

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістра
(ступінь вищої освіти)

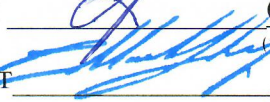
на тему СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
ВІДВАНТАЖЕННЯ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ ЦХП-1
ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

Виконав: студент(ка) II курсу, групи Тз-819м

Спеціальності 275 Транспортні технології (на
залізничному транспорті)
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Транспортні технології (на залізничному
транспорті)

		<u>А.М. Донець</u> (прізвище та ініціали)
Керівник		<u>С.В. Грицай</u> (прізвище та ініціали)
Рецензент		<u>А.Ю. Сосик</u> (прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет машинобудівний, транспортний
 Кафедра «Транспортні технології»
 Ступінь вищої освіти магістр
 Спеціальність 275 Транспортні технології (на залізничному транспорті)
 (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) Транспортні технології (на залізничному транспорті)
 (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

проф. Турпак С.М.

07 жовтня 2020 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Донець Аліни Миколаївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Статистичний аналіз та підвищення ефективності відвантаження готової продукції ЦХП-1 ПАТ «Запоріжсталь»

керівник проєкту (роботи) Грицай Сергій Васильович,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від 27.11.2020 року № 353

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 30.11.2020 р.

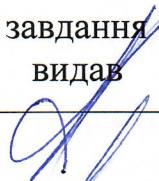
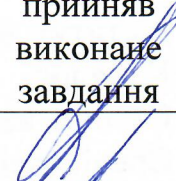
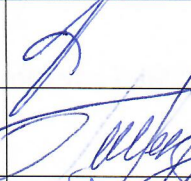
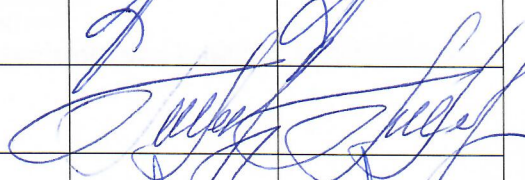
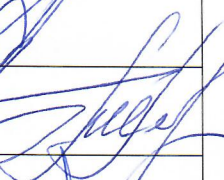
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Статистичні дані відвантаження готової продукції цеху холодного прокату №1 ПАТ «Запоріжсталь»

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 2.1 Загальний статистичний аналіз динаміки вантажопотоків. 2.2 Річний період планування. 2.3 Квартальний період планування. 2.4 Місячний період планування. 2.5 Кореляційний аналіз річного періоду планування

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Презентація

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконання завдання
Аналітична частина	Грицай С.В., ст. викладач		
Основна частина	Грицай С.В., ст. викладач		
Економічна частина	Харченко Т.В., ст. викладач		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Лазуткін М.І., доцент		

7. Дата видачі завдання 05.10.2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Захист звітів зі стажування	23.09-04.10	
2	Аналітична частина	07.10-18.10	
3	Основна частина	21.10-04.11	
4	Економічна частина	05.11-15.11	
5	Охорона праці	18.11-22.11	
6	Оформлення МР	25.11-29.11	
7	Перевірка МР на плагіат	01.12-14.12	
8	Отримання зовнішніх рецензій	15.12-18.12	
9	Захист магістерських робіт	22.12-24.12	

Студент(ка)

(підпис)

А.М. Донець
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

С.В. Грицай
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 99 с., 35 рис., 18 табл., 45 джерел.

Об'єкт дослідження – процеси відвантаження продукції цеху холодного прокату 1 ПАТ «Запоріжсталь».

Мета роботи – статистичний аналіз вантажопотоків в плановий період року та визначення найбільш раціональних планів відвантаження металопрокату ЦХП 1 ПАТ «Запоріжсталь»

Методи дослідження – аналітичний, графічний, статистичний аналіз об'ємів вантажопотоків.

В магістерській роботі наведено статистичний аналіз вантажопотоків продукції ЦХП 1 ПАТ «Запоріжсталь» за різними плановими періодами та інтервалами часу з урахуванням різних видів вантажу та побудовані корелограми автокореляційних та часткових автокореляційних функцій. На основі цього представлено більш ефективний метод планування відвантаження металопрокату.

