

УДК 658.8.012.12

JEL C53, M31

Яшкін Дмитро Сергійович
асистент кафедри маркетингу
Одеський національний політехнічний університет
(Одеса, Україна)

ВИЗНАЧЕННЯ ЛОГІСТИЧНИХ РИЗИКІВ У СЕЗОННИХ ПРОГНОЗАХ ОБСЯГІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ПІДПРИЄМСТВ МАШИНОБУДУВАННЯ

Стаття присвячена питанню оцінки логістичних ризиків машинобудівних підприємств. За аналізом обсягів реалізації продукції всіх підгалузей та груп підприємств машинобудівної галузі отримано сезонні індекси та прогнози реалізації продукції на наступні роки. Запропоновано поняття логістичного ризику прогнозування попиту та розроблено методіку оцінки логістичного ризику прогнозування попиту за двома оцінками: точністю трендової моделі для отримання прогнозу та точністю прогнозу з врахуванням сезонності. Для всіх підгалузей машинобудівної галузі та для груп підприємств в підгалузях оцінено логістичні ризики прогнозування попиту.

Ключові слова: сезонність, прогнозування, логістичні ризики, машинобудування, попит на продукцію

DOI: 10.15276/mdt.3.2.2019.7

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими або практичними завданнями. Одним з ключових факторів запобігання виникненню логістичних ризиків на підприємстві є вивчення попиту на його продукцію. Дослідження попиту дозволяє підприємству отримати зворотний зв'язок зі споживачем. За рахунок цього стає можливим: формувати обґрунтовані запаси готової продукції; завчасно готувати у відділі закупівель запаси вузлів, деталей та механізмів для її виготовлення; скласти план виробництва, який максимально враховує дані попиту на продукцію. Таким чином, заощаджуються витрати на зберігання готової продукції та сировини (деталей, вузлів, механізмів) на складах підприємства, формується чіткий план виробничого процесу, що також дозволяє уникати ризиків виробництва надлишкової продукції або ризиків втрати прибутку від нестачі готової продукції. Транспортні ризики також зменшуються за рахунок того, що продавець має більш достовірну інформацію про необхідні обсяги перевезень заздалегідь.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких покладений початок вирішенню даної проблеми і на які спирається автор. Дослідженню ринків збуту продукції та прогнозуванню майбутніх тенденцій присвячено низку статей українських та зарубіжних вчених. Так, у статті М.С. Білик, Д.С. Боляновської, О.В. Здрок та Р.О. Мамчина проаналізовано стан та динаміку попиту на меблеву продукцію в Україні, за цими даними автори отримують прогноз попиту на досліджувану продукцію, але сезонний фактор авторами не взято до уваги [1]. Т.О. Зайчук запропоновано оцінювати ринковий потенціал за методикою привабливості ринкових сегментів [2]. Р.Б. Окрепким та А.М. Бутовим розроблено модель тактичного (короткострокового) прогнозування попиту для уникнення диспропорції між виробництвом та споживанням продукції [3].

© 2019 The Authors. This is an open access article under the CC BY license
(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>)

Н.Б. Андрейшина запропонувала концепцію прогнозування попиту на продукцію підприємства економіко-математичними методами, яка складається з чотирьох етапів: визначення факторів, які впливають на попит, вибір математичної залежності, перевірка адекватності та точності моделі й прогноз попиту [4]. О.П. Пархоменко розроблено економіко-математичний метод прогнозування попиту з використанням коефіцієнта еластичності для зниження витрат на управління виробничими запасами та запасами готової продукції в нестабільних умовах функціонування підприємств [5]. М.А. Окландером та І.А. Педько запропоновано науково-методичний інструментарій отримання прогнозів збуту інноваційної або імпортозамінної продукції, який ґрунтується на виборі одного з трьох методів [6]. Ellen C. Mik розглядає підходи щодо отримання прогнозів на нову продукцію, яка з'являється на ринку, в залежності від виду продукції [7]. Популярним у науковому середовищі є використання моделі Френка Басса для отримання прогнозів. Так дві групи закордонних вчених: Хакеон Лі, Санг Гук Кім, Парк Хюн Ву і Пілсунг Кан та Зухаймі Ісмаїл і Норатіка Абу пропонують машинний інструментарій отримання прогнозів за цією моделлю [8-10]. Майкл Лоуренс, Пол Гудвін, Маркус О'Коннор, Ділек Онкал зосередили увагу на прогнозуванні суджень на ґрунті інформації, яка була зібрана на протязі останніх 25 років [11].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття. На наш погляд, залишається відкритим питання щодо прогнозування попиту з оцінкою ризику довіри цьому прогнозу. Дані, за якими дослідник отримує прогнози, мають різний характер. Вони можуть мати стабільну або стрибкоподібну динаміку. Можуть характеризуватися наявною тенденцією до зростання або спаду, а також мати хаотичний вигляд. Можуть бути у вигляді динамічних або статичних даних, сезонних даних або даних без наявної сезонності. Всі ці фактори впливають на якість отриманих моделей та, відповідно, на точність прогнозів. Тобто прогнози можуть бути різними, тому й виникає питання: як оцінити ризик довіри цим прогнозам.

Формулювання мети статті (постановка завдання). Метою дослідження було отримання прогнозів сезонного попиту для всіх підгалузей машинобудівної галузі, оцінка отриманих прогнозів за запропонованим у дослідженні науково-методичним підходом та визначення логістичного ризику довіри кожному з отриманих прогнозів.

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. Продукція машинобудування також має сезонний попит. Розглянемо щомісячну динаміку реалізації машинобудівної продукції підприємствами України у 2014-2018 рр. (рис. 1).

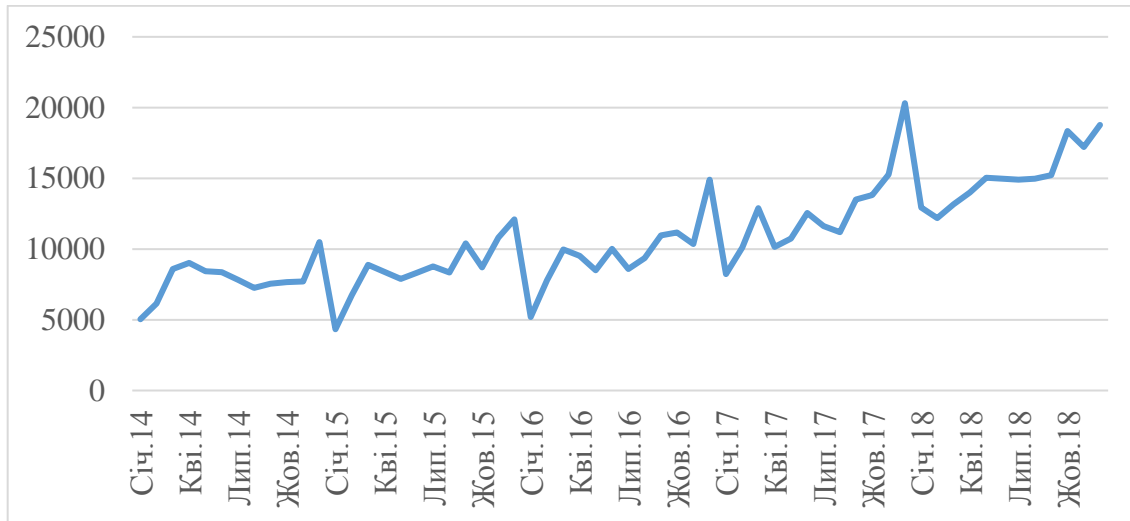


Рисунок 1 – Щомісячні обсяги реалізації машинобудівної продукції у 2014-2018 рр. (млн. грн., за даними [12])

Графік щомісячних обсягів продажу машинобудівної продукції свідчить про наявність сезонних коливань у реалізації машинобудівної продукції. Попит на машинобудівну продукцію має тенденцію змінюватися. Кожного року у грудні обсяги реалізованої продукції значно зростають, а в січні, навпаки, спадають. Крім цього, є ще кілька періодів спаду та зростання на протязі року, які необхідно визначити.

