

УДК 519.67:339.5

Дзюбановська Н. В.

Тернопільський національний економічний університет

АНАЛІЗ АСОЦІАЦІЙ ПОКАЗНИКІВ МІЖНАРОДНОЇ ТОРГІВЛІ КРАЇН ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

У статті застосовано аналіз асоціацій для виявлення закономірностей та пошуку прихованих правил у загальному масиві даних, що характеризують обсяг експорту товарів країн Європейського Союзу. Для аналізу було вибрано статистичні дані обсягів експорту товарів країн ЄС, а також використано модуль Data Mining / Association rules програмного продукту STATISTICA 10. В результаті аналізу отримано 50 асоціативних правил, що задовольняють обмеження на мінімальне значення рівня підтримки, достовірності та кореляції.

Ключові слова: асоціація, інтелектуальний аналіз, експорт, закономірність, міжнародна торгівля.

Постановка проблеми. Сьогодні з огляду на швидкоплинність соціально-економічних процесів та стрімкий розвиток комп'ютерно-інформаційних технологій великої популярності набуває інтелектуальний аналіз даних. Для проведення ефективного аналізу даних, пошуку кореляційних зв'язків і тенденцій все частіше використовують технології Data Mining, основним завданням яких є пошук закономірностей між об'єктами баз даних. Оскільки міжнародна торгівля як соціально-економічний процес характеризується швидкою динамікою розвитку, виникає актуальність застосування інтелектуального аналізу даних для оцінки міжнародної торгівлі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Багато робіт вітчизняних та зарубіжних вчених присвячено інтелектуальному аналізу даних. Серед науковців, що досліджували це питання, слід відзначити таких, як Г.В. Горбань [1; 2], О.О. Барсегян, М.С. Купріянов, В.В. Степаненко, І.І. Холод [3].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на численність досліджень із використанням інтелектуального аналізу даних, все ж таки проблема виявлення прихованих зв'язків між показниками міжнародної торгівлі залишається актуальною. Саме пошук закономірностей між показниками торгівлі є першочерговим етапом під час оцінюванні міжнародної торгівлі, оскільки отримані висновки дадуть змогу правильно вибрати інструменти для подальшого моде-

лювання цього соціально-економічного процесу.

Мета статті полягає у виявленні закономірностей та пошуку прихованих правил у загальному масиві даних, що характеризують обсяг експорту товарів країн ЄС, за допомогою методу асоціацій.

Виклад основного матеріалу дослідження. Інтелектуальний аналіз даних переважно призначений для пошуку прихованих, об'єктивних закономірностей, що можуть бути корисними для практичного застосування у великих інформаційних масивах даних. Найпоширенішим методом інтелектуального аналізу даних (Data Mining) є асоціація. Цей метод призначений для знаходження закономірностей між масивами даних, що ставляться у відповідність до умови та наслідку. Під час знаходження асоціативних правил здійснюється пошук закономірностей між пов'язаними кількома подіями в масиві даних, які відбуваються одночасно.

Під час моделювання міжнародної торгівлі, як і під час моделювання будь-якого соціально-економічного процесу, важливим є вибір математичного методу вирішення задачі. Саме правильно проведене дослідження торгівлі з виявленням можливих закономірностей між показниками вплине на цей вибір. Отже, на першому кроці під час оцінювання міжнародної торгівлі потрібно здійснити пошук можливих прихованих правил та зв'язків між показниками міжнародної торгівлі. Це можна здійснити, використовуючи аналіз асоціацій. Таким чином, нашим завданням є пошук прихованих закономірностей у великому масиві

даних, що характеризують міжнародну торгівлю країн ЄС. Для демонстрації можливості застосування аналізу асоціацій до дослідження міжнародної торгівлі розглянемо такий показник, як обсяг експорту товарів у млн. євро.