АВТОКОРЕЛЯЦІЙНА ТА ЧАСТКОВО АВТОКОРЕЛЯЦІЙНА ФУНКЦІЯ, КОРЕЛОГРАМА, ВАРІАЦІЙНИЙ РЯД, СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ, МЕТАЛОПРОКАТ, ДІАГРАМА ВАНТАЖОПОТОКУ, ПЕРІОДИ ПЛАНУВАННЯ, БІЛИЙ ШУМ, ЧИСЛОВИЙ РЯД, ПРОГНОЗУВАННЯ.

ЗМІСТ

Завдання на магістерську роботу.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	6
1 Аналітична частина	8
1.1 Літературний огляд і аналіз стану питання в області дослідження.....	8
1.2 Мета і задачі дослідження	20
2 Основна частина.....	21
2.1 Загальний статистичний аналіз динаміки вантажопотоків.....	21
2.2 Річний період планування.....	22
2.2.1 Розподіл вантажопотоків по квартальним інтервалам.....	22
2.2.2 Розподіл вантажопотоків за місяцями (місячні інтервали часу t)...	24
2.2.3 Розподіл вантажопотоків по декадах (декадні інтервали часу t) ..	27
2.2.4 Розподіл вантажопотоків по тижням (тижневі інтервали часу t)...	31
2.2.5 Розподіл вантажопотоків по робочих днях тижня.....	35
2.3 Квартальний період планування.....	39
2.3.1 Розподіл вантажопотоків по місяцях (місячні інтервали часу t)...	40
2.3.2 Розподіл вантажопотоків по декадам (декадні інтервали часу t)...	43
2.3.3 Розподіл вантажопотоків по тижням (тижневі інтервали часу t)...	46
2.4 Місячний період планування.....	49
2.4.1 Розподіл вантажопотоків по декадам (декадні інтервали часу t)	49
2.4.2 Розподіл вантажопотоків по тижням (тижневі інтервали часу t)...	53
2.4.3 Розподіл вантажопотоків по добам (добові інтервали часу t).....	57
2.5 Кореляційний аналіз річного періоду планування.....	62
2.5.1 Розподіл вантажопотоків по місячним інтервалам	63
2.5.2 Розподіл вантажопотоків по декадним інтервалам	68
2.5.3 Розподіл вантажопотоків по тижневим інтервалам	73

	6
2.5.4 Розподіл вантажопотоків по дням тижня	76
3 Економічне обґрунтування проектних рішень.....	82
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	92
Висновки.....	94
Перелік посилань.....	95

ВСТУП

Функціонування підприємства в ринкових умовах неможливе без комплексного аналізу внутрішніх процесів виробництва. Всебічний аналіз систем, починаючи від опису розглядуваних процесів і збору необхідних даних, і закінчуючи аналізом результатів дослідження об'єкту, дозволить отримати об'єктивні оцінки дієздатності системи [1].

Аналіз залежності розподілу вантажопотоків відносно різних планових періодів та інтервалів часу має широке застосування для пошуку раціональних методів планування роботи підприємства [2].

В даній роботі розглядаються процеси відвантаження продукції цеху холодного прокату 1 ПАТ «Запоріжсталь».

На даний момент з ЦХП 1 відвантажуються три види вантажу: жерсть, стрічка стальна та прокат металів. В ході роботи треба проаналізувати дані об'ємів вантажопотоків за 2019 рік, що були відвантажені з ЦХП 1 ПАТ «Запоріжсталь», а також їх розподіл по різним періодам та інтервалам часу за допомогою статистичних характеристик та побудовою графіків розподілу випадкової величини вантажопотоків.

Також необхідно побудувати кореллограми автокореляційних та часткових автокореляційних функцій [3].

Метою даної роботи є визначення на основі проведеного статистичного аналізу вантажопотоків в плановий період року найбільш раціональних планів відвантаження металопродукату в умовах ЦХП-1 ПАТ «Запоріжсталь».