За методом декомпозиції часового ряду отримуємо сезонні індекси реалізації машинобудівної продукції (рис.2).

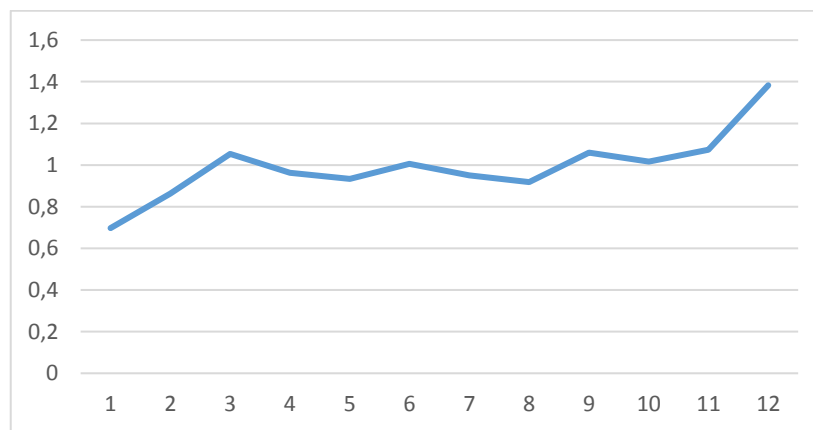


Рисунок 2 – Сезонні індекси обсягів реалізації машинобудівної продукції за місяцями

Відповідно до отриманих сезонних індексів загальних обсягів реалізації продукції машинобудування (табл.1), найменші продажі властиві січню – на 30% менші, ніж у середньому за рік, та лютому – на 14% менші, ніж у середньому за рік. Серпень, травень та липень також характеризуються меншими обсягами реалізації машинобудівної продукції – на 8%, 7% та на 5% менше, ніж в середньому за рік, відповідно. Найбільші обсяги продажу характерні для грудня – на 38% більші, ніж в середньому за рік. У листопаді, вересні та березні також можна спостерігати поживлення продажу машинобудівної продукції – на 7%, 6% та 5% відповідно.

Таблиця 1 – Сезонні індекси реалізації машинобудівної продукції

Місяць	Сезонний індекс
Січень	0,70
Лютий	0,86
Березень	1,05
Квітень	0,96
Травень	0,93
Червень	1,01
Липень	0,95
Серпень	0,92
Вересень	1,06
Жовтень	1,02
Листопад	1,07
Грудень	1,38

Після виключення сезонного фактора з вихідних даних та отримання даних з поправкою на сезон отримано прогноз за трендом (прогноз з виключенням сезонних коливань). Рівняння тренда має вигляд:

$$\hat{Y} = 6059,08 + 156,59 * t, \quad (1)$$

де t – період часу, який змінюється від 1 до 60 для періоду передісторії, що відповідає п'яти рокам дослідження.

Модель (1) є точною ($R^2 = 0,81$), тобто 81% варіації даних пояснюються моделлю, надійною (F-значущість = $5,24E-23$, p-значення: $4,54E-25$ та $5,24E-23$) та адекватною ($r_1(e) = 0,45$). Тобто за моделлю (1) можна отримувати достовірні прогнози.

Для отримання прогнозу замість t підставимо подальші рівні, які відповідають періодам з січня 2019 року по грудень 2020 року – 24 періоди. Помноживши дані прогнозу за трендом на сезонні індекси отримаємо прогноз з урахуванням сезонності (рис.3).

Як видно з рис.3, прогноз є достатньо точним: вихідні дані практично співпадають з прогнозованими на відрізку передісторії.

В табл. 2 знаходяться остаточні дані прогнозів з виключенням сезонного фактору та прогноз з врахуванням сезонності, які є орієнтиром для загальних показників обсягів реалізації машинобудівної продукції..

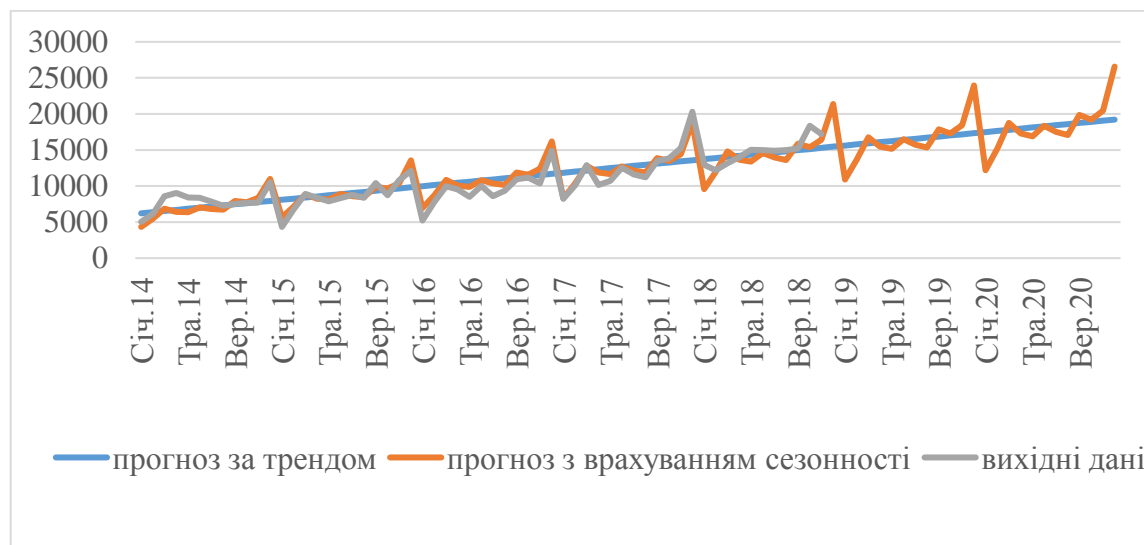


Рисунок 3 – Прогноз з врахуванням сезонності та прогноз за трендом

Таблиця 2 – Прогноз реалізації машинобудівної продукції України на 2019-2020 рр. за виключенням сезонного фактора та з врахуванням сезонності (млн. грн.)

Період	Прогноз за трендом (з виключенням сезонності)	Прогноз з врахуванням сезонних коливань
Січ.19	15610,99	10883,02
Лют.19	15767,57	13607,06
Бер.19	15924,16	16772,49
Кві.19	16080,75	15479,15
Тра.19	16237,34	15155,12
Чер.19	16393,93	16476,03
Лип.19	16550,52	15737,49
Сер.19	16707,11	15345,78
Вер.19	16863,69	17859,21
Жов.19	17020,28	17299,65
Лис.19	17176,87	18443,59
Гру.19	17333,46	23971,99
Січ.20	17490,05	12192,99
Лют.20	17646,64	15228,65
Бер.20	17803,23	18751,66
Кві.20	17959,82	17287,91
Тра.20	18116,4	16908,95
Чер.20	18272,99	18364,51
Лип.20	18429,58	17524,25
Сер.20	18586,17	17071,74
Вер.20	18742,76	19849,2
Жов.20	18899,35	19209,56
Лис.20	19055,94	20461,22
Гру.20	19212,52	26570,71

Для оцінки точності моделі з врахуванням сезонності запропоновано виристовувати відношенням стандартної оцінки похибки до розмаху даних. Позначимо це відношення

$$mis = \frac{\sqrt{(y_i - \hat{y}_i)^2 / (n - 1)}}{|y_{\max} - y_{\min}|} * 100\% , \quad (2)$$

де \hat{Y} – прогноз з врахуванням сезонності;
 Y – вихідні дані.