Для проведення аналізу нами було вибрано статистичні дані Eurostat [4] обсягів експорту товарів у млн. євро країн Європейського Союзу за кожен місяць із січня 2002 року по грудень 2016 року. Отже, у нас утворилася вибірка із 180 спостережних даних (рис. 1), причому невідомі M01-M12 характеризують обсяг експорту товарів країн ЄС по місяцях із січня по грудень.

	1	2	3	4	5	6	7	8
	M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08
2002	140 499,6	147 189,1	157 247,5	157 122,1	150 451,2	154 162,1	152 381,9	127 056,9
2003	146 161,7	150 890,6	164 398,2	153 210,2	148 756,6	152 225,2	153 172,7	122 160,4
2004	144 472,3	155 334,7	178 869,7	166 907,1	163 396,7	177 061,5	165 906,1	143 149,3
2005	158 025,5	167 798,5	186 749,1	181 409,2	177 137,0	187 620,1	170 156,6	158 208,0
2006	183 121,2	192 226,7	225 356,8	192 645,1	212 119,1	212 356,6	192 583,1	176 934,0
2007	201 715,4	207 350,2	232 888,3	208 505,9	219 878,1	227 163,9	217 467,1	194 223,6
2008	221 190,1	230 003,3	229 515,0	241 127,6	223 633,2	235 335,8	232 806,4	188 833,8
2009	166 241,5	173 109,0	188 693,1	172 973,0	165 243,4	182 879,6	179 518,4	152 733,2
2010	172 017,1	186 053,0	219 307,0	201 001,9	203 025,5	223 182,6	205 462,7	183 335,1
2011	210 147,0	222 470,3	256 383,8	223 070,5	241 067,4	234 278,6	221 215,5	206 512,2
2012	216 587,0	232 074,3	253 356,2	224 014,9	236 838,4	235 811,0	230 700,6	210 464,2
2013	223 434,2	222 237,1	239 867,6	233 291,3	231 388,8	230 235,1	236 221,8	201 374,6
2014	228 251,1	231 127,5	248 243,6	236 865,9	234 752,3	241 068,6	243 700,6	200 783,0
2015	224 321,6	238 827,6	268 607,8	248 128,5	241 581,0	264 627,9	256 543,5	211 698,4
2016	225 607,0	251 693,8	265 313,0	253 756,7	250 297,5	267 758,2	239 568,7	226 819,8

Рис. 1. Фрагмент таблиці статистичних даних обсягів експорту товарів у млн. євро країн ЄС із січня 2002 року по грудень 2016 року

Джерело: сформовано автором за даними Eurostat [4] засобами STATISTICA 10

Перед проведенням безпосередньо аналізу асоціацій спочатку доцільно розглянути те, як загалом змінюється динаміка обсягів експорту товарів країн ЄС (протягом досліджуваного періоду). Із цією метою побудуємо графік середньорічних обсягів експорту товарів країн (рис. 2).

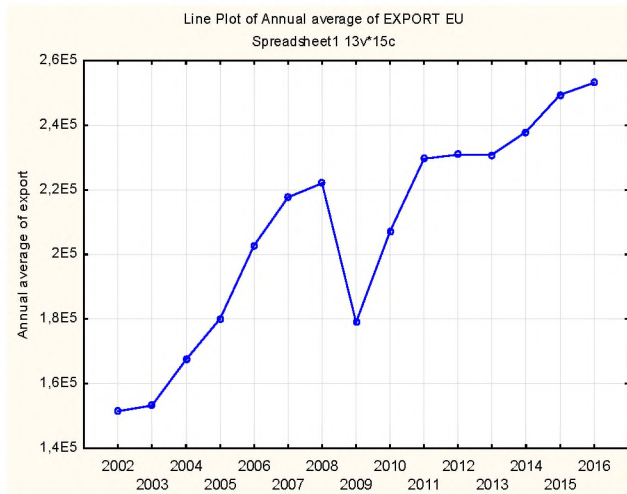


Рис. 2. Динаміка середньорічного обсягу експорту товарів країн ЄС протягом 2002-2016 років, млн. євро

Джерело: розроблено автором за даними Eurostat [4] засобами STATISTICA 10

На графіку (рис. 2) чітко видно тренд збільшення середньорічного обсягу експорту товарів країн ЄС, за винятком 2009 року, що зумовлене світовою фінансовою кризою.