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Літературний огляд і аналіз стану питання в області дослідження

Фірма KASTO Maschinenbau GmbH Co. KG (Німеччина) спеціалізується на розробці, проектуванні та спорудженні складів металопродукату і металевих листів з різним ступенем автоматизації. Такі склади, як правило, вбудовуються безпосередньо у виробництво, наприклад, в сервісні центри обробки металопродукції. Фірма пропонує склади типу UNIBLOCK, UNITOWER, UNITOP, UNILINE та ін, що відрізняються місткістю, ступенем автоматизації і потрібною площею. Наприклад, склад типу UNITOWER (Tower Storage Systems) баштового типу призначений для складування довгомірних вантажів масою до 3 т і може працювати з продуктивністю до 30 здвоєних операцій в 1 год [1].

На основі проведеного опитування 478 експертів і фахівців та виконаних досліджень встановлено, що 54% фірм, що працюють в галузі транспорту та логістики, намічають інвестиції в розвиток інформаційних технологій і розробку нових програмних продуктів. Цей напрямок розглядається як генеральний у розвитку логістики і транспорту [2].

Відома фірма-постачальник підлогових транспортних засобів Jungheinrich (Німеччина) на міжнародній виставці-ярмарке ILogiMAT 2011_I представила широкий асортимент навантажувачів та інших підлогових транспортних засобів для застосування в логістиці. Фірмою також експонувалися інноваційні рішення в області комп'ютерного управління складами і транспортними засобами, зокрема програмний модуль IStaplerleitsystem_I, що забезпечує оптимальне використання навантажувачів при роботі на складах і в логістичних центрах. На стенді фірми була також представлена партнерська фірма Automation GmbH (Німеччина), яка пропонує ряд нових рішень з автоматизації в логістиці [3].

Група фірм Aberle-Gruppe (Німеччина) на міжнародній виставці-ярмарку _ILogiMAT 2011_I в м. Штутгарті представила комп'ютерну систему управління всіма основними процесами в логістиці _IProcess-Management-System_I (PMS). Система складається з ряду програмних модулів. Модуль PMS-W призначений для управління високостелажними складами і автоматичними складами дрібних штучних вантажів. Модуль PMS-E призначений для управління енергозабезпеченням та мінімізації енергетичних витрат. Спільно з фірмою Aberle Robotics на виставці була представлена цікава експозиція по роботизації в логістиці [4].

На міжнародній виставці-ярмарку _IPackExpo 2010_I в США були представлені нові матеріали і технології в тарно-пакувальному виробництві. Великий інтерес викликав новий полімерний матеріал _IInCycle_I, представлений компанією Microgreen Polymers. Матеріал виготовляється з ретельно подрібненого поліестру, на 50% складається з вторинної сировини. Компанія Т. Н. Е. М. експонувала на виставці новий вид тари Zipbox, який значно розширює можливості використання картонних коробок та використання їх місткості [5].

На форумі з складської логістики експерти фірми SSI Schafer (Німеччина) представили методику вибору планувальних рішень складів, які забезпечують найкраще використання площ. Одночасно була представлена система _ICase Picking System_I для сортування вантажів та комплектування замовлень, використання якої на 70-80% збільшує продуктивність проти традиційних рішень. На форумі були представлені цікаві проекти складів, розроблених фірмою останнім часом [6].

Фірма SpanSet GmbH & Co. KG (Німеччина) має значний досвід виробництва вантажозахватних засобів. Повідомляється про досвід навантаження великовагового вантажів масою 8 т на автомобільний причіп з використанням стропів круглого перерізу виробництва цієї фірми [7].

Компанія Luoyang Wanji Aluminium Processing, Китай, замовила у SMS Logistiksysteme повністю автоматизований висотний склад довжиною 250 м,

включаючи всі засоби транспортування, для нового стану прокатки алюмінію в провінції Непан на сході Китаю. 1400 рулонів будуть зберігатися на 6 рівнях у трьох рядах осередків. Пуск намічено на середину 2012 р [8].

В Інституті технічної логістики при Технічному університеті в м. Граці (Австрія) виконана науково-дослідна робота з метою оптимізації проектних рішень при проектуванні складів. У роботі розроблено алгоритм на основі розширення відомого методу Монте-Карло, що забезпечує мінімізацію тривалості виконуваних складських операцій при мінімальних пробігах транспортних засобів. Всі математичні розрахунки можуть виконуватися на комп'ютері будь-якої конфігурації. [9].