За даними табл. 1, $mis = 7,6\%$, що є результатом з високою точністю.

Оцінювати модель декомпозиції часового ряду щодо можливості отримання за нею прогнозу пропонується у відповідності до достовірності прогнозів двох її складових: прогнозу за трендом (без врахування сезонності) та прогнозу з врахуванням сезонності. Трендову модель та прогноз за нею будують за даними з поправкою на сезон, тобто з виключенням сезонних коливань. Таку модель оцінюють на точність, надійність та адекватність. В залежності від цих оцінок отримують висновок щодо самої моделі й достовірності прогнозів за нею. Модель, яка включає сезонний компонент, отримується множенням значень тренда на відповідний сезонний індекс. Її пропонується оцінювати, виходячи із залишків отриманої моделі та вихідних даних.

Пропонується така градація щодо оцінки прогнозів з врахуванням сезонності:

- висока достовірність у разі, коли $mis < 10\%$;
- середня достовірність – $10\% \leq mis < 15\%$;
- низька достовірність $mis \geq 15\%$.

Стосовно прогнозів за трендом – без врахування сезонного компоненту – пропонується така градація оцінок:

- висока достовірність, у разі, коли модель точна, надійна та адекватна, причому коефіцієнт детермінації $R^2 \geq 0,70$;
- середня достовірність – модель точна, надійна та адекватна, причому коефіцієнт детермінації $0,50 \leq R^2 < 0,70$;
- низька достовірність – модель неточна, надійна та адекватна, причому коефіцієнт детермінації $0,30 \leq R^2 < 0,50$;
- недостовірна – модель неточна, надійна та адекватна, причому коефіцієнт детермінації $R^2 < 0,30$.

Також у науковий обіг логістики запропоновано ввести поняття «**Логістичний ризик прогнозування попиту**». Він змістовно виражає ризик втрати прибутку від довіри прогнозам попиту на продукцію підприємства. Оцінювати його пропонується як якісно (низький, середній, високий, дуже високий), в залежності від достовірності прогнозів за трендами та сезонністю, так і кількісно, в залежності від величин похибки у прогнозах.

Відповідно до оцінок достовірності прогнозів за трендом та прогнозів з врахуванням сезонного фактора пропонується оцінювати логістичні ризики прогнозування попиту, які виникають від впровадження отриманих прогнозів у діяльність підприємств у таких сферах, як:

- формування запасів готової продукції;
- планування виробничого процесу;
- транспортних навантажень.

Логістичні ризики прогнозування попиту запропоновано оцінювати у відповідності до градацій прогнозів (табл. 3).

Таблиця 3 – Рівні логістичного ризику прогнозування попиту у відповідності до рівнів достовірності прогнозів за трендом та з врахуванням сезонності

Прогноз з врахуванням сезонності	Прогноз за трендом			
	Висока достовірність	Середня достовірність	Низька достовірність	Недостовірний
Висока достовірність	<i>низький</i>	середній	високий	дуже високий
Середня достовірність	середній	середній	високий	дуже високий
Низька достовірність	високий	високий	дуже високий	дуже високий

* Розроблено автором

Як видно, низький логістичний ризик може бути гарантований лише в одному випадку – висока достовірність обох прогнозів. В подальшому від якісних оцінок буде запропоновано перейти до кількісних. Але ми вважаємо, що це доцільно робити у разі отримання не узагальнених прогнозів за галуззю або її підгалуззями, а у разі отримання прогнозу для певного підприємства. Для агрегованих показників, таких як обсяги реалізації продукції груп підприємств, якісні показники оцінки логістичних ризиків є, на наш погляд, більш корисними, оскільки дозволяють виявити певні закономірності.

Перевіримо, чи є сезонні коливання обсягів реалізації машинобудівної продукції різних видів аналогічними до отриманих. Для цього розглянемо вплив сезонного фактора на попит окремих видів машинобудівної продукції.

Галузь машинобудування складається з чотирьох підгалузей:

- виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції;
- виробництво електричного устаткування;
- виробництво машин і устаткування, не віднесених до інших угруповань;
- виробництво автотранспортних засобів, причепів і напівпричепів та інших транспортних засобів.

Підгалузі машинобудівної галузі, в свою чергу, поділяються на групи підприємств з ідентичним виробництвом.

Розглянемо по черзі помісячні показники обсягів реалізації продукції всіх підгалузей машинобудування та відповідних груп підприємств за 2014 – 2018 роки.

Підгалузь «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції» включає такі групи виробників ідентичної продукції:

- виробництво електронних компонентів і плат;
- виробництво електронної апаратури побутового призначення для приймання, записування та відтворення звуку й зображення;
- виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації; виробництво годинників;
- виробництво радіологічного, електромедичного й електро-терапевтичного устаткування.

Підгалузі «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції» – відповідає лише 7,8% реалізованої продукції в обсязі машинобудування. Ця підгалузь має невелику частку в загальному обсязі реалізованої продукції машинобудування, але характеризується значним потенціалом. З 2015 по 2017 рр. обсяги реалізованої продукції

цієї галузі збільшилися у 1,5 рази – з 8772,9 млн. грн. у 2015 році до 13783,3 млн. грн. у 2017 році.

Розглянемо динаміку обсягів продажу продукції підгалузі «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції», а також показники відповідних груп виробників за 2014 – 2018 роки. За цими даними можна виділити три тенденції.

Перша тенденція характерна для групи ідентичних підприємств «Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації; виробництво годинників» (4). Динаміка обсягів реалізації в цій групі майже збігається з загальними коливаннями обсягів реалізації у підгалузі «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції». Обсяги реалізації підгрупи підприємств «Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації; виробництво годинників» складають 44-48% загальних обсягів реалізації продукції підгалузі «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції». Тому і сезонні тенденції, якщо вони будуть виявлені для підгалузі «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції» та для підгрупи підприємств «Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації; виробництво годинників» будуть майже однаковими.



Рисунок 4 – Обсяги реалізованої продукції у підгалузі «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції» та у групі підприємств «Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації; виробництво годинників» (за даними [12])

Другу тенденцію демонструють групи підприємств «Виробництво електронних компонентів і плат» та «Виробництво радіологічного, електромедичного й електро-терапевтичного устаткування» (рис. 5).

Обсяги реалізації підприємств цих підгруп складають 7% та 5% від обсягів реалізації продукції підгалузі «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції» відповідно. Але реалізація продукції цих підприємств характеризується зростаючою тенденцією та наявною сезонністю, яку буде виокремлено в подальшому.