Окрім динаміки середньорічного обсягу експорту товарів, заслуговує уваги графік зміни середньомісячних обсягів експорту товарів країн ЄС протягом усього досліджуваного періоду (2002-2016 роки) (рис. 3).

Як видно з графіку (рис. 3), мінливість середньомісячних значень в першій половині року дещо більша, ніж в кінці року, крім того, для січня, лютого, квітня, серпня та грудня середньомісячні обсяги експорту товарів країн ЄС дещо нижчі, ніж в інші місяці.

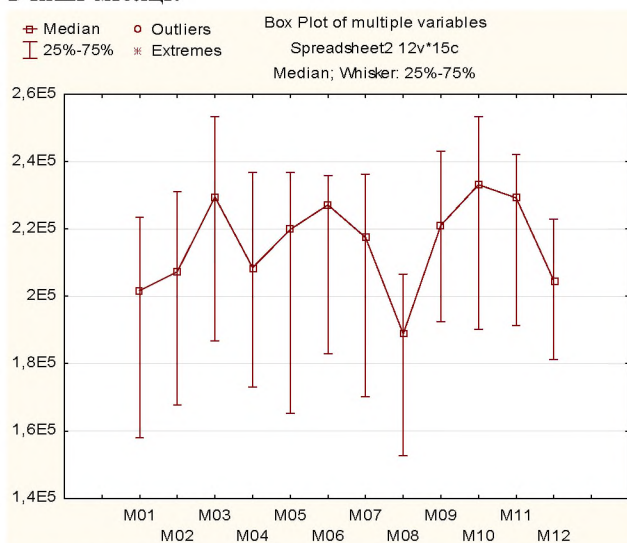


Рис. 3. Графік зміни середньомісячних обсягів експорту товарів країн ЄС протягом 2002-2016 років, млн. євро

Джерело: розроблено автором за даними Eurostat [4] засобами STATISTICA 10

Для виявлення прихованих правил і закономірностей для досліджуваної вибірки даних використаємо метод асоціацій. Тому наступним кроком аналізу буде доповнення початкової таблиці статистичних даних деякими змінними, які будуть приймати значення 0 або 1 залежно від того, чи обсяг експорту країн ЄС в певному місяці в певному році буде більший чи менший за середньорічний показник для цього року (якщо значення більше, змінній присвоюємо значення 1, якщо менше – 0). Отже, для вихідних статистичних даних нам потрібно знайти середньорічні значення. Для цього використаємо модуль Statistics / Basic statistics програмного продукту STATISTICA 10 (рис. 4).

Variable	Descriptive Statistics (Spreadsheet4)				
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.
2002	12	151484,1	127056,9	166156,8	10025,83
2003	12	153223,7	122160,4	168311,3	11779,78
2004	12	167464,0	143149,3	184652,9	13750,13
2005	12	180100,9	158025,5	202025,7	13983,43
2006	12	202766,0	176934,0	225356,8	15546,12
2007	12	217711,5	194223,6	242286,7	15052,43
2008	12	222069,7	181237,1	241127,6	19826,95
2009	12	178993,3	152733,2	197854,0	13433,20
2010	12	207149,0	172017,1	229234,2	18556,00
2011	12	229681,2	206512,2	256383,8	14566,28
2012	12	230943,8	209052,2	253356,2	14233,22
2013	12	230927,8	201374,6	253337,5	12968,43
2014	12	238008,4	200783,0	261364,0	15310,05
2015	12	249453,0	211698,4	268607,8	18217,19
2016	12	253206,0	225607,0	274460,7	15739,01

Рис. 4. Описові статистики вибірки статистичних даних, що характеризують обсяги експорту товарів країн ЄС протягом 2002-2016 років

