

Карасва Н.В.

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри автоматизації проектування
енергетичних процесів і систем
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Варава І.А.

кандидат технічних наук, доцент кафедри
автоматизації проектування енергетичних процесів і систем
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Karaieva Nataliia, Varava Ivan

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

КОНТРОЛЬНІ КАРТИ ШУХАРТА В ЗАДАЧАХ ДІАГНОСТИКИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ТЕРИТОРІЇ

SHEWHART'S CONTROL CHARTS IN THE TASKS OF DIAGNOSIS SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF TERRITORY

Обґрунтовано доцільність та теоретико-методичні положення використання контрольних карт Шухарта в задачах діагностики сталого розвитку території. Визначено недоліки і важливі функції системи управління сталим розвитком України. Розглянуто основні положення теорії контрольних карт крізь призму теорій сталого розвитку і «Чорного лебедя». Проаналізовано проблематику вітчизняного підходу до діагностики сталого розвитку території. Для дослідження проблем керованості процесом сталого розвитку території у напрямі швидкого виявлення особливих причин (флуктуацій) запропоновано використовувати контрольні карти індивідуальних значень і ковзних динаміці. Проаналізовано функціональні можливості використання комбінованої ХmR-карти в динаміці на довгострокових часових інтервалах за індикаторами або інтегральними індексами, що характеризують різні аспекти сталого розвитку. Наведено приклад інтерпретації результатів побудови ХmR-карти для діагностики керованості процесу людського розвитку України та Кувейту за 1990–2019 рр.

Ключові слова: контрольні карти, теорія Шухарта, теорія сталого розвитку, діагностика території, індекс людського розвитку.

В статье обоснованы целесообразность и теоретико-методические положения использования контрольных карт Шухарта в задачах диагностики устойчивого развития территории. Определены недостатки и важные функции системы управления устойчивым развитием Украины. Рассмотрены основные положения теории контрольных карт через призму теорий устойчивого развития и «Черного лебедя». Проанализирована проблематика отечественного подхода к диагностике устойчивого развития территории. Для исследования проблем управляемости процессом устойчивого развития территории в направлении быстрого обнаружения особых причин (флуктуаций) предложено использовать контрольные карты индивидуальных значений и скользящих размахов. Проанализированы функциональные возможности использования комбинированной ХmR-карты в динамике на долгосрочных временных интервалах по индикаторам или интегральным индексам, характеризующим различные аспекты устойчивого развития. Приведен пример интерпретации результатов построения ХmR-карты для диагностики управляемости процесса человеческого развития Украины и Кувейта за 1990–2019 гг.

Ключевые слова: контрольные карты, теория Шухарта, теория устойчивого развития, диагностика территории, индекс человеческого развития.

Inconsistency and instability of planning processes are some of the important obstacles to achieving the goals of sustainable development of Ukraine today. This indicates the imperfection of the analytical function of the management system of sustainable development of the territory, which is associated

with the forecasting and diagnosis of development processes. The thresholds of indicators for diagnosing the state of the territory by the level of stability (homeostasis) are fundamental, i.e. acceptable limit values, non-compliance (exceeding or not reaching) which leads to the emergence of destructive processes in the territory. The legislative approach is used in domestic practice to determine the threshold values of indicators, based on expert assessments of specialists. But the expert definition of these indicators is sufficiently subjective, which, in turn, does not preclude fundamental errors in diagnosing the state of the territory. In order to prevent subjectivism, it is advisable to use Shewhart control charts as a diagnostic tool to identify the uncontrolled state of the territory and answer the question: should or should not interfere with the system? The theory of control charts largely corresponds to the main provisions of the theories of sustainable development and «The Black Swan». Development is considered as a sequence of long periods in the theory of sustainable development, which is based on the basic principles of synergetic and nonlinear dynamics. These periods correspond to the stable states of the system (homeostasis), which are interrupted by periods of bifurcation (chaos). After a period of chaos, the system moves to the next qualitatively new steady state (attractor), the choice of which is usually determined by fluctuations (i.e., difficult to predict, new events, the so-called «Black Swans») at the bifurcation point. To study the problems of controllability of the process of sustainable development of the territory, the most suitable are Shewhart's individuals control chart (X) and moving range (mR), which are used for periodic monitoring data and rapid detection of special causes (fluctuations). On the example of interpreting the results of XmR chart to diagnose the manageability of human development in Ukraine and Kuwait for 1990–2019 proved the feasibility of using a combined XmR chart in diagnosing the state of the territory on indicators or integrated indices that characterize various aspects of development.