Компанія Joloda (Intenational) Ltd (Ліверпуль, Великобританія) створила нову систему для навантаження в контейнери рулонів сталевих листів масою 8-12 т з використанням спеціальних гідравлічних візків. За 15 хв. в контейнер завантажується 24 т вантажу. Ця система успішно використовується фірмою C. D. Walzholz (Німеччина) при перевезенні сталевих листів між Німеччиною та КНР, де створені три спільні фірми. Збут продукції компанії Joloda в Німеччині здійснює фірма M. Bartels Verladessysteme GmbH & Co. KG [10].

Фірма Voigt & Schweitzer Markenverbund - Holding GmbH & Co. KG (Німеччина) спеціалізується у випуску сталевих листів із захистом від корозії оцинкуванням і забарвленням. Продукція фірми випускається з логотипом ZINQ {~ ' } або COLORZINQ {~}. На промислових підприємствах фірми створені ефективні системи логістики, засновані на інформаційних технологіях та автоматизації виробництва [11].

Вибір способів і засобів транспортування та складування вантажних одиниць має вирішальне значення для формування структури складської системи. Основна увага приділена вирішенню саме цього питання. Визначення найкращого варіанту обладнання є однією з найбільш важливих завдань при проектуванні складської системи, оскільки це обладнання в значній мірі визначає продуктивність складу. Це завдання може бути

вирішене за допомогою методів експертних оцінок, кваліметрії і відносних переваг. Розрахунок кількісних характеристик руху і перетворення вантажного потоку виконується за допомогою аналітичних залежностей і з використанням імітаційного моделювання на ЕОМ. Описаний вид моделювання реалізований в роботі за допомогою універсальної програми імітаційного моделювання AnyLogic [12].

Вузькопрохідні навантажувачі Bendi моделі B3/30SE можуть працювати в міжстелажних коридорах шириною 1,8 м, піднімати вантаж на висоту до 9,14 м і обробляти вантаж на обох сторонах коридору. Вузькопрохідні навантажувачі моделей B30AC, B40AC, B45AC, B45AC-HL можуть працювати в міжстелажних коридорах шириною 2,0-2,2 м, піднімати вантаж на висоту до 12,0 м і обробляти вантаж на обох сторонах коридору. Для підвищення точності і швидкості роботи при підйомі вил на великі висоти передбачена можливість опції: камера, встановлена на вилах, і монітор (дисплей) в кабіні оператора для огляду вил на висоті. А також, передбачена опція лазерного променя, пристрій монтується на каретці між вилами. Це дозволяє оператору точно бачити подальший напрямок руху вил [13].

Спеціалізована фірма Spanset (Німеччина) пропонує для транспортування великовагових штучних вантажів масою 10-150 т стропи у вигляді тросів круглого перерізу серії _IMagnum-X_I. Стропи виготовлені з високоміцного поліестера. Для ідентифікації стропів використовують штрихове кодування і радіочастотної технологію з вбудовуванням транспондерів. Використання транспондерів гарантує достовірність даних незалежно від ступеня забруднення стропів [14].

Фірма Kasto Maschinenbau GmbH & Co. KG (Німеччина) відома як розробник та постачальник автоматизованих і автоматичних складів для металевих листів і обладнання сервісних центрів для їх обробки і мірної різки. У країнах світу працює більше 1400 транспортно-складських систем, поставлених фірмою. На виставці-ярмарку _IFutureDays 2010_I фірма Kasto

представила маніпулятор, який автоматично подає на спеціальних піддонах до технологічних агрегатів листи необхідного типу і розміру. Маніпулятор може взаємодіяти з усіма транспортно-складськими системами, що поставляються фірмою: Unitower, Uniline і Unicomact, і вбудовуватися в склади баштового пористого типу, а також склади для довгомірних вантажів [15].

Фірма Tele Radio GmbH (Німеччина) пропонує пристрій радіоуправління ITiger TX-10_I для дистанційного керування кранами та іншим підйомно-транспортним устаткуванням. Працює на частоті 433-434 МГц. Відповідає класу безпеки SIL3 згідно норм ІЕС 61508. Має дисплей і 10 клавiш. Захист по класу IP 65 [16].

