
Прогнозування обсягу реалізації товарів торговельного підприємства

Ігор Пістунов

Кафедра економіки та економічної кібернетики, НТУ «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна

ORCID 0000-0002-9041-8368

Оксана Приходченко

Кафедра економіки та економічної кібернетики, НТУ «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна

ORCID 0000-0001-5080-737X

Для цитування цієї статті:

Ігор Пістунов, Оксана Приходченко. Прогнозування обсягу реалізації товарів торговельного підприємства. International Science Journal of Management, Economics & Finance. Vol. 3, No. 3, 2024, pp. 79-94. doi: 10.46299/j.isjmef.20240303.08.

Надійшла до редакції: 27 березня 2024 р.; **Схвалено:** 29 квітня 2024 р.;

Опубліковано: 01 червня 2024 р.

Анотація: В роботі проведено кластеризацію з метою прогнозування обсягів продажів продукції підприємства ТОВ «Поліпрінт». Весь асортимент ТОВ «Поліпрінт» поділяється на дві групи: набори наклейок з одним аркушем та набори з двома аркушами. У кожній групі було розраховано матрицю відстаней між об'єктами за методом Евкліда та проведена кластеризація повним перебором. За допомогою кластеризації повним перебором у кожній групі сформувалися кластери, до яких увійшли схожі за попитом товари. П'ять кластерів включають лише один товар. А інші чотири кластери – від трьох до чотирьох товарів. Також у 9-му кластері II-групи вихідні дані краще описуються лінійним трендом. Просумувавши дані з реалізації товарів у кожному кластері та додавши їх на графік разом з поліномом другого порядку, було отримано кращу апроксимацію вихідних даних до поліному другого порядку. Розроблено дев'ять моделей прогнозування продажів у вигляді поліномів другого порядку для 19 товарів. На основі них був знайдений оптимальний розмір виробництва продукції. Було проведено розрахунок економічного ефекту від впровадження моделей. Він показав, що при їх використанні ТОВ «Поліпрінт» зможе зекономити щомісячно від 7% до 38% на виробництві продукції. Також була розроблена автоматизована інформаційна система на базі MS Excel, що дозволяє моделювати попит на товари компанії, будувати прогноз продажів та розраховувати економічний ефект від впровадження прогнозу. Алгоритм прогнозування обсягу продажів з використанням MS Excel може бути за аналогією використаний не тільки на згаданому підприємстві, але і в інших галузях народного господарства.

Ключові слова: прогнозування продажів, кластеризація, довірчий інтервал, інформаційна система.

1. Вступ

Прогнозування обсягу продажів – невід'ємна частина процесу прийняття рішення. Достовірні прогнози дозволяють своєчасно виявляти потенційні загрози. Компанія повинна постійно стежити за динамікою обсягу продажів і альтернативними можливостями розвитку

ринкової ситуації з тим, щоб найкращим чином розподіляти наявні ресурси і вибирати найбільш доцільні напрями своєї діяльності.

Товари компаній мають різний попит, тому гостро постає питання прогнозування продажів. Розрахований прогноз дозволяє більш ефективно вести бізнес, перш за все, контролювати і оптимізувати витрати. Крім того, це дозволяє сформувати оптимальні запаси продукції на складі у кожному магазині «Епіцентр К». Таким чином, з розрахунку обсягів продажу впливає планування та розподіл ресурсів підприємства.

Прогнозувати обсяг продажів можна на основі продажів на ринку в цілому (прогноз ринку), визначаючи свою частку в цьому обсязі, або прогнозувати безпосередньо свій обсяг продажів.

Найпростішим способом прогнозування є екстраполяція, тобто поширення тенденцій, що склалися в минулому, на майбутнє. Сформовані об'єктивні тенденції зміни економічних показників певною мірою визначають їх величину в майбутньому. До того ж багато ринкових процесів інерційні. Особливо це проявляється в короткостроковому прогнозуванні.

Результати прогнозування потрібні для вирішення наступних завдань:

1. Складання фінансового плану та бюджету компанії.
2. Складання плану виробництва і закупівель.
3. Складання плану і бюджету просування.
4. Мотивація співробітників.

Тому питання прогнозування обсягу реалізації товарів торгівельного підприємства є актуальним.

2. Об'єкт і предмет дослідження

Об'єктом дослідження є оцінка і прогнозування обсягів продажів продукції підприємства ТОВ «Поліпрінт».

Предметом дослідження є прогнозування обсягу продажів продукції підприємства ТОВ «Поліпрінт».

Асортимент товарів для продажу у торгівельних мережах представлений наборами наклейок. Весь асортимент компанії поділяється на умовні групи: набори з одним аркушем наклейок, набори з двома аркушами наклейок та наклейки-дошки для письма крейдою.

3. Мета та задачі дослідження

Мета роботи - прогнозування обсягу продажів продукції підприємства ТОВ «Поліпрінт». Оскільки асортимент товарів великий, то задачами є кластеризація товарів і потім знаходження прогнозу для кожного кластера. Наступною задачею є створення інформаційної системи для розрахунку прогнозних значень.

4. Аналіз літератури

Питанням прогнозування продажів товарів та послуг займалися вітчизняні та зарубіжні вчені. В своєму дослідженні Дячун О.Д. наводить групи методів прогнозування, такі як якісні, кількісні та причинно-наслідкові [1]. Але треба зазначити, що використанню методів може передувати додаткова обробка інформації. Класифікацією методів прогнозування також займалися Звонар Й.П., Фецинець В.В. у своїй роботі, в якій виділили діапазони та переваги і недоліки якісних та кількісних методів [2].

В своїй роботі М. Домаскіна та Р. Кришталь розглядають прогнозування збуту продукції як фактор економічної безпеки підприємства [3]. Дійсно, знання обсягу продажів допомагає збудувати модель розвитку підприємства, скоректувати необхідні показники.

При прогнозуванні варто звертати увагу на такі особливості як сезонні коливання продажів. С. А. Ус, Л. В. Тимошенко, М. Бальнов розглянули це у своїй роботі [4]. Лобур М. В., Шварц М. Є., Стех Ю. В. досліджували моделі і методи прогнозування рекомендацій для колаборативних рекомендаційних систем [5]. Семків М. І., Бублик М. І., Чирун Л. В., Шевченко М. М., Чирун С. Л. займалися розробкою інформаційної системи прогнозування продажів будівельних матеріалів [6].

