

"Система прогнозування продаж в магазині електроніки"

Виконав студент групи 2ІСТ-19м

Павленко Микита Андрійович (науковий керівник: к.т.н., доц.
Крижановський Є.М.)

Метою роботи є розробка інформаційної системи ефективного прогнозування обсягів продаж в магазині електроніки з підвищеною точністю.

Об'єктом дослідження є процес прогнозування обсягів продаж в магазині електроніки.

Предметом дослідження є методи та засоби прогнозування обсягів продаж в магазині електроніки.

Для досягнення наведеної мети були поставлені та вирішені наступні задачі:

- проведено аналіз програм-аналогів;
- досліджено методи, що використовуються для вирішення поставленої задачі;
- розроблено математичну модель системи;
- розроблено програмний додаток;
- підготовлено набір даних для прогнозу та здійснено прогнозування.

Актуальність

Прогнозування — процес передбачення майбутнього стану предмета чи явища на основі аналізу його минулого і сучасного, систематично оцінювана інформація про якісні й кількісні характеристики розвитку обраного предмета чи явища в перспективі.

-прогнозування продажу — це науково обґрунтований процес

-результати носять імовірністний характер

-прогнозування опирається на інформацію за минулий період та враховує зміну факторів що впливають на його результати в перспективі

Практичне значення роботи полягає у розробці інформаційної системи прогнозування продаж в магазині електроніки та апробації її на практиці з використанням реальних даних.

Системи-аналоги

- ◆ Novo Forecast Enterprise
- ◆ Forexsal
- ◆ Forecast NOW
- ◆ GoodsForecast.Planning

Перевагами цих програм є потужні функціонали для аналітики і прогнозування бізнес-процесів.

Основним недоліком є висока вартість програми, натомість моя програма є безкоштовною.

Постановка задачі

- ◆ Розробити програмний модуль, в якому буде реалізовано інтелектуальний алгоритм прогнозування обсягів продажу використовуючи метод Хольта-Вінтерса, який буде працювати з допустимою швидкістю та високою точністю.
- ◆ Вихідними даними для прогнозування є тимчасові ряди цін і обсягів продажів по товарах.

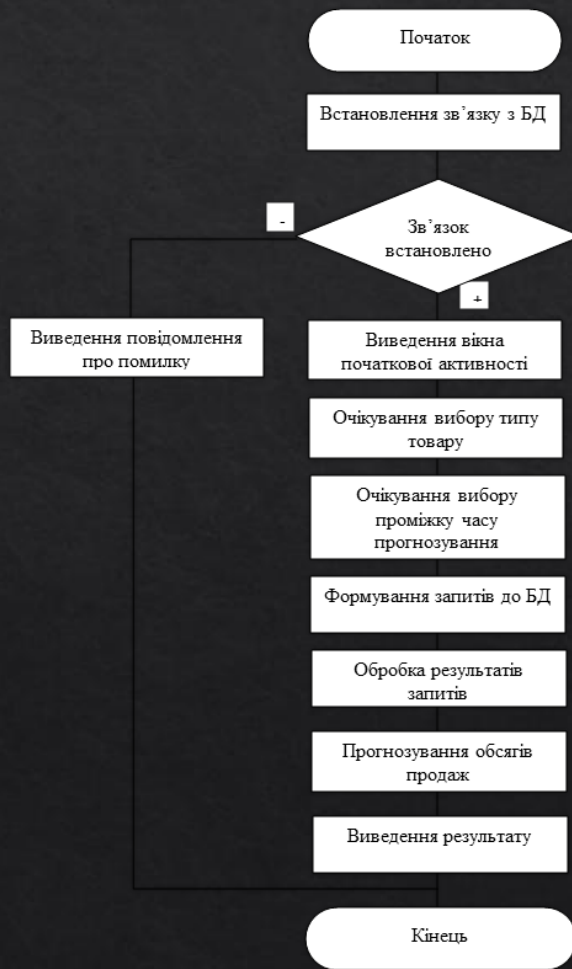
Метод Хольта-Вінтерса

Беручи до уваги сезонні характеристики зміни попиту на побутову техніку та електронні вироби, для прогнозування товарообігу магазинів електронних товарів ми використовуємо модель **Хольта-Вінтерса**.

Це трипараметрична модель прогнозу, яка враховує :

- згладжений експонентний ряд;
- тренд;
- сезонність.

