху бурхливо-го розвитку інформаційно-комунікаційних технологій, розвитку суміжних досягнень науково-технічного прогресу належним чином на науково-дослідницькому рівні повинне бути вирішене питання економіко-математичного моделювання супроводжуваних ці процеси ризиків і узгоджене з іншими сегментами прикладної економічної ризикології. Все це набуває актуального значення саме в методологічному плані, враховуючи існуючий набір необхідних методичних інструментів в царині статистичного вчення.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Питанням формування економіко-математичних моделей оцінювання впливу ризиків на господарські процеси, конструюванню різносторонніх підходів до їх удосконалення присвячено праці чималої кількості зарубіжних та вітчизняних науковців, з-поміж яких можна виділити роботи А. Арамова, М. Бутка, В. Живетіна, В. Здрока, А. Монахова, О. Моргенштерна, Дж. фон Неймана, В. Пономаренка, М. Самойленка, О. Устенка, Е. Фелпса, О. Чурилової та ін. Однак, методологія здійснення процедур економіко-математичного моделювання соціально-економічних ризиків впровадження ІКТ не розглядалася і це потребує нашої уваги.

**Мета статті** – окреслити контури економіко-математичного моделювання ризиків впровадження інформаційно-комунікаційних технологій в актуальних соціально економічних моделях розвитку макромоделі.

**Виклад основного матеріалу.** Методи економіко-математичного моделювання ризиків на макrorівні можна поділити на наступні класи методів і моделей: 1) методи і прийоми елементарної математики, які передбачають оперування в основному скалярними величинами, що характеризують економічні процеси; 2) методи математичного аналізу та математичної статистики; 3) методи математичного програмування;

4) прикладні математичні теорії (теорія прийняття рішень, теорія масового обслуговування, теорія імовірностей, теорія алгоритмів, теорія ігор, теорія автоматів, теорія хаосу, теорія катастроф, теорія страхування (актуарні розрахунки), фінансова математика, математична логіка, теорія множин, теорія інформації, теорія графів, мережеве планування).

Наведену нами класифікацію можна вважати усталеною, оскільки вона виходить з традиційних розділів математичної науки, які знайшли практичне застосування в дослідженні ризиків. За способом дослідження ризику математичні методи і моделі ми пропонуємо поділяти на: 1) скалярно-алгебраїчні; 2) аналітичні (диференційні та інтегровальні); 3) ймовірнісні; 4) сіткові (в т.ч. графи, лінійне та нелінійне програмування, сіткове планування); 5) імітаційні (ігрові); 6) актуарні; 7) фрактальні моделі та методи просторової автокореляції (дослідження просторових особливостей ІКТ-інфраструктури); 8) інші методи і моделі. Якщо говорити про групу аналітичних моделей, то яскравим прикладом такої економіко-математичної моделі може слугувати модель дифузії нового продукту на ринку М. Басса, що виражена у формі диференціального рівняння сукупної чисельності покупців товару, що вже здійснили покупку за певний досліджуваний проміжок часу. Ця модель особливо актуальна для ринку комп'ютерної техніки, де товари-новинки з'являються систематично.

Важливою особливістю статистичних методів і моделей є багатоаспектний характер їхнього застосування. Так, вони можуть застосовуватися як окремо, так і слугувати базою для значної кількості прогнозних та економетричних моделей. Дана група об'єднує безліч різних методів, серед яких табличний метод, балансовий, порівняння, групування, узагальнення, індексний, динамічних рядів, статистичного спостережен-

ня, середніх величин, кореляційний і регресійний методи, класифікацій тощо. Прогностичні методи й моделі займають особливе місце в системі ризикографічних досліджень, оскільки сам по собі ризик завжди спрямований на майбутнє і є прогностичним показником ймовірності настання саме несприятливої події. За оцінками експертів [7, с. 16], на сьогодні в дослідницькій прогностичній практиці нараховується близько 150 методів прогнозування, але найчастіше використовується 20–30 основних методів. Вибір потрібних методів залежить від характеру поставленої дослідницької задачі та наявних ресурсних можливостей (інформаційних, експертних, управлінських), а також схильності управлінської ланки до креативного способу вирішення поставлених задач макроекономічного характеру.

Прогностичні методи і моделі дослідження ризиків процесів впровадження ІКТ в умовах розвитку національної економіки можна поділити на наступні групи: 1) кореляційно–регресійні; 2) екстраполяційні; 3) методи експертних оцінок; 4) евристичні; 5) аналітично–сценарні; 6) факторно–статистичні методи та методики conjoint–аналізу; 7) ігрові методи й ігрові моделі; 8) методи прогнозування на основі аналогій; 9) методи прогнозного моделювання.