Джерело: розроблено автором за даними Eurostat [4] засобами STATISTICA 10

На основі відповідного доповнення вихідних статистичних даних нами було отримано нову таблицю перетворених даних (рис. 5), які використаємо для проведення подальшого аналізу із застосуванням правил асоціацій, який здійснимо із використанням модуля Data Mining / Association rules програмного продукту STATISTICA 10.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09
2002	0	0	1	1	0	1	1	0	0
2003	0	0	1	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	1	0	0	1	0	0	0
2005	0	0	1	1	0	1	0	0	0
2006	0	0	1	0	1	1	0	0	0
2007	0	0	1	0	1	1	0	0	0
2008	0	1	1	1	1	1	1	0	0
2009	0	0	1	0	0	1	1	0	0
2010	0	0	1	0	0	1	0	0	0
2011	0	0	1	0	0	1	0	0	0
2012	0	0	1	0	0	1	0	0	0
2013	0	0	1	0	0	1	0	0	0
2014	0	0	1	0	0	1	0	0	0
2015	0	0	1	0	0	1	0	0	0
2016	0	0	1	0	0	1	0	0	0

Рис. 5. Фрагмент таблиці перетворених даних

Джерело: сформовано автором за даними Eurostat [4] засобами STATISTICA 10

В результаті аналізу отримано 50 асоціативних правил, що задовольняють обмеження на мінімальне значення рівня підтримки, достовірності і кореляції (рис. 6). У змінній Body описано причину (наприклад, «M01=0», що означає, що в січні обсяг експорту товарів менший середньорічного значення), а змінна Head описує наслідок (наприклад, «M03=1», що означає, що в березні цей самий показник буде вищим, ніж середньорічне значення). Причому це правило підтвердилося у 100% всіх спостережень.

Наприклад, якщо в січні і в серпні обсяг експорту товарів був меншим середньорічного значення,

Summary of association rules (Spreadsheet)						
Min support=95.0%/Min confidence=95.0%/Min correlation=95.0%						
Max sized body= 1/ Max sized head= 10						
	Body	⇒	Head	Support(%)	Confidence(%)	Correlation(%)
1	M01=0	⇒	M03=1	100.000	100.000	100.000
2	M01=0	⇒	M08=0	100.000	100.000	100.000
3	M01=0	⇒	M10=1	100.000	100.000	100.000
4	M01=0	⇒	M03=1,M08=0	100.000	100.000	100.000
5	M01=0	⇒	M03=1,M10=1	100.000	100.000	100.000
6	M01=0	⇒	M08=Q M10=1	100.000	100.000	100.000
7	M01=0	⇒	M03=1,M08=Q M10=1	100.000	100.000	100.000
8	M03=1	⇒	M01=0	100.000	100.000	100.000
9	M03=1	⇒	M08=0	100.000	100.000	100.000
10	M03=1	⇒	M10=1	100.000	100.000	100.000
11	M03=1	⇒	M01=Q M08=0	100.000	100.000	100.000
12	M03=1	⇒	M01=Q M10=1	100.000	100.000	100.000
13	M03=1	⇒	M08=Q M10=1	100.000	100.000	100.000
14	M03=1	⇒	M01=Q M08=Q M10=1	100.000	100.000	100.000
15	M08=0	⇒	M01=0	100.000	100.000	100.000
16	M08=0	⇒	M03=1	100.000	100.000	100.000
17	M08=0	⇒	M10=1	100.000	100.000	100.000
18	M08=0	⇒	M01=Q M03=1	100.000	100.000	100.000
19	M08=0	⇒	M01=Q M10=1	100.000	100.000	100.000
20	M08=0	⇒	M03=1,M10=1	100.000	100.000	100.000
21	M08=0	⇒	M01=Q M03=1,M10=1	100.000	100.000	100.000
22	M10=1	⇒	M01=0	100.000	100.000	100.000
23	M10=1	⇒	M03=1	100.000	100.000	100.000
24	M10=1	⇒	M08=0	100.000	100.000	100.000
25	M10=1	⇒	M01=Q M03=1	100.000	100.000	100.000
26	M10=1	⇒	M01=Q M08=0	100.000	100.000	100.000
27	M10=1	⇒	M03=1,M08=0	100.000	100.000	100.000
28	M10=1	⇒	M01=Q M03=1,M08=0	100.000	100.000	100.000
29	M01=Q M03=1	⇒	M08=0	100.000	100.000	100.000
30	M01=Q M03=1	⇒	M10=1	100.000	100.000	100.000
31	M01=Q M03=1	⇒	M08=Q M10=1	100.000	100.000	100.000