Схема загального алгоритму функціонування системи



Діаграма класів



ER-модель



Вікно початкової активності

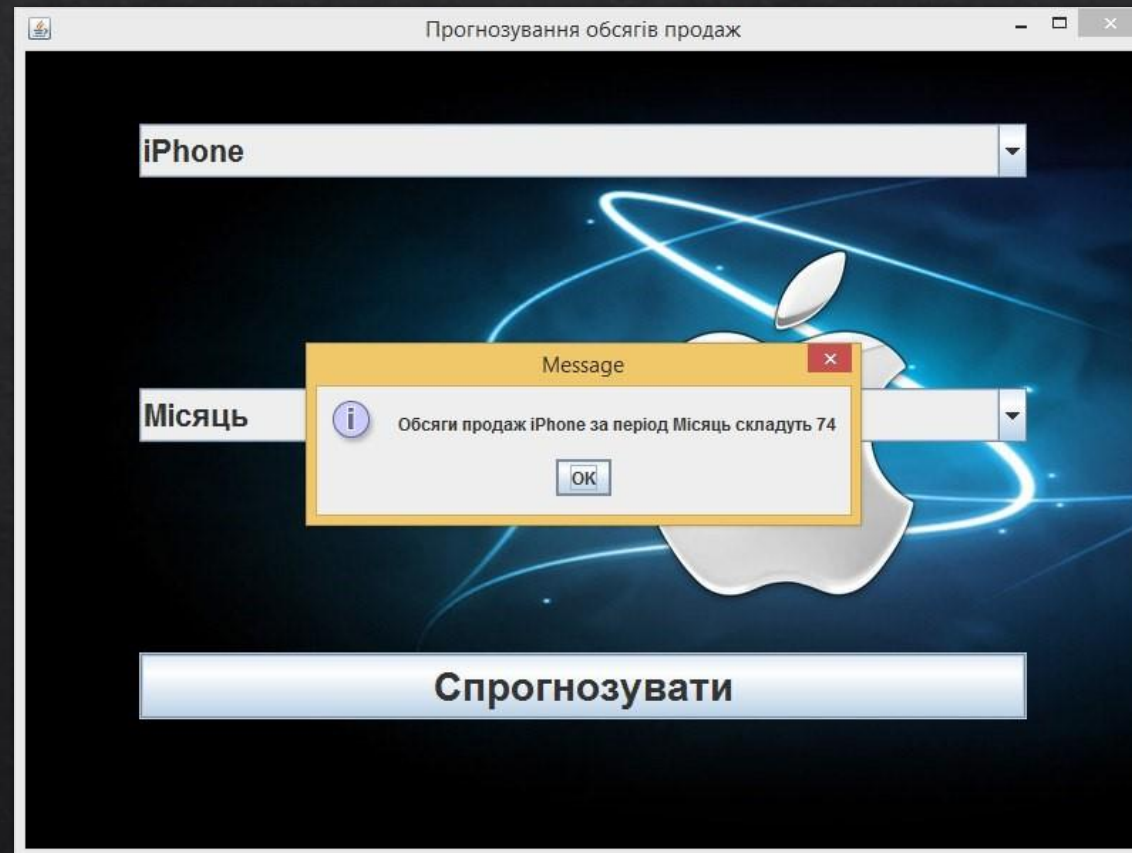
Прогнозування обсягів продаж

Оберіть товар

Оберіть проміжок часу

Спрогнозувати

Виведення результату прогнозування



Вхідний набір даних

Вхідним набором даних є показники продажів магазину електроніки взяті зі звіту касового апарату та експортовані в таблиці для більш зручної подальшої роботи з ними.

