

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

КАФЕДРА МАРКЕТИНГУ ТА МІЖНАРОДНОЇ ЛОГІСТИКИ

Допущено до захисту
Завідувач кафедри
д.е.н., проф. Саєнсус М.А.

_____ (підпис)
“ ____ ” _____ 20 ____ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістр

зі спеціальності 075 Маркетинг

за освітньою програмою «Маркетинг та міжнародна логістика»

на тему: Розробка стратегії розвитку підприємства на основі цифрових технологій управління ланцюгами постачання

Виконавець:

студентка ЦЗВФН

Баркан Артур Михайлович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) /підпис/

Науковий керівник:

к.т.н, доцент

(науковий ступінь, вчене звання)

Гулієв Шота Рубенович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) /підпис/

Одеса 2024

Зміст

Вступ	3
Розділ 1. Теоретичні основи управління ланцюгами постачання	
1.1 Визначення управління ланцюгами постачання.....	6
1.2. Основні цифрові технології управління ланцюгами постачання.....	13
1.2.1. Загальний огляд цифрових технологій у сучасному управлінні ланцюгами постачання	13
1.2.2. Інтернет речей (IoT) та його застосування в ланцюгах постачання	
1.2.3. Штучний інтелект у виробництві та його вплив на управління ланцюгами постачання.....	20
1.2.4. Blockchain технології в управлінні ланцюгами постачання.....	25
Висновки 1 розділу	31
	34
Розділ 2. Дослідження стратегічного потенціалу підприємства ТОВ «Нова Пошта»	35
2.1. Історія та організаційна характеристика діяльності.....	35
2.2. Діагностика внутрішнього середовища підприємства.....	43
2.3. Діагностика зовнішнього середовища підприємства.....	49
2.4. Діагностика конкурентоспроможності та стратегії підприємства....	53
Висновки 2 розділу	58
Розділ 3. Практичні аспекти використання цифрових технологій в управлінні ланцюгами постачання ТОВ «Нова Пошта»	59
3.1. Перспективи використання цифрових технологій в управлінні ланцюгами постачання підприємства.....	59
3.2. Реалізація цифрових технологій в ланцюгах постачання підприємства.....	70
3.3. Визначення ефективності та результативності впровадження цифрових технологій на підприємстві.....	75
Висновки 3 розділу	85
Висновки	88
Список використаних джерел	91
Додатки	95

ВСТУП

Актуальність теми дослідження в галузі цифрових технологій в ланцюгах постачання обумовлена кількома ключовими аспектами. Сучасні ланцюги постачання стикаються з різноманітними викликами, такими як пандемії (наприклад, COVID-19), кліматичні зміни, геополітичні турбулентності. Ці виклики підсилюють потребу в адаптивних та цифрових рішеннях. Цифрові технології можуть значно покращити ефективність ланцюгів постачання, допомагаючи у вартісному управлінні, зменшенні втрат та оптимізації ресурсів. Забезпечення безпеки в ланцюгах постачання, виявлення та захист від кіберзагроз, а також забезпечення стійкості умовам кризових ситуацій стають все більш важливими завданнями. Зростання уваги до сталості та екологічних питань ставить питання розвитку цифрових рішень для створення більш сталого ланцюга постачання.

Розвиток технологій, таких як Blockchain, Інтернет речей (IoT), штучний інтелект (AI), аналітика даних, віртуальна та доповнена реальність, надає нові можливості для оптимізації та удосконалення ланцюгів постачання. Зміни в споживацькому підході та збільшення конкуренції вимагають від компаній постачальників бути більш ефективними, гнучкими та орієнтованими на клієнта. У результаті цієї актуальності виникає необхідність в глибокому аналізі цифрових технологій, їх впливу на ланцюги постачання та розробці стратегій для успішної інтеграції цих технологій в бізнес-процеси.

Вивченню цифрових технологій в управлінні ланцюгами постачання присвячено низка актуальних досліджень та публікацій вітчизняних і зарубіжних науковців. Ці статті та дослідження представляють значний внесок в розвиток наукових знань з управління ланцюгами постачання та використання цифрових технологій. Особливості стратегічного підходу до управління ланцюгами постачання та перспективи розвитку стратегічного управління в Україні розглядаються в роботах таких вітчизняних вчених як Л.А. Лещій, А.П. Міщенко, С.В. Смерічевська, М.В. Жаболенко, С.В.

Чернишова, Л. Малярець, О. Мосій, М.Х. Мескон, В. Ситніченко, О.А. Русановська, Л.Ю. Шевців. Такі зарубіжні дослідники та практики, як Дж. Р. Сток, Д. М. Ламберт, Д. Аакер, І. Ансофф, Р. Каплан виробили фундаментальні розробки стратегічного інструментарію.