Key words: control charts, Shewhart's theory, the sustainable development theory, diagnosis of the territory, variability, human development index.

Постановка проблеми. Концепція сталого розвитку (СР) (sustainable development), визначення якої вперше було надане на Конференції Організації Об'єднаних Націй (ООН) із навколишнього середовища і розвитку в 1992 р., передбачає взаємодію суспільства і природи для забезпечення збалансованості економічного зростання, соціального розвитку та екологічної стійкості, за якої нинішні покоління забезпечують свої життєві потреби, не позбавляючи прийдешніх поколінь потенціалу розвитку. Концепція СР інтегрує різні за характером цілі (економічні, екологічні, соціальні тощо), території (окремий населений пункт, регіон, державу, континент, планету), час (теперішня та майбутня генерації).

У 2015 р. у рамках 70-ї сесії Генеральної Асамблеї ООН у Нью-Йорку відбувся Саміт ООН зі сталого розвитку (СР) та прийняття Порядку денного розвитку після 2015 р., на якому було затверджено 17 нових цільових орієнтирів розвитку. Україна, як і інші країни – члени ООН, приєдналася до глобального процесу забезпечення СР. У 2017 р. була представлена Національна доповідь «Цілі сталого розвитку: Україна» (далі – Національна доповідь), в якій наведено результати адаптації 17 глобальних цілей СР з урахуванням специфіки національного розвитку [1]. У Добровільному національному огляді щодо досягнення цілей СР України зазначається, що одними з перешкод на шляху досягнення цілей є несистемність та нестабільність процесів планування [2, с. 10]. Іншими словами, йдеться про недосконалість механізмів процесу управління.

Складність процесу управління СР полягає у різноспрямованості (дуалістичності) категорій «сталість» (стійкість, стабільність) і «розвиток» у контексті одного часового простору. У роботі поняття «сталість», «стійкість», «стабільність» використовуватимуться як синоніми. На думку М. Моїсеєва, термін sustainability складно перевести з англійської мови. Класично термін sustainability розглядається «як ступінь стабільності матеріальної системи, яка й є її оціночною величиною варіабельності параметрів системи або інтенсивності зовнішніх впливів, що здатні надати системі якихось нових властивостей, тобто змінити її структурно-функціональну організацію» [3, с. 124]. Учений пропонував найкраще перекладати це слово як «допустимий» або «прийнятний». Саме у цьому контексті у роботі розглядатиметься поняття «сталий» (стійкий). Змістовна сутність терміна «стабільний», на нашу думку, більш конкретизується запропонованим М. Моїсеєвим терміном «гомеостаз» (здатність системи зберігати і розширювати свою структуру і функціональні властивості за впливу на неї зовнішніх чинників).

У теорії СР, що базується на основних принципах синергетики і нелінійної динаміки, розвиток розглядається як послідовність тривалих періодів, що відповідають стійким (стабільним) станам системи, які перериваються періодами біфуркації (хаотичним станом), після чого відбувається перехід до наступного якісно нового стійкого стану (аттрактору), вибір якого визначається, як правило, флуктуаціями в точці біфуркації. Саме в результаті впливу сильних

флуктуацій, тобто важкопрогнозованих нових подій (так званих «Чорних лебедів» Нассіма Ніколаса Талебі [4]). Оскільки флуктуації випадкові, то і «вибір» кінцевого стану виявляється випадковим, некерованим процесом.

Таким чином, процес управління СР, з одного боку, має бути спрямованим на забезпечення стійкого стану соціальної, економічної і екологічної систем, а з іншого – на вдосконалення цих систем і перехід їх у якісно новий стан. Тому важливими функціями управління СР території є: аналітична, що пов'язана з прогнозуванням і діагностикою процесів розвитку; контролююча, яка дає змогу суб'єкту управління отримувати моніторингову інформацію щодо індикаторів реалізації цілей СР, стану території за рівнем стійкості (гомеостазу), на основі чого він приймає рішення; коригуюча, яка спрямована на своєчасне внесення змін у програми дій щодо усунення перешкод досягненню цілей СР.

