

УДК 33:311]:303.442.3

DOI: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/189-12>**Кущенко О.І.**кандидат економічних наук (Ph.D.), доцент,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7316-1786>**Алексєєнко І.В.**магістр,
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5572-1728>**Kushchenko Olena, Aleksieienko Ivan**
V.N. Karazin Kharkiv National University

АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО РИНКУ УКРАЇНИ

Актуальність інформаційного забезпечення статистичних досліджень заснована на необхідності приймати управлінські рішення, які ґрунтуються на якісно проведеній аналітиці процесів на ринку. Електроенергетика є базовою галуззю економіки України, ефективне функціонування якої є необхідною умовою стабілізації та структурних перетворень, задоволення потреб населення. Ефективне функціонування ринку електричної енергії також є складовою енергетичної безпеки держави і предметом її національного інтересу. У час коли економіка нашої країни знаходиться у воєнному стані, індустрія електроенергетики повинна отримати зосереджений погляд фахівців та стати запорукою вдалого розвитку України. Аналітика показала, що на ефективний розвиток енергетичного ринку впливає багато факторів. Моделювання цих факторів вказує на основні переваги та недоліки у роботі цієї галузі та дозволяє спрогнозувати свої дії у наступні періоди.

Ключові слова: енергетичний ринок, факторний аналіз, метод головних компонент, кластеризація, моделювання процесів ринку.

ANALYTICAL STUDY OF THE ENERGY MARKET OF UKRAINE

The relevance of information support for statistical research is based on the need to make management decisions based on high-quality analyses of market processes. The electricity sector is a key sector of Ukraine's economy, and its efficient operation is a prerequisite for stabilization and structural transformation, as well as for meeting the needs of the population. The efficient functioning of the electricity market is also a component of the state's energy security and a matter of national interest. The purpose of the article is to provide an analytical approach to the study of the energy market of Ukraine, typification and modelling of energy processes, as well as the role of statistical methodology in market management. The methodological basis of the analytical study is the work of domestic authors on energy business, statistics and indicators on the state of this industry in Ukraine, as well as regulations and laws. The research methods are general scientific methods based on the methods of cognition, analysis and synthesis. The following analytical statistical methods were widely used: statistical observation, analytical typing, dynamic comparisons, graphical and tabular methods to illustrate the phenomena, processes and patterns under study, as well as statistical methodology for modelling market development processes. In the course of researching the main issues, the author used such software as Microsoft Word, Excel, Visio, and Statistica 10.0. The elements of scientific novelty of the work are contained in the algorithm of independent desk-based statistical observation and modelling using a set of software. The analytics showed that the effective development of the energy market is influenced by many factors. Modelling of these factors indicates the main advantages and disadvantages in the industry and allows us to predict our actions in the following periods. At a time when our country's economy is in martial law, the electricity industry should receive a focused look from experts and become a key to Ukraine's successful development.

Keywords: energy market, factor analysis, principal components method, clustering, modelling of market processes.

JEL classification: L94, C38, C51

Постановка проблеми. Електроенергія – один із найважливіших ресурсів світовій економіці. В наш час без електроенергії не є можливим ефективно видобування інших ресурсів, а також створення товарів та послуг.

Електростанції що видобувають електроенергію як правило працюють безперервно. Специфіка цієї галузі полягає в тому що для видобування електроенергії потрібно мати джерело іншого виду енергії, наприклад на гідроелектростанціях використовується сила рухомої води, вітряки перетворюють роботу повітряних мас, сонячні панелі перетворюють світлову енергію. Але наприклад на атомних і теплових електростанціях здійснюється цілих два перетворення, спочатку потен-

ційну ядерну або хімічну енергію, Перетворюється на потенційну теплову енергію, а вже після цього за допомогою турбіни, тепла енергія перетворюється на електричну [1, с. 295–303].

Очевидно що розвиток будь-якої країни у тому числі залежить від правильно побудованої енергетичної системи. Без цього неможливо ніякий ефективний економічний ріст. Також потрібно зазначити що в Україні є дуже великий потенціал у цій галузі, як для зеленої енергетики так і для атомної. Але треба зазначити що в нашій країні вже два роки продовжується повномасштабна війна і ворог продовжує наносити шкоду нашій енергетичній галузі. Україна як може зменшує збитки нанесені ворогом, але у всьому є межа.

