

УДК [658.78+656.0]:621:658.5

JEL: M31

**Яшкін Дмитро Сергійович***канд. екон. наук, асистент кафедри маркетингу  
Одеського національного політехнічного університету  
(Одеса, Україна)*

## ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАПАСІВ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА В УМОВАХ ВОЛАТИЛЬНОСТІ ПОПИТУ

*Розглянуто підходи до прогнозування запасів продукції на підприємстві на ґрунті прогнозованих обсягів збуту. Доведено, що волатильність щомісячних або щоквартальних обсягів збуту продукції підприємств може бути типологізована чотирма закономірностями: 1) наявність сезонних коливань та тренда; 2) наявність суто сезонних коливань без вираженого тренда; 3) відсутність сезонних коливань, але наявність тренда; 4) відсутність сезонних коливань та тренда. Ґрунтуючись на цьому, було удосконалено теоретико-методичні засади та аналітичний інструментарій прогнозування максимальних запасів промислового підприємства в умовах волатильності попиту.*

Ключові слова: сезонність, волатильність, прогнозування запасів, максимальні запаси, прогнозування попиту

DOI: 10.15276/mdt.4.4.2020.6

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими або практичними завданнями.** Кожне з промислових підприємств прагне мінімізувати транспортні витрати, витрати на зберігання сировини, матеріалів, запасів незавершеного виробництва та запасів готової продукції. Визначення попиту на продукцію підприємства за допомогою інструментів прогнозування є фактором запобігання ризику формування надлишкових запасів. За визначеним попитом можна оцінити прогнозовані обсяги збуту та вдосконалити систему управління логістичними ризиками на підприємстві. Проблематика даного дослідження стосується побудови системи прогнозування обсягів збуту продукції промислового підприємства.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких покладений початок вирішенню даної проблеми і на які спирається автор.** Проблеми прогнозування обсягів збуту підприємства досить широко представлені в роботах українських та закордонних дослідників. Так в роботі О.П. Пархоменко [1] пропонується використовувати коефіцієнт еластичності попиту для зниження похибки прогнозу. В роботі Н.Г. Гуржія [2] для прогнозування збуту м'ясопереробних підприємств пропонується отримувати модель множинної регресії.

М.А. Окландер та І.А. Педько [3] пропонують вибір методів прогнозування збуту пов'язувати з рівнем новизни товарів.

О.Н. Кириленко та О.В. Кудрицька [4] пропонують використовувати методи математичної статистики у прогнозуванні розвитку ринку логістичних послуг в Україні.

О.В. Корнієцький [5] обґрунтовує використання прогнозування, як першого етапу в побудові логістичної системи розподілу продукції в умовах транспортно-логістичного комплексу.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття.** Не дивлячись на широке коло методів та моделей для прогнозування обсягів збуту або попиту на продукцію промислового підприємства, в сучасних наукових дослідженнях недостатньо уваги приділяється вибору методів прогнозування в залежності від ретроспективної поведінки ряду динаміки продажу певного товару з врахуванням волатильності.

**Формулювання мети статті (постановка завдання).** Мета статті – надати інструментарій для отримання достовірних прогнозів рівня запасів підприємства в умовах волатильності попиту на продукцію.

**Викладення основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Більшість продуктів, які виробляються в сучасній економіці, мають сезонний попит. Сезонність пов'язана, насамперед, зі зміною попиту споживачів на продукцію в певному місяці або кварталі поточного року. Попит може мати не тільки сезонну складову, а взагалі певну мінливість. Тому пропонується мінливість (сезонну або ні) називати волатильністю.

На рівні підприємства прогнози обсягів реалізації продукції в галузях та підгалузях є орієнтирами для визначення тенденції власних обсягів збуту, а також порівняння галузевих тенденцій з тенденціями реалізації продукції на підприємстві.

Зазвичай, складання планів з продажу продукції підприємства ґрунтується на визначенні попиту на продукцію. Цей етап може мати основою думку експертів, таких, як керівник відділу збуту або комерційний директор, або ж ґрунтуватися на аналізі даних за минулі періоди.