Методам кластеризації присвячено багао робіт, так Машталір С.В та ін. досліджували кластеризацію відеопослідовностей методом гармонічних k-середніх [7].

У своєму дослідженні Gustriansyah R., Ermatita E., Rini D. P. запропонували модель SF для роздрібно торгівлі під назвою SalesKBR, яка інтегрує метод прийняття рішень (Best-Worst Method/BWM) та методи інтелектуального аналізу даних (k-Means) у модель "частота-частота-гроші" (Recency-Frequency-Monetary, RFM) [8].

Заслуговує уваги дослідження Mitra R., Saha P., Tiwari M. K., де проаналізовано дані про продажі міжнародної компанії з виробництва продуктів харчування та напоїв. Для прогнозування продажів було запропоновано концепцію з використанням кластеризації за моделлю гауссової суміші (Gaussian Mixture Model clustering), ієрархічної агломеративної кластеризації (Hierarchical Agglomerative Clustering) та алгоритму випадкового лісу (Random Forest algorithm) Ця модель аналізує вплив вихідних, святкових днів, рекламних акцій, настроїв покупців, фестивалів та соціально-економічних ситуацій на дані про продажі і здатна прогнозувати продажі на період від одного до 15 місяців [9].

Kolková A. у своїй статті спробувала визначити найкращі за точністю прогнозування моделі у 32 сферах послуг, розбитих за КВЕД. Для оцінки були обрані моделі експоненціального згладжування, моделі ARIMA, моделі BATS та моделі штучних нейронних мереж. Було обрано шість критеріїв для вимірювання точності з використанням групи похибок, що залежать від масштабу, та похибок, що залежать від масштабу [10].

У своєму дослідженні Huang T., Fildes R., Soogramanien D. пропонують більш ефективні методи прогнозування продажів товарів роздрібно торгівлі, які враховують проблему структурних змін [11].

За останні десять років розвиток технологій і систем збору даних призвів до створення величезних обсягів даних. Boone T., Ganeshan R., Jain A., Sanders N. у своїй роботі розглядають вплив, який цей вибух даних має на прогнозування продуктів, і як він покращує його. Хоча більша частина цього огляду присвячена даним часових рядів, але також розглянено, як такі дані можна використовувати для отримання уявлення про поведінку споживачів, а також вплив таких даних на організаційне прогнозування [12].

На основі аналізу та обговорення впливу продажів продуктів конкурентів, ціни продукту, емоційної цінності відгуків та популярності продукту в мережі Zhang G. та Qiu H. побудували модель прогнозування продажів [13].

Zhang M., Huang X., Yang C. запропонували модель прогнозування продажів споживчих товарів зі святковим ефектом, враховуючи різні фактори впливу та фактичні показники продажів, для оптимізації маркетингових планів, безпечних запасів та грошових потоків [14].

Patarapura A., Riki R., Saputra A. в своїй роботі використали методи прогнозування, такі як ковзаюче середнє, зважене ковзаюче середнє та трендовий прогноз, що може покращити бізнес, прогнозуючи запаси товарів та зменшуючи помилки в передачі даних про транзакції [15].

Таким чином, прогнозування обсягу товарів є проблемою, яка досліджується виходячи з різних аспектів товарів. Залишаються питання стосовно певних особливостей товарів та достовірності прогнозів.

5. Методи досліджень

Першим кроком вирішення поставленої мети є угруповання даних про продажі товарів. Така проблема вирішується методами автоматичної класифікації, серед яких найбільш зручним є кластерний аналіз [16].

Сутність кластерного аналізу полягає у здійсненні класифікації об'єктів дослідження за допомогою численних обчислювальних процедур. В результаті цього утворюються "кластери" або групи дуже схожих об'єктів. На відміну від інших методів, цей вид аналізу дає можливість класифікувати об'єкти не за однією ознакою, а за декількома одночасно. Для цього вводяться відповідні показники, що характеризують певну міру близькості за всіма класифікаційними параметрами.

Кожен економічний об'єкт може бути представлений одним і тим же набором факторів або параметрів. Наприклад, торгове підприємство може бути охарактеризоване такими факторами як виторг, обсяг реалізації, валюта балансу, кількість працівників, кількість торгових точок тощо. Позначимо кожен з цих факторів чи параметрів економічного об'єкта як X_i . Тут i – номер фактору, який характеризує об'єкт. Тобто, кожен об'єкт може бути представлений вектором $X = (X_1, X_2, \dots, X_{N_f})$, де N_f – кількість факторів. Цей вектор являє собою точку в гіперпросторі, який має розмірність N_f .

І хоча фактори для всіх об'єктів, що розглядаються, є однаковими, їх числові значення будуть відрізнятися. Якщо охарактеризувати інший об'єкт аналогічним вектором, який позначимо як Y , можна розрахувати міру близькості цих об'єктів.

Міра близькості або відстань між об'єктами розраховується за допомогою різних формул, які ще називаються метриками відстаней.

Відстань між двома об'єктами позначається як $d(x_i; y_i)$ – це не негативна функція близькості задається при наступних умовах:

- 1) Вона завжди більше або дорівнює нулю.
- 2) Відстань від точки X до точки Y така сама, як і від Y до X .
- 3) Якщо числові значення факторів двох об'єктів однакові, відстань між ними дорівнює нулю.
- 4) Нехай існує третя точка U . Тоді сума відстаней між точками XU та YU завжди більша ніж відстань поміж точками XY .

Найбільш розповсюдженою функцією відстані між двома об'єктами (X ; Y) є відстань у метриці Евкліда (1):

$$d_E(x_i; y_i) = \sqrt{\sum_{i=1}^{N_f} (x_i - y_i)^2}. \quad (1)$$

Метрика Евкліда дозволяє не враховувати знакові розходження, пропорційно збільшує відстань між об'єктами у випадку різних абсолютних значень показників. У результаті збільшується розмірність кластерного поля, об'єкти штучно віддаляються один від одного, у результаті чого межі між кластерами стають більш чіткими і точними [16].

Кластеризація повним перебором об'єктів. Методично цей спосіб кластеризації найбільш простий і надійний, але досить трудомісткий. Вона виконується в такому порядку.