1	Наименования	Дата и время	Оплачено, грн
516	Чохол Silicone Case iPhone 11 Pro - 300.00 грн	28.01.2020 22:26:10	300
517	Скло PIXEL X/Xs/Pro - 200.00 грн	28.01.2020 22:22:39	200
518	Скло 3D iPhone 6/6s/7/8 Black - 200.00 грн	27.01.2020 19:23:19	200
519	Адаптер Apple Plug EU Original Assembly - 120.00 грн	27.01.2020 13:36:54	120
520	Кабель Lightning ORIGINAL 1m - 300.00 грн	26.01.2020 15:08:36	300
521	Скло PIXEL XS Max/ Pro Max - 300.00 грн	26.01.2020 14:39:38	300
522	Чохол Silicone Case iPhone 11 - 400.00 грн	26.01.2020 14:35:14	400
523	Чохол прозорий iPhone 11 Pro - 150.00 грн	25.01.2020 20:24:41	150
524	Адаптер USA to EURO - 20.00 грн	25.01.2020 16:03:10	20
525	Скло 3D iPhone 7+/8+ White - 200.00 грн	25.01.2020 12:20:58	200
526	Скло 2.5D iPhone 6/6s/7/8 - 50.00 грн	24.01.2020 18:38:00	50
527	Скло 3D iPhone 6/6s/7/8 Black - 150.00 грн	24.01.2020 13:37:21	150
528	Чохол Silicone Case iPhone 11 Pro Max - 300.00 грн	23.01.2020 20:25:07	300
529	Чохол Clear Case iPhone 11 Pro Max - 300.00 грн	23.01.2020 18:12:15	300
530	Чохол Silicone Case iPhone 6/6s - 250.00 грн	23.01.2020 18:11:11	250
531	Чохол Silicone Case iPhone 11 Pro Max - 300.00 грн	23.01.2020 16:22:58	300
532	Скло ZK iPhone 7/8 Black - 400.00 грн	23.01.2020 16:00:17	400
533	Чохол прозорий USAMS iPhone 11 - 200 грн	23.01.2020 15:13:38	200
534	Скло 3D iPhone 7+/8+ Black - 150.00 грн	22.01.2020 19:09:24	150
535	Скло ZK iPhone X/Xs/Pro - 450.00 грн	22.01.2020 14:59:02	450
536	Скло PIXEL XR/11 - 250.00 грн	21.01.2020 20:02:26	250
537	Кабель Lightning H/C 1m - 45.00 грн	21.01.2020 19:36:24	45
538	Кабель Lightning H/C 1m - 200.00 грн	21.01.2020 17:37:14	200
539	Кабель Lightning Remax Lesu - 90.00 грн	21.01.2020 15:34:41	90
540	Скло 2.5D iPhone 6/6s/7/8 - 150.00 грн	21.01.2020 15:26:58	150
541	Скло ZK iPhone XR/11 - 450.00 грн	21.01.2020 14:16:41	450
542	Чохол Baseus Shining Case iPhone XR - 300.00 грн	21.01.2020 14:15:04	300
543	Чохол для Apple AirPods 2 - 130.00 грн	21.01.2020 14:12:00	130
544	Чохол Glass Case iPhone X/Xs (Онур) - 100.00 грн	20.01.2020 21:09:32	100
545	Чохол Clear Case iPhone 11 Pro Max - 400.00 грн	20.01.2020 15:05:24	400
546	Скло 3D iPhone 7+/8+ White - 150.00 грн	20.01.2020 14:34:55	150
547	Скло 3D iPhone 6/6s/7/8 Black - 150.00 грн	20.01.2020 13:15:23	150
548	Скло PIXEL XS Max/ Pro Max - 250.00 грн	20.01.2020 12:13:09	250
549	Скло ZK iPhone Xs Max/Pro Max - 300.00 грн	18.01.2020 19:36:55	300
550	Скло ZK iPhone X/Xs/Pro - 400.00 грн	18.01.2020 17:20:45	400
551	Чохол прозорий iPhone X/Xs - 150.00 грн	17.01.2020 21:09:06	150
552	Бездротова зарядка Baseus Wireless Charger 3in1 - 690.00 грн	17.01.2020 14:02:53	690
553	Бездротова зарядка Baseus Wireless Charger 3in1 - 650.00 грн	16.01.2020 19:20:24	650
554	Скло ZK iPhone X/Xs/Pro - 300.00 грн	16.01.2020 14:35:57	300
555	Чохол Clear Case iPhone 11 Pro Max - 300.00 грн	15.01.2020 19:19:46	300
556	Скло ZK iPhone X/Xs/Pro - 300.00 грн	14.01.2020 19:54:31	300
557	Кабель Lightning H/C 1m - 50.00 грн	14.01.2020 12:28:39	50
558	Скло ZK iPhone Xs Max/Pro Max - 300.00 грн	13.01.2020 19:47:31	300
559	Адаптер Lightning to 3.5 Jack - 300.00 грн	13.01.2020 19:10:11	300
560	Адаптер Lightning to 3.5 Jack - 290.00 грн	13.01.2020 15:28:00	290
561	Ремінець Silicone Band для Apple Watch 42/44mm - 300.00 грн	12.01.2020 21:58:24	300
562	Чохол Clear Case iPhone 11 Pro Max - 390.00 грн	12.01.2020 20:04:55	390
563	Кабель Lightning ORIGINAL 1m - 350.00 грн	12.01.2020 16:29:54	350
564	Скло 3D iPhone 6/6s/7/8 Black - 150.00 грн	12.01.2020 14:09:29	150
565	Скло PIXEL XS Max/ Pro Max - 350.00 грн	12.01.2020 13:28:37	350
566	Скло 3D iPhone 7+/8+ Black - 150.00 грн	11.01.2020 15:47:00	150