На даний момент складно передбачити як саме буде розвиватися енергетика в майбутньому, після перемоги, але завжди для обґрунтування політики держави у цій галузі будуть використовуватися статистичні методи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням енергетичного ринку України присвячено напрацювання багатьох вчених. Науковий інтерес становлять праці: Бохонко І.В., Люльчак З.С., Хтей Н.І., Сопільника Л.І., Савицького В.К., Коссе І., Косаря Н.С., Олійника Я.І., Беззуба І. та інших [1–3]. Однак праці цих науковців носять більш загальний характер та не розкривають суті використання статистичної методології, яка дозволяє бізнесу та органам державної влади отримувати якісну статистичну інформацію щодо прийняття управлінських рішень. Ми у своїх дослідженнях вже звертались до теми інформаційного забезпечення управління, але у більш стислому вигляді [4].

Мета статті полягає в аналітичному підході до вивчення енергетичного ринку України та типізації і моделюванні енергетичних процесів, а також ролі статистичної методології щодо управління ринком.

Виклад основних результатів дослідження. Використання статистичної методології щодо моделювання процесів на ринку, зокрема факторного аналізу, допомагає позбутися суб'єктивізму при виборі шляху розвитку країни.

Із використанням теоретичних положень факторного аналізу, а саме методу головних компонент, для виявлення основних факторів, що впливають на галузь електроенергетики проведено: скорочення простору обраних ознак; виділення невеликої кількості некорельованих компонент, які зберігають всю інформацію, щодо причинно-наслідкового механізму формування

явища; інтерпретацію та оцінку головних компонент; застосування методу головних компонент в комбінації з іншими багатовимірними методами аналізу, а саме множинним регресійним аналізом.

Ознаками в даній моделі визначені середньорічні значення представлених нижче показників за 2015–2020 рр.:

- X_1 – виробництво енергії;
- X_2 – імпорт енергії;
- X_3 – експорт енергії;
- X_4 – частка енергії що виробляється при спалюванні вугілля і торфу, %;
- X_5 – частка енергії що виробляється, за допомогою сирової нафти %;
- X_6 – частка енергії що виробляється за допомогою нафтопродукту %;
- X_7 – частка енергії що виробляється за допомогою природного газу, %;
- X_8 – частка енергії що виробляється атомними електростанціями, %;
- X_9 – частка енергії що виробляється гідроелектростанціями, %;
- X_{10} – частка енергії що виробляється вітряками та сонячними панелями, %;
- X_{11} – частка енергії що виробляється за допомогою біопалива та відходів, %;
- X_{12} – частка енергії що виробляється теплоелектростанціями, %.

Це основні показники, до яких застосовано кластерний аналіз. Дані вказані без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях (табл. 1).

Таблиця 1
Аналітична динаміка загального постачання первинної енергії в Україні за 2014–2020 рр.
(у тис. т нафт. еквів.)

Показники	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Виробництво енергії	76928	61614	66323	58863	60883	60452	57017
Імпорт енергії	34437	31575	29152	35145	33795	34708	30655
Експорт енергії	6967	1447	1427	1944	1462	1841	1246
Вугілля й торф	35576	27344	32450	25757	28055	26076	22847
у % до підсумку	33,7	30,4	34,4	28,8	30,0	29,2	26,5
Сира нафта	3043	2851	2806	3351	3635	3786	4196
у % до підсумку	2,9	3,2	3,0	3,7	3,9	4,2	4,9
Нафтопродукти	7645	7700	8387	9345	9637	9690	9947
у % до підсумку	7,2	8,5	8,9	10,4	10,3	10,8	11,5
Природний газ	33412	26055	25603	24554	25739	23383	23844
у % до підсумку	31,6	28,9	27,1	27,4	27,5	26,2	27,6
Атомна енергія	23191	22985	21244	22449	22145	21771	19994
у % до підсумку	21,9	25,5	22,5	25,1	23,7	24,4	23,2
Гідроенергія	729	464	660	769	897	560	650
у % до підсумку	0,7	0,5	0,7	0,9	1,0	0,6	0,8
Вітрова та сонячна енергія і т.п.	134	134	124	149	197	426	794
у % до підсумку	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,5	0,9
Біопаливо та відходи	1934	2102	2832	2989	3209	3349	4243
у % до підсумку	1,8	2,3	3,0	3,3	3,4	3,7	4,9
Електроенергія	-725	-116	-323	-445	-522	-348	-208
у % до підсумку	-0,7	-0,1	-0,3	-0,5	-0,6	-0,4	-0,2
Теплоенергія	745	571	599	546	534	667	56
у % до підсумку	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,1