Все більше робіт присвячується питанням управління ланцюгами постачання в умовах цифрової економіки, теоретико-методологічні засади, концепції та моделі оптимізації з використанням цифрових технологій викладено у значній кількості праць вітчизняних зарубіжних та дослідників, серед яких: А. Beresford, S. Pettit, W. Whittaker, P. Blaik, P. Murphy, S. Shcherbak, М. Semikina, О. Vinichenko, V. Vasiuta, А. Kwilinski, Є. Крикавський, Н. Чернописька, Т. Колодізева, М. Григорак, Ю. Петруня, Т. Пасічник, Д. Кочубей.

Кваліфікаційна робота має на меті розгляд та розробку стратегії розвитку підприємства ТОВ "Нова пошта" з використанням цифрових технологій управління ланцюгами постачання.

Об'єкт дослідження – процес формування стратегії управління ланцюгами постачання ТОВ «Нова Пошта» .

Предметом дослідження є концептуальні основи та методи стратегічного управління ланцюгами постачання на засадах цифровізації.

Метою дослідження є обґрунтування стратегічних напрямків управління ланцюгами постачання ТОВ «Нова Пошта» в умовах цифрової економіки.

Основні завдання кваліфікаційної роботи можуть включати:

- Дослідження ефективності та проблем поточної системи управління ланцюгом постачання на підприємстві.
- Визначення основних складових ланцюга постачання, включаючи постачальників, виробників, дистриб'юторів та кінцевих споживачів.
- Вивчення передового досвіду та кращих практик використання цифрових інструментів у галузі
- Визначення ключових цілей, завдань та очікуваних результатів стратегії ТОВ «Нова Пошта»

- Аналіз існуючих цифрових технологій у сфері управління ланцюгами постачання ТОВ «Нова Пошта».
- Аналіз можливостей оптимізації ланцюга постачання через використання цифрових рішень .
- Розробка стратегії впровадження цифрових технологій в управління ланцюгом постачання на підприємстві ТОВ «Нова Пошта»
- Розробка плану впровадження цифрових інструментів та технологій ТОВ «Нова Пошта»
- Визначення ключових показників ефективності для вимірювання впливу стратегії на діяльність підприємства ТОВ «Нова Пошта»

У роботі застосовано аналітичний метод для оцінки ефективності маркетингу на підприємстві, а також загальнонаукові методи аналізу та синтезу при вивченні та узагальненні різних підходів до впровадження маркетингу на даному підприємстві.

Для проведення дослідження та написання роботи використовувалися наукові монографії, статті, інформація з державної статистики, а також внутрішня статистична та бухгалтерська звітність ТОВ «Нова пошта».

Під час написання використано комп'ютерні програми, такі як MS Word, MS Excel, MS PowerPoint, Firefox, Adobe Acrobat, DjVuViewer, для зручності обробки та візуалізації інформації.

Загальний обсяг роботи становить 105 сторінок. Робота містить 29 таблиць та 14 рисунків. Список використаних джерел включає 30 найменувань.

ВИСНОВКИ

Логістичний сектор в Україні має великий потенціал для розвитку, особливо в умовах зростаючого обсягу торгівлі через Інтернет. Прогнозований обсяг глобального логістичного ринку до 2024 року становить 236 мільярдів доларів, що свідчить про важливість цієї сфери для економіки.

Український ринок логістики вже представлений на всіх рівнях логістичного сервісу. Зростання обсягів торгівлі через Інтернет, зокрема на рівні 25-35% за останні роки, вимагає від гравців ринку надавати нові послуги для підтримки інтернет-бізнесу. Щодо логістичної ефективності, Україна займає 79 місце серед 139 країн за Індексом логістичної ефективності, отримавши 2,7 бали. Це вказує на наявність можливостей для покращення ефективності логістичних систем у країні. Аналіз сектора "Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність" в Україні свідчить про стабільне підвищення доходу у цій галузі, а рівень рентабельності операцій у 2021 році склав 5,8%.

Відновлення української економіки потребує відновлення та модернізації логістичної інфраструктури, особливо після прямих збитків, завданих інфраструктурі країни в результаті агресії Росії.

Прогнозуються такі тенденції в галузі логістики на 2023 рік: зміщення виробництва ближче до дому (nearshoring), політика "Китай +1", розширення послуг для супроводу доставки, впровадження цифрових технологій, автоматизація складів та "зелена" трансформація.

ТОВ "Нова Пошта" є ключовим оператором у сфері експрес-перевезень в Україні, надаючи повний комплекс послуг з доставки документів, вантажів та грошових переказів. Компанія визначається своїм довготривалим досвідом та високою якістю надання послуг, ставши провідним гравцем на ринку.