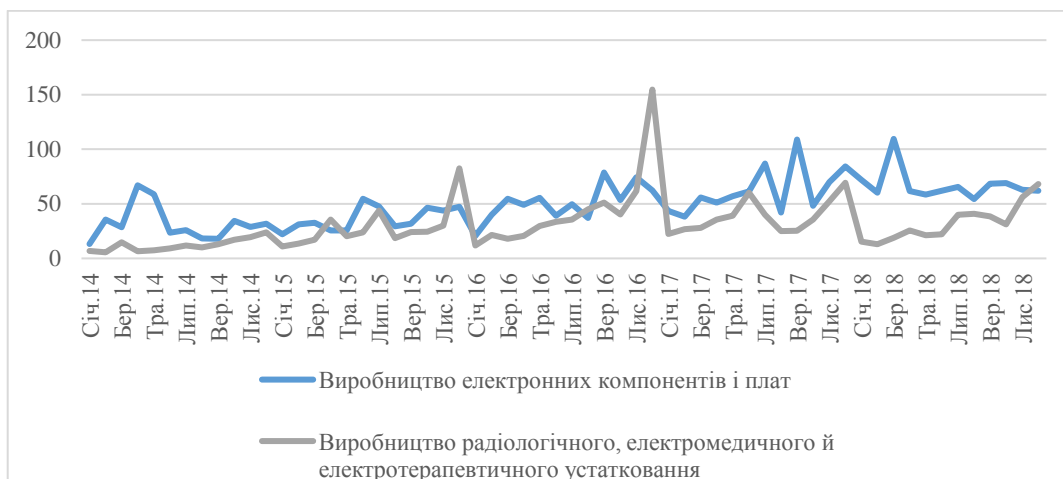


Рисунок 5 – Обсяги реалізованої продукції у групі підприємств «Виробництво електронних компонентів і плат» та «Виробництво радіологічного, електромедичного й електро-терапевтичного устаткування» (за даними [12])

Третю тенденцію демонструє група підприємств «Виробництво електронної апаратури побутового призначення для приймання, записування та відтворення звуку й зображення». Для неї є характерним спад обсягів реалізації, який почався у 2015 році. Будь-яких сезонних коливань тут виявити неможливо. Тому цю групу підприємств пропонується виключити з розгляду щодо аналізу трендів-сезонності (рис. 6).

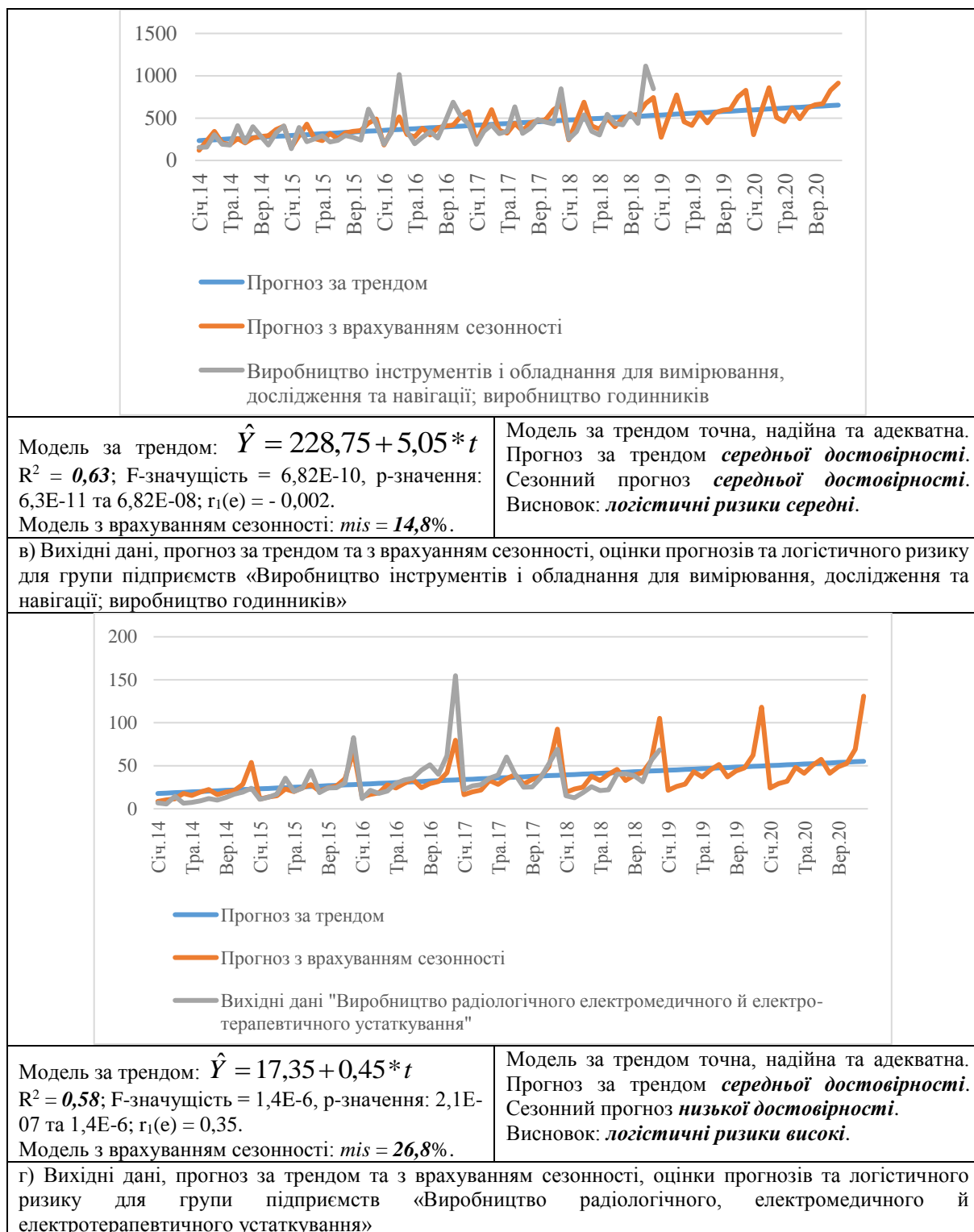


Рисунок 6 – Обсяги реалізованої продукції у групі підприємств «Виробництво електронної апаратури побутового призначення для приймання, записування та відтворення звуку й зображення» (за даними [12])

Знайдемо для перших двох груп сезонні індекси, виявимо характерну тенденцію – тренд та отримаємо прогнози збуту на наступні періоди. Важливим є також оцінити логістичні ризики за рекомендаціями з табл. 3. Отримана інформація у вигляді висновків міститься у табл. 4.

Таблиця 4 – Моделі та прогнози за трендами й з урахуванням сезонності та оцінки логістичних ризиків для підгалузі «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції» та груп підприємств

<p>Модель за трендом: $\hat{Y} = 472,6 + 10,36 * t$ $R^2 = 0,64$; F-значущість = 2,34E-23, p-значення: 5,52E-25 та 2,34E-23; $r_1(e) = 0,07$. Модель з врахуванням сезонності: <i>mis</i> = 17,5%.</p>	<p>Модель за трендом точна, надійна та адекватна. Прогноз за трендом <i>середньої достовірності</i>. Сезонний прогноз <i>низької достовірності</i>. Висновок: <i>логістичні ризики високі</i>.</p>
<p>а) Вихідні дані, прогноз за трендом та з врахуванням сезонності, оцінки прогнозів та логістичного ризику для підгалузі «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції»</p>	
<p>Модель за трендом: $\hat{Y} = 26,76 + 0,81 * t$ $R^2 = 0,49$; F-значущість = 4,3E-10, p-значення: 2,39E-09 та 4,3E-10; $r_1(e) = 0,15$. Модель з врахуванням сезонності: <i>mis</i> = 25%.</p>	<p>Модель за трендом точна, надійна та адекватна. Прогноз за трендом <i>низької достовірності</i>. Сезонний прогноз <i>низької достовірності</i>. Висновок: <i>логістичні ризики дуже високі</i>.</p>
<p>б) Вихідні дані, прогноз за трендом та з врахуванням сезонності, оцінки прогнозів та логістичного ризику для групи підприємств «Виробництво електронних компонентів і плат»</p>	



Виявлені дещо схожі сезонні індекси для загальних обсягів реалізації продукції у підгалузі «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції» та у групі підприємств «Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації; виробництво годинників» (табл. 5).