Пропонується підходити до етапу оцінки попиту на продукцію підприємства комплексно, особливо, враховуючи умови волатильності попиту. Для цього пропонується теоретико-методичні засади та аналітичний інструментарій прогнозування максимальних запасів підприємства в умовах волатильності попиту. Ці аналітичні інструменти далі наводиться у вигляді алгоритма за трьома етапами, доцільність яких теоретично обґрунтовується.

*На першому етапі* аналізується інформація з обсягів реалізації продукції підприємства в грошовому або натуральному вимірі для виявлення сезонних індексів та тренду. Обсяги реалізації продукції мають бути наведеними щомісячно або щоквартально.

Сезонні показники реалізації продукції (щомісячні або щоквартальні) впорядковуються в хронологічному порядку та аналізуються на наявність сезонних коливань та наявність в даних тренда (табл. 1).

Перевірити наявність сезонних коливань в обсягах реалізації можна, як за графіком відповідного ряду динаміки, так і за коефіцієнтом автокореляції. Для розрахунку коефіцієнта автокореляції, за яким визначається наявність сезонних коливань в динаміці обсягів продажу підприємства, в останньому стовпчику табл. 1 розраховуються перші різниці ряду динаміки обсягів реалізації. За допомогою таких розрахунків виключається тренд з вихідних даних, тобто залишається суто сезонна складова.

Таблиця 1 – Форма для збирання інформації з обсягів реалізації продукції підприємства

Рік	Квартал/місяць	Обсяги реалізації грн./шт.	Перші різниці
2015	1	$y_1$	–
	2	$y_2$	$y_2 - y_1$
	3	$y_3$	$y_3 - y_2$
	4	$y_4$	$y_4 - y_3$
...	...		
2019	1	$y_{17}$	$y_{17} - y_{16}$
	2	$y_{18}$	$y_{18} - y_{17}$
	3	$y_{19}$	$y_{19} - y_{17}$

Далі необхідно впевнитися в наявності сезонних коливань за допомогою розрахунку коефіцієнта автокореляції четвертого порядку (1) для щоквартальних даних та дванадцятого порядку (2) для щомісячних даних:

$$r(4) = \frac{\sum_{i=1}^{N-4} (y_i - \bar{y}_i)(y_{i-4} - \bar{y}_{i-4})}{(N-4)\sigma_i\sigma_{i-4}}, \quad (1)$$

$$r(12) = \frac{\sum_{i=1}^{N-12} (y_i - \bar{y}_i)(y_{i-12} - \bar{y}_{i-12})}{(N-12)\sigma_i\sigma_{i-12}}. \quad (2)$$

Тут можливі дві ситуації:

- коефіцієнт автокореляції вказує на існування достатнього взаємозв'язку в даних, тоді  $r(4)$  або  $r(12)$  більші або дорівнюють 0,5;
- коефіцієнт автокореляції вказує на відсутність взаємозв'язку або слабкий зв'язок в даних  $r(4)$  або  $r(12)$  менші за 0,5.

В першому випадку на другому етапі визначаються сезонні індекси та оцінюється тренд. В другому – наявність тренду в вихідних даних.

На другому етапі отримують сезонні індекси у разі визначення сезонних коливань на першому етапі та визначаються параметри тренда.

У разі наявності сезонних коливань вихідні дані для отримання тренда рекомендовано отримувати за методом декомпозиції часового ряду (табл. 2).

Таблиця 2 – Вихідні дані для отримання тренда у випадку наявності сезонних коливань в динаміці продажу

Рік	Квартал/місяць	Обсяги реалізації грн./шт.	Ковзке середнє	Відношення до козкого середнього	Сезонні індекси	Дані з поправкою на сезон
2015	1	$y_1$	–	–	$S_1$	$y_1 / S_1$
	2	$y_2$	–	–	$S_2$	$y_2 / S_2$
	3	$y_3$	$x_3$	$y_3 / x_3$	$S_3$	$y_3 / S_3$
	4	$y_4$	$x_4$	$y_4 / x_4$	$S_4$	$y_4 / S_4$
...	...	...	...	...	–	...
2019	1	$y_{17}$	$x_{17}$	$y_{17} / x_{17}$	–	$y_{17} / S_1$
	2	$y_{18}$	–	–	–	$y_{18} / S_2$
	3	$y_{19}$	–	–	–	$y_{19} / S_3$

Ковзке середнє в табл. 2 для щоквартальних даних розраховується за формулою:

$$x_k = (y_{k-2}/2 + y_{k-1} + y_k + y_{k+1} + y_{k+2}/2)/4. \quad (3)$$

Сезонні індекси за певний квартал є середнім з відношень до ковзкого середнього, які відносяться до цього квартала. Для щомісячних даних алгоритм схожий. Розрахунок ковзкого середнього починається з сьомого місяця поточного року.