1. Складемо вихідну матрицю спостережень над об'єктами.
2. Одержимо матрицю значень відстаней від довільно обраного об'єкта (його числової характеристики).
3. Введемо поняття приналежності i -го об'єкта до k -го кластера. Це буде матриця Q розмірності $N_0 \times N_0$, де N_0 – кількість об'єктів, які розглядаються. В ній по стовпцях розташовані номери об'єктів, а по рядках – номери кластерів. Припускається, що кількість кластерів буде дорівнювати кількості об'єктів. Елементи цієї матриці являють собою бінарні числа, тобто такі, які можуть приймати значення тільки 0 або 1.

4. Skorистасемося методикою, розробленою у тезах [17]. Введемо цільову функцію, що відповідає обраному критерію внутрішньо групової однорідності об'єктів (2):

$$Z = \sum_{i=1}^{N_0} \sum_{j=1}^{N_0} q_{ij} d_{ij} \rightarrow \min, \quad (2)$$

де q_{ij} – елемент матриці Q , d_{ij} – метрика відстані поміж об'єктами ($1 \leq i, j \leq N_0$).

5. Додамо до цільової функції обмеження (3) та (4):

$$\sum_{j=1}^{N_0} q_{ij} = 1, \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^{N_0} q_{ij} \leq N_0. \quad (4)$$

Перше обмеження означає, що сума елементів q_{ij} по рядку не повинна перевищувати числа об'єктів, друге – що один і той же об'єкт не може бути включений до двох чи більше кластерів.

6. Останнє обмеження показує, що число об'єктів, включених до різних кластерів має дорівнювати їх загальній кількості (5):

$$\sum_{i=1}^{N_0} \sum_{j=1}^{N_0} q_{ij} = N_0. \quad (5)$$

Ознакою того, скільки об'єктів включено до кластера буде значення суми (4). Змінними параметрами задачі оптимізації будуть елементи матриці Q [16].

Кількість обчислюваних клітинок в надбудові «Пошук рішення» MS Excel. – 200 шт. Дане технічне обмеження дозволяє кластеризувати максимум 14 об'єктів. Для того щоб обійти це технічне обмеження, було вирішено скористатися наперед сформованими групами номенклатури.

Кожен кластер містить помісячні дані реалізації одного чи декількох товарів. На основі кластера будується модель попиту через вираження помісячних часток від загального об'єму кластера.

Методика розрахунку моделі:

1. У кожному кластері знаходиться сума та середнє по місяцях.
2. Знаходиться загальна сума кластера.
3. Знаходиться частка місячного продажу з загальної суми кластера шляхом відношення місячної суми до суми кластера.
5. На основі знайдених місячних часток будується крапковий графік по місяцях.
6. На графіку додається лінія тренду (поліном другого порядку), а також рівняння полінома.
8. Так як фактичні значення не повністю описуються розрахунковою моделлю, значить має місце дисперсія. Тому треба побудувати не криву прогнозу, а коридор, в межах якого буде знаходитися прогнозоване значення з певною довірчою імовірністю.

Для розрахунку довірчого коридору прогнозних значень була використана функція MS Excel – CONFIDENCE.T. Даний оператор виконує розрахунок довірчого інтервалу з використанням розподілу Стюдента. Синтаксис оператора наступний:

= CONFIDENCE.T. (альфа; стандартне відхилення; розмір).

Поле «альфа» – рівень довіри. Наприклад, якщо 99%, то записуємо 0,01.

У поле «стандартне відхилення» вставляємо функцію STDEV з категорії Статистичні. Синтаксис функції виглядає так:

= STDEV (число1;число2;...)

Аргумент «Число» - це адреса елементу вибірки.

У поле «розмір» вставляємо функцію «COUNT». Ця функція призначена для обчислення кількості клітинок в зазначеному діапазоні, які містять числові значення. Синтаксис наступний:

= COUNT (значення1;значення2;...).

Група аргументів «Значення» є посиланням на діапазон, в якому потрібно розрахувати кількість заповнених числовими даними осередків.

Діапазон значень для функції STDEV повинен відповідати діапазону значень для функції COUNT.

Після цього MS Excel розраховує та виводить значення довірчого інтервалу.

Додаємо значення довірчого інтервалу до розрахункової моделі. Відображаємо на графіку верхню та нижню межу довірчого коридору. Тепер фактичні значення повністю потрапляють в межі довірчого коридору з імовірністю 99%.

6. Результати досліджень

Весь асортимент ТОВ «Поліпрінт» поділяється на дві групи: набори наклейок з одним аркушем та набори з двома аркушами. Кількість одиниць найменувань у групі – 10 шт. та 9 шт. відповідно.

У кожній групі було розраховано матрицю відстаней між об'єктами за методом Евкліда та проведена кластеризація повним перебором. Товари, що ввійшли до I групи та дані їх помісячної реалізації представлено у таблиці 1.

Таблиця 1. Дані помісячної реалізації товарів I групи

Найменування	№ місяця											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
"Квіти"	7	17	12	10	12	23	12	7	17	7	10	13
"Ліс"	8	17	10	13	20	15	22	19	13	17	13	17
"Єдиноріг"	22	24	14	34	26	25	33	15	24	26	24	23
"Абетка"	10	10	10	11	16	21	18	15	15	9	14	12
"Місто"	9	8	21	8	23	14	18	7	21	9	9	13
"Коти"	14	21	21	25	23	30	23	15	18	23	28	20
"Мадагаскар"	18	24	25	25	17	35	25	21	24	29	13	16
"АВС"	9	12	10	13	25	23	14	17	21	15	12	18
"Метелики"	22	26	19	17	24	29	30	19	34	20	28	14

У I групі сформувалося чотири кластери (рис. 1). До першого кластера (рис. 3) потрапила «Абетка»; до третього (рис. 4) – «Коти»; до четвертого (рис. 5) – «Квіти», «Ліс», «Місто» та «АВС»; до шостого (рис. 6) – «Єдиноріг», «Мадагаскар», «Метелики».

Кластери	"Квіти"	"Ліс"	"Єдиноріг"	"Абетка"	"Місто"	"Коти"	"Мадагаскар"	"АВС"	"Метелики"	Σ
K ₁	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
K ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₃	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
K ₄	1	1	0	0	1	0	0	1	0	4
K ₅	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₆	0	0	1	0	0	0	1	0	1	3
K ₇	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₈	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9

Рис. 1. Матриця приналежності товарів до кластерів I групи.