Фірма Topsystem (Німеччина) розробила безпаперову систему управління вантажами, що прибувають на склад, за командами голосу. Вся інформація про прибулих вантажах і місце з складування передається голосом і автоматично вводиться в систему управління. У будь-який момент часу можна отримати актуальну інформацію про місцезнаходження певного вантажу. Ця система ITorpick-Ilog_I взаємодіє з комп'ютерною системою управління матеріальними ресурсами (ERP) [17].

Спеціалізована фірма Fehr Lagerlogistik AG виконала роботи з модернізації автоматичного складу довгомірних вантажів для фірми RekaG AG (обидві фірми - Швейцарія). Збільшена продуктивність складу, оновлено комп'ютерну систему управління, впроваджена нова автоматична система діагностики. Скорочена тривалість транспортно-складських операцій. Витрати на модернізацію склали 1,8 млн. шв. фр [18].

На складі сталевих листів фірми Krones AG фірмою Stopa Anlagenbau GmbH & Co. KG (обидві - Німеччина) завершено роботи з модернізації складу сталевих листів. Автоматичний склад типу ISBLS 3000 UL_I місткістю 844 місця вбудований безпосередньо в виробничий комплекс. Висота складу-7,2 м, довжина - 75,7 м і ширина - 5,6 м. Для складування використовуються системні піддони розмірами 1500x3000 мм. Маса одного

піддона з вантажем не повинна перевищувати 3000 кг. 90% складованих аркушів - з нержавіючої сталі. Висота одного піддона з вантажем може бути в інтервалі від 130 мм до 970 мм. Всі операції по складуванню і взяття вантажів зі складу виконуються автоматично. Вбудована нова вимірювальна система. Обмін даними з пристроями децентралізованого управління - через Profibus-DP [19].

У монтажному виробничому корпусі фірми SMS Meer фірмою Demag Cranes & Components (обидві - Німеччина) змонтовані мостові крани в трьох рівнях. На висоті 14,15 м працюють два мостових крана, які забезпечують маніпулювання вантажами масою до 180 т. На висоті 10, 28 м працюють мостові крани шириною колії 20,32 м вантажопідйомністю 32,5 т. На третьому рівні встановлено два консольних крана висотою підйому 6,24 м при робочому вильоті до 7 м. Всі крани обладнані дистанційними пристроями радіоуправління [20].

На підприємстві з виробництва безшовних сталевих листів фірми Krones AG фірмою Stopa Anlagenbau GmbH & Co. KG (обидві - Німеччина) створено автоматичний склад сталевих листів з граничними розмірами 2500x6500 мм. Склад довжиною 27,7 м, шириною 10,2 м і висотою 10,9 м складається з шести блоків стелажів. В якості носіїв використовуються спеціальні касети. Для транспортно-складських робіт передбачений двощогловий кран-штабелер. Передбачені зручні інтерфейси між пристроями програмного керування SPS і комп'ютерною системою управління матеріальними ресурсами (ERP) [21].

При виконанні вантажно-розвантажувальних і транспортно-складських робіт слід приділяти велику увагу техніці особистої безпеки і забезпечення схоронності вантажів. Виконання цієї вимоги у великій мірі залежить від застосовуваних стропувальних засобів і вантажозахватних пристроїв. Фірми групи Spanset-Gruppe (Німеччина) пропонують широкий вибір тросів, ременів, стрічок та захватних пристроїв, повною мірою відповідають вимогам безпеки. Фірмою впроваджена електронна система ідентифікації

вантажозахватних пристроїв і стропувальних коштів EPIS на основі радіочастотної технології ідентифікації (RFID) [22].

Для фірми Aurora Muhle Hamburg в рамках реалізації нової логістичної концепції споруджений новий склад з каналною стелажною системою місткістю 4300 піддонів з вантажем. В якості генерального підрядника зі створення внутрішньої логістики виступає фірма Sivaplan (обидві фірми - Німеччина). Висота будівлі склад становить 29 м. Установку стелажної системи виконала фірма SSI Schafer (також - Німеччина). Склад з одним міжстелажних проїздом управляється комп'ютерною системою управління, яка взаємодіє із системою планування матеріальних ресурсів (ERP) [23].