Таблиця 5 – Сезонні індекси, характерні для підприємств підгалузі «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції»

Місяць	Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції	Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації; виробництво годинників	Виробництво радіологічного, електромедичного й електротерапевтичного устаткування	Виробництво електронних компонентів і плат
Січ.	0,748	0,510	0,48	0,75
Лют.	1,093	0,969	0,58	0,86
Бер.	1,146	1,411	0,62	1,18
Кві.	0,859	0,829	0,93	0,89
Тра.	0,878	0,742	0,80	0,92
Чер.	0,903	0,996	0,96	1,05
Лип.	0,868	0,784	1,09	1,11
Сер.	0,969	0,982	0,78	0,68
Вер.	0,997	1,029	0,91	1,11
Жов.	0,976	1,040	0,97	0,99
Лис.	1,206	1,279	1,27	1,11
Гру.	1,369	1,399	2,38	1,14

Листопад і грудень є місяцями з найбільшими обсягами продажу в підгалузі «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції». В ці місяці продаж збільшується на 20,5% та на 37%, ніж в середньому за роком, відповідно. Січень є місяцем з найменшими обсягами реалізації продукції – на 25% менше, ніж в середньому за роком. У березні збільшуються обсяги реалізації на 14%.

Для групи підприємств «Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації; виробництво годинників» та для групи «Виробництво електронних компонентів і плат» загальні тенденції є схожими, але березень є місяцем з найбільшим сезонним індексом – на 41% або на 18%, відповідно, обсяги реалізації продукції більше, ніж в середньому за рік. А у січні, навпаки, обсяги реалізації падають на 49% та на 25% відповідно. Цікавою є сезонна особливість збуту у групи підприємств «Виробництво радіологічного, електромедичного й електротерапевтичного устаткування». За рахунок того, що у грудні обсяги реалізації зростають на 138%, всі інші місяці, крім липня, мають спадаючі показники сезонного продажу.

Прогнози реалізації на 2019 та 2020 роки продукції підгалузі «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції» наведено в табл. 6.

Таблиця 6 – Прогнози реалізації продукції підгалузі «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції» у 2019 та 2020 рр. (млн.грн)

Місяць	Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції	Виробництво електронних компонентів і плат	Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації; виробництво годинників	Виробництво радіологічного, електромедичного й електро-терапевтичного устаткування
Січ.19	826,70	57,19	273,99	21,58
Лют.19	1218,69	66,01	525,30	26,06

Продовження табл. 6

Бер.19	1289,34	91,97	771,91	28,56
Кві.19	975,45	69,64	457,31	43,02
Тра.19	1006,16	72,80	413,29	37,12
Чер.19	1043,79	84,39	559,66	45,30
Лип.19	1013,35	89,72	444,32	51,65
Сер.19	1140,49	55,39	561,73	37,22
Вер.19	1183,51	92,11	593,70	43,90
Жов.19	1169,46	82,52	605,74	47,57
Лис.19	1456,73	93,45	751,24	62,46
Гру.19	1667,87	97,27	828,81	118,18
Січ.20	919,75	64,48	304,92	24,18
Лют.20	1354,59	74,34	584,05	29,17
Бер.20	1431,78	103,46	857,44	31,94
Кві.20	1082,23	78,25	507,51	48,06
Тра.20	1115,31	81,71	458,25	41,42
Чер.20	1156,00	94,61	620,00	50,50
Лип.20	1121,32	100,49	491,80	57,52
Сер.20	1260,94	61,97	621,23	41,42
Вер.20	1307,41	102,94	656,03	48,80
Жов.20	1290,84	92,13	668,78	52,83
Лис.20	1606,63	104,23	828,75	69,30
Гру.20	1838,04	108,39	913,60	131,01

Проведемо аналіз аналогічних підсумків отримання моделей декомпозиції часового ряду та прогнозів за ними для підгалузі «Виробництво електричного устаткування». До неї включено такі групи підприємств з однорідною продукцією:

- виробництво електродвигунів, генераторів, трансформаторів;
- виробництво електророзподільчої та контрольної апаратури;
- виробництво батарей і акумуляторів;
- виробництво проводів, кабелів і електромонтажних пристроїв;
- виробництво електричного освітлювального устаткування;
- виробництво побутових приладів.

Продукція, реалізована підприємствами підгалузі «Виробництво електричного устаткування» складає 21% реалізованої продукції машинобудівної галузі в цілому. Тобто, є досить вагомою в галузі.

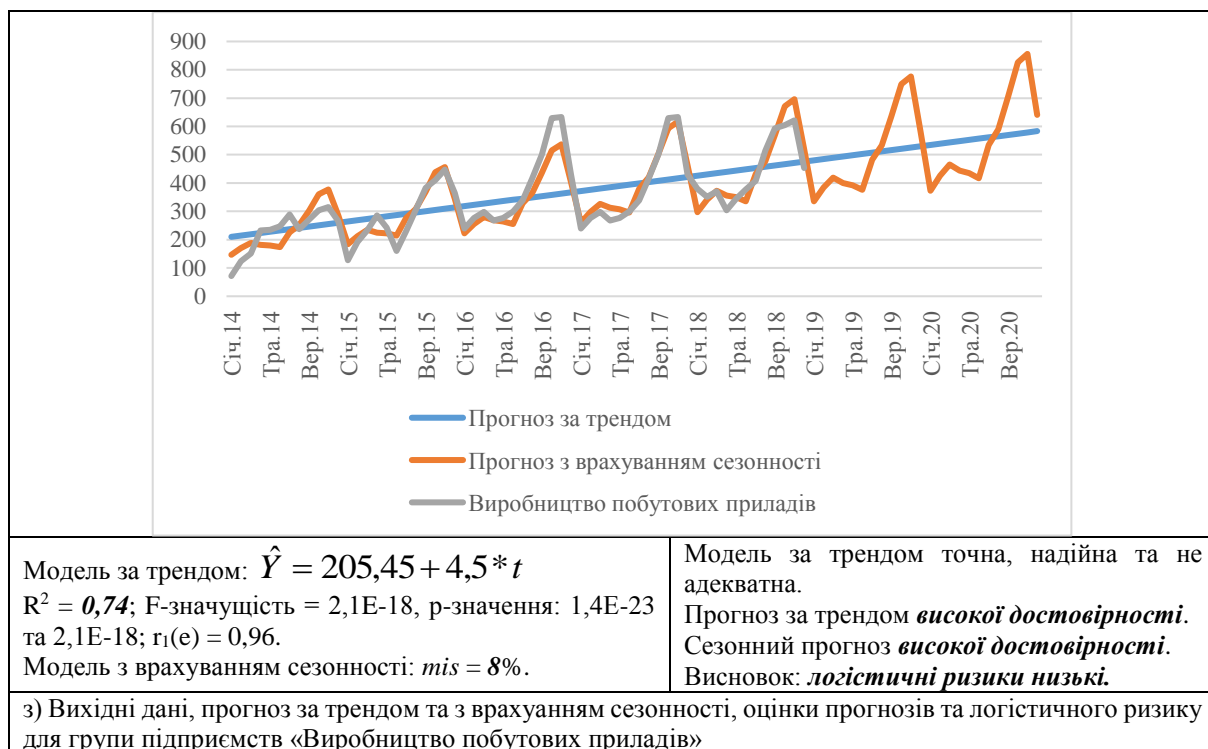
За обсягами реалізованої продукції підгалузі «Виробництво електричного устаткування» отримуємо точну, надійну та адекватну модель (табл. 7), яка характеризується прогнозом з високою достовірністю як для трендової моделі, так і для моделі з сезонним компонентом. Можна дійти до висновку, що логістичні ризики за отриманою моделлю є низькими, за класифікацією ризиків, яка була наведена в табл. 3. Оцінка моделей декомпозиції щодо прогнозування та оцінка відповідних логістичних ризиків також наведені в табл. 7.