Для отримання тренда всі рівні ряду динаміки обсягів продажу нумеруються від 1 до  $n$ . Наприклад, в табл. 2 – від 1 до 19. Далі вважається, що залежна змінна в отриманні тренду – це дані з поправкою на сезон, а незалежна – час, тобто рівень ряду динаміки.

Лінійний тренд має вигляд:

$$\hat{Y} = a_0 + a_1 t.$$

Отриманий тренд оцінюється на точність, надійність та адекватність.

На точність модель оцінюється за двома показниками:

– коефіцієнтом детермінації  $R^2$ , який має бути більшим за 50%, для того, щоб модель вважалась точною;

– відношення похибки моделі до розмаху даних:

$$\frac{S_{yt}}{y_{\max} - y_{\min}} * 100\%$$

яке має бути меншим за 30%, для точної моделі.

На надійність модель перевіряється в два етапи:

1. Надійність моделі в цілому, тобто перевірка гіпотези про те, що в генеральній сукупності всі коефіцієнти моделі при незалежних змінних дорівнюють нулю. Ймовірність такої гіпотези визначається значущістю  $F$ -статистики в дисперсійному аналізі. Якщо вона менша за 0,05, то нульова гіпотеза відхиляється, тобто у моделі є хоча б один ненульовий коефіцієнт при незалежних змінних.

2. Надійність коефіцієнтів моделі, тобто перевірка гіпотез стосовно того, що кожен з них в генеральній сукупності дорівнює нулю. Ймовірність таких гіпотез перевіряється за допомогою  $p$ -значення відповідної  $t$ -статистики. Якщо воно менше за 0,05, то нульова гіпотеза про рівність нулю відповідного коефіцієнта при незалежній змінній відхиляється.

На адекватність модель перевіряється за допомогою коефіцієнта автокореляції залишків першого порядку  $r_1(\epsilon)$ . Якщо він менше за модулем 0,5, залишки не демонструють сильного зв'язку, в іншому разі модель не можна вважати адекватною.

Якщо тренд виявився точним, надійним та адекватним, то за ним можна отримувати точковий прогноз, який не містить сезонних коливань, тобто прогноз без врахування сезонності. Для цього в трендову модель замість  $t$  підставляють наступні періоди. Помноживши дані прогнозу за трендом на сезонні індекси, отримують прогноз з урахуванням сезонності.

Якщо тренд виявився непридатним для отримання прогнозів, тобто неточним, або ненадійним, то для отримання точкового прогнозу розраховують середнє значення за показниками останнього року. Середнє значення вважається прогнозом без врахування

сезонності для наступних періодів. Для отримання прогнозу з врахуванням сезонності його помножують на відповідні сезонні індекси.

Якщо на першому етапі *сезонних коливань у вихідних даних не було виявлено*, то вихідними даними для отримання трендової моделі є вихідні дані. За ними отримується трендова модель, яка так само, як і в попередньому випадку перевіряється на точність, надійність та адекватність.

У випадку отримання точної, надійної та адекватної моделі за нею отримується точковий прогноз на майбутні періоди.

У разі, якщо модель виявилася неточною або ненадійною, точковий прогноз отримують за розрахунком середнього значення за кварталами або місяцями, які взяті за рік.

На третьому етапі отримують інтервальні прогнози попиту на продукцію підприємства та оцінюють логістичні ризики прогнозування максимальних запасів готової продукції.

Для отримання інтервальних прогнозів обсягів реалізації продукції спершу визначається похибка прогнозу. Можливі чотири випадки:

1. Ряд динаміки з обсягів реалізації продукції характеризується сезонними коливаннями та точним, надійним й адекватним трендом. В цьому випадку з двох похибок – похибки тренда та похибки сезонної моделі – вибирається найбільша і за її допомогою будуються довірчі інтервали прогнозу.