Вищезазначені положення свідчать, що для досягнення цілей СР необхідно найбільш правильно розпізнати ситуацію, у якій доводиться приймати управлінське рішення. Як зазначають Д. Уілер і Д. Чамберс, «потрібно навчитися розрізняти стан, в якому знаходиться система, а потім вирішувати, що їй кому треба з нею робити...». Контрольні карти Шухарта (ККШ) – це й є діагностичний інструмент для відповіді на питання: потрібно чи не потрібно втручатися в систему [5, с. 13]. Складність процесу розвитку світу і неможливість точно спрогнозувати, передбачити результат більшості реальних процесів є основною ідеєю теорії Уолтера Шухарта, яка була сформульована автором майже за півстоліття раніше озвученої в Ріо-де-Жанейро концепції СР [6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У 1939 р. ідею і теорію контрольних карт було представлено У. Шухартом у книзі «Статистичний метод із погляду контролю якості» [6]. Подальший розвиток методології ККШ найшов відображення у роботах закордонних учених Е. Демінга [7; 8], Д. Уйлера і Д. Чамберса [5] та ін. Найбільш повний огляд основних закордонних публікацій із тематики ККШ, починаючи з робіт самого автора і до наших днів, наведено у статті Ю.П. Адлера, О.В. Максимова і В.Л. Шпера [9]. У світовій практиці можливим є використання ККШ не тільки на промислових підприємствах для аналізу тих чи інших виробничих процесів, а й в освіті, медицині, сфері послуг, під час аналізу бізнесу, у державному управлінні [8, с. 150]. У вітчизняній практиці ККШ переважно використовуються для контролю якості технологічних процесів, зокрема: можливості використання ККШ для визначення розладнання

процесу наведено в роботі Н.А. Рековец [10], для контролювання ефективності електроспоживання в системах комунального водопостачання – у роботах В.П. Розена, Л.В. Давиденко, В.А. Давиденко [11] та ін. Про необхідність широкого впровадження ККШ у систему управління якістю клініко-діагностичних лабораторій медичних закладів зазначається в роботі [12]. Використання ККШ у дослідженнях проблем СР залишається поза увагою науковців.

Метою дослідження є на основі аналізу існуючих методичних підходів до дослідження проблем СР обґрунтування доцільності та теоретико-методичних положень використання ККШ у задачах діагностики СР території.

Виклад основного матеріалу дослідження.

До прийняття Національної доповіді основним методичним інструментарієм дослідження проблем СР був індикативний аналіз (більш уживаним є поняття «інтегральна оцінка»), першочерговим етапом якого є формування системи критеріїв і індикаторів СР, що здійснюється з використанням двох основних підходів: 1) побудова системи часткових індикаторів стійкості (Sustainability Performance Indicators), кожний з яких відображає окремі аспекти СР; 2) побудова інтегрального індексу на основі агрегованої оцінки стійкості (Aggregate Sustainability Measures). Але за допомогою лише системи індикаторів та інтегральних індексів неможливо діагностувати стан території, що, своєю чергою, може призвести до формування й впровадження неефективних механізмів і засобів забезпечення реалізації цілей СР. Для підтримки гомеостазу має бути визначені можливості, умови, межі безпечного існування людини, суспільства, екосистем та вивчення реакції системи на її відхилення від гомеостатичної границі [3, с. 145]. При цьому кожна система має параметри, які є для неї основними, життєво важливими і від значення яких залежить існування системи. Гомеостаз системи зберігає саме ці параметри й тим самим підтримує існування самої системи. Тому для діагностики стану території за рівнем стійкості (гомеостазу) принциповими є пороги індикаторів, тобто допустимі, прийнятні граничні значення, недотримання (перевищення або недосягнення) яких призводить до виникнення деструктивних процесів на території. Зіставлення фактичних значень індикативних показників із пороговими значеннями дає змогу діагностувати відповідний стан територій.

Для визначення порогових (прийнятних) значень індикаторів використовуються такі підходи: аналоговий, законодавчий, досвід інших країн світу, експертні оцінки, розрахунки фахівців міжнародних організацій.