Основні логістичні послуги «Нової Пошти» – це послуги, які забезпечують основний процес доставки відправлення від Відправника до Одержувача за всіма технологіями доставки. Технології – одна з основних

цінностей компанії, адже саме вони дають змогу підіймати ланку стандарту швидкості та якості логістичного ринку. Секрет успіху полягає в тому, що компанія постійно інвестує в найкращі логістичні рішення, підтвердженням цьому є термінали КІТ, ХІТ, ЛЕО, ХАІ, ДАО. У форматі В2С і В2В ТОВ «Нова пошта» обслуговує два товарних потоки – електронний потік та фізичний роздріб. Ключовий функціонал фулфілменту компанії полягає в тому, що «Нова Пошта» працює з палетою, коробкою, які безпосередньо відвантажують до роздрібних мереж. Особливість електронної комерції – робота з товарами повинна бути поштучною, це й ускладнює обслуговування потоку.

Однією з ключових особливостей є активне використання новітніх технологій та різноманітних сервісів доставки. Зокрема, компанія впроваджує різні види доставки, забезпечуючи зручні варіанти для клієнтів. Також важливою є мережа відділень, яка налічує понад 1052 пункти по всій Україні, що сприяє широкому територіальному покриттю.

Аналіз фінансових показників компанії свідчить про стабільний ріст доходів, що вказує на ефективність бізнес-моделі та високий попит на її послуги. Компанія динамічно розвивається і постійно впроваджує нові продукти та сервіси, орієнтуючись на міжнародні стандарти та найкращий світовий досвід.

У конкурентному середовищі ТОВ "Нова Пошта" вирізняється якісними послугами, швидкою доставкою, великою мережею відділень та зручністю автоматизації та інтеграції різних сервісів. Компанія активно взаємодіє з клієнтами та постійно розширює свої можливості. Загалом, "Нова Пошта" займає лідерські позиції на ринку експрес-перевезень в Україні, і впровадження новітніх технологій та розширення сервісів дозволяє їй ефективно конкурувати та задовольняти зростаючі потреби клієнтів.

Інноваційні системи управління експрес-доставкою товарів та матеріальних цінностей у ТОВ "Нова Пошта" дозволяють ефективно виконувати процеси "постачальник–склад–клієнт". Компанія продовжує

активно розширювати свій перелік послуг для внутрішніх та міжнародних доставок, впроваджуючи цифрові інструменти, які вже успішно себе зарекомендували на українському ринку.

Ринок послуг експрес-доставки в Україні швидко розвивається, хоча він відрізняється від ринків розвинених країн за рядом параметрів, таких як законодавча база, розвинена транспортна інфраструктура, конкурентне середовище та споживчі потреби.

Одним із пріоритетів компанії "Нова Пошта" є зниження собівартості послуг за рахунок впровадження інноваційних технологій. Планується активне розширення обсягів експрес-доставок в Молдову та Грузію, що вимагає додаткових інвестицій у впровадження сучасних систем та технологій. Впровадження інноваційних проектів виявляється результативним та прибутковим для компанії.

ТОВ "Нова Пошта" має надзвичайно високий рівень конкурентних можливостей порівняно з іншими підприємствами. Виділяється кращими результатами у фінансовій сфері та володіє однаковими можливостями в управлінні, що відкриває нові перспективи.

Щоб поліпшити свою конкурентну позицію, слід звернути увагу на маркетинг та зв'язки з громадськістю. Організація системи моніторингу суспільної думки та використання консультативної підтримки допоможе вчасно реагувати на зміни у сприйнятті бренду. Активізація рекламної діяльності і зв'язків із громадськістю сприятиме збільшенню обсягів реалізації та підвищенню обізнаності бренду.

Покращення менеджменту та корпоративної культури також грає ключову роль. Організація системи підвищення кваліфікації персоналу допоможе забезпечити високий рівень експертизи, а формування корпоративної культури сприятиме ініціативності та творчому підходу співробітників.

Планування розвитку, враховуючи інформацію від системи моніторингу та консультацій, дозволить адаптувати стратегії до змін у попиті та ринкових

умовах. Важливо звернути увагу на систему підвищення кваліфікації вищого керівництва для ефективних стратегій та управлінських рішень.

Створення сприятливого середовища для розкриття творчого потенціалу співробітників дозволить залучати інновації та новаторські рішення. В цілому, ці стратегічні напрями сприятимуть удосконаленню діяльності "Нової Пошти", підвищенню конкурентоспроможності та стійкому розвитку на ринку.

У майбутньому "Нова Пошта" планує розширювати свою міжнародну мережу, вдосконалюючи наявні канали та впроваджуючи нові ініціативи в цьому напрямку. Це відкриває нові перспективи для компанії та дозволяє утримувати своє лідерство на ринку експрес-доставок.