Таблиця 7 – Моделі та прогнози за трендами й з урахуванням сезонності та оцінки логістичних ризиків для підгалузі «Виробництво електричного устаткування» та груп підприємств

<p>Модель за трендом: $\hat{Y} = 1360,96 + 29,42 * t$ $R^2 = 0,82$; F-значущість = 2,55E-23, p-значення: 2,5E-29 та 2,554E-23; $r_1(e) = 0,97$. Модель з врахуванням сезонності: <i>mis</i> = 8,3%.</p>	<p>Модель за трендом точна, надійна та не адекватна. Прогноз за трендом високої достовірності. Сезонний прогноз високої достовірності. Висновок: логістичні ризики низькі.</p>
<p>а) Вихідні дані, прогноз за трендом та з врахуванням сезонності, оцінки прогнозів та логістичного ризику для підгалузі «Виробництво електричного устаткування»</p>	
<p>Модель за трендом: $\hat{Y} = 440,94 + 2,01 * t$ $R^2 = 0,06$; F-значущість = 0,06, p-значення: 4,24E-17 та 0,06; $r_1(e) = 0,91$. Модель з врахуванням сезонності: <i>mis</i> = 13,5%.</p>	<p>Модель за трендом не точна, надійна та не адекватна. Прогноз за трендом не достовірний. Сезонний прогноз середньої достовірності. Висновок: логістичні ризики дуже високі.</p>
<p>б) Вихідні дані, прогноз за трендом та з врахуванням сезонності, оцінки прогнозів та логістичного ризику для групи підприємств «Виробництво електродвигунів, генераторів і трансформаторів»</p>	

	<p>— Прогноз за трендом — Прогноз з врахуванням сезонності — Виробництво електророзподільчої та контрольної апаратури</p>
<p>Модель за трендом: $\hat{Y} = 162,55 + 4,26 * t$ $R^2 = 0,63$; F-значущість = 3,8E-11, р-значення: 2,36E-12 та 3,8E-11; $r_1(e) = 0,96$. Модель з врахуванням сезонності: <i>mis</i> = 11,6%.</p>	<p>Модель за трендом точна, надійна та не адекватна. Прогноз за трендом <i>середньої достовірності</i>. Сезонний прогноз <i>середньої достовірності</i>. Висновок: <i>логістичні ризики середні</i>.</p>
<p>в) Вихідні дані, прогноз за трендом та з врахуванням сезонності, оцінки прогнозів та логістичного ризику для групи підприємств «Виробництво електророзподільчої та контрольної апаратури»</p>	
	<p>— Прогноз за трендом — Прогноз з врахуванням сезонності — Виробництво батарей і акумуляторів</p>
<p>Модель за трендом: $\hat{Y} = 17,35 + 0,45 * t$ $R^2 = 0,83$; F-значущість = 2,73E-16, р-значення: 1,12E-24 та 2,73E-16; $r_1(e) = 0,98$. Модель з врахуванням сезонності: <i>mis</i> = 11,5%.</p>	<p>Модель за трендом точна, надійна та не адекватна. Прогноз за трендом <i>високої достовірності</i>. Сезонний прогноз <i>середньої достовірності</i>. Висновок: <i>логістичні ризики середні</i>.</p>
<p>г) Вихідні дані, прогноз за трендом та з врахуванням сезонності, оцінки прогнозів та логістичного ризику для групи підприємств «Виробництво батарей і акумуляторів»</p>	

<p>Модель за трендом: $\hat{Y} = 363,54 + 7,25 * t$ $R^2 = 0,73$; F-значущість = 5,7E-18, p-значення: 4,2E-25 та 5,7E-18; $r_1(e) = 0,96$. Модель з врахуванням сезонності: <i>mis</i> = 9%.</p>	<p>Модель за трендом точна, надійна та не адекватна. Прогноз за трендом високої достовірності. Сезонний прогноз високої достовірності. Висновок: логістичні ризики низькі.</p>
<p>д) Вихідні дані, прогноз за трендом та з врахуванням сезонності, оцінки прогнозів та логістичного ризику для групи підприємств «Виробництво проводів, кабелів і електромонтажних пристроїв»</p>	
<p>Модель за трендом: $\hat{Y} = 69,71 + 1,39 * t$ $R^2 = 0,68$; F-значущість = 6,5E-16, p-значення: 9,3E-23 та 6,5E-16; $r_1(e) = 0,97$. Модель з врахуванням сезонності: <i>mis</i> = 11,1%.</p>	<p>Модель за трендом точна, надійна та не адекватна. Прогноз за трендом середньої достовірності. Сезонний прогноз середньої достовірності. Висновок: логістичні ризики середні.</p>
<p>ж) Вихідні дані, прогноз за трендом та з врахуванням сезонності, оцінки прогнозів та логістичного ризику для групи підприємств «Виробництво електричного освітлювального устаткування»</p>	



Таблиця 8 – Сезонні індекси, характерні для підприємств підгалузі «Виробництво електричного устаткування»

Місяць	Виробництво електричного устаткування	Виробництво електро-двигунів, генераторів і трансформаторів	Виробництво електро-розподільчої та контроль-ної апаратури	Виробництво батарей і акумуляторів	Виробництво проводів, кабелів і електро-монтажних пристроїв	Виробництво електричного освітлювального устаткування	Виробництво побутових приладів
Січ.	0,65	0,41	0,56	1,30	0,55	0,59	0,70
Лют.	0,86	0,91	0,74	0,86	1,02	0,88	0,79
Бер.	0,99	1,22	0,91	0,84	0,98	0,87	0,86
Кві.	0,88	0,86	0,87	0,83	0,95	0,76	0,81
Тра.	0,96	1,05	1,20	0,83	0,98	0,93	0,79
Чер.	0,90	0,99	0,88	0,69	1,03	0,84	0,75
Лип.	1,00	1,08	0,89	0,96	1,15	0,95	0,95
Сер.	0,94	0,81	0,92	1,08	1,00	1,00	1,04
Вер.	1,11	1,03	1,12	1,05	1,13	1,27	1,23
Жов.	1,12	1,01	1,06	1,16	1,11	1,11	1,44
Лис.	1,22	1,27	1,11	1,29	1,09	1,36	1,48
Гру.	1,31	1,28	1,70	1,08	1,00	1,37	1,10

Прогнози реалізації на 2019 та 2020 роки продукції підгалузі «Виробництво електричного устаткування» наведено в табл. 9.

Таблиця 9 – Прогнози реалізації на 2019 та 2020 роки продукції підгалузі
«Виробництво електричного устаткування» (млн. грн.)