Використання порогових значень індикаторів у контексті «цільових значень орієнтирів» знайшло відображення у сучасній методології дослідження проблем СР. Величина відхилення фактичних значень індикаторів СР від цільових орієнтирів свідчить про ступінь досягнення цілей СР (висока, середня, низька, дуже низька) [2, с. 17]. Для визначення порогових (цільових) значень індикаторів використовується законодавчий підхід, що базується на експертних оцінках фахівців. На нашу думку, експертне визначення цих показників є достатньо суб'єктивним, що, своєю чергою, не виключає принципових помилок під час визначення стану території або ступеня досягнення цілей СР. Із метою запобігання суб'єктивізму під час визначення порогових (прийнятних) значень індикаторів, на нашу думку, доцільним є використання статистичних методів, зокрема ККШ. Теорія контрольних карт значною мірою кореспондується з основними положеннями теорій СР і «Чорного лебедя». Згідно з теорією У. Шухарта, будь-які процеси схильні до варіабельності, але деякі з них мають керовану варіабельність, а деякі – некеровану. Керована варіабельність у результаті дії «випадкових» або «загальних» причин стабільна і стійка в часі. За керованого процесу, використовуючи минулий досвід, ми можемо передбачити, принаймні в деяких межах, які з його варіацій можна очікувати в майбутньому [6, с. 6]. Загальні причини варіабельності (відхилення) дають точки на контрольній карті, які протягом деякого періоду не виходять за контрольні границі [10, с. 147]. Коли границі контрольної карти вказують на відсутність особливих причин, ми говоримо про стійкій (стабільній) процес розвитку, який знаходиться у стані статистичного контролю. Тобто можна діагностувати, що система знаходиться у стані гомеостазу. Контрольна карта має центральну лінію (CL), що відповідає фактичному значенню характеристики, і дві статистично визначені контрольні границі щодо центральної лінії, які називаються верхньою контрольною границею (Upper Control Limit – UCL) і нижньою (Lower Control Limit – LCL). Контрольні границі знаходяться на відстані 3σ від центральної лінії. Границі $\pm 3\sigma$ вказують, що близько 99,7% значень характеристики підгруп потраплять у ці границі за умови, що процес знаходиться у статистично керованому стані. Якщо є точки, що виходять за верхню чи нижню контрольні границі 3σ , то процес вважається некерованим (нестійким) і непередбачуваним. Головна причина використання саме трьохсигмових границь – емпіричне підтвердження їх ефективності під час роботи з реальними даними [5, с. 93]. Також ККШ добре працюватимуть навіть у тому

разі, якщо дані не розподілені за нормальним законом [5, с. 97].

Некерована варіабельність є наслідком невластивих процесу «невипадкових» або «особливих» причин. У контексті теорії СР йдеться про флуктуації. Некерована система стає не тільки непередбачуваною, непрогнозованою, а й статистично некерованою. Процес розвитку переходить у стадію хаосу. Хаос є внутрішньою властивістю системи і не пов'язаний із дією будь-яких, апріорі випадкових, сил. Діагностичним інструментом для виявлення некерованої варіації й є ККШ. У разі некерованого стану системи У. Шухарт пропонує якомога швидше виявити і усунути джерело зовнішнього втручання й повернути її в керований стан. Згідно з поглядами Н. Талеби, автора теорії «Чорний лебідь», не потрібно намагатися передбачати «чорних лебедів», а будувати стійкість до негативних наслідків і мати можливість використовувати позитивні. Щоб досягти успіху, треба знати, як приручити «чорних лебедів» [4, с. 10]. Погляди У. Шухарта і Н. Талеби співзвучні з поглядами М. Моїсеєва, що «більшість процесів, що протікають у реальності, є некоректними: малі причини можуть викликати великі наслідки! І чим складніше система, тим вище ступінь некоректності. Це найважливіша особливість процесів самоорганізації ... в результаті ускладнення матеріальних структур дедалі чіткіше проглядаються і деструктивні складники процесу самоорганізації. Це проявляється насамперед у зменшенні ступеня стабільності (коректності) виникнення форм організації» [3, с. 140]. Щоб протистояти особливим причинам (флуктуаціям, «чорним лебедям»), необхідно впроваджувати якісно нові механізми управління.

Сьогодні відомо більше десяти ККШ для різних типів задач і даних, призначення і методику побудови багатьох із них наведено у ДСТУ ISO 7870-2:2016 [13]. Для дослідження проблем керованості процесом розвитку території найбільш придатними є контрольні карти індивідуальних значень (X) і ковзних розмахів (mR), які використовуються для періодичних моніторингових даних і швидкого виявлення особливих причин (флуктуацій). Доцільність використання комбінованої XmR-карти в задачах діагностики стану території за індикаторами або інтегральними індексами, що характеризують різні аспекти розвитку, зумовлена необхідністю дослідження проблем СР у динаміці на довгострокових часових інтервалах.

У світовій і вітчизняній практиці як основний інструмент вимірювання рівня СР території використовується Індекс людського розвитку (ІЛР). На рис. 1 наведено комбіновану XmR-карту ІЛР для України за 1990–2019 рр. (здійснено за