Позначимо  $\hat{Y}$  – ретропрогнозні значення за трендом, а  $\hat{Y}_s$  – ретропрогнозні значення за сезонною моделлю. Тоді, похибки тренда та сезонної моделі знаходимо за формулами:

$$s_{yt} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-1}} \text{ – похибка тренда;} \quad (4)$$

$$s_{yts} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{is})^2}{n-1}} \text{ – похибка сезонної моделі.} \quad (5)$$

Позначимо:

$$s_f = \max(s_{yt}; s_{yts}). \quad (6)$$

Тоді інтервальний прогноз розраховується на основі точкового за формулою:

$$\hat{y}_s \pm ts_f, \quad (7)$$

де  $t$  може приймати значення 1, 2, 3.

При  $t = 1$ , маючи на увазі нормальний розподіл обсягів реалізації продукції підприємства навколо точкового прогнозу, 67% попадає в інтервал (3.7). При  $t = 2$  – 95%, при  $t = 3$  – 99%.

Таким чином, при  $t = 1$  ймовірність помилки складає 33%, якщо брати за прогнозований обсяг реалізації верхнє значення інтервалу, то вона складе 12,5%. Тобто, ризик помилитися з визначенням прогнозованих максимальних обсягів реалізації складе 12,5%, що можна вважати логістичним ризиком прогнозування максимальних запасів готової продукції.

При при  $t = 2$  ймовірність помилки складає 5%, логістичний ризик прогнозування максимальних запасів готової продукції складе, відповідно, 2,5%. Тобто, ризик помилитися з визначенням прогнозованих максимальних обсягів реалізації складе лише 2,5%.

При при  $t = 3$  ймовірність помилки складає 0,5%, логістичний ризик прогнозування максимальних запасів готової продукції складе 0,5%.

2. Ряд динаміки обсягу реалізації продукції підприємства характеризується сезонними коливаннями, а замість тренду для отримання прогнозу використовується середнє за останній рік –  $\bar{y}$ , яке помножується на сезонні коливання  $s_i$ . Для обчислення помилки пропонується формула:

$$s_f = \sqrt{\frac{\sum_{i=n-4}^n (y_i - \bar{y}s_i)^2}{3}} \quad (8)$$

Для отримання інтервальних прогнозів можна керуватися тими ж міркуваннями, що і в попередньому випадку:

$$\bar{y}s_i \pm ts_f \quad (9)$$

Логістичний ризик прогнозування максимальних запасів готової продукції визначається, як в першому випадку.

3. В третьому випадку ряд динаміки не демонструє сезонних коливань, а характеризується тільки трендовою моделлю. Для отримання інтервальних прогнозів тут рекомендується використовувати формулу:

$$\hat{y}_t \pm ts_{yt}, \quad (10)$$

де  $\hat{y}_t$  – прогнозовані обсяги реалізації за трендом;

$s_{yt}$  – стандартна похибка моделі, яка розраховується за формулою (4).

Логістичний ризик прогнозування максимальних запасів готової продукції визначається, як в першому випадку.

4. В четвертому випадку ряд динаміки обсягів реалізації готової продукції підприємства не містить сезонних коливань та тренду, тому точковий прогноз рекомендується розраховувати, як середнє за даними останнього року. Для обчислення помилки пропонується формула:

$$s_f = \sqrt{\frac{\sum_{i=n-4}^n (y_i - \bar{y})^2}{3}} \quad (11)$$

Для отримання інтервальних прогнозів можна керуватися формулою:

$$\bar{y} \pm ts_f \quad (12)$$

Логістичний ризик прогнозування максимальних запасів готової продукції визначається, як в першому випадку.

Наведемо блок-схему запропонованого інструментарію (рис. 1).