Партнерські відносини фірм Inter Stahl Service GmbH & Co. KG і INTER Stahl-Sud Vertriebs GmbH, що працюють в області виробництва і поставки металопродукату, засновані на використанні регіонального складу. Перша черга складу побудована площею 1500 кв. м з відкритою частиною 6500 кв. м. Інвестиції на будівництво першої черги склали 2,2 млн. євро. Місткість закритої частини складу становить 5000 т. Габаритні розміри сталевих листів не повинні перевищувати 2,5 x 12 м [24].

Фірма Fehr Lagerlogistik AG (Швейцарія) спеціалізується в області проектування і спорудження складів для довгомірних вантажів і сталевих листів з різним ступенем автоматизації. Фірмою запроектований і споруджений автоматичний склад довгомірних вантажів для фірми Stappert Spezial-Stahl Handel GmbH (Німеччина). Комп'ютерна система управління складом отримує замовлення від центрального комп'ютера фірми (HOST). Продуктивність складу становить 72 операції в 1 год [25].

Досліджено проблеми мінімізації граничної довжини черги на обслуговування на складах. Наведено результати імітаційного моделювання чотирьох типів експлуатаційної стратегії при трьох різних рівнях завантаженості і різних потребах. Для оцінки стратегії контролювалися час пересування крана, недолік стелажів, діяльність затримок і пропускна здатність [26].

У Технічному університеті HTWK Leipzig (Німеччина) виконано дослідження деяких додаткових можливостей оптимізації високостелажних складів за рахунок транспортних зв'язків зони прибуття вантажів з міжстелажних кранами-штабелерами, що працюють в міжстелажних проїздах. Для роботи були прийняті склади висотою 34-42 м при довжині стелажної системи 67-125 м. Маса вантажу на піддоні прийнята не більше 1000 кг. В результаті проведених досліджень із застосуванням імітаційного моделювання встановлено, що підведення піддонів з вантажем з відділення прибуття в зону складування доцільно проектувати в середній частині стелажної системи, що збільшує продуктивність складу на 25% і знижує витрати на одне місце складування приблизно на 35% [27].

Фірма SSI Schafer завершила модернізацію складу довгомірних вантажів фірми Interturbine Transport Service GmbH, постачальника комплектуючих деталей для будівництва аеробусів Airbus. В результаті реалізації проекту і споруди антресольного поверху площа складу збільшилася з 2000 кв. м до 3600 кв. м [28].

Склади належать до об'єктів зі значним енергоспоживанням. Майже половина енергії витрачається підйомно-транспортним обладнанням, 35% енергії витрачається на опалення і 17% - на освітлення. Середній за розмірами автоматизований розподільний центр витрачає в рік 1 млн. кВт / ч. На думку фахівців фірми Vanderlande Industries GmbH за рахунок ефективних технічних рішень та енергозберігаючих технологій можна заощадити до 30% енергії [29].

Повідомляється, що в разі використання повністю автоматизованого складу експлуатуюча фірма повинна забезпечувати безпеку робіт і підтримку устаткування в належному стані. Фірма SMB International GmbH розробила складську систему, яка дозволяє проводити одночасно завантаження і розвантаження піддонів на кількох ярусах за допомогою електронного управління. При цьому співробітники можуть здійснювати сервісне обслуговування складу на одному ярусі, а на інших ярусах може проводитися

звичайна робота. Відзначається компактність складу. Застосовується концепція безпечного ключа, що запобігає можливе зіткнення працівника з мобільними елементами обладнання. При проведенні чергової інспекції експерти відзначили що, через автоматизації робочих процесів повністю виключається можливість пошкодження полиць. Застосовується сканування піддонів. У годину можуть бути переміщені 200 піддонів [30].

Ефективна робота сервісних центрів з випуску мірної металопродукції у великій мірі залежить від розташування і типу складу. У центрі фірми BLG успішно працює автоматичний склад типу Stopacompakt поставки фірми Stopa Anlagenbau GmbH (Німеччина). Склад місткістю 364 місця має розміри по довжині 32 м, шириною - 5,5 м і висоті 6,65 м. Передбачено складування сталевих листів на системних піддонах розмірами 1525x3050 мм і масою до 3000 кг. Висота піддону з вантажем може бути 130 мм або 355 мм [31].