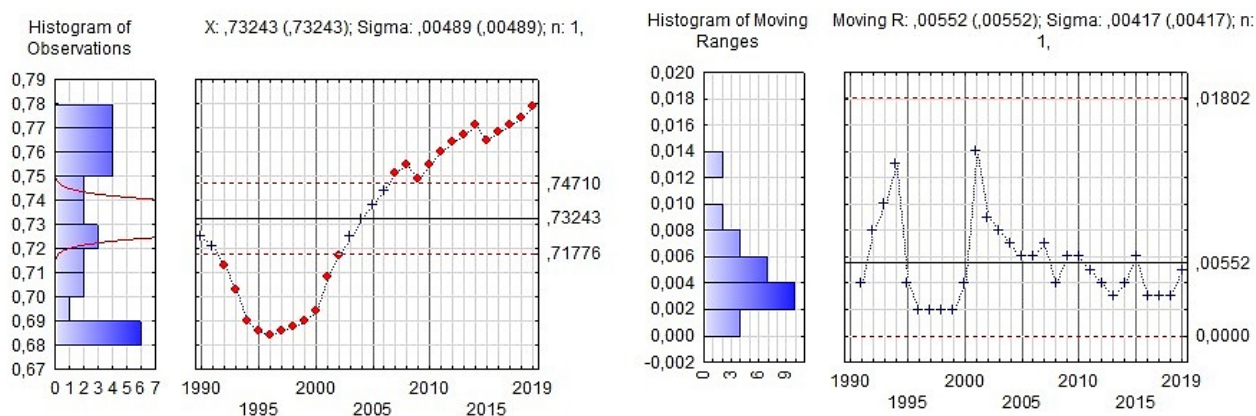


Рис. 1. Комбінована *XmR*-карта ІЛР для України за 1990–2019 рр.

даними [14; 15] і допомогою пакету STATISTICA StatSoft, Inc. (2001)), аналіз даних яких свідчить, що, згідно з картою індивідуальних значень для цього проміжку часу, відзначено два статистично некерованих періоди, тобто нестійкого розвитку, стану територій (зокрема: 1992 – початок 2000-х років; з 2008 до 2019 р. включно) і один період – керованого, стійкого стану (початок 2000-х – 2007 р.).

Характерною рисою першого періоду є швидкий розпад попередньої командно-адміністративної системи управління і формування базових елементів нової – капіталістичної (ринкової). Особливими причинами (флуктуаціями) цього періоду були неочікуваний економічний розпад радянської системи і здобуття Україною незалежності, що трансформувалися в масштабний соціально-економічний хаос, який виник на місці централізованих, позаринкових економічних відносин, базованих на запереченні приватної власності, тотальній регламентації і контролі економічної діяльності з боку держави. Зі здобуттям незалежності країна оптимістично стала на шлях економічних трансформацій у напрямі формування європейської соціально-ринкової економіки з потужним промисловим комплексом, значним сегментом послуг та ефективним державним управлінням. Трансформаційні процеси супроводжувалися руйнуванням старих структурно-функціональних зав'язків соціально-економічної системи і формуванням якісно нових у результаті радикальних змін у відносинах власності, системі виробництва і розподілу, структури доходів населення. Слід зазначити, що якісно нові не завжди означає кращі. Тобто будь-які нововведення мають не тільки позитивні, а й негативні наслідки. Негативними наслідками формування якісно нових атрибутів ринкової економіки стали: галопуюча інфляція, яка у 1993 р. переросла в гіперінфляцію (індекс інфляції досягнув 10 256%), масове поширення бідності, значна

поляризація у розподілі суспільного багатства, злиття влади і кримінального бізнесу, що призвело до формування кримінально-олігархічної економічної моделі розвитку, значного розміру тіньової економіки, тотальної корупції. Позитивні наслідки закінчення цього періоду збігаються з економічною стабілізацією і початком відбудови економіки, завершенням процесу перерозподілу основних виробничих фондів, формуванням нових інституцій ринкової економіки та потужних бізнес-груп.

Період керованого, стійкого стану (початок 2000-х – 2007 р.) пов'язаний із реалізацією деяких структурних реформ і з впливом зовнішніх чинників (нова цінова політика на імпортований газ, прогресивна соціальна політика, активна міжнародна співпраця), що призвело до нарощування виробничих потужностей, швидкого розширення внутрішнього ринку, кредитного буму, розквіту банківської системи, виходу українських бізнес-груп на міжнародні ринки, відносно попереднього періоду поліпшення соціально-економічної ситуації, зростання доходів населення, часткового оновлення та реструктуризації основних виробничих фондів, подальшої інтеграції української економіки у світову.