Масштабні системи та інтернет блокчейнів: проекти, що використовують ці інфраструктури, можуть стати масштабованими системами виробничого масштабу з власними спеціалізованими мережами та спільнотами, що відкриває нові можливості використання блокчейн-технологій. Загалом, ці гетерогенні блокчейн-мережі вказують на нову еру розвитку технологій блокчейн та можуть стати ключовими гравцями в будівництві децентралізованого Інтернету.

Список використаних джерел

1. Атаманчук З. А., Завидовська А. О. Використання блокчейн-технології на підприємствах: світовий досвід та розвиток в Україні. The XIV International Science Conference «Theoretical foundations in practice and science». Більбао, Іспанія, 2021. С. 99-106.
2. Блокчейн у держструктурах: які країни використовують технологію. URL: https://www.slovoidilo.ua/2018/04/17/infografika/suspilstvo/_blokchejn-derzhstrukturax- yaki-krayiny-vzhe-vykorystovuyut-texnolohiyu (дата звернення: 27.09.2023).
3. «Управління проектами»: навчальний посібник до вивчення дисципліни для магістрів галузі знань 07 «Управління та адміністрування» спеціальності
4. «Менеджмент» спеціалізації: «Менеджмент і бізнес-адміністрування», «Менеджмент міжнародних проектів», «Менеджмент інновацій», «Логістика»/ Уклад.: Л. Є. Довгань, Г. А. Мохонько, І. П. Малик. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 420 с.
5. Жадько К. С., Носова Т. І., Горященко Ю. Г. Проблеми впровадження передових світових технологій в умовах цифрового бізнесу. Науковий погляд: економіка та управління. 2022. № 1. С. 51-60.
6. Звіт зі сталого розвитку 2020 ТОВ «Нова Пошта». URL: https://novaposhta.ua/zvit_zi_stalogo_rozvitku_2020/#/ (дата звернення: 20.10.2023).
7. Звіт про рейтингове дослідження за 2020 рік. URL: https://static.novaposhta.ua/sitecard/misc/doc/azvit_pro_doslidgennya.pdf
8. Історія Blockchain: від заснування до широкого розповсюдження. URL: <https://thepage.ua/ua/experts/istoriya-blockchain-vid-zasnuvannya-do-shirokogo-rozpovsyudzhennya>
9. Кейси використання «Maersk» Blockchain. URL: <https://merehead.com/ru/blog/maersk-blockchain-use-cases/> (дата звернення: 21.09.2023).

10. Компанія «Meest» програла конкуренцію «Новій Пошті». URL: <https://forbes.ua/>
11. Манчур І. М. Рівень використання блокчейн-технології підприємствами України.
12. Економічний аналіз. 2021. № 3. С. 183-189.
13. Ніколаєв С. О., Вороненко В. І., Ковальов Б. Л., Гриценко П. В. Блокчейн як фактор цифрової трансформації економіки України. Вісник СумДУ. Серія «Економіка». 2021. № 2. С. 16-23.
14. Оператори «Нової Пошти» перейшли на електронний підпис. URL: <https://logistics-ukraine.com/2021/04/20/3047/>
15. Офіційний сайт ТОВ «Нова Пошта». URL: <https://novaposhta.ua/> (дата звернення: 20.11.2023).
16. Прозоро – державні публічні закупівлі. URL: <https://zakupki.prom.ua/> (дата звернення: 13.11.2023).
17. Річна інформація емітента за 2020. URL: https://static.novaposhta.ua/sitecard/misc/doc/Richna_informatsiya_emitenta_2020.pdf (дата звернення: 3.11.2023).
18. Світовий ринок технології блокчейн. URL: <https://www.tadviser.ru/> (дата звернення: 27.09.2023).
19. Скіцько В. І. Синергія цифрових технологій в логістичних системах. Інвестиції: практика та досвід. 2018. № 16. С. 18-24.
20. Смерічевська С. В. Стратегічні тренди розвитку ланцюгів постачання нового покоління в епоху цифровізації економіки. Бізнес, інновації, менеджмент: проблеми та перспективи. 2021. С. 282-283.
21. Топ-20 найдорожчих брендів ритейлерів України 2021. URL: <https://rau.ua/novyni/novini-kompanij/top-20-ritejleriv/> (дата звернення: 22.11.2023).
22. Топ- блокчейн проектів у сфері логістики. URL: <https://digiforest.io/blog/blockchain-in-logistics> (дата звернення: 8.09.2023).