Товари, що ввійшли до II групи та дані їх помісячної реалізації представлено у таблиці 2.

Таблиця 2. Дані помісячної реалізації товарів II групи

Найменування	№ місяця											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
"Цифри"	9	9	10	15	24	22	20	15	13	22	16	17
"Жираф"	16	30	22	17	25	26	36	23	14	27	17	21
"Зірки"	10	8	14	7	11	26	11	17	20	28	18	26
"Паротяг"	12	18	15	16	31	26	17	17	26	10	9	17
"Літак"	7	9	5	5	12	19	13	12	12	6	8	5
"Будівництво"	6	14	14	16	16	14	20	16	21	9	11	11
"Риби"	13	12	12	13	15	22	14	12	17	12	12	13
"Сови"	8	14	11	18	22	19	22	11	13	17	10	19
"Цуцики"	10	10	17	12	15	20	15	12	16	23	12	13
"Монстри"	17	12	13	16	19	20	21	13	16	15	13	8

У II групі сформувалося п'ять кластерів (рис. 2). До першого кластера (рис. 7) потрапили «Сови»; до сьомого (рис. 8) – «Літак», «Будівництво», «Цуцики», «Монстри»; до восьмого (рис. 9) – «Цифри», «Жираф», «Паротяг»; до дев'ятого (рис. 10) – «Зірки»; до десятого (рис. 11) – «Риби».

Кластери	"Цифри"	"Жираф"	"Зірки"	"Паротяг"	"Літак"	"Будівництво"	"Риби"	"Сови"	"Цуцики"	"Монстри"	Σ
K ₁	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
K ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₅	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₆	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K ₇	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
K ₈	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3
K ₉	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
K ₁₀	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Σ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10

Рис. 2. Матриця приналежності товарів до кластерів II групи.

За допомогою кластеризації повним перебором у кожній групі сформувалися кластери, до яких ввійшли схожі за попитом товари. П'ять кластерів включають лише один товар. А інші чотири кластери – від трьох до чотирьох товарів. Також у 9-му кластері II-групи (рис. 2) вихідні дані краще описуються лінійним трендом.

Просумувавши дані з реалізації товарів у кожному кластері та додавши їх на графік разом з поліномом другого порядку, ми отримали кращу апроксимацію вихідних даних до поліному другого порядку.

На рис. 3 подано приклад такою апроксимації, а у формулах (6) – (13) – інші приклади.

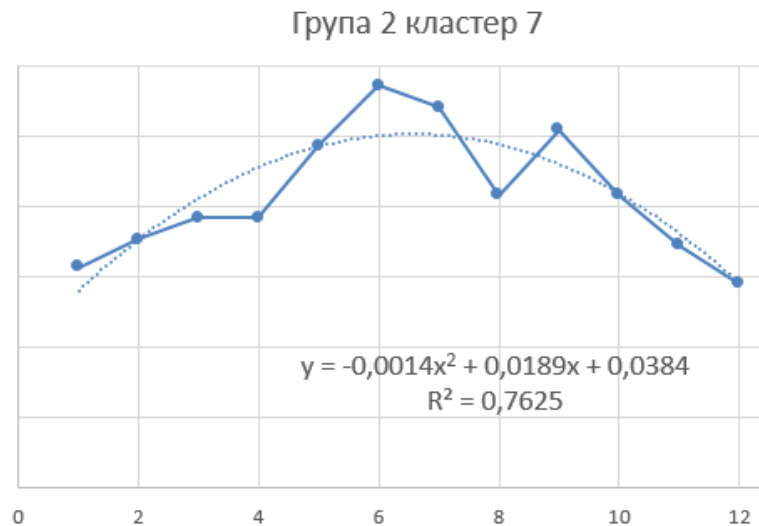


Рис. 3. Рівень апроксимації 7-го кластеру II-ї групи («Літак», «Будівництво», «Цуцики» та «Монстри»).

Рівень апроксимації 1-го кластеру I-ї групи («Абетка») (6):

$$y = -0.0014x^2 + 0.0191x + 0.0329, R^2 = 0.467. \quad (6)$$

Рівень апроксимації 3-го кластеру I-ї групи («Коти») (7):

$$y = -0.0005x^2 + 0.0079x + 0.0607, R^2 = 0.144. \quad (7)$$

Рівень апроксимації 6-го кластеру I-ї групи («Єдиноріг», «Мадагаскар», «Метелики») (8):

$$y = -0.0007x^2 + 0.0093x + 0.0629 \quad (8)$$

Рівень апроксимації 4-го кластеру I-ї групи («Квіти», «Ліс», «Місто» та у«АВС») (9):

$$y = -0.0011x^2 + 0.0153x + 0.0429, R^2 = 0.3635. \quad (9)$$

Рівень апроксимації 1-го кластеру II-ї групи («Сови») (10):

$$y = -0.0011x^2 + 0.0156x + 0.0413, R^2 = 0.2499. \quad (10)$$

Рівень апроксимації 8-го кластеру II-ї групи («Цифри», «Паротяг», «Жираф») (11):

$$y = -0.0012x^2 + 0.0155x + 0.0452, R^2 = 0.4379. \quad (11)$$

Рівень апроксимації 9-го кластеру II-ї групи («Зірки») (12):

$$y = 0.0077x + 0.0332, R^2 = 0.545. \quad (12)$$

Рівень апроксимації 10-го кластеру II-ї групи («Риби») (13):

$$y = -0.0007x^2 + 0.0098x + 0.0603, R^2 = 0.2141. \quad (13)$$

Відповідно до описаної методики проводимо прогнозування обсягу товарів. Частка місячного продажу з загальної суми кластера шляхом відношення місячної суми до суми кластера (рис. 4).