Місяць	Виробництво електричного устаткування	Виробництво електродвигунів, генераторів і трансформаторів	Виробництво електро-розподільчої та контрольної апаратури	Виробництво батарей і акумуляторів	Виробництво проводів, кабелів і електро-монтажних пристроїв	Виробництво електричного освітлювального устаткування	Виробництво побутових приладів
Січ.19	2062,91	229,67	235,58	329,31	443,63	90,68	334,96
Лют.19	2740,01	514,30	317,62	219,02	828,04	137,50	383,58
Бер.19	3175,98	690,91	390,78	217,01	801,80	137,43	419,47
Кві.19	2839,07	487,32	377,02	214,49	787,28	119,85	399,84
Тра.19	3155,67	597,57	525,93	217,08	820,99	148,15	392,04
Чер.19	2988,77	565,20	389,54	183,14	867,99	135,91	376,30
Лип.19	3348,06	619,92	398,70	255,82	980,12	154,43	482,68
Сер.19	3161,30	466,04	414,07	289,58	859,94	164,53	533,23
Вер.19	3755,18	598,17	513,34	284,59	974,16	210,58	635,76
Жов.19	3843,64	587,08	486,58	317,58	966,88	185,85	748,75
Лис.19	4200,40	741,41	514,12	354,74	953,27	228,59	776,26
Гру.19	4548,77	747,45	799,69	300,53	889,27	232,54	581,66
Січ.20	2293,70	239,50	264,09	363,65	491,52	100,47	372,65
Лют.20	3043,72	536,23	355,68	241,66	916,64	152,21	426,34
Бер.20	3524,80	720,27	437,13	239,25	886,84	152,00	465,79
Кві.20	3148,06	507,95	421,31	236,29	870,05	132,45	443,60
Тра.20	3496,03	622,79	587,11	238,96	906,55	163,59	434,56
Чер.20	3308,25	588,97	434,42	201,44	957,67	149,95	416,74
Лип.20	3702,79	645,90	444,20	281,17	1080,53	170,24	534,10
Сер.20	3493,31	485,50	460,87	318,04	947,29	181,25	589,53
Вер.20	4146,15	623,06	570,82	312,34	1072,28	231,79	702,30
Жов.20	4240,37	611,42	540,57	348,30	1063,46	204,41	826,43
Лис.20	4630,26	772,05	570,64	388,77	1047,69	251,23	856,11
Гру.20	5010,34	778,24	886,80	329,13	976,64	255,39	640,98

Інші підгалузі було проаналізовано за аналогічним алгоритмом та виявлено сезонні тенденції й точність прогнозів за запропонованою методикою (табл. 3).

За результатами галузевого дослідження можна скласти таблицю відповідності підгалузей та груп підприємств, що до них входять та відповідних логістичних ризиків прогнозування попиту (табл. 10).

Таблиця 10 – Підгалузі машинобудівної галузі, групи підприємств підгалузей та оцінка відповідних логістичних ризиків прогнозування збуту

Підгалузі / групи підприємств	Оцінка логістичних ризиків прогнозування Ризик			
	Низький	Середній	Високий	Дуже високий
Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції			X	
Виробництво електронних компонентів і плат				X
Виробництво інструментів і обладнання для вимірювання, дослідження та навігації; виробництво годинників		X		
Виробництво радіологічного, електромедичного й електротерапевтичного устаткування			X	
Виробництво електричного устаткування	X			
Виробництво електродвигунів, генераторів, трансформаторів				X
Виробництво електророзподільної та контрольної апаратури		X		
Виробництво батарей і акумуляторів		X		
Виробництво проводів, кабелів і електромонтажних пристроїв	X			
Виробництво електричного освітлювального устаткування		X		
Виробництво побутових приладів	X			
Виробництво машин і устаткування, не віднесених до інших угруповань	X			
Виробництво машин і устаткування загального призначення.				X
Виробництво машин і устаткування для сільського та лісового господарства	X			
Виробництво металообробних машин і верстатів				X
Виробництво машин і устаткування для металургії		X		
Виробництво машин і устаткування для добувної промисловості та будівництва		X		
Виробництво машин і устаткування для виготовлення харчових продуктів і напоїв, перероблення тютюну	X			
Виробництво автотранспортних засобів, причепів і напівпричепів та інших транспортних засобів		X		
Виробництво автотранспортних засобів			X	
Виробництво вузлів, деталей і приладдя для автотранспортних засобів	X			
Виробництво залізничних локомотивів і рухомого складу.				X

Висновки, які можна зробити з отриманих результатів:

– найбільший логістичний ризик прогнозування реалізації продукції властивий підгалузі «Виробництво комп'ютерів, електронної та оптичної продукції» та у групах її підприємств;

- найменший логістичний ризик прогнозування реалізації продукції властивий підгалузі «Виробництво електричного устаткування» та групам її підприємств;
- у інших підгалузях та груп їх підприємств логістичні ризики прогнозування реалізації продукції мають схожі характеристики.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розробок за даним напрямом. Планування випуску продукції підприємством має ґрунтуватися на прогнозах попиту на продукцію. Отримані прогнози попиту на продукцію за трендами з врахуванням сезонності запропоновано оцінювати за рівнем логістичного ризику, у відповідності до рівнів достовірності прогнозів за трендом та прогнозів з врахуванням сезонності. Логістичні ризики прогнозування попиту запропоновано поділяти на три рівні: низький, середній та високий.

Прогнози пропонується отримувати як на рівні галузі та підгалузі такі на рівні підприємства. Прогнози на рівні галузі, як правило, мають меншу волатильність та більш достовірні. Прогнози на рівні підприємства, як правило, мають більші коливання та містять більшу стохастичну складову. Порівнюючи тенденції, які властиві галузі, підгалузі та підприємству можна зменшити логістичні ризики прогнозування попиту та уникнути інших логістичних ризиків, які пов'язані з формуванням товарних запасів та складових для виготовлення продукції.

В подальших дослідженнях варто дослідити співвідношення ризиків на рівні галузі та підприємства у прогнозах для різних галузей економіки країни.

1. Білик М. С., Боляновська Д. С., Здрок О. В., Мамчин Р. О. Дослідження особливостей ринків збуту меблевої продукції в Україні. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка"*. 2003. № 484 : Проблеми економіки та управління. С. 28–34.
2. Зайчук Т. О. Теоретичні аспекти визначення ринкового потенціалу і таргетингу вітчизняними підприємствами. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 2012. № 1. С. 96-104.
3. Окрепкий Р. Б., Бутов А. М. Тактичне прогнозування попиту як інструмент подолання диспропорцій у виробництві та споживанні продукції підприємства. *Економічний аналіз*. 2014. Т. 18(2). С. 188-194.
4. Андрейшина Н. Б. Концептуальний підхід щодо прогнозування попиту. *Бізнес Інформ*. 2013. № 6. С. 120-124.
5. Пархоменко О. П. / Прогнозування обсягу збуту як елемент планування розвитку підприємства. *Вчені записки університету "КРОК"*. Серія : Економіка. 2013. Вип. 33. С. 258-262.
6. Окландер М. А., Педько І. А. Прогнозування збуту інноваційної або імпортозамінної продукції підприємствами-виробниками бетону. *Економічний вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут"*. 2016. № 13. С. 385-390.
7. Ellen Mik. New Product Demand Forecasting. 2019. Vrije Universiteit Amsterdam. URL: https://beta.vu.nl/nl/Images/werkstuk-mik_tcm235-905863.pdf (дата звернення 18.02.2019).
8. Triangulation of Data Sources and Research Methods (2018), National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Changing Sociocultural Dynamics and Implications for National Security: Proceedings of a Workshop. Washington, DC: The National Academies Press. Chapter 3.
9. Nakyeon Lee, Sang Gook Kim, Hyun-woo Park and Pilsung Kang (2013), Pre-launch new product demand forecasting using the Bass model: A statistical and machine learning-based approach. *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 86, July 2014, Pages 49-64.
10. Zuhaimy Ismail and Noratikah Abu (2013), New product Demand Forecast based on Bass Diffusion Model. *Journal of Mathematics and Statistics*, 9 (2): 84-90, 2013.
11. Michael Lawrence, Paul Goodwin, Marcus O'Connor, Dilek Önkal (2016), Judgmental forecasting: A review of progress over the last 25 years. *International Journal of Forecasting* 22. (2016) 493-518.
12. Офіційний сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 8.03.2019).