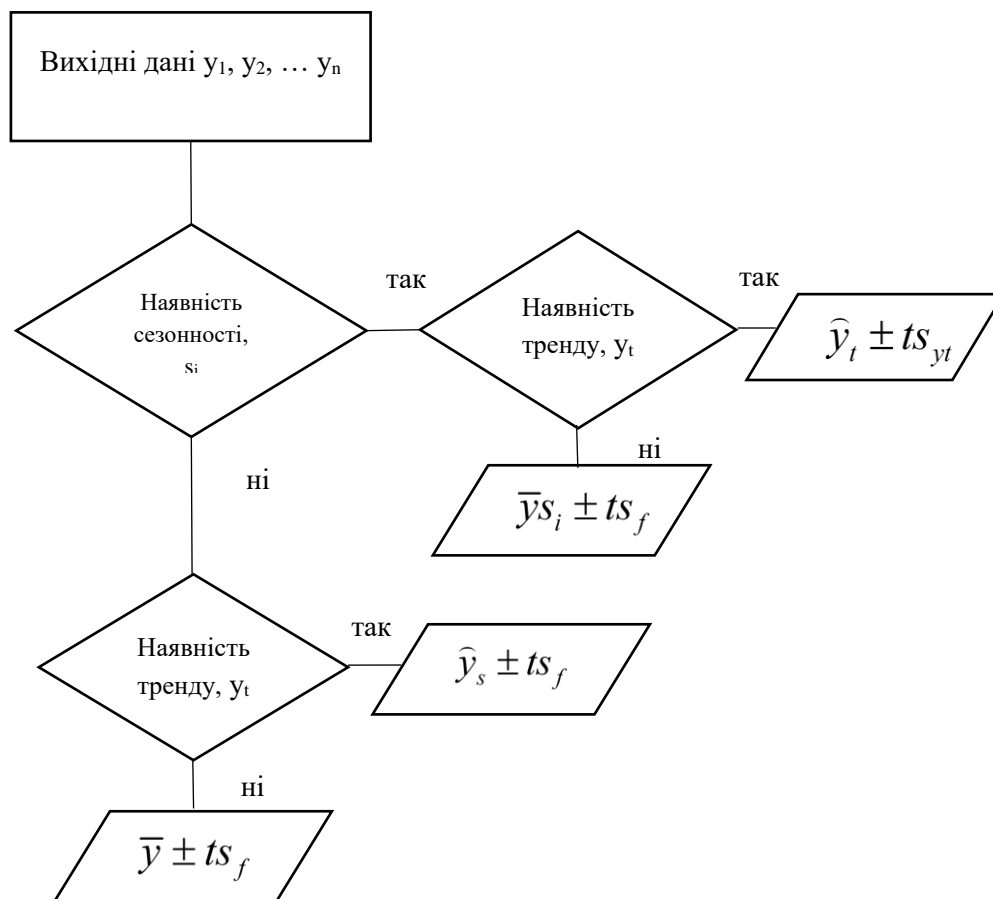


Рисунок 1 – Блок-схема аналітичного інструментарію прогнозування максимальних запасів промислового підприємств

З наведеної блок-схеми (рис. 1), динаміка щомісячних або щоквартальних обсягів реалізації продукції підприємств може бути типологізована чотирма закономірностями:

1. Наявність сезонних коливань та тренду.
2. Наявність суто сезонних коливань без вираженого тренду.
3. Відсутність сезонних коливань, але наявність тренду.

## 4. Відсутність сезонних коливань та тренду.

Продемонструємо запропонований на рис.1 інструментарій на прикладі прогнозування максимальних запасів АТ «Перший Київський машинобудівний завод». Динаміка обсягів реалізації готової продукції підприємства АТ «Перший Київський машинобудівний завод» (табл. 3) демонструє зростаючу тенденцію. Розрахуємо перші різниці та визначимо за коефіцієнтом автокореляції четвертого порядку наявність сезонних коливань в динаміці обсягів реалізації.

Коефіцієнт автокореляції  $r(4) = 0,13$ , що вказує на відсутність сезонної складової в динаміці обсягів реалізації продукції.

За даними регресійного аналізу, трендова модель:

$$\hat{Y} = 12035,8 + 752,33t$$

$$\frac{S_{yt}}{y_{\max} - y_{\min}} * 100\% = 18\%$$

Модель є точною:  $R^2 = 0,52 > 0,5$ ; надійною: значущість  $F = 0,001 < 0,05$ ; р-значення  $= 0,001 < 0,05$  та адекватною  $r(1) = 0,07$ . Тобто її можна віднести до третього випадку – відсутність сезонних коливань, але наявність тренду.

Таблиця 3 – Динаміка реалізації готової продукції підприємства АТ «Перший Київський машинобудівний завод», тис. грн.