23. Український спектр. Рейтинг сервісів доставки України 2021. URL: <https://uaspectr.com/2021/05/05/rejtyng-servisiv-dostavky-ukrayiny/> (дата звернення: 22.01.2023).
24. Упровадження Microsoft Dynamics AX2012 R3 для «Нової Пошти». URL: <https://ontargit.com/ua/case-study/nova-poshta-story/> (дата звернення: 06.10.2023).
25. Фінансова звітність за 2019 рік ТОВ «Нова Пошта». URL: <https://static.novaposhta.ua/sitecard/misc/doc/2019.pdf>
26. Фінансова звітність за 2020 рік ТОВ «Нова Пошта». URL: https://clarity-project.info/edr/31316718/finances?current_year=2020
27. Школа бізнесу «Нова Пошта 2022». Наш досвід допоможе зробити Ваш бізнес ефективним. URL: <https://novaposhta.education/>
28. Як блокчейн допомагає керувати ланцюгом постачання. URL: <https://roseen.xyz/iak-blokchein-dopomagaie-keruvati-lantsiugom-postavok/>
29. Як працює логістична компанія «Нової Пошти». 2021. URL: <https://mintrans.news/logistics/yak-pratsyue-logistichna-kompaniya-novoi-poshti>
30. Як технологія блокчейн підтримує логістику. URL: <https://www.techlila.com/uk/how-does-blockchain-technology-support-logistics/>

ДОДАТОК

Реалізація цифрових технологій в ланцюгах постачання підприємства

Реалізація запропонованого проекту потребує певних витрат, і як зазначалося раніше, проект потребує суттєвих витрат, адже це ІТ-сфера. Оскільки пропонується співпраця з данською міжнародною транспортно-логістичною компанією «Maersk» у якої вже розроблена та впроваджена блокчейн-платформа, то витрати будуть значно меншими. Для початку необхідно представити таблицю з загальними витратами на реалізацію запропонованого проекту з упровадження блокчейн-технології у ланцюги постачання «Нової Пошти». Знайдемо оцінки сезонної компоненти як різницю між фактичними рівнями низки та центрованими ковзними середніми (гр. 4 табл.).

t	y_t	Ковзна середня	Оцінка сезонної компоненти
34	76	-	-
34	67	87	-20
50	100	103.8	-3.8
58	105	99.3	5.8
56	143	89.3	53.8
98	49	93	-44
38	60	67	-7
59	120	66.3	53.8
57	39	-	-
23	46	-	-

Показники	1	2	3	4
1	-	-20	-3.75	5.75
2	53.75	-44	-7	53.75
3	-	-	-	-
Усього за період	53.75	-64	-10.75	59.5
Середня оцінка сезонної компоненти	53.75	-32	-5.375	29.75
Коригована сезонна компонента, S _i	42.219	-43.531	-16.906	18.219

Для даної моделі маємо:

$$53.75 - 32 - 5.375 + 29.75 = 46.125$$

Коригувальний коефіцієнт: $k = 46.125/4 = 11.531$

Розраховуємо скориговані значення сезонної компоненти S_i і заносимо отримані дані до таблиці..

Для наших даних система рівнянь має вигляд:

$$10a_0 + 507a_1 = 806.31$$

$$507a_0 + 2 = 41300.34$$

З першого рівняння виражаємо a₀ і підставимо на друге рівняння

Отримуємо a = 75.187, b = 0.107

Середнє значення

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n} = \frac{806.31}{10} = 80.63$$

t	i	t ²	y ²	t*y	y(t)	(y - \bar{y}) ²	(yy(t)) ²
34	33.781	1156	1141.173	1148.563	78.838	2194.923	2030.11
34	110.531	1156	12217.157	3758.063	78.838	894.01	1004.463
50	116.906	2500	13667.071	5845.313	80.556	1315.876	1321.335
58	86.781	3364	7530.985	5033.313	81.415	37.823	28.795
56	100.781	3136	10156.86	5643.75	81.2	406.023	383.411

98	92.531	9604	8562.032	9068.063	85.71	141.61	46.524
38	76.906	1444	5914.571	2922.438	79.268	13.876	5.576
59	101.781	3481	10359.423	6005.094	81.523	447.323	410.416
57	-3.219	3249	10.36	-183.469	81.308	7030.823	7144.729
23	89.531	529	8015.845	2059.219	77.657	79.21	141.003
507	806.313	29619	77575.479	41300.344	806.313	12561.494	12516.362

Підставляючи це рівняння значення $t = 1, \dots, 10$, знайдемо рівні T кожного моменту часу (гр. 5 табл.).