Рис. 6. Фрагмент таблиці асоціативних правил для обсягів експорту товарів країн ЄС протягом 2002-2016 років

Джерело: розроблено автором за даними Eurostat [4] засобами STATISTICA 10

а в березні – більшим цього значення, то у 100% випадків у жовтні цього ж року обсяг експорту товарів буде більшим середньорічного значення.

Також можна зауважити, що таблиця містить лише закономірності між чотирма місяцями (січень, березень, серпень, жовтень), а зв'язки між іншими вісьмома місяцями абсолютно відсутні. Тобто під час дослідження такого показника міжнародної торгівлі, як обсяг експорту товарів, перш за все потрібно більшу увагу приділяти аналізу даних саме в цих чотирьох місяцях.

Окрім цього, результати проведеного аналізу можна візуально представити за допомогою графіка правил асоціацій (рис. 7). На ньому відображено ту ж інформацію, що і в таблиці, проте з використанням графіку можна більш наочно порівняти отримані правила.

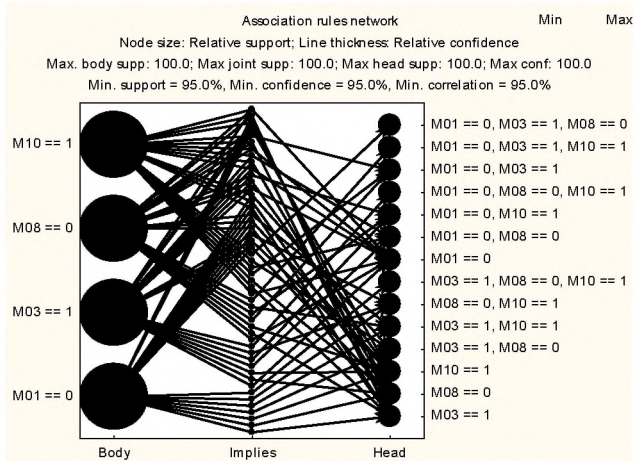


Рис. 7. Графік правил асоціацій для обсягів експорту товарів країн ЄС протягом 2002-2016 років

Джерело: розроблено автором за даними Eurostat [4] засобами STATISTICA 10

З графіка (рис. 7) видно, що найвищий рівень підтримки мають такі значення: в січні і в серпні

обсяг експорту товарів менший середньорічного значення, а в березні і жовтні він більший значення цього ж показника.

Отже, використання методу асоціацій дає змогу на першому етапі аналізу виявити можливі приховані залежності і закономірності у великому масиві статистичних даних.

На основі отриманих результатів в подальшому можна будувати регресійні, прогностичні моделі, проводити кластерний аналіз тощо.

Висновки. На основі проведеного дослідження ми дійшли висновку, що метод асоціацій доцільно використовувати як один з інструментів під час вимірювання міжнародної торгівлі. Оскільки аналіз основних показників цього соціально-економічного процесу включає розгляд великого масиву статистичних даних, варто починати первинний розбір даних із пошуку певних закономірностей і зв'язків між показниками. Саме проведення такого аналізу на початковому етапі дослідження дасть змогу висунути припущення для подальшої побудови регресійних, прогностичних моделей чи нейронних мереж.

У роботі ми ставили таке завдання: з використанням методу асоціацій провести аналіз одного з показників міжнародної торгівлі (обсягу експорту товарів країн ЄС (млн. євро)). Для дослідження вибрано вибірку статистичних даних за 15 років по місяцях (із січня 2002 року по грудень 2016 року).

За результатами проведеного аналізу нами виявлені певні закономірності між обсягами експорту товарів країн ЄС, що були зафіксовані у січні, березні, серпні та жовтні протягом досліджуваного періоду, а саме виявлено певні асоціативні правила між тим, що в січні і серпні обсяг експорту товарів менший середньорічного значення, а в березні і жовтні – більший відповідного значення цього показника. Причому ці правила діють у всіх 100% випадків, а також рівень достовірності та кореляції теж дорівнює 100%, що вказує на частку спостережних значень, для яких правильна причина і правильний наслідок.

Не зайвим буде зауважити, що метод асоціацій подібним чином можна використати для проведення первинного аналізу інших показників міжнародної торгівлі, наприклад аналогічне дослідження можна провести для пошуку закономірностей між даними, що відображають обсяг імпортованих потоків країн, а

також можна побудувати асоціативні правила між двома показниками та обсягом експорту і обсягом імпорту з метою виявлення зв'язків між основними величинами, що характеризують міжнародну торгівлю, що дасть змогу висунути припущення для подальшої побудови математичних моделей.

Список використаних джерел:

1. Горбань Г.В. Характеристики значущості міжвимірних асоціативних правил у багатомірних даних та їх обчислення. Ольвійський форум – 2015: стратегії країн Причорноморського регіону в геополітичному просторі: тези. Миколаїв: вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2015. Т. 2. С. 97-100.
2. Горбань Г.В. Пошук можливих асоціативних правил у багатомірних даних за допомогою генерації їх шаблонів. Могиланські читання – 2015: досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні: глобальний, національний та регіональний аспекти: збірник тез Всеукраїнської науково-методичної конференції. Т. 1. Миколаїв: вид-во ЧДУ імені Петра Могили, 2015. С. 75-77.
3. Барсегян А.А., Куприянов М.С., Степаненко В.В., Холод И.И. Методы и модели анализа данных: OLAP и Data Mining. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2004. 336 с.
4. Eurostat. URL: <http://www.ec.europa.eu>.
5. Новые достижения STATISTICA Data Miner – Прогнозирование погоды. URL: http://statsoft.ru/solutions/ExamplesBase/tasks/detail.php?ELEMENT_ID=260#forecastJuly.
6. Правило ассоциаций в нефтегазведке. URL: http://statsoft.ru/solutions/ExamplesBase/branches/detail.php?ELEMENT_ID=704.

Дзюбановская Н. В.

Тернопольский национальный экономический университет

АНАЛИЗ АССОЦИАЦИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ СТРАН ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА

Резюме

В статье применен анализ ассоциаций для выявления закономерностей и поиска скрытых правил в общем массиве данных, которые характеризуют объем экспорта товаров стран Европейского Союза. Для анализа были выбраны статистические данные объемов экспорта товаров стран ЕС, а также использован модуль Data Mining / Association rules программного продукта STATISTICA 10. В результате анализа получено 50 ассоциативных правил, которые удовлетворяют ограничения на минимальное значение уровня поддержки, достоверности и корреляции.

Ключевые слова: ассоциация, интеллектуальный анализ, экспорт, закономерность, международная торговля.

Dziubanovs'ka N. V.

Ternopil National Economic University

ANALYSIS OF ASSOCIATIONS OF THE INDICATORS OF INTERNATIONAL TRADE OF THE EUROPEAN UNION COUNTRIES

Summary

The article uses analysis of associations to detect patterns and search for hidden rules in a general array of data characterizing the volume of exports of goods from the countries of the European Union. For this analysis, statistical data were used to determine the export volumes of goods of the EU member states and the Data Mining / Association rules module STATISTICA 10 was also used. As a result of the analysis, 50 associative rules were obtained that satisfy the constraints on the minimum level of support, reliability and correlation.

Key words: association, intellectual analysis, export, pattern, international trade.