Рік	квартал	Обсяги реалізації	Перші різниці	Рік	квартал	Обсяги реалізації	Перші різниці
2015	1	7456	-	2017	2	18034	-2548
	2	21202	13746		3	21825	3791
	3	18776	-2426		4	19374	-2451
	4	15145	-3631		2018	1	29926
2016	1	11500	-3645	2		21896	-8030
	2	11448	-52	3		21899	3
	3	14293	2845	4		22328	429
	4	16201	1908	2019	1	24158	1830
2017	1	20582	4381		2	24652	494

У відповідності до другого етапу аналітичний інструментарій прогнозування максимальних запасів промислового підприємства в умовах волатильності попиту отримаємо точковий прогноз на 2019 (3-4 квартали) та на 2020 рр. (табл. 4).

Для здійснення третього етапу розрахуємо за формулою (10) інтервальні прогнози для  $t = 1$  та  $t = 2$ , що відповідає 67% та 95% рівням надійності (табл. 4) та побудуємо графіки верхніх меж цих прогнозів з ретроспекцією (рис. 2).



Таблиця 4 – Точковий та інтервальний прогнози обсягів реалізації готової продукції АТ «Перший Київський машинобудівний завод», тис. грн.

Рік	Квартал	Період	Точковий прогноз	Нижня межа 67% д.і	Верхня межа 67% д.і.	Нижня межа 95% д.і.	Верхня межа 95% д.і.
	3	19	26330,18	22335,64	30324,72	18341,09	34319,27
	4	20	27082,52	23087,97	31077,06	19093,43	35071,6
2020	1	21	27834,85	23840,31	31829,4	19845,77	35823,94
	2	22	28587,19	24592,64	32581,73	20598,1	36576,28
	3	23	29339,52	25344,98	33334,07	21350,44	37328,61
	4	24	30091,86	26097,32	34086,4	22102,77	38080,95

Як видно з рис. 2, підприємство може вибрати стратегію більшого логістичного ризику, тоді логістичний ризик прогнозування максимальних запасів готової продукції складе 12,5%, а верхня межа 67% довірчого інтервалу відрізняється від точкового прогнозу майже на 4 млн. грн.

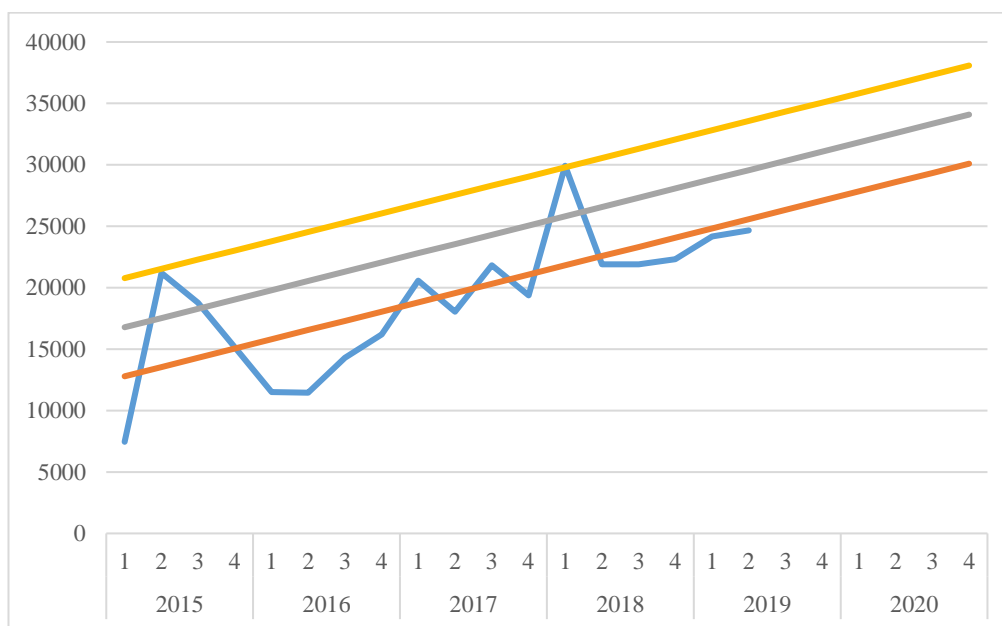


Рисунок 2 – Точковий прогноз та верхні межі інтервальних прогнозів обсягів реалізації АТ «Перший Київський машинобудівний завод», тис. грн.