Перетворення вхідних даних

Для коректної роботи прогнозування розділимо вхідні дані щомісячно. Тому була створена нова таблиця з щомісячними показниками продажу магазину електроніки.

Показники продажу представлені у валюті гривні та без показника після коми.

Період	Продажі компаній, грн.
Тра.18	13 900
Чер.18	15 200
Лип.18	14 870
Сер.18	13 550
Вер.18	12 900
Жов.18	14 530
Лис.18	14 700
Гру.18	15 900
Січ.19	15 200
Лют.19	14 970
Бер.19	15 440
Кві.19	14 600
Тра.19	13 220
Чер.19	14 990
Лип.19	14 980
Сер.19	13 010
Вер.19	13 670
Жов.19	14 590
Лис.19	15 335
Гру.19	16 015
Січ.20	15 775
Лют.20	16 200
Бер.20	14 805
Кві.20	14 275
Тра.20	14 665
Чер.20	15 840
Лип.20	15 225
Сер.20	14 005
Вер.20	13 865
Жов.20	15 430
Лис.20	16 490
Гру.20	17 280

Результат експоненціально-згладженого ряду

Для цього використовується формула:

$$L_t = k \cdot Y_t + (1-k) \cdot (L_{t-1} - T_{t-1}), \text{ де:}$$

L_t – згладжена величина на поточний період

k - коефіцієнт згладжування ряду (0.9)

Y_t - поточне значення ряду (обсяг продажів)

L_{t-1} - згладжена величина за попередній період

T_{t-1} - значення тренда за попередній період

Період	Продажі компанії, грн.	Експоненціально-згладжений ряд
Тра.18	13 900	
Чер.18	15 200	13900
Лип.18	14 870	14810
Сер.18	13 550	14852
Вер.18	12 900	13941
Жов.18	14 530	13212
Лис.18	14 700	14135
Гру.18	15 900	14530
Січ.19	15 200	15489
Лют.19	14 970	15287
Бер.19	15 440	15065
Кві.19	14 600	15328
Тра.19	13 220	14818
Чер.19	14 990	13699
Лип.19	14 980	14603
Сер.19	13 010	14867
Вер.19	13 670	13567
Жов.19	14 590	13639
Лис.19	15 335	14305
Гру.19	16 015	15026
Січ.20	15 775	15718
Лют.20	16 200	15758
Бер.20	14 805	16067
Кві.20	14 275	15184
Тра.20	14 665	14548
Чер.20	15 840	14630
Лип.20	15 225	15477
Сер.20	14 005	15301
Вер.20	13 865	14394
Жов.20	15 430	14024
Лис.20	16 490	15008
Гру.20	17 280	16045

Графік експоненціально-згладженого ряду



Підрахунок тренду

Для цього використовується формула:

$$T_t = b \cdot (L_t - L_{t-1}) + (1-b) \cdot T_{t-1}, \text{де:}$$

T_t - значення тренда на поточний період

b - коефіцієнт згладжування тренда

L_t - експоненціально-сглаженная величина за поточний період

L_{t-1} - експоненціально-сглаженная величина за попередній період

T_{t-1} - значення тренда за попередній період

Період	Продажі компаній, грн.	Значення Тренда
Тра.18	13 900	
Чер.18	15 200	
Лип.18	14 870	2209
Сер.18	13 550	1519
Вер.18	12 900	665
Жов.18	14 530	738
Лис.18	14 700	2151
Гру.18	15 900	1770
Січ.19	15 200	2316
Лют.19	14 970	1367
Бер.19	15 440	1329
Кві.19	14 600	1743
Тра.19	13 220	1074
Чер.19	14 990	475
Лип.19	14 980	2183
Сер.19	13 010	1698
Вер.19	13 670	317
Жов.19	14 590	1422
Лис.19	15 335	1963
Гру.19	16 015	2080
Січ.20	15 775	2126
Лют.20	16 200	1608
Бер.20	14 805	1854
Кві.20	14 275	811
Тра.20	14 665	946
Чер.20	15 840	1529
Лип.20	15 225	2225
Сер.20	14 005	1389
Вер.20	13 865	714
Жов.20	15 430	1106
Лис.20	16 490	2288
Гру.20	17 280	2434

Підрахунок коефіцієнту сезонності

Для цього використовується формула:

$$St = (q * Yt / Lt + (1 - q)) * St-s \text{ де}$$

St - коефіцієнт сезонності для поточного періоду;

q - коефіцієнт згладжування сезонності;

Yt - поточне значення ряду (наприклад, обсяг продажів));

Lt - згладжена величина за поточний період;

$St-s$ - коефіцієнт сезонності за цей же період в попередньому сезоні;

Період	Продажі компанії, грн.	Коефіцієнт сезонності
Тра.18	13 900	92,29%
Чер.18	15 200	102,74%
Лип.18	14 870	101,58%
Сер.18	13 550	90,38%
Вер.18	12 900	90,42%
Жов.18	14 530	99,10%
Лис.18	14 700	102,21%
Гру.18	15 900	108,61%
Січ.19	15 200	105,41%
Лют.19	14 970	106,07%
Бер.19	15 440	102,93%
Кві.19	14 600	98,26%
Тра.19	13 220	92,29%
Чер.19	14 990	102,74%
Лип.19	14 980	101,58%
Сер.19	13 010	90,38%
Вер.19	13 670	90,42%
Жов.19	14 590	99,10%
Лис.19	15 335	102,21%
Гру.19	16 015	108,61%
Січ.20	15 775	105,41%
Лют.20	16 200	106,07%
Бер.20	14 805	102,93%
Кві.20	14 275	98,26%
Тра.20	14 665	92,29%
Чер.20	15 840	102,74%
Лип.20	15 225	101,58%
Сер.20	14 005	90,38%
Вер.20	13 865	90,42%
Жов.20	15 430	99,10%
Лис.20	16 490	102,21%
Гру.20	17 280	108,61%

Прогнозування за методом Хольта-Вінтерса

Для цього використовується формула:

$$\hat{Y}_{t+p} = (L_{t+p} * T_t) * S_{t-s+p}, \text{ де}$$

\hat{Y}_{t+p} - прогноз по методу Хольта на p період

L_t - експоненціально -сглаженная величина за останній період

p - порядковий номер періоду, на який робимо прогноз

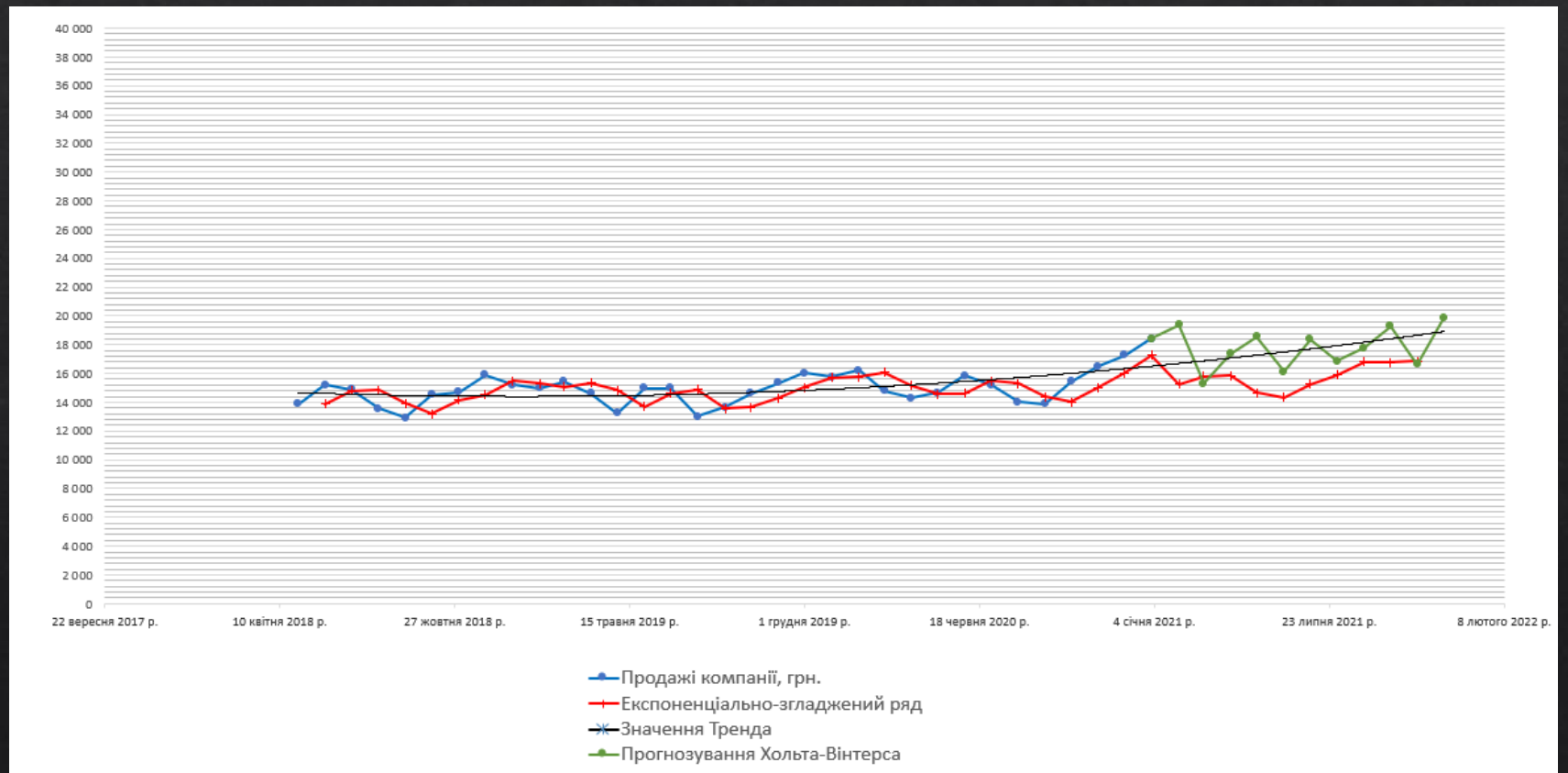
T_t - тренд за останній період

S_{t-s+p} - коефіцієнт сезонності за цей же період в останньому сезоні;

18420	Січ.21
19360	Лют.21
15293	Бер.21
17370	Кві.21
18560	Тра.21
16117	Чер.21
18382	Лип.21
16842	Сер.21
17767	Вер.21
19300	Жов.21
16642	Лис.21
19842	Гру.21

Прогнозування за методом Хольта-Вінтерса

Отримані прогнози (позначені зеленою лінією) додаємо на наш графік.



Наукова новизна

Наукова новизна роботи: удосконалено метод прогнозування обсягів продаж в магазині електроніки, шляхом комплексного застосування моделі Хольта – Вінтерса та режиму багатоваріантності прогнозних сценаріїв, що дозволило підвищити точність прогнозування.

Практичне значення роботи полягає у розробці інформаційної системи прогнозування продаж в магазині електроніки та апробації її на практиці з використанням реальних даних.

Висновки

- ◆ У ході виконання магістерської роботи було реалізовано систему прогнозування обсягів продаж в магазині електроніки. Було проведено аналіз сучасних програм-аналогів, які використовуються для задач економічного прогнозування та планування, наведено коротку порівняльну характеристику знайдених програм-аналогів. Це дало змогу описати проблему прогнозування обсягів продаж та здійснити постановку задачі.
- ◆ Також, було розроблено математичну модель прогнозування обсягів продаж в магазині електроніки, досліджено методи, які можуть бути використані. Було запропоновано використати методу Хольта-Вінтерса, який дає змогу збільшити точність прогнозування обсягів продажу. Результатом проектування є інформаційна система.
- ◆ Тестування програми пройшло успішно, й довело доцільність розробки даної системи. Порівняно з обраними прототипами програма є безкоштовною та має задовільну точність .
- ◆ Прийнято участь в конференції ВНТУ та опубліковано тези.

Дякую за увагу !