1. Bilyk M. S., Bolianovska D. S., Zdrok O. V., Mamchyn R. O. (2003). *Doslidzhennia osoblyvostei rynkiv zbutu meblevoi produktsii v Ukraini* [Research of peculiarities of markets of furniture production in Ukraine]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnika" – Bulletin of Lviv Polytechnic National University. Problemy ekonomiky ta upravlinnia – Problems of Economics and Management*, Vol. 484, pp.28-34. [in Ukrainian].
2. Zaichuk T. O. (2012). *Teoretychni aspekty vyznachennia rynkovoho potentsialu i tarhetynhu vitchyznianymu pidpriemstvamy*. [Theoretical Aspects of Definition of Market Capacity and Targeting by Domestic Enterprises]. *Marketynh i menezhment innovatsii – Marketing and Innovation Management*, Vol. 1, pp. 96-104. [in Ukrainian].
3. Okrepkyi R. B., Butov A. M. (2014). *Taktychne prohnozuvannia popytu yak instrument podolannia dysproporcii u vyrobnytstvi ta spozhyvanni produktsii pidpriemstva*. [Tactical Projection of Demand as an Instrument for Overcoming Disproportions in the Production and Consumption of Enterprise Products] *Ekonomichnyi analiz – Economic analysis*, Vol. 18(2), pp. 188-194. [in Ukrainian].
4. Andreishyna N. B. (2013). *Kontseptualnyi pidkhid shchodo prohnozuvannia popytu*. [Conceptual approach to forecasting demand] *Biznes Inform – Business Inform*, Vol. 6, pp. 120-124. [in Ukrainian].
5. Parkhomenko O. P. (2013). *Prohnozuvannia obsiahu zbutu yak element planuvannia rozvytku pidpriemstva*. [Prediction of sales as an element of enterprise business planning]. *Vcheni zapysky universytetu "KROK". Serii : Ekonomika – Scientific notes of the university "KROK". Series: Economics*, Vol. 33, pp. 258-262. [in Ukrainian].
6. Oklander M. A., Pedko I. A. (2016). *Prohnozuvannia zbutu innovatsiinoi abo importozaminnoi produktsii pidpriemstvamy-vyrobnikamy betonu*. [Prediction of sales of innovative or import-substitute products by concrete enterprises]. *Ekonomichnyi visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu Ukrainy "Kyivskiy politekhnichnyi instytut" – Economic Bulletin of the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"*, Vol. 13, pp. 385-390.
7. Ellen Mik. (2019). *New Product Demand Forecasting*. *Vrije Universiteit Amsterdam*. URL: https://beta.vu.nl/nl/Images/werkstuk-mik_tcm235-905863.pdf [in English].
8. *Triangulation of Data Sources and Research Methods* (2018), *National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Changing Sociocultural Dynamics and Implications for National Security: Proceedings of a Workshop*. Washington, DC: *The National Academies Press*. Chapter 3. [in English].
9. Hakyoon Lee, Sang Gook Kim, Hyun-woo Park and Pilsung Kang (2013), *Pre-launch new product demand forecasting using the Bass model: A statistical and machine learning-based approach*. *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 86, July 2014, Pages 49-64. [in English].
10. Zuhaimy Ismail and Noratikah Abu (2013), *New product Demand Forecast based on Bass Diffusion Model*. *Journal of Mathematics and Statistics*, 9 (2): 84-90, 2013. [in English].
11. Michael Lawrence, Paul Goodwin, Marcus O'Connor, Dilek Önkol (2016), *Judgmental forecasting: A review of progress over the last 25 years*. *International Journal of Forecasting* 22. (2016) 493-518. [in English].
12. *Ofitsiyniy sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy – Official site of the State Statistics Service of Ukraine*. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.

Yashkin Dmytro, Assistant of the Department of Marketing in Odesa National Polytechnic University

Determination of Logistic Risks in Seasonal Forecasts of Sales of mechanical engineering enterprises

The aim of the article. *The data on which the researcher provides forecasts can have a different nature. It can have a steady or hopping dynamics. The data can be characterized by the current tendency to rise or fall, and also to have a chaotic appearance. It can be in the form of dynamic or static data, seasonal data or data without existing seasonality. All these factors influence the quality of the models obtained and, accordingly, the accuracy of forecasts. The aim of the study was to obtain forecasts of seasonal demand for all sub-industries of the machine-building, to evaluate the received forecasts for the proposed scientific-methodical approach and to determine the logistic risk of trust for each of the forecasts.*

The results of the analysis. Forecasts of seasonal demand for production of sub-industries of the machine-building and Groups of companies were obtained by the time series decomposition method. It is proposed to estimate the model of the decomposition of the time series regarding the possibility of obtaining a forecast in accordance with the reliability of forecasts of its two components: the forecast for the trend (excluding seasonality) and the forecast that into account seasonality. The trend model and its forecast are based on data adjusted for the season, that is, with the exception of seasonal fluctuations. These models are rated for accuracy, reliability and adequacy. Depending on the model's estimates, a conclusion is drawn about the model itself and the reliability of the forecasts for it. A model with a seasonal component was obtained by multiplying the trend values by the corresponding seasonal index. In order to evaluate the accuracy of the model, taking into account the seasonality, it is suggested to use the ratio of the standard error estimate to the data range. Proposed gradation for estimating forecasts is based on seasonality: high; medium and low. Regarding trend forecasts, i.e. without taking into account the seasonal component, the following grading of estimates is proposed: high reliability, when the model is accurate, reliable and adequate, and the determination coefficient $R^2 \geq 0,70$; average reliability $0,50 \leq R^2 < 0,70$; low reliability $0,30 \leq R^2 < 0,50$; unreliable $R^2 < 0,30$.

In the scientific use of logistics it is proposed to introduce the concept of "Logistic risk of forecasting demand". It substantially expresses the risk of losses from trusting forecasts of demand for products of the enterprise. A qualitative assessment is offered (low, medium, high, very high), depending on the reliability of forecasts for trends and seasonality, and quantitatively, depending on the magnitude of the error in the forecasts.

It is proposed to evaluate logistic risks of forecasting demand according to the forecast gradations. From the results, the greatest logistic risk of forecasting the sale of products is inherent in the sub-industry "Production of computers, electronic and optical products" and in the Groups of its companies. The smallest logistic risk of forecasting the sale of products is inherent in the sub-industry "Production of electrical equipment" and Groups of its companies. In other sub-industries and Groups of companies, the logistic risks of forecasting the sale of products has similar characteristics.

Conclusions and directions for further research. Production planning should be based on demand forecasts for products. The obtained forecasts of demand for products according to trends with the consideration of seasonality are proposed to be evaluated according to the level of logistic risk, in accordance with the levels of reliability of forecasts for the trend and forecasts, taking into account seasonality. The logistic risks of forecasting demand are divided into three levels: low, medium and high. By comparing the trends inherent in the industry, sub-industry and enterprise, it is possible to reduce the logistic risks of forecasting demand and avoid other logistic risks associated with the formation of inventories and components for manufacturing products.

In further research, the ratio of risks at the industry and enterprise levels in the forecasts for various sectors of the country's economy should be examined

Key words: seasonality, forecasting, logistic risks, machine building, demand for products

Надійшла до редакції 7 травня, 2019.