Джерело: побудовано авторами за матеріалами Державної служби статистики [5]

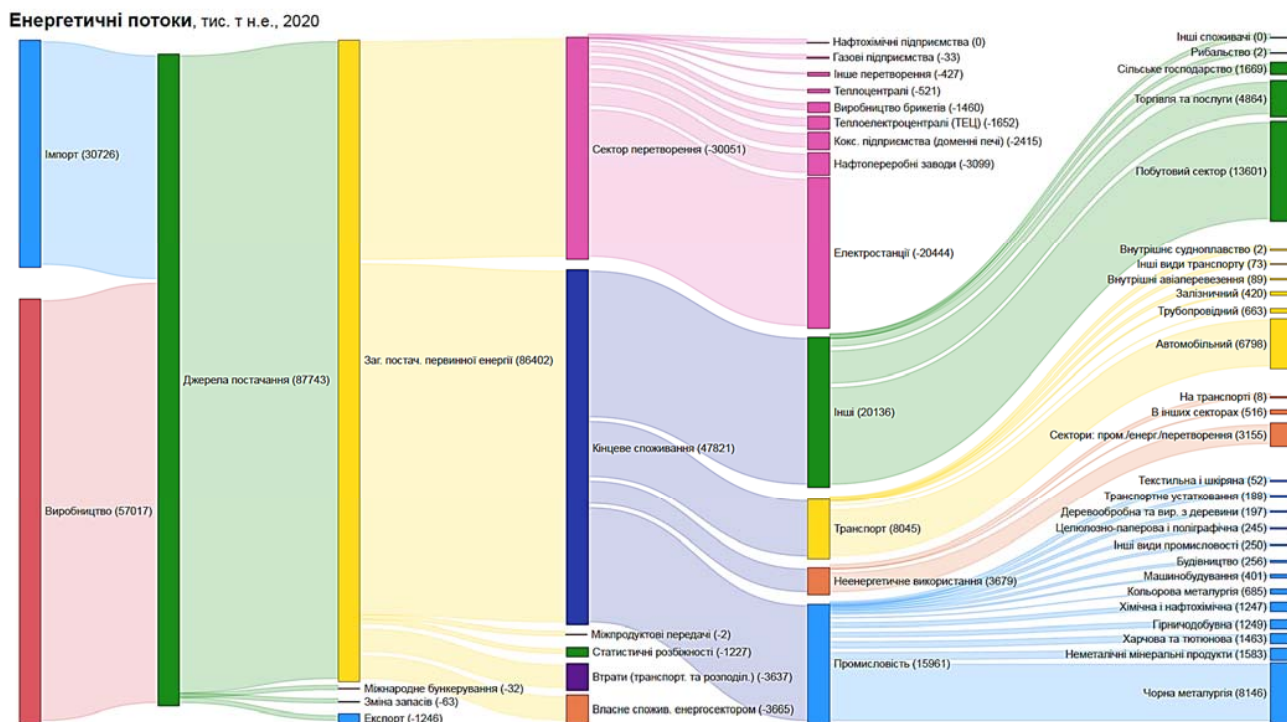


Рис. 1. Візуалізація енергетичних потоків України у 2020 році

Джерело: побудовано авторами за матеріалами Державної служби статистики [5]

Модель побудовано з використанням прикладного пакету «STATISTICA» версії 10 та її модифікованої версії, зокрема модуля «Кластерний аналіз»[6, с. 65–66; 7].