Особливою причиною другого періоду статистично некерованого СР України став початок світової фінансової кризи (2007 р.), яка була спровокована іпотечною кризою у Сполучених Штатах Америки. Під впливом надлишкової ліквідності в країні утворювалися «фінансові бульбашки» на ринках нерухомості та акцій. В умовах глобалізації поступово фінансова криза у США переросла у кризу суверенних боргів і соціальних виплат економічно розвинутих країн, передусім зони євро. Окрім того, у цей період почався зліт цін на нафту, метали і сільськогосподарську продукцію. Для України наслідки світової кризи стали так звані «чорними лебедями», що призвели до неке-

рованості процесу соціально-економічного розвитку в результаті падіння промислового виробництва, скорочення доходів, кризи банківської системи, девальвації національної валюти тощо. Також неочікувані Революція гідності, анексія Криму та військовий конфлікт на Сході України підвищили рівень політичної, соціально-економічної нестабільності і зовнішніх загроз. Це призвело до різкого падіння рівня ВВП, негативного зовнішньоторговельного сальдо й покриття експорту імпортом, різкої девальвації гривні, зниження купівельної спроможності населення країни.

В умовах глобалізації в постіндустріальних країнах активно формуються галузі Шостого технологічного укладу, Індустрії 4.0. У подальшій інтеграції України у світове господарство послаблюється механізм забезпечення гомеостазу соціально-економічної системи, ознаками якої є: швидка деіндустріалізація і повернення до архаїчно-аграрного типу розвитку в результаті неспроможності промислового сектору країни протистояти жорсткій конкуренції світовим транснаціональним корпораціям; послаблення суверенітету країни у прийнятті господарських рішень; утрата контролю над утворенням державного боргу та дерегулюванням сфери фінансової діяльності; збільшення розриву в рівнях економічного і соціального розвитку між Україною та країнами «золотого мільярда»; експортно-імпортна незбалансованість; зростання імміграції економічно активного населення, стрімкий відтік інтелектуальних ресурсів за кордон; формування якісно нових фінансово-дестабілізуючих факторів економічної системи, зокрема: гіпертрофована доларизація національної економіки, експансія глобального спекулятивного капіталу, надмірне накопичення зовнішніх активів і зобов'язань країни, різке падіння курсу національної валюти, загострення проблем багатьох банків із ліквідністю, зростання вартості й

ускладнення умов отримання зовнішніх запозичень тощо.

Із методичного погляду дані рис. 1 свідчать, що більшість сигналів про вихід процесу з-під контролю для України видно лише на графіку карти індивідуальних значень (X). Карта ковзних розмахів (mR) виявилася менш чутливою до змін керованості процесу CP, про що свідчить знаходження всіх точок у межах центральної і верхньої контрольних границь. Але, наприклад, для країни Кувейт (рис. 2) карта ковзних розмахів ІЛР дала змогу виявити найбільш статистично некеровані періоди, які тісно пов'язані з гострою фазою війни за звільненням Кувейту в Перській затоці.

Улітку 1990 р. відносини між Іраком і Кувейтом різко загострилися через суперечки навколо ціни на нафту, що в подальшому негативно позначилося на рівні людського розвитку країни.

Висновки з проведеного дослідження. Визначено, що важливими функціями управління CP території є: аналітична, що пов'язана з прогнозуванням і діагностикою процесів розвитку; контролююча, яка дає змогу суб'єкту управління отримувати моніторингову інформацію щодо індикаторів реалізації цілей CP, стану території за рівнем стійкості (гомеостазу); коригуюча, яка спрямована на своєчасне внесення змін у програми дій щодо усунення перешкод досягнення цілей CP. Для діагностики стану території за рівнем стійкості (гомеостазу) принциповими є пороги індикаторів, тобто прийнятні граничні значення, недотримання (перевищення або недосягнення) яких призводить до виникнення деструктивних процесів на території. Для визначення порогових значень індикаторів у вітчизняній практиці використовується законодавчий підхід, що базується на експертних оцінках фахівців. Але експертне визначення цих показників є достатньо суб'єктивним, що, своєю чергою, не