Або підприємство вибере стратегію меншого ризику, тоді логістичний ризик прогнозування максимальних запасів готової продукції складе 2,5%, а верхня межа 95% довірчого інтервалу відрізняється від точкового прогнозу майже на 8 млн. грн. У випадку стратегії найменшого ризику, логістичний ризик прогнозування максимальних запасів готової продукції складе 0,5%, а верхня межа 99% довірчого інтервалу відрізняється від точкового прогнозу майже на 12 млн. грн.

**Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розробок за даним напрямом.** Обґрунтовано логіку та структуру оцінювання ризиків формування матеріальних запасів машинобудівних підприємств в умовах волатильності попиту на продукцію машинобудівних підприємств. Зазначено, динаміка щомісячних або

щоквартальних обсягів реалізації продукції промислових підприємств може бути типологізована чотирма закономірностями: наявність сезонних коливань та тренду, наявність суто сезонних коливань без вираженого тренду, відсутність сезонних коливань, але наявність тренду, відсутність сезонних коливань та тренду. Для кожного типу попиту запропоновано методіку отримання моделі та прогнозу обсягів збуту машинобудівного підприємства.

В подальших дослідженнях можна зосередити увагу на специфіці певних галузей промисловості та визначення особливостей у динаміці попиту на їх продукцію.

1. Пархоменко О. П. Прогнозування обсягу збуту як елемент планування розвитку підприємства. *Вчені записки університету "КРОК". Серія: Економіка*. 2013. Вип. 33. С. 258–262.
2. Гуржій Н.Г. Прогнозування збуту продукції м'ясопереробних підприємств. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі*. 2014. № 5 (67). С. 71–75.
3. Окландер М.А., Педько І.А. Прогнозування збуту інноваційної або імпортозамінної продукції підприємствами-виробниками бетону. *Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Збірник наукових праць*. 2016 (13). С. 385–390.
4. Кириленко О.Н., Кудрицька О.В. Використання методів математичної статистики для прогнозування розвитку ринку логістичних послуг в Україні в сучасних умовах. *Проблеми підвищення ефективності інфраструктури: Зб. наук. пр. К.: НАУ, 2009. Вип. 26. С. 166–171.*
5. Корнієцький О.Г. Логістична система розподілу продукції в умовах транспортно-логістичного комплексу. *Економічний аналіз*. 2014. Том 17. № 3. С. 35-41.
6. Ханк Д.Э., Уичкрн Д.У., Райтс А.Дж. Бизнес-прогнозирование, 7-е издание: Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. 656 с.
7. Winters P.R. (1960). Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages // *Management Science*. № 6 (3). P. 324–342.
8. Box G.E.P., Jenkins, G.M., Reinsel, G.C. (1994). *Time Series Analysis, Forecasting and Control*. 3rd ed. NJ.: Prentice Hall, Englewood Cliffs.
9. Bass F.M. (1969). A new product growth for model consumer durables // *Management Science*. V. 15. P. 215–227.
10. Вітлінський В. В., Верченко П.І. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком: [монографія]. К.: КНЕУ, 2000. 259 с.

1. Parkhomenko O. (2013). Prognozuvannya obsyagu zbutu yak element planuvannya rozvytku pidpryemstva [Sales forecasting as an element of enterprise development planning] // *Vcheni zapysky universytetu "KROK" [Scientific notes of the university "KROK"]*. Series: Economics. Vip. 33. pp. 258–262.
2. Gurzhij N.(2016). Prognozuvannya zbutu produkciyi m'yasopererobny`x pidpryemstv [Forecasting sales of meat processing enterprises] // *Naukovy`j visny`k Poltav`kogo universytetu ekonomiky` i torgivli [Scientific Bulletin of Poltava University of Economics and Trade]*. № 5 (67). pp. 71–75.
3. Oklander M.A., Ped`ko I.A. (2016). Prognozuvannya zbutu innovacijnoyi abo importozaminnoyi produkciyi pidpryemstvamy`-vy`robny`kamy` betonu [Sales forecasting of innovative or import-substituting products by concrete-producing enterprises] // *Ekonomichny`j visny`k Nacional`nogo texnichnogo universytetu Ukrainy` «Ky`yivs`ky`j politexnichny`j insty`tut»*. Zbirny`k naukovy`x prac` [Economic Bulletin of the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute". Collection of scientific works]. (13). pp. 385–390.
4. Ky`ry`lenko O.N., Kudrycz`ka O.V. (2009). Vy`kory`stannya metodiv matematy`chnoyi staty`sty`ky` dlya prognozuvannya rozvytku ry`nku logisty`chny`x poslug v ukrajini v suchasny`x umovax [The use of methods of mathematical statistics for forecasting the development of the market of logistics services in Ukraine in modern conditions] // *Problemy` pidvy`shhennya efekty`vnosti*