Метод кореляційно–регресійного аналізу використовується у разі, коли одному значенню факторної ознаки відповідає множина значень результуючого показника, тобто статистичний розподіл. Мета цього аналізу полягає у знаходженні залежності між факторним і результуючим показниками, виявлення її тісноти, перевірки істотності (значущості) такого імовірнісного зв'язку (кореляційний метод), а також встановлення форми функціонального зв'язку (регресійний метод), до котрого наближається кореляційний зв'язок. Для оцінки тісноти такого зв'язку розроблена система показників, серед яких коефіцієнт та індекс кореляції, коефіцієнт детермінації, коефіцієнт еластичності, коефіцієнт Спірмена, а для багатofакторної регресії – коефіцієнти множинної кореляції і детермінації та ін.

Екстраполяційні методи прогнозування можна поділити на прості (симплексні) і складні. До симплексних екстраполяційних методів належать прогнозування на базі середнього абсолютного приросту, здійснення прогнозу на основі середнього коефіцієнта (темпу) росту, прогно-

зування на базі середнього значення часового ряду, метод середніх плинних, метод, що ґрунтується на основі екстраполяції тренду за допомогою однофакторної прогностичної функції, метод здійснення прогнозу через екстраполяцію тренду на основі багатofакторної прогностичної функції (іншими словами, два останні є методом найменших квадратів, методом підбору підходящої апроксимаційної функції) та метод екстраполяції на базі методики факторного аналізу. Техніка проведення прогнозування досконаліша і надійніша при використанні складних екстраполяційних прогностичних методів. До останніх належать прогнозування методом експоненціального згладжування Брауна, методом авторегресійних перетворень та методом гармонійних ваг Хелвіга [9], а також методом адаптивного згладжування.

Подібні до екстраполяційних методичні підходи прогнозування містить група інтерполяційних методів, зокрема сюди належать метод середнього абсолютного приросту, метод інтерполяції тренду через аналітичне вирівнювання, метод інтерполяції за допомогою розрахунку середнього темпу приросту.

До експертних методів формування прогностичної оцінки та методів підвищення рівня об'єктивності суджень експертів слід віднести анкетні методи, методи індивідуального і групового інтерв'ю, метод експертного ранжування, подання аналітичних записок, метод генерації ідей за допомогою «мозкової атаки» (брейнстормінг), метод психоінтелектуальної генерації ідей, метод експертної комісії, дельфійський метод, синектичний метод, метод прогнозованого графа, морфологічний метод, матричний метод, метод проведення експертизи (в т. ч. квест–метод, метод вирішальних матриць), метод дискусійних «круглих столів», метод «дерева» цілей, метод експертних оцінок за алгоритмом фон Неймана–Моргенштерна [6], метод відстороненої (незалежної) оцінки, теоретико–ігровий підхід щодо врахування суджень декількох експертів, метод послідовного коригування, метод парних порівнянь Терстоуна [5], метод множинних порівнянь, метод бутстрапування експертних оцінок, блогосферний метод (мережі «LiveJournal», «Twitter»), метод опитування експертів через соціальні мережі (через «LinkedIn», «SciPeople», «CS2N», «Academia.edu», «Vkontakte», «Google+», «Facebook»), українські мережі для науковців «Ukrainian Scientists

Worldwide» та «Scientific Social Community»), прийом асоціацій. Загалом такі методи можна поділити на індивідуальні, групові та віртуальні. Віртуальні методи експертних оцінок з'явилися в останнє десятиліття і їх потрібно виділяти в окрему групу, оскільки вони не передбачають фізичної присутності опитуваного експерта чи експертного колективу.

Ряд авторів пропонує предметні проблеми застосування методів експертних оцінок ділити на два класи: до першого вони відносять проблеми, інформаційно підкріплені і найбільш оптимальною для їхнього вирішення буде усереднена думка експертного кола; до другого класу належать проблеми, вирішення котрих потребує індивідуального підходу, а не групової оцінки, оскільки «в цьому випадку думка одиничного експерта, що приділяє більше уваги, чим інші, дослідженню маловивченої проблеми, може виявитися найбільш значущою» [4, с. 85]. На наш погляд, по-перше, слід зважати на рівень і напрями спеціалізації експертів, і, по-друге, недостатньо проблему трактувати як «відому» чи «невідому», її необхідно ідентифікувати, визначити до якої групи вона належить. Таких груп у процесі складання соціально-економічних прогнозів можна виділити декілька. Серед них такі: оцінкові, варіантнісні, структурно-алгоритмічні, в умовах невизначеності та експертнісні проблемні питання, вирішення котрих потребує експертного втручання.

Група методів прогнозного моделювання охоплює застосування балансових, оптимізаційних, макроекономічних, сіткових, імітаційних, матричних, сплайнових моделей, а також моделювання за допомогою нейронних мереж.

### Висновки

Отже, головною особливістю статистичних методів і моделей відображення впливу ризиків ІКТ на загальнодержавному і регіональному рівнях є багатоаспектний характер їхнього застосування. Так, вони можуть застосовуватися як окремо, так і слугувати базою для значної кількості прогнозних та економетричних моделей. Дана група об'єднує безліч різних методів, серед яких табличний метод, балансовий, порівняння, групування, узагальнення, індексний, динамічних рядів, статистичного спостереження, середніх величин, кореляційний і регресійний методи, а також метод класифікацій.