гр.4 ($y_t - S_i$) являє собою десеоналізований обсяг продажів, $A - S = T + E$

t	y_t	i_t	$y_t - S_i$	T	$T + S_i$	$E = y_t - (T + S_i)$	E^2	E/y_t	$ E /y_t$
34	76	42.219	33.781	78.838	121.057	-45.057	2030.11	-0.593	0.593
34	67	-43.531	110.531	78.838	35.307	31.693	1004.463	0.473	0.473
50	100	-16.906	116.906	80.556	63.65	36.35	1321.335	0.364	0.364
58	105	18.219	86.781	81.415	99.634	5.366	28.795	0.0511	0.0511
56	143	42.219	100.781	81.2	123.419	19.581	383.411	0.137	0.137
98	49	-43.531	92.531	85.71	42.179	6.821	46.524	0.139	0.139
38	60	-16.906	76.906	79.268	62.361	-2.361	5.576	-0.0394	0.0394
59	120	18.219	101.781	81.523	99.741	20.259	410.416	0.169	0.169
57	39	42.219	-3.219	81.308	123.527	-84.527	7144.729	-2.167	2.167
23	46	-43.531	89.531	77.657	34.126	11.874	141.003	0.258	0.258
						9.9475983006414E-14	12516.362	-1.209	4.39

Крок 5. Знайдемо значення рівнів ряду, отримані за адитивною моделлю. Для цього додамо до рівня T значення сезонної компоненти для відповідних кварталів (гр. 6 табл.).

Перевіримо якість отриманої моделі. Розрахуємо середню відсоткову

помилку.

$$MPE = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{E_i}{y_i} = \frac{1}{10} \cdot (-1.209) = -12.088 \%$$

що більше ніж 5%.

Розрахуємо середню абсолютну відсоткову помилку.

$$MPE = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{|E_i|}{y_i} = \frac{1}{10} \cdot 4.39 = 43.903 \%$$

Оскільки $20\% \leq MAPE \leq 50\%$, то модель підігнана із задовільною точністю.

$$9.9475983006414E-14=0$$

Середня помилка.

$$ME = \frac{\sum E_i}{n} = \frac{0}{10} = 0$$

Середнє абсолютне відхилення.

$$MAD = \frac{\sum |E_i|}{n} = \frac{263.889}{10} = 26.389$$

Середньоквадратична помилка.

$$MSE = \frac{\sum E_i^2}{n} = \frac{12516.362}{10} = 1251.636$$

Для оцінки якості побудованої моделі застосуємо суму квадратів отриманих абсолютних помилок.

Коефіцієнт детермінації. Отримуємо $a=72.864$, $b=0.151$ Середнє значення

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n E^2}{\sum_{i=1}^n (y_t - \bar{y})^2}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n} = \frac{805}{10} = 80.5$$

t	i	$(y_i - \bar{y})^2$
34	76	20.25
34	67	182.25
50	100	380.25
58	105	600.25
56	143	3906.25

98	49	992.25
38	60	420.25
59	120	1560.25
57	39	1722.25
23	46	1190.25
507	805	10974.5

Коефіцієнт детермінації.

$$R^2 = 1 - \frac{12516.362}{10974.5} = -0.14$$

Отже, можна сказати, що адитивна модель пояснює -14% від загальної варіації рівнів часового ряду.

Перевірка адекватності моделі даних спостереження.

$$F = \frac{R^2}{1-R^2} \frac{n-m-1}{m} = \frac{-0.14^2}{1-0.14^2} \frac{10-1-1}{1} = 0.99$$

де m – кількість факторів у рівнянні тренду ($m=1$).

$$F_{кр} = 5.3177$$

Оскільки $F < F_{кр}$, то рівняння статистично не значуще.

Крок 6 . Прогнозування за адитивною моделлю. Прогнозне значення

T_t рівня часового ряду в адитивній моделі є сума трендової та сезонної

КОМПОНЕНТІВ. Для визначення трендової компоненти скористаємося рівнянням тренду: $T =$

$$75.187 + 0.107t$$

Прогноз на 1 період:

$$T_{24} = 75.187 + 0.107 * 24 = 77.764 \text{ значення}$$

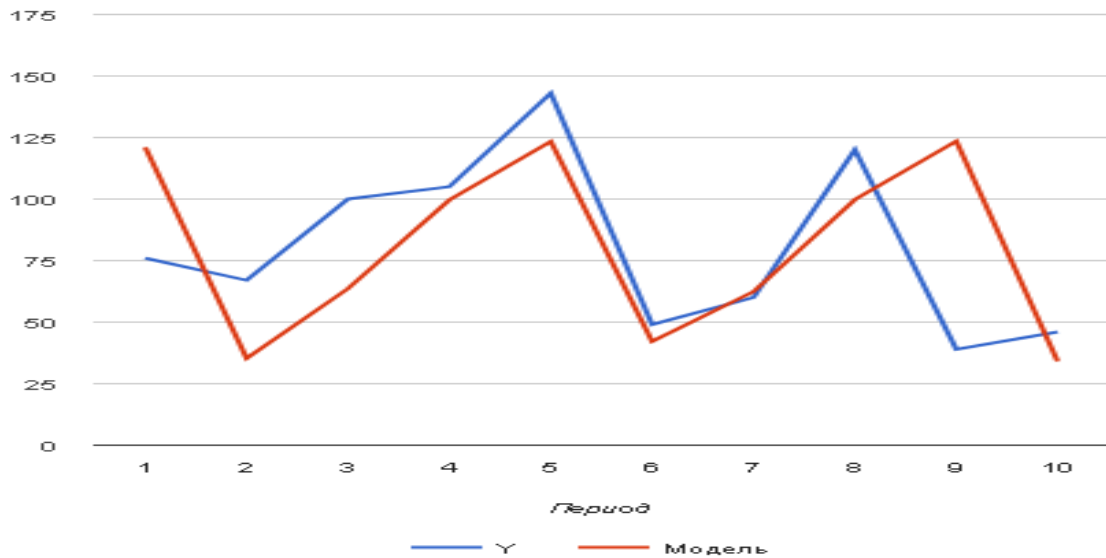
сезонного компонента за відповідний період дорівнює: $S_3 = -16.906 + S_3 =$