Фірма Transporeon GmbH для фірми-постачальника металопродукції C. D. Walzholz GmbH (обидві - Німеччина) реалізувала проект автоматизованого складу металу на базі логістичної платформи Transporeon. Маса складованих рулонів може бути до 12 т. Запаковані рулони сталевих листів відправляються зі складу спеціалізованими автотранспортними засобами в положенні лежачи на твірній [32].

Фірма Hubtex Maschinenbau GmbH & Co. KG (Німеччина) на березневій 2010 р. Виставка-ярмарку з логістики в м. Штутгарті (Німеччина) представила широкий вибір підлогових транспортних засобів для транспортно-складських робіт на складах. Зокрема була представлені вилочні навантажувачі-штабелери серії _IMS_I вантажопідйомністю 800-2700 кг для роботи у вузьких міжстелажних проїздах [33].

Компанія Toyota Material Handling вперше пропонує нову серію навантажувачів електронавантажувачів вантажопідйомністю 6-8,5 т. Нова серія _ITraigo HT_I працює з електричними двигунами потужністю 27,1 кВт, що живляться від акумуляторних батарей ємністю до 1250 Аг. Всі моделі в серії мають вбудовану систему активної безпеки (SAS) і систему

рекуперативного гальмування. Електронавантажувачі випускаються в кількох версіях. Гранична ціна не перевищує 100 тис. євро [34].

Повідомляється, що фірма Demag Cranes & Components випустила 6 постійних магнітів компактних серії DPMN г / п 150-4000 кг, які придатні для підйому круглих і плоских сталевих предметів. Ці магніти не залежать від електропідключення і можуть працювати без перерви. Найменша модель магніту DPMN1 вагою 6 кг може забезпечувати підйом вантажів масою 1-150 кг. Відзначаються малі експлуатаційні витрати магнітів і високий ступінь надійності, що забезпечується за допомогою важеля вмикача з вбудованим пристроєм запобігання випадковому відключенню. Після знімання магніту залишкового магнетизму у вантажі не спостерігається. Магніти DBM34 і DBM68 мають акумуляторне харчування і забезпечують підйом вантажів 2000 і 4000 кг. Є автоматичне відключення, що запобігає підйом вантажів у разі розрядки акумуляторів [35].

Для фірми Acerinox Deutschland GmbH фірмою Ohra Regalanlagen GmbH (обидві фірми - Німеччина) споруджений склад з консольної стелажної системою для складування довгомірного прокату. Висота стелажної системи - 7,5 м, розрахункова навантаження на одну консоль - 1200 кг при довжині консолі 1250 мм. Місткість складу становить 3500 т прокатних профілів з легованої сталі. У міжстелажних проїзді шириною 2,42 м працює виловний навантажувач з висувною вантажний щоглою моделі _Hubtex_I. Забезпечено зручний доступ до всіх складуються вантажам [36].

Більшість власників складів сприймають зону приймання виключно як додаткову статтю витрат - їхні клієнти платять тільки за місця зберігання та за операції, пов'язані з обробкою вантажів. Тому зазвичай намагаються збільшити площу зони основного зберігання за рахунок зменшення площі зони приймання. Оптимально використовувати виділену під зону приймання область можна за допомогою стелажів. Дано опис стелажів для зони приймання, а також додаткового обладнання. Представлена схема розташування гравітаційних стелажів [37].

Фірма Viastore GmbH (Німеччина) завершила будівництво в Москві автоматизованого високостелажного складу висотою 44 м для великої торговельної компанії Crocus International. Будівля складу побудовано в силосному варіанті. Місткість складу становить 26500 місць для вантажів на європейських і спеціальних піддонах. Транспортно-складські роботи тут виконують п'ять автоматичних міжстелажних кранів-штабелерів типу Iviaral_I. На першому поверсі складу розташовані ділянки приймання та відправлення вантажів, а також невеликий склад для довгомірних вантажів. Складом керує комп'ютерна система Iviadat_I. Комплектування замовлень на складі виконується за технологією Iвантаж - до людини_I, на складі довгомірних вантажів - за технологією Iлюдина - до вантажу_I. Комп'ютерна система управління складом взаємодіє з системою планування матеріальних ресурсів фірми Crocus [38].