- infrastruktury` : Zb. nauk. pr. [*Problems of improving the efficiency of infrastructure: Coll. Science. pr.*] K.: NAU, Vol. 26. pp. 166–171.
5. Korniyecz`ky`j O.G. (2014). Logisty`chna sy`stema rozpodilu produkciyi v umovax transportno-logisty`chnogo kompleksu [*Logistic system of product distribution in the conditions of transport and logistics complex*] //Ekonomichny`j analiz [*Economic analysis*]. Vol. 17. № 3. pp. 35–41.
6. Hank D.E., Wichkrn D.W., Wright A.J. Business Forecasting, 7th Edition: Per. with English M : Williams Publishing House, 2003. 656 p.
7. Winters P.R. (1960). Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages // Management Science. № 6 (3). p. 324–342.
8. Box G.E.P., Jenkins, G.M., Reinsel, G.C. (1994). Time Series Analysis, Forecasting and Control. 3rd ed. NJ: Prentice Hall, Englewood Cliffs.
9. Bass F.M. (1969). A new product growth for model consumer durables // Management Science. V. 15. pp. 215–227.
10. Vitlinsky VV, Verchenko PI Analysis, modeling and management of economic risk: [monograph]. K. : KNEU, 2000. 259 p

**Dmytro Yashkin.** PhD in Economics, Assistant of the Department of Marketing, Odessa National Polytechnic University (Odesa, Ukraine)

**Forecasting the inventory levels of an industrial enterprise in conditions of demand volatility**

**The aim of the article** is to provide tools for obtaining reliable forecasts of the level of inventories of the enterprise in conditions of volatility in demand for products. Most types of demand for industrial products are unstable, so it is important to form stocks based on demand forecasts to reduce logistics risks.

**The results of the analyses.** Analytical tools for forecasting maximum level of inventories in conditions of volatility of demand for products of machine-building enterprises have been developed, which provides an opportunity to obtain the most reliable sales forecast and estimate the maximum required stocks for a certain type of demand. The method, which is obtained by analytical tools, is based on a three-stage algorithm: a) identification of trends in a time series of sales; b) obtaining optimal sales forecasting models; c) plotting of interval forecasts of product sales and risk assessment of the formation of its maximum stocks. The developed methodology identifies logistics risks, which depend on sales forecasts, for nine machine-building enterprises of Ukraine.

A method for statistical assessment of logistics risks of machine-building enterprises by confidence intervals has been developed, in which maximum stocks are determined by two confidence intervals of sales forecasts, and the risk of error is associated with the appropriate levels of reliability of these intervals. It is proposed to build the upper limits of two confidence intervals, for example, 95% and 99%, according to the forecast inventory level estimates, and to consider them as maximum inventory level estimates with corresponding probabilities. The risk of stock shortages is defined as the probability of going beyond the upper limit of the corresponding interval. It is proved that the dynamics of monthly or quarterly sales of enterprises can be typed by four patterns: the presence of seasonal fluctuations and trends; the presence of purely seasonal fluctuations without a pronounced trend; no seasonal fluctuations, but the presence of a trend; no seasonal fluctuations and trends.

**Conclusions and perspectives for further research.** It is proved that the volatility of monthly or quarterly sales volumes of enterprises can be typed by four patterns: 1) the presence of seasonal fluctuations and trends; 2) the presence of purely seasonal fluctuations without a pronounced trend; 3) no seasonal fluctuations, but the presence of a trend; 4) no seasonal fluctuations and trends. Based on this, the theoretical and methodological principles and analytical tools for forecasting the maximum stocks of an industrial enterprise in conditions of demand volatility were improved.

Keywords: seasonality, volatility, inventory level forecasting, maximum stocks, demand forecasting.

**Надійшло до редакції 15 квітня, 2020.**