Далі нами були розраховані евклідові відстані між показниками загального постачання первинної енергії за допомогою метода Варда, які візуалізовано на рис. 2. На ньому ми можемо побачити що показники розділилися на чотири явні підгрупи. У першу та найбільшу підгрупу входить тільки один показник нафтопродукти. Тоді як у другу входять: експорт енергії, сира нафта, біопаливо з відходами. Третя, найменша, включає гідроенергію, теплову енергію, вітрову та сонячну енергію. У четверту входять вугілля і торф, природний газ та атомна енергетика.

Представимо зібрані дані щодо подальшої аналітики про основні складові ринку енергетики України у табл. 2.

Проведемо кластеризацію методом К-середніх та представимо її у табл. 3.

Візуалізуємо динаміку отриманих результатів результати на рис. 3.

Провівши кластеризацію за допомогою метода К-середніх, результати якого візуалізовано на рис. 3 можемо побачити що утворилося 4 кластери, тобто чотири типа енергетичного споживання.

Можемо підкреслити що наші гіпотези виявилися вірними. Фактори що увійшли до кластерів відповідають тому що ми побачили у методі Варда. Перший кластер неможливо порівнювати з трьома іншими, до нього входять вугілля і торф, природний газ, та атомна енергія. До другого кластеру що є також другим на графіку увійшли нафтопродукти. У третьому кластері зібралися гідроенергія, вітрова і сонячна енергія та теплоенергія. У четвертому кластері залишилися експорт енергії із-за кордону, сира нафта та біопаливо.

Моделювання процесів ринку енергетики в Україні дозволяє бачити наочно усю картину енергопоса-

Таблиця 2

Значення головних компонент видобування первинної енергетики в Україні з 2014 по 2020 рр.

Показники	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Експорт енергії	-0,312	-0,671	-0,674	-0,674	-0,716	-0,698	-0,772
Вугілля й торф	1,735	1,581	1,882	1,542	1,638	1,616	1,442
Сира нафта	-0,593	-0,549	-0,561	-0,543	-0,523	-0,512	-0,470
Нафтопродукти	-0,264	-0,127	-0,101	0,014	0,007	0,051	0,119
Природний газ	1,580	1,469	1,317	1,430	1,433	1,359	1,544
Атомна енергія	0,848	1,202	0,958	1,234	1,115	1,205	1,149
Гідроенергія	-0,759	-0,756	-0,737	-0,783	-0,766	-0,821	-0,833
Вітряна і сонячна енергія	-0,802	-0,785	-0,782	-0,841	-0,828	-0,833	-0,818
Біопаливо та відходи	-0,673	-0,614	-0,558	-0,576	-0,561	-0,554	-0,465
Теплоенергія	-0,758	-0,747	-0,742	-0,804	-0,798	-0,810	-0,894

Джерело: побудовано авторами за матеріалами Державної служби статистики [5]

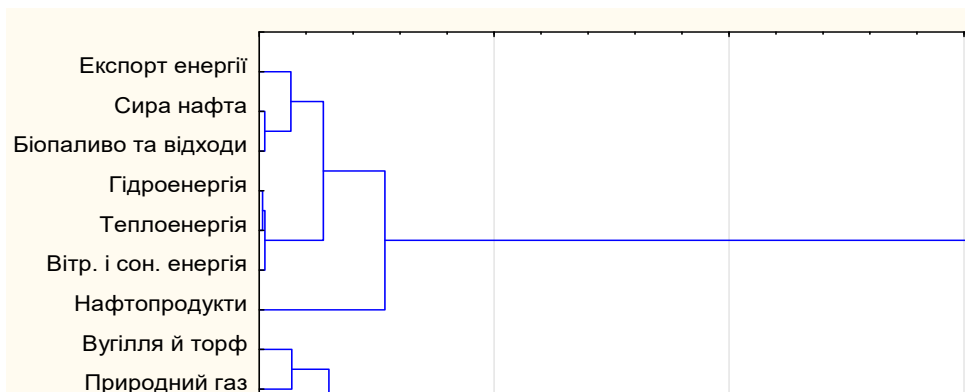


Рис. 2. Евклідові відстані між показниками загального постачання первинної енергії в Україні