Кластер К ₇												
№ місяця	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
"Літак"	7	9	5	5	12	19	13	12	12	6	8	5
"Будівництво"	6	14	14	16	16	14	20	16	21	9	11	11
"Цуцки"	10	10	17	12	15	20	15	12	16	23	12	13
"Монстри"	17	12	13	16	19	20	21	13	16	15	13	8
Середнє по місяцях	10	11,25	12,25	12,25	15,5	18,25	17,25	13,25	16,25	13,25	11	9,25
Сума по місяцях	40	45	49	49	62	73	69	53	65	53	44	37
Місячна частка	0,0626	0,07042	0,076682	0,07668	0,097026604	0,1142	0,108	0,08294	0,1017214	0,08294	0,06886	0,0579
№ місяця	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Розрахункова модель	9	11	13	15	16	16	16	16	15	14	12	10
Нижня межа	7	10	11	13	14	14	15	14	13	12	11	8
Верхня межа	11	13	15	16	17	18	18	18	17	16	14	12
Довірчий інтервал	1,77325											
Сума кластеру	639											

Рис. 4. Розрахунки для сьомого кластера (К7) другої групи.

Крапковий графік по місяцях представлено на рис. 5. На графіку додається лінія тренду (поліном другого порядку), а також рівняння полінома (рис. 5).

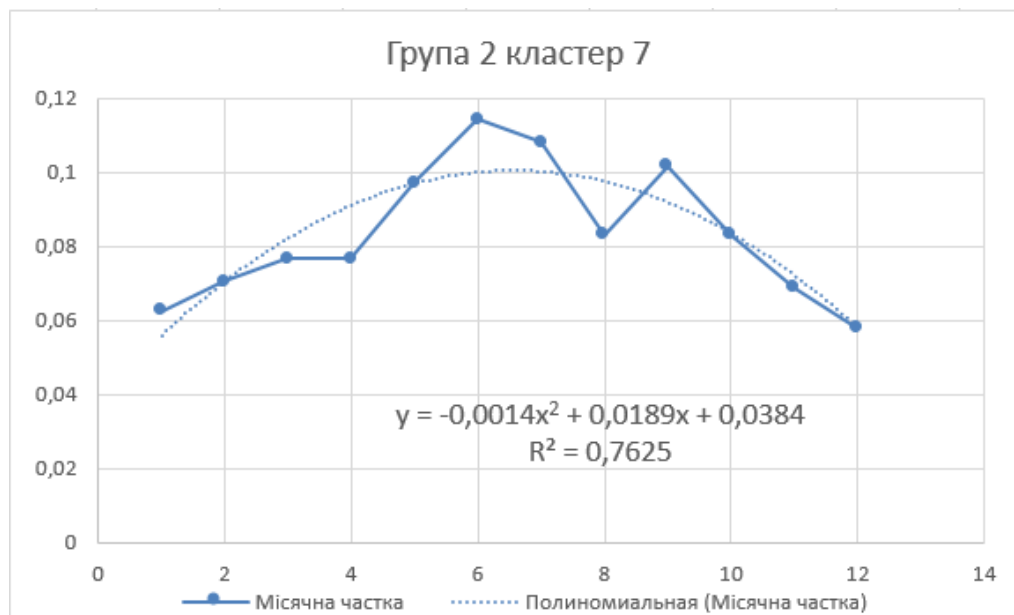


Рис. 5. Графік місячних часток та поліномом другого порядку 7-го кластера II-ї групи.

Побудуємо коридор, в межах якого буде знаходитися прогнозоване значення з певною довірчою імовірністю. Відповідно до описаного алгоритму додаємо значення довірчого інтервалу до розрахункової моделі. Фактичні значення, розрахункова модель та довірчий інтервал для 7-го кластера II-ї групи представлено на рис. 6. Фактичні значення повністю потрапляють в межі довірчого коридору з імовірністю 99%.

Формула розрахункової моделі для 7-го кластера II-ї групи матиме вигляд (14):

$$\text{Значення попиту у місяці } X = (-0.0014 * X^2 + 0.0189 * X + 0.0384) * (\text{загальна сума кластера}) / (\text{кількість товарів у кластері}) \quad (14)$$

Величина коридору розраховується за допомогою функцій MS Excel з в (15).

$$\text{Величина коридору} = \text{CONFIDENCE.T.}(0.01; \text{STDEV} (); \text{COUNT}()). \quad (15)$$

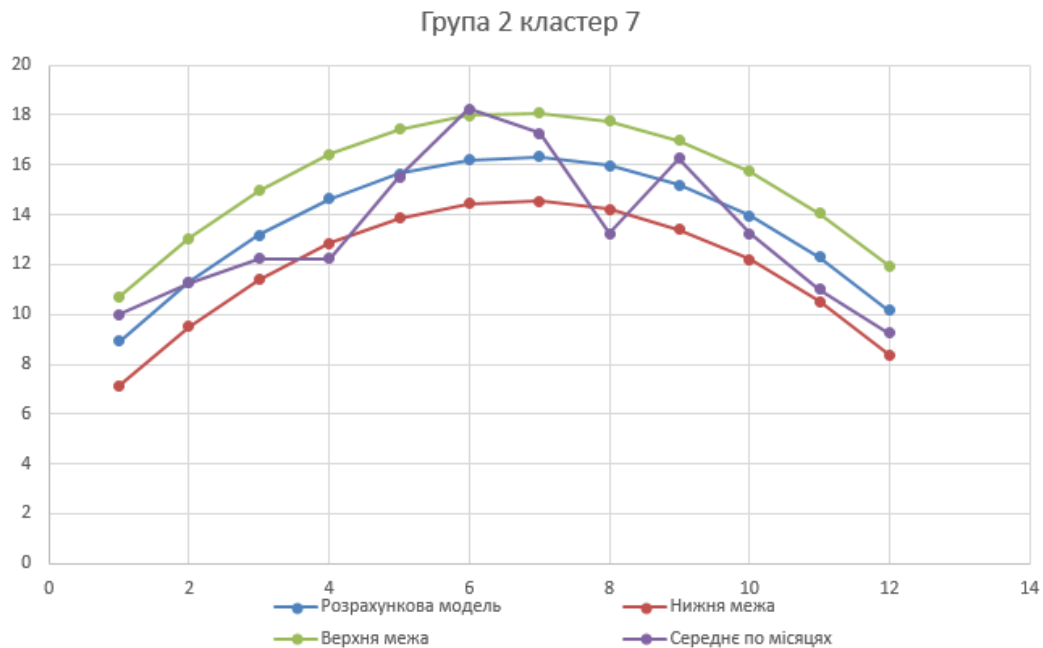


Рис. 6. Фактичні значення, розрахункова модель та довірчий інтервал для 7-го кластеру II-ї групи.

Аналогічно розраховуються моделі та інтервали для інших кластерів.

Таким чином, було отримано 9 моделей попиту, що описують 19 найменувань товарів. Товари, що потрапили до одного кластера, мають спільну розрахункову модель прогнозу. Тобто, одна модель може описувати три або чотири товари в одному кластері.

На основі цих моделей в MS Excel була розроблена система прогнозування попиту по місяцях. Треба лише обрати місяць для прогнозу та рівень довірчої імовірності, а система сама побудує розрахункові значення та довірчий інтервал для нього (рис. 7).

На основі прогнозних значень можна контролювати та оптимізувати витрати. Прогноз об'єму реалізації дозволяє сформувати оптимальні запаси продукції на складах магазинів, та на власному складі – страховий запас.

Для обліку нових економічних тенденцій рекомендується регулярно уточнювати модель на основі моніторингу фактично отриманих обсягів продажів, додаючи їх або замінюючи ними дані статистичної бази, на основі якої будується модель.

На основі розроблених моделей попиту товарів був знайдений оптимальний розмір виробництва продукції. У таблицях порівняна фактична собівартість виробництва за минулий період та прогнозе значення собівартості на майбутній рік.

Розрахунок економічної ефективності проводився у трьох випадках: по верхній межі довірчого інтервалу (найгірший), по розрахунковій моделі (оптимальний) та по нижній межі довірчого інтервалу (найкращий).

Оберіть місяць для прогнозу			Оберіть довірчу імовірність
Липень			99%
Травень			
Червень			
Липень	Нижня межа	Прогнозне значення	Верхня межа
Серпень	14	16	18
Вересень	14	16	18
Жовтень	23	26	29
Листопад			
Грудень			
Січень			
"Абетка"	12	15	18
"Місто"	14	16	18
"Цифри"	18	21	24
"Метелики"	23	26	29
"Жираф"	18	21	24
"Зірки"	7	14	21
"Паротяг"	18	21	24
"Літак"	14	16	17
"Коти"	19	23	27
"Мадагаскар"	23	26	29
"Будівництво"	14	16	17
"Риби"	13	15	18
"Сови"	13	17	21

Рис. 7. Прогноз попиту на серпень в MS Excel.

У таблиці 3 приведений розрахунок економічного ефекту у найгіршому випадку.

З таблиці видно, що у найгіршому випадку ТОВ «Поліпрінт» отримає помісячні збитки у вигляді «неотриманих грошей від продажу» у розмірі від 4% до 22% у цінах собівартості товару. Тобто, у цьому випадку матиме місце дефіцит товару, якщо попит на нього різко збільшиться у порівнянні з минулим роком. Для запобігання виникнення даної ситуації потрібно постійно додавати нові дані реалізації товарів та корегувати розрахункові моделі прогнозу.

Таблиця 3. Економічний ефект (найгірший випадок)

№ місяця	Фактична собівартість, грн	Прогнозне значення собівартості, грн	Абсолютне відхилення, грн	Відносне відхилення, %
1	9436,80	9840,86	-404,06	-4%
2	12244,80	11211,99	1032,81	9%
3	11445,60	12332,44	-886,84	-7%
4	12230,40	13202,22	-971,82	-7%
5	14793,60	13821,32	972,28	7%
6	17196,00	14189,75	3006,25	21%
7	15888,00	14307,51	1580,49	11%
8	11121,60	14174,59	-3052,99	-22%
9	13843,20	13791,00	52,20	0%
10	12684,00	13156,74	-472,74	-4%
11	11604,00	12271,80	-667,80	-5%
12	11529,60	11136,19	393,41	4%
Річна сума	154017,60	153436,41	581,19	0%

В загальному за рік продукції буде виготовлено та реалізовано на суму, що приблизно дорівнює загальній собівартості продукції за минулий рік. Це найгірший варіант, так як підприємство не збільшить свій об'єм продажів, хоча залишить рівень витрат на рівні минулого року.

У таблиці 4 приведений розрахунок економічного ефекту в оптимальному випадку.

Розрахунок економічної ефективності системи моделей, наведений в таблиці, показав, що при її використанні ТОВ «Поліпрінт» зможе зекономити щомісячно від 7% до 38% на виробництві продукції. В абсолютних значеннях місячна економія складатиме від 800 грн. до 4800 грн. А річна економія коштів складатиме 21866,82 грн., що складає 17% у порівнянні з минулим роком. Тільки восьмого місяця може виникнути дефіцит товару у розмірі 10%. Щоб цього не сталося, потрібно заздалегідь перерахувати модель додавши до неї нові дані реалізації продукції.

Таблиця 4. Економічний ефект (оптимальний випадок)

№ місяця	Фактична собівартість, грн	Прогнозне значення собівартості, грн	Абсолютне відхилення, грн	Відносне відхилення, %
1	9436,80	8067,06	1369,74	17%
2	12244,80	9438,19	2806,61	30%
3	11445,60	10558,64	886,96	8%
4	12230,40	11428,42	801,98	7%
5	14793,60	12047,52	2746,08	23%
6	17196,00	12415,95	4780,05	38%
7	15888,00	12533,71	3354,29	27%
8	11121,60	12400,79	-1279,19	-10%
9	13843,20	12017,20	1826,00	15%
10	12684,00	11382,94	1301,06	11%
11	11604,00	10498,00	1106,00	11%
12	11529,60	9362,39	2167,21	23%
Річна сума	154017,60	132150,78	21866,82	17%

У таблиці 5 приведений розрахунок економічного ефекту в найкращому випадку.

У найкращому випадку річна економія коштів для ТОВ «Поліпрінт» складе 39% у порівнянні з минулим роком. З одного боку є можливість зекономити значні суми та направити їх на інші більш прибуткові напрями діяльності компанії. З іншого боку, це є і найгіршим варіантом. Тому що попит на товар зменшиться. Це означає, що продукція компанії нецікава для покупців, погана якість товару або з'явився конкурент, який пропонує якісніші наклейки за нижчою ціною. Тому треба постійно аналізувати ринок вінілових наклейок, покращувати якість товарів, розширювати асортимент, знаходити нові канали для продажу наклейок

ІС «Поліпрінт» – економічна інформаційна система обробки інформації за допомогою технічних і програмних засобів MS Excel. ІС «Поліпрінт» дозволяє користувачеві аналізувати продажі, прибуток, рентабельність продажів за останні 12 місяців, а також будувати моделі для оптимізації обсягів виробництва продукції та моделі для прогнозування продажів помісячно. В автоматизованій ІС «Поліпрінт» частина функції (підсистем) керування або опрацювання даних здійснюється автоматично, а частина – людиною.

Таблиця 5. Економічний ефект (найкращий випадок)

№ місяця	Фактична собівартість, грн	Прогнозне значення собівартості, грн	Абсолютне відхилення, грн	Відносне відхилення, %
1	9436,80	6293,26	3143,54	50%
2	12244,80	7664,38	4580,42	60%
3	11445,60	8784,84	2660,76	30%
4	12230,40	9654,61	2575,79	27%
5	14793,60	10273,72	4519,88	44%
6	17196,00	10642,15	6553,85	62%
7	15888,00	10759,90	5128,10	48%
8	11121,60	10626,99	494,61	5%
9	13843,20	10243,40	3599,80	35%
10	12684,00	9609,13	3074,87	32%
11	11604,00	8724,20	2879,80	33%
12	11529,60	7588,58	3941,02	52%
Річна сума	154017,60	110865,16	43152,44	39%

Структура ІС «Поліпрінт»:

- підсистема для аналізу економічної ефективності підприємства. Аналіз структури асортименту, аналіз виручки, собівартості, прибутку та рентабельності продажів у відносних та абсолютних величинах. Визначення найприбутковішої групи товарів, товарів-лідерів з продажу;

- підсистема для кластеризації товарів. Групування товарів за схожими характеристиками попиту та формування кластерів методом повного перебору. Відстані між об'єктами розраховуються за методом Евкліда.

- підсистема для побудови моделей попиту на основі даних за минулий період. Моделі попиту розраховуються через місячні частки продажів від загальної суми кожного кластеру.

- підсистема побудови прогнозних значень попиту для кожного товару помісячно. На основі розрахункових моделей попиту на товари будується помічний прогноз з довірчим інтервалом. Рівень довірчої імовірності можна самостійно обрати – 90%, 95%, 97% чи 99%.

- підсистема розрахунку економічного ефекту від впровадження прогнозних моделей попиту. Розрахунок зекономлених коштів на виробництво продукції помісячно та за рік, аналіз відхилень в абсолютних та відносних значеннях.

Алгоритм роботи інформаційної системи представлено на рис. 8.

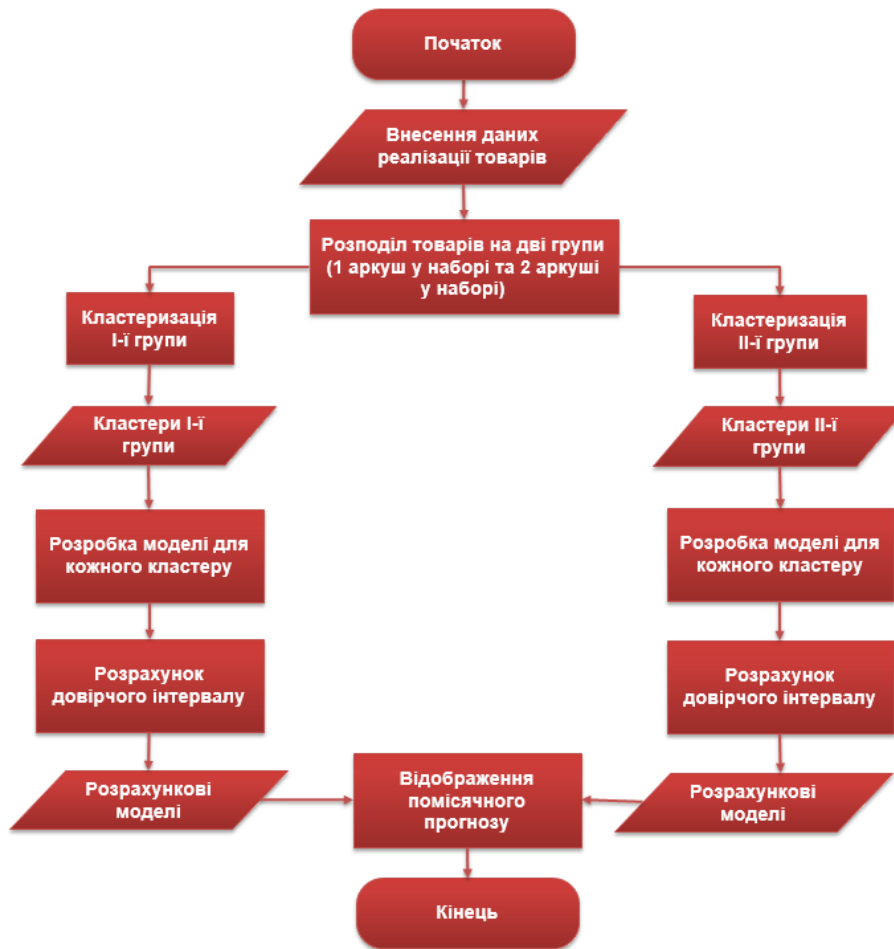


Рис. 8. Алгоритм роботи інформаційної системи.

7. Перспективи подальшого розвитку досліджень

Алгоритм прогнозування обсягу продажів з використанням MS Excel може бути за аналогією використаний не тільки на згаданому підприємстві, але і в інших галузях народного господарства.

8. Висновки

Виконавши роботу з побудови прогнозу обсягу продажів підприємства ТОВ «Поліпрінт», можна зробити наступні висновки.

Для обліку нових економічних тенденцій рекомендується регулярно уточнювати модель на основі моніторингу фактично отриманих обсягів продажів, додаючи їх або замінюючи ними дані статистичної бази, на основі якої будується модель.

Крім того, для підвищення надійності прогнозу рекомендується будувати всі можливі сценарії прогнозу і розраховувати тривалий інтервал прогнозу.

Практична реалізація розглянутого методу виявила його наступні особливості:

- для складання прогнозу необхідно знати величину сезону. Дослідження показують, що багато продуктів мають сезонний характер, величина сезону при цьому може бути різною і коливатися від одного тижня до десяти років і більше;
- використання кластеризації повним перебором дозволяє виявити схожі за попитом товари та описати їх однією моделлю з більшим рівнем апроксимації, ніж в тому випадку, якщо описувати кожен товар окремо.

- застосування поліноміального тренду замість лінійного дозволяє значно скоротити помилку моделі;
- при наявності достатньої кількості даних метод дає хорошу апроксимацію і може бути ефективно використаний при прогнозуванні обсягу продажів.

Також була розроблена автоматизована інформаційна система на базі MS Excel, що дозволяє моделювати попит на товари компанії, будувати прогноз продажів та розраховувати економічний ефект від впровадження прогнозу.

Список літератури:

- 1) Дячун, О. Д. (2016). Прогнозування продажу та його методи в системі управління підприємством. Сучасні соціально-економічні проблеми теорії та практики розвитку економічних систем: колективна монографія. Т.: ФОП Осадца Ю.В., 129–150.
- 2) Звонар, Й.П., Фецинець, В.В. (2018). Особливості застосування методів прогнозування для оцінки потенційних обсягів збуту. Економіка і суспільство. Мукачівський державний університет, 14, 366-370.
- 3) Домаскіна, М., Кришталь, Р. (2017). Методи прогнозування збуту продукції як фактор економічної безпеки підприємства. Науковий вісник МНУ імені В. О. Сухомлинського. Економічні науки, 2 (9), грудень, 78-82.
- 4) Ус, С. А., Тимошенко, Л. В., Бальнов, М. (2015). Обґрунтування методичних підходів до прогнозування обсягів продажу продукції з сезонними коливаннями її реалізації. Ефективна економіка, 3, <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3886>.
- 5) Лобур, М. В., Шварц, М. Є., Стех, Ю. В. (2018). Моделі і методи прогнозування рекомендацій для колаборативних рекомендаційних систем. Вісник Національного університету “Львівська політехніка”, 68-75.
- 6) Семків, М. І., Бублик, М. І., Чирун, Л. В., Шевченко, М. М., Чирун, С. Л. (2023). Інформаційна система прогнозування продажів будівельних матеріалів. Вісник Національного університету “Львівська політехніка”, 13, 2023, с. 3-25.
- 7) Mashtalir, S.V., Stolbovyi, M.I., Yakovlev, S.V. (2019). Clustering Video Sequences by the Method of Harmonic k-Means. *Cybernetics and Systems Analysis*, 55 (2), 200–206. doi: <https://doi.org/10.1007/s10559-019-00124-9>.
- 8) Gustriansyah, R., Ermatita, E., Rini, D. P. (2022). An approach for sales forecasting. *Expert Systems with Applications*, 207 (30), November. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118043>.
- 9) Mitra, R., Saha, P., Tiwari, M. K. (2023). Sales forecasting of a food and beverage company using deep clustering frameworks. *International Journal of Production Research*. doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2023.2231098>.
- 10) Kolková, A. (2020). The Application of Forecasting Sales of Services to Increase Business Competitiveness. *Journal of Competitiveness*, 12. doi: <https://doi.org/10.7441/joc.2020.02.06>.
- 11) Huang, T., Fildes, R., Soopramanien, D. (2019). Forecasting retailer product sales in the presence of structural change. *European Journal of Operational Research*, 279, 2, 459-470. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.06.011>.
- 12) Boone, T., Ganeshan, R., Jain, A., Sanders, N. (2018). Forecasting sales in the supply chain: Consumer analytics in the big data era. *International Journal of Forecasting*. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2018.09.003>.
- 13) Zhang, G., Qiu, H. (2021) Competitive Product Identification and Sales Forecast Based on Consumer Reviews. *Mathematical Problems in Engineering*. doi: <https://doi.org/10.1155/2021/2370692>.
- 14) Zhang, M., Huang, X., Yang, C. (2020). A Sales Forecasting Model for the Consumer Goods with Holiday Effects. *Journal of Risk Analysis and Crisis Response*. doi: <https://doi.org/10.2991/jracr.k.200709.001>.
- 15) Pataropura, A., Riki, R., Saputra, A. (2019). Sales Analysis Using the Forecasting Method. *bit-Tech*. doi: <https://doi.org/10.32877/BT.V1I3.79>.

16) Пістунов, І.М. (2014) Економічна кібернетика: Навч. посібник. Дніпропетровськ: НГУ, 206 с. Available at: http://pistunovi.narod.ru/E_K_ПіСТУНОВ.pdf.

17) Пістунов, І.М. (2014) Кластеризація об'єктів повним перебором. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Проблеми моделювання структури і процесів економічних систем". Черкаси. Східноєвропейський університет економіки і менеджменту. 153-155.

Forecasting the volume of sales of goods of a trading company

Ihor Pistunov

Department of Economics and Economic Cybernetics, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

ORCID 0000-0002-9041-8368

Oksana Prykhodchenko

Department of Economics and Economic Cybernetics, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

ORCID 0000-0001-5080-737X

Abstract: The research carried out clustering and forecasting of sales volumes of products of the enterprise "Polyprint" LLC. The entire assortment of "Polyprint" LLC is divided into two groups: sets of stickers with one sheet and sets with two sheets. In each group, a matrix of distances between objects was calculated using the Euclidean method and clustering was performed by full enumeration. Using full enumeration clustering, clusters were formed in each group, which included similar products in demand. Five clusters include only one product. The other four clusters contain three to four products. Also, in the 9th cluster of Group II, the initial data is better described by a linear trend. By summing the sales data for each cluster and adding them to the graph along with the second-order polynomial, a better approximation of the original data to the second-order polynomial was obtained. Nine sales forecasting models in the form of second-order polynomials for 19 products were developed. Based on them, the optimal size of production was found. The economic effect of implementing the models was calculated. It showed that by using them, Polyprint LLC would be able to save 7% to 38% on monthly production costs. The company also developed an automated information system based on MS Excel, which allows to model the demand for the company's products, build a sales forecast and calculate the economic effect of the forecast implementation. The algorithm for forecasting sales using MS Excel can be used by analogy not only at the above-mentioned enterprise, but also in other sectors of the national economy.

Keywords: sales forecasting, clustering, confidence interval, information system.