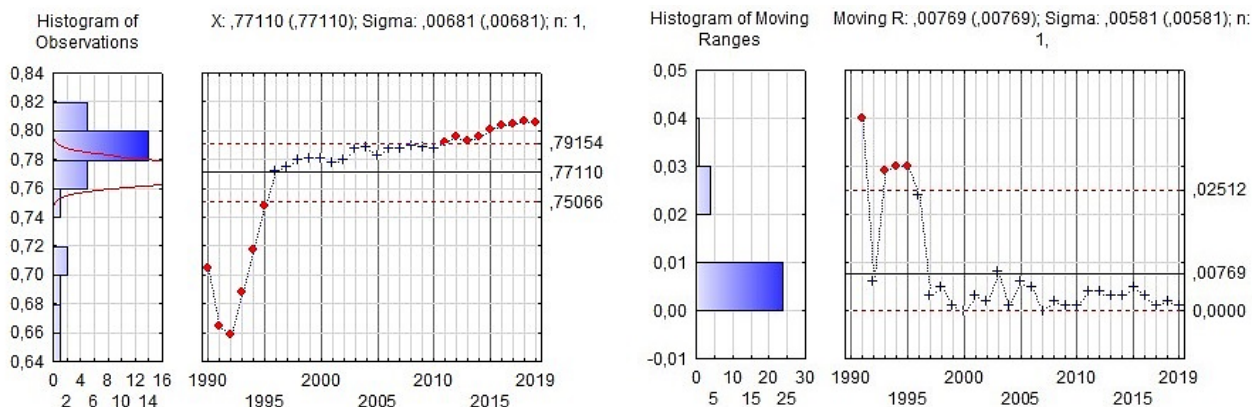


Рис. 2. Комбінована XmR -карта ІЛР для Кувейту за 1990–2019 рр.

виключає принципових помилок під час діагностики стану території. Із метою запобігання суб'єктивізму доцільним є використання ККШ як діагностичного інструменту. Теорія контрольних карт значною мірою кореспондується з основними положеннями теорій СР і «Чорного лебедя». Для дослідження проблем керованості процесу розвитку території найбільш придатними є контрольні карти індивідуальних значень (X) і ковзних розмахів (mR), які використовуються для періодичних моніторингових

даних і швидкого виявлення особливих причин (флуктуацій). Доцільність використання комбінованої XmR-карти в задачах діагностики стану території за індикаторами або інтегральними індексами, що характеризують різні аспекти розвитку, зумовлена необхідністю дослідження проблем СР у динаміці на довгострокових часових інтервалах. Перспективним напрямом є дослідження можливостей використання інших ККШ у задачах моніторингу та індикативного аналізу СР.

Список використаних джерел:

1. Цілі сталого розвитку: Україна. Національна доповідь / Міністерство економічного розвитку і торгівлі. Київ, 2017. 176 с.
2. Цілі сталого розвитку України: Добровільний національний огляд, 2019. URL: <https://www.me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=a0fc2a99-ada3-4a6d-b65b-cb542c3d5b77&title> (дата звернення: 20.01.2021).
3. Моисеев Н.Н. Современный рационализм. Москва : МГВП КОКС, 1995. 380 с.
4. Талеб Н.Н. Черный лебедь. Под знаком непредсказуемости / пер. с англ. ; под ред. М. Тюнькиной. Москва : КоЛибри, 2010. 528 с.
5. Уилер Д., Чамберс Д. Статистическое управление процессами: оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта / пер. с англ. ; 2-е изд. Москва : Альпина Паблишер, 2017. 409 с.
6. Shewhart W.A. Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control. New York: Dover Publications, Inc, (1939, reprint 1986). 163 p.
7. Деминг Э. Выход из кризиса: новая парадигма управления людьми, процессами и системами / пер. с англ. Москва : Альпина Бизнес Букс, 2007. 370 с.
8. Деминг У.Э. Новая экономика / пер. с англ. Т. Гуриш. Москва : Эксмо, 2006. 208 с.
9. Адлер Ю.П., Максимов О.В., Шпер В.Л. Контрольные карты Шухарта в России и за рубежом: краткий обзор современного состояния (статистические аспекты). *Стандарты и качество*. 2011. № 8. URL: <https://ria-stk.ru/upload/image/stq/2011/N8/082011-1.pdf> (дата звернення: 20.01.2021).
10. Рековец Н.А. Возможности использования контрольных карт для визначення розладнання процесу. *Системи обробки інформації*. 2010. № 2(83). С. 206–210.
11. Розен В.П., Давиденко Л.В., Давиденко В.А. Використання контрольних карт Шухарта для контролювання ефективності електроспоживання в системах комунального водопостачання. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2012. № 1(72). Ч. 1. С. 31–35.
12. Рамазанова-Стьопкіна О.А., Мокійчук В.М. Метрологічні аспекти діяльності медичних лабораторій у рамках стандарту ДСТУ EN ISO 15189:2015. *Український метрологічний журнал*. 2016. № 1. С. 53–55.
13. ДСТУ ISO 7870-2:2016 Статистичний контроль. Карти контрольні. Частина 2. Карти Шухарта (ISO 7870-2:2013, IDT). URL: https://budstandart.ua/normativ-document.html?id_doc=65875&inregion=852 (дата звернення: 22.01.2021).
14. Human Development Reports UNDP «Human Development Indices and Indicators: 2018 Statistical Update». URL: <http://hdr.undp.org/en/2018-update> (дата звернення: 20.11.2020).
15. Human Development Data Center. URL: <http://hdr.undp.org/en/data> (дата звернення: 10.01.2021).