$$77.764 - 16.906 = 60.858 \text{ Прогноз на 2 період: } T_{25} = 75.187 + 0.107 * 25 =$$

$$77.872 \text{ значення сезонного компонента за відповідний період дорівнює:}$$

$$S_4 = 18.219 \text{ Таким чином, } F_2 + 7 18.219 = 96.09 \text{ Прогноз на 3}$$

період: $T_{26} = 75.187 + 0.107 * 26 = 77.979$ значення сезонного компонента за відповідний період дорівнює: $S_1 = 42.219$ Таким чином, $F_{26} = T_{26} + S_1 = 99$.



Побудова мультиплікативної моделі часового ряду .

Загальний вигляд мультиплікативної моделі наступний:

$$Y = T \times S \times E$$

Ця модель передбачає, що кожен рівень часового ряду може бути представлений як добуток трендової (T), сезонної (S) та випадкової (E) компонент.

Розрахуємо компоненти мультиплікативної моделі часового ряду.

Крок 1 . Проведемо вирівнювання вихідних рівнів ряду методом ковзної середньої. Для цього:

1.1. Знайдемо ковзні середні (гр. 3 таблиці). Отримані таким чином вирівняні значення не містять сезонної компоненти.

1.2. Приведемо ці значення у відповідність до фактичних моментів часу, для чого знайдемо середні значення з двох послідовних ковзних середніх – центровані ковзні середні (гр. 4 табл.).

t	y_t	Ковзна середня	Центрована ковзна середня	Оцінка сезонної компоненти (стлб.2/стлб.4)
1	76	-	-	-

2	67	81	-	-
3	100	90.667	85.833	1.165
4	105	116	103.333	1.016
5	143	99	107.5	1.33
6	49	84	91.5	0.536
7	60	76.333	80.167	0.748
8	120	73	74.667	1.607
9	39	68.333	70.667	0.552
10	46	-	-	-

Крок 2 Знайдемо оцінки сезонної компоненти як окреме від поділу фактичних рівнів низки на центровані ковзні середні (гр. 5 табл.). Ці оцінки використовуються для розрахунку сезонної компоненти S . Для цього знайдемо середні за кожний період оцінки сезонної компоненти s_j . Сезонні дії за період взаємопогашуються. У мультиплікативній моделі це виявляється у тому, що сума значень сезонної компоненти по всіх кварталах повинна дорівнювати числу періодів у циклі. У разі число періодів одного циклу дорівнює 4.

Показники	1	2	3	4
1	-	-	1.165	1.016
2	1.33	0.536	0.748	1.607
3	0.552	-		
Усього за період	1.882	0.536	1.913	2.623
Середня оцінка сезонної компоненти	0.941	0.536	0.638	0.874
Коригована сезонна компонента, S_i	1.259	0.717	0.854	1.17

Для даної моделі маємо:

$$0.941 + 0.536 + 0.638 + 0.874 = 2.989$$

Коригуючий коефіцієнт: $k = 4/2.989 = 1.338$

Розраховуємо скориговані значення сезонної компоненти S_i і заносимо отримані дані до таблиці.

Крок 3 Розділимо кожен рівень вихідного ряду на відповідні значення сезонної компоненти. В результаті отримаємо величини $T \times E = Y/S$ (гр. 4 табл.), які містять лише тенденцію та випадкову компоненту.

Знаходимо параметри рівняння методом найменших квадратів .