Фірма Bauer GmbH (Німеччина) створила спеціальні технологічні піддони IRGP_I для збору відходів при різанні сталевих листів. Вантажопідйомність піддонів - 2000 кг. Піддони встановлюються безпосередньо в агрегат лазерного різання металу і після заповнення захоплюються вилковим навантажувачем і перекидаються в спеціальний контейнер для металевих відходів. Операція перекидання виконується водієм навантажувача не встаючи з місця. Піддони випускаються трьох типорозмірів [39].

На промисловому підприємстві з виробництва прямошовних сталевих труб великого діаметру дрібними серіями фірми Bergrohr GmbH (Зіген, Німеччина) споруджена і успішно працює на підлозі транспортна система з візками без водіїв (FTS). Діаметр перевозяться труб - до 2500 мм, довжина - до 12 м. Управління візками - через бездротову локальну мережу WLAN фірми Siemens. Електричний привід ряду Movitrans.

Живлення - індуктивним способом. Загальна протяжність транспортних маршрутів - 2,3 км. Всього в системі функціонує 40 візків. Всі візки обладнані пристроєм програмного керування SimaticS7-400-CPU. [40].

Транспортні процеси завжди відігравали визначальну роль у функціонуванні металургійних підприємств. Особливістю розвитку останніх в ринкових умовах є висока динаміка всіх виробничих підрозділів.

При цьому для скорочення як виробничих, так і транспортних витрат і підвищення обсягу реалізації готової продукції промисловий транспорт повинен використовувати весь можливий спектр адаптаційних методів до мінливих умов роботи підприємств [41].

Великий досвід в управлінні транспортними процесами металургійних підприємств досягнуто в роботах М. І. Шмулевич, А. Т. Дерібаса, А. Т. Попова, Г. С. Баландюк, В. М. Акулінічева, А. А. Сміхова, Г. І. Нечаєва, Г. Ф. Бабушкіна, С. В. Трофимова, С. Д. Іванова та ін.

Дані методи однозначно витіснили «жорсткі» форми організації транспортних процесів, які полягають в графікових принципі функціонування. Процес вантаження металопродукції на промисловому підприємстві є важливим етапом функціонування як мікрологістична системи, так і всієї інтегрованої логістичного ланцюга поставки продукції споживачам.

Це пов'язано, в першу чергу, з тим, що реалізація продукції - надходження виготовленої продукції в народногосподарський оборот з оплатою її за контрактними чи договірними ринковими цінами, є визначальною ланкою в загальному потоковому процесі відтворення та обігу. Тому підвищення ефективності взаємодії виробництва і транспорту при завантаженні металу є важливою оптимізаційною завданням, яке може бути вирішена на основі логістизації поточкових процесів.

1.2 Мета і задачі дослідження

Задачі дослідження:

1. Визначення основних статистичних характеристик динаміки вантажопотоків в умовах ЦХП 1 ПАТ «Запоріжсталь»;
2. Виявлення закономірності і стаціонарності вантажопотоків ЦХП 1 ПАТ «Запоріжсталь».



Рисунок 2.1 – Схема аналізу вантажопотоку

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Загальний статистичний аналіз динаміки вантажопотоків

Динаміка вантажопотоків характеризується їх зміною у часі. Ці зміни являють собою випадковий процес $Q(t)$, для якого визначаються наступні статистичні характеристики:

1. Математичне очікування [41]:

$$\tilde{m}_Q(t_k) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i(t_k), \quad (2.1)$$

де n – кількість реалізацій випадкового процесу;

t_k – дискретні моменти часу, $k = 1, 2, \dots, m$.

2. Дисперсія [41]:

$$\tilde{D}_Q(t_k) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n [q_i(t_k) - \tilde{m}_Q(t_k)]^2. \quad (2.2)$$

3. Середньоквадратичне відхилення [41]:

$$\tilde{\delta}_Q = \sqrt{\tilde{D}(t_k)}. \quad (2.3)$$

4. Коефіцієнт варіації [41]:

$