References:

1. Tsili staloho rozvytku: Ukraina. Natsionalna dopovid (2017). [Sustainable Development Goals: Ukraine. National report]. Ministerstvo ekonomichnoho rozvytku i torhivli. (in Ukrainian)
2. Tsili staloho rozvytku Ukrainy: Dobrovilnyi natsionalnyi ohliad (2019). [Sustainable Development Goals of Ukraine: Voluntary National Review]. Available at: <https://www.me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=a0fc2a99-ada3-4a6d-b65b-cb542c3d5b77&title> (accessed 20 January 2021). (in Ukrainian)
3. Moiseev N.N. (1995) *Sovremennyyi ratsionalizm* [Modern rationalism]. Izdatelstvo MGVP KOKS. (in Russian)
4. Taleb N.N. (2010) *Chernyy lebed: Pod znakom nepredskazuemosti* [Black Swan: Under the sign of unpredictability] / per. s angl., pod red. M. Tiunkinoi. Moskva: KoLibri. (in Russian)
5. Uiler D., CHambers D. (2017) *Statisticheskoe upravlenie protsessami: Optimizatsiia biznesa s ispolzovaniem kontrolnykh kart SHukharta* [Statistical process management: Business optimization using Shewhart's control charts] / per. s angl., – 2-e izd. Moscow: Alpina Pablisher. (in Russian)

6. Shewhart W.A. (1939, reprint 1986). *Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control*. New York: Dover Publications, Inc.
7. Deming E. (2007) *Vykhod iz krizisa: Novaia paradigma upravleniia liudmi protsessami i sistemami* [Overcoming the Crisis: The new paradigm of managing people, systems and processes] / per. s angl. Moskow: Alpina Biznes Buks. (in Russian)
8. Deming U.E. (2006) *Novaia ekonomika* [New economy] / per. s angl. T. Gurish. Moskow: Eksmo. (in Russian)
9. Adler Lu.P., Maksimov O.V., SHper V.L. (2011) Kontrolnye karty Shukharta v Rossii i za rubezhom kratkii obzor sovremennogo sostoiianiia (statisticheskie aspekty) [Shewhart's control charts in Russia and abroad: a brief overview of the current state (statistical aspects)]. *Standarty i kachestvo*, no. 8. Available at: <https://ria-stk.ru/upload/image/stq/2011/N8/082011-1.pdf> (accessed 20 January 2021). (in Russian)
10. Rekovets N.A. (2010) Mozhlyvosti vykorystannia kontrolnykh kart dlia vyznachennia rozladnannia protsesu [Possibilities of using control charts to determine the process disorder]. *Systemy obrobky informatsii*, no. 2 (83), pp. 206–210. (in Ukrainian)
11. Rozen V.P., Davydenko L.V., Davydenko V.A. (2012) Vykorystannia kontrolnykh kart Shukharta dlia kontroliuvannia efektyvnosti elektrospozhyvannia v systemakh komunalnoho vodopostachannia [Using of Shewhart's control charts to control the efficiency of electricity consumption in municipal water supply systems]. *Visnyk KrNU imeni Mykhaila Ostrohradskoho*, no. 1 (72). Chastyna 1, pp. 31–35. (in Ukrainian)
12. Ramazanova-Stopkina O.A., Mokiichuk V.M. (2016) Metrolohichni aspekty diialnosti medychnykh laboratorii u ramkakh standartu DSTU EN ISO 15189:2015 [Metrological aspects of medical laboratories within the standard DSTU EN ISO 15189: 2015]. *Ukrainskyi metrolohichnyi zhurnal*, no. 1, pp. 53–55. (in Ukrainian)
13. DSTU ISO 7870-2:2016 Statystychnyi kontrol. Karty kontrolni. Chastyna 2. Karty Shukharta (ISO 7870-2:2013, IDT) [DSTU ISO 7870-2: 2016 Statistical control. Control cards. Part 2. Shewhart's charts (ISO 7870-2:2013, IDT)]. Available at: https://budstandart.ua/normativ-document.html?id_doc=65875&minregion=852 (accessed 22 January 2021). (in Ukrainian)
14. Human Development Reports UNDP «Human Development Indices and Indicators: 2018 Statistical Update». Available at: <http://hdr.undp.org/en/2018-update> (accessed 20 November 2020).
15. Human Development Data Center. Available at: <http://hdr.undp.org/en/data> (accessed 10 January 2021).