Джерело: побудовано авторами за власними розрахунками

Таблиця 3

Аналітична оцінка первинної енергетики в Україні за допомогою кластеризації, методом К-середніх

Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3	Кластер 4
Вугілля й торф Природний газ Атомна енергія	Нафтопродукти	Гідроенергія Вітряна і сонячна енергія Теплоенергія	Експорт енергії Сира нафта Біопаливо та відходи

Джерело: побудовано автором за матеріалами власних розрахунків

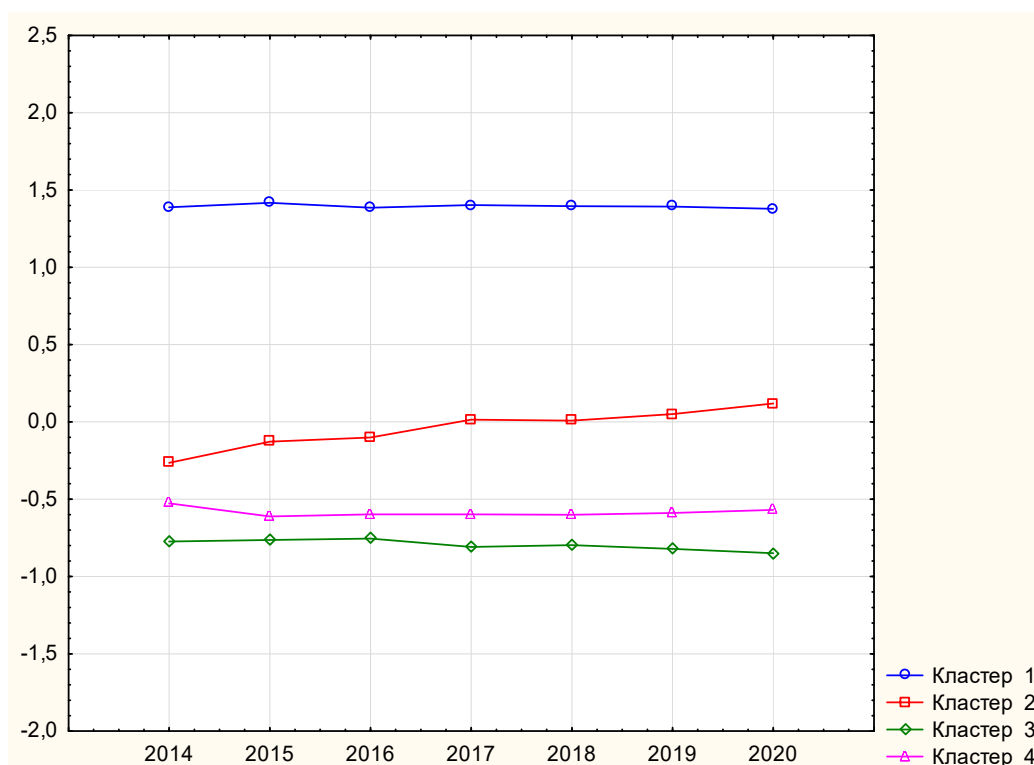


Рис. 3. Візуалізація типізації енергетичних ресурсів в Україні у 2014-2020 роках

Джерело: побудовано авторами за матеріалами Державної служби статистики [5]

чанья. Але картина буде неповною, якщо ми не будемо враховувати такі фактори, як сезонність та інші цікаві моменти, які суттєво впливають і на інфраструктуру ринку енергетики і на споживачів.

Висновки. Тема нашого дослідження присвячена дуже важливому стратегічному напрямку нашої національної економіки.

Статистичне моделювання факторів впливу на електроенергетику це одне з найактуальніших питань нашого часу.

Аналітика показала, що типи факторів впливу на енергетику розділилися майже рівномірно між трьома кластерами, не враховуючи другий кластер «Нафтопродукти». Він займає завжди особливе місце у

економіці будь-якої країни світу. Та тільки він і має якусь незначну динаміку, орієнтуючись на візуалізацію даних дослідження.