### Список використаних джерел

1. Гаврилко П. П., Колодійчук А. В., Лазур С. П., Вазинський Ф. А. Міжнародна економіка в таблицях, схемах, формулах, задачах і прикладах: навчальний посібник. Львів: Вид-во ННВК «АТБ», 2019. 258 с.

2. Івченко А. О. Тлумачний словник української мови. Х.: Фоліо, 2002. 540 с.

3. Колодійчук А. В., Кляп М. П., Вазинський Ф. А., Кляп М. І. Вища математика для економістів: математичний аналіз, матрична та векторна алгебра, аналітична геометрія: навчальний посібник. Львів: Вид-во ННВК «АТБ», 2019. 158 с.

4. Системний підхід і моделювання в наукових дослідженнях: підручник / заг. ред.: М.П. Бутко. К.: ЦУЛ, 2014. 360 с.

5. Терстоун Л. Л. Психофизиологический анализ // Проблемы и методы психофизики / [под ред. А. Г. Асмолова, М. Б. Михалевской]. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1974. С. 33–55.

6. Фон Нейман Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. М.: Наука, 1970. 983 с.

7. Шейко В. М., Кушнарченко Н. М. Організація та методика науково-дослідницької діяльності: підручник. К.: Знання-Прес, 2003. 295 с.

8. Fisher R. A. The Correlation Between Relatives on the Supposition of Mendelian Inheritance // Philosophical Transactions of the Royal Society of Edinburgh. 1918. Vol. 52. P. 399–433.

9. Hellwig Z. Schemat budowy prognozy statystycznej metoda wag harmonicznich // Przegląd Statystyczny. 1967. Z. 14. Nr 2. S. 133–153.

### References

1. Havrylko, P. P., Kolodiychuk, A. V., Lazur, S. P., & Vazhynskyy, F. A. (2019). *Mizhnarodna ekonomika v tablytsyakh, skhemakh, formulakh, zadachakh i prykladakh* [International Economics in Tables, Schemes, Formulas, Problems and Examples]: Textbook. Lviv: ATB Publishing. [in Ukrainian].

2. Ivchenko, A. O. (2002). *Tlumachnyy slovnyk ukrayins'koyi movy* [Interpretative Dictionary of the Ukrainian Language]. Kharkiv: Folio. [in Ukrainian].

3. Kolodiychuk, A. V., Klyap, M. P., Vazhynskyy, F. A., & Klyap, M. I. (2019). *Vyshcha matematyka dlya ekonomistiv: matematychnyy analiz, matrychna ta vektorna alhebra, analitychna heometriya* [Higher mathematics for economists: mathematical analysis, matrix and vector algebra, analytical geometry]: Textbook. Lviv: ATB Publishing. [in Ukrainian].

4. Butko, M. P. (Ed.) (2014). Systemnyy pidkhid i modelyuvannyavnaukovykhdoslidzhennyakh[Systematic approach and modeling in scientific research]: Textbook. Kyiv: Center of Educational Literature. [in Ukrainian].

5. Thurstone, L. L. (1974). Psikhofiziologicheskyy analiz [Psychophysiological analysis]. In Problemy i metody psikhofiziki [Problems and methods of psychophysics]. Moscow: Moscow University Publishing. P. 33–55. [in Russian].

6. von Neumann, J., & Morgenstern, O. (1970). Teoriya igr i ekonomicheskoye povedeniye [Game theory and economic behavior]. Moscow: Science. [in Russian].

7. Sheyko, V. M., & Kushnarenko, N. M. (2003). Orhanizatsiya ta metodyka naukovo–doslidnyts'koyi diyal'nosti [Organization and methodology of research activity]: Textbook. Kyiv: Knowledge–Press. [in Ukrainian].

8. Fisher, R. A. (1918). The Correlation Between Relatives on the Supposition of Mendelian Inheritance. Philosophical Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 52, 399–433.

9. Hellwig, Z. (1967). Schemat budowy prognozy statystycznej metoda wag harmoniczych [Diagram of statistical forecast structure using the harmonic weight

method]. Przegląd Statystyczny – Statistical Review, 14 (2), 133–153. [in Polish].

### **Дані про автора**

**Колодійчук Анатолій Володимирович,**

к.е.н., доцент, Ужгородський торговельно–економічний інститут Київського національного торговельно–економічного університету

e-mail: kolodiychuka@i.ua

### **Данные об авторе**

**Колодийчук Анатолий Владимирович,**

к.э.н., доцент, Ужгородский торгово–экономический институт, Киевского национального торгово–экономического университета

e-mail: kolodiychuka@i.ua

### **Data about the author**

**Anatoliy Kolodiychuk,**

PhD, Associate Professor of Uzhgorod Trade and Economic Institute of the Kyiv National Trade and Economic University

e-mail: kolodiychuka@i.ua