Система рівнянь МНК:

$$a_0 n + a_1 \sum t = \sum y$$

$$a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 = \sum y \cdot t$$

Для наших даних система рівнянь має вигляд:

$$10a_0 + 55a_1 = 810.6$$

$$55a_0 + 385a_1 = 4168.48$$

З першого рівняння виражаємо a_0 і підставимо на друге рівняння

$$\text{Отримуємо } a = 100.379, b = -3.513$$

Середнє значення

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n} = \frac{810.6}{10} = 81.06$$

t	i	t ²	y ²	t*y	y(t)	(y - \bar{y}) ²	(yy(t)) ²
1	60.345	1	3641.464	60.345	96.867	429.111	1333.857
2	93.485	4	8739.424	186.97	93.354	154.389	0.0172
3	117.149	9	13723.776	351.446	89.841	1302.415	745.689
4	89.724	16	8050.404	358.896	86.329	75.074	11.529
5	113.543	25	12892.019	567.715	82.816	1055.177	944.158
6	68.37	36	4674.395	410.217	79.303	161.036	119.545
7	70.289	49	4940.559	492.024	75.791	116.002	30.266
8	102.542	64	10514.813	820.334	72.278	461.486	915.904
9	30.966	81	958.91	278.697	68.765	2509.334	1428.758
10	64.184	100	4119.541	641.837	65.253	284.795	1.142
55	810.595	385	72255.306	4168.479	810.595	6548.82	5530.865

Крок 4 . Визначимо компонент T цієї моделі. Для цього проведемо аналітичне вирівнювання ряду (T+E) за допомогою лінійного тренду. Результати аналітичного вирівнювання такі:

$$T = 100.379 - 3.513t$$

Підставляючи це рівняння значення $t = 1, \dots, 10$, знайдемо рівні T кожного моменту часу (гр. 5 табл.).

t	y_t	i_t	y_t/S_t	T	$T \times S_t$	$E = y_t / (T \times S_t)$	$(y_t - T \times S)^2$
1	76	1.259	60.345	96.867	121.997	0.623	2115.73
2	67	0.717	93.485	93.354	66.906	1.001	0.00882
3	100	0.854	117.149	89.841	76.69	1.304	543.356
4	105	1.17	89.724	86.329	101.026	1.039	15.79
5	143	1.259	113.543	82.816	104.301	1.371	1497.6
6	49	0.717	68.37	79.303	56.836	0.862	61.404
7	60	0.854	70.289	75.791	64.696	0.927	22.053
8	120	1.17	102.542	72.278	84.584	1.419	1254.327
9	39	1.259	30.966	68.765	86.605	0.45	2266.261
10	46	0.717	64.184	65.253	46.766	0.984	0.587
						9.981	7777.116

Крок 5. Знайдемо рівні низки, помноживши значення T відповідні значення сезонної компоненти (гр. 6 табл.).

Розрахунок помилки в мультиплікативній моделі провадиться за формулою:

$$E = \sum Y / (T * S) = 9.98$$

Для порівняння мультиплікативної моделі та інших моделей часового ряду можна використовувати суму квадратів абсолютних помилок:

$$\text{Отримуємо } a = 100.333, b = -3.606$$

Середнє значення

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n} = \frac{805}{10} = 80.5$$

t	i_t	$(y_t - i_t)^2$
---	-------	-----------------

1	76	20.25
2	67	182.25
3	100	380.25
4	105	600.25
5	143	3906.25
6	49	992.25
7	60	420.25
8	120	1560.25
9	39	1722.25
10	46	1190.25
55	805	10974.5

Коефіцієнт детермінації.

$$R^2 = 1 - \frac{7777.116}{10974.5} = 0.29$$

Отже, можна сказати, що мультиплікативна модель пояснює 29% від загальної варіації рівнів часового ряду.

Перевірка адекватності моделі даних спостереження.

$$F = \frac{R^2}{1-R^2} \frac{n-m-1}{m} = \frac{0.29^2}{1-0.29^2} \frac{10-1-1}{1} = 3.29$$

де m – кількість факторів у рівнянні тренду ($m=1$).

$$F_{кр} = 5.3177$$

Оскільки $F < F_{кр}$, то рівняння статистично не значимо

Крок 6 . Прогнозування за мультиплікативною моделлю. Прогнозне значення F_t рівня часового ряду в мультиплікативній моделі є твір трендової та сезонної компонент. Для визначення трендової компоненти скористаємося рівнянням тренду: $T = 100.379 - 3.513t$ Прогноз

на 1 період:

$$T_{11} = 100.379 - 3.513 * 11 = 61.74 \text{ Значення}$$

сезонного компонента за відповідний період дорівнює : $S_3 = 0.811 S_3 = 61.74 \cdot 0.854 = 52.702$ Прогноз на 2 період: $T_{12} = 100.379 - 3.513 \cdot 12 = 58.227$ Значення сезонного компонента за відповідний період дорівнює: $S_4 = 1.17$ Таким чином, $F_{12} = T_{12} \cdot S_4 = 68.141$ Прогноз на 3 період: $T_{13} = 100.379 - 3.513 \cdot 13 = 54.715$ Значення сезонного компонента за відповідний період дорівнює: $S_1 = 1.259$ Таким чином, $F_{13} = T_{13} \cdot S_1 = 54.715 \cdot 1.259 = 68.841$