Отже таке моделювання факторів впливу на енергетику країни дуже корисне щодо управління економікою.

Воно вказує на основні переваги та недоліки у роботі цієї галузі та дозволяє спрогнозувати свої дії у наступні періоди. Але ми у своїх дослідженнях не ризикнули робити якісь прогнози у наш воєнний час. Тому це мабуть буде тема наших подальших досліджень.

Список використаних джерел:

1. Люльчак З.С., Хтей Н.І., Сопільник Л.І. Основні підходи до ефективного функціонування регіонального паливно-енергетичного комплексу. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Логістика*. 2010. № 669. С. 295–303.
2. Бохонько І. Формування системи виявлення та уникнення операційних втрат енергопостачальних підприємств: автореферат дисертації к.е.н. Львів : Національний університет «Львівська політехніка», 2017. 24 с.
3. Савицький В.К. Шляхи підвищення енергетичної інтеграції та енергозберігаючого управління. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Теплоенергетика. Інженерія довкілля. Автоматизація*. 2011. № 712. С. 132–135.
4. Алексєнко І.В., Кушченко О.І. Інформаційне забезпечення дослідження якості ринку постачання електроенергії. *Актуальні аспекти сучасної статистичної науки і практики: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції пам'яті проф. А.З. Підгорного (Одеса, 31 травня 2023 р.)*. Одеса : Одеський національний економічний університет, 2023. С. 30–33.
5. Державна служба статистики. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 20.01.2024).
6. Корепанов О.С., Лабезник Ю.О., Пономарьова Т.В. Застосування кластерного аналізу для групування регіонів за рівнем інвестиційної привабливості. *Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна. Серія «Економічна»*. Харків : ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2014. № 1118 (Вип. 88). С. 63–69.
7. Spotfire Streaming Analytics: Achieve Real-time Insights and Automated Decision-making. URL: <https://www.spotfire.com/products/streaming-analytics> (дата звернення: 23.01.2024).

References:

1. Liulchak Z.S., Khtei N.I., Sopilnyk L.I. (2010) Osnovni pidkhody do efektyvnoho funktsionuvannya rehionalnoho palyvno-enerhetychnoho kompleksu. [Main approaches to the effective functioning of the regional fuel and energy complex]. *Bulletin of Lviv Polytechnic National University*, no. 669, pp. 295–303.
2. Bokhonko I. (2017) *Formuvannya systemy vyjavlennia ta unyknennia operatsiinykh vtrat enerhopostachalnykh pidpryemstv* [Developing a system for detecting and avoiding operational losses of energy supply companies]: Ph.D. thesis. Lviv: Lvivska politekhnika, 24 p.
3. Savytskyi V.K. (2011) Shliakhy pidvyshchennia enerhetychnoi intehtatsii ta enerhozberihaiuchoho upravlinnia. [Ways to improve energy integration and energy management]. *Bulletin of Lviv Polytechnic National University*, no. 712, pp. 132–135.
4. Aleksieienko I.V., Kushchenko O.I. (2023) *Informatsiine zabezpechennia doslidzhennia yakosti rynku postachannia elektroenerhii* [Informatsiine zabezpechennia doslidzhennia yakosti rynku postachannia elektroenerhii] International scientific and practical conference in memory of prof. A.Z. Podgorny. P. 30–33.
5. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy (2020) *Palyvno-enerhetychni resursy Ukrainy* [Fuel and energy resources of Ukraine]. Kyiv: Informatsiino-analitychne ahentstvo. Available at: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (accessed January 20, 2024).
6. Korepanov O.S., Labeznyk Y.O., Ponomarova T.V. (2014) *Zastosuvannya klasterneho analizu dlia hrupuvannia rehioniv za rivnem investytsiinoi pryvablyvosti* [Application of cluster analysis to group regions by investment attractiveness]. *V.N. Karazin Kharkiv National University Bulletin*, vol. 88, no. 1118, pp. 63–69.
7. Spotfire Streaming Analytics: Achieve Real-time Insights and Automated Decision-making. Available at: <https://www.spotfire.com/products/streaming-analytics> (accessed January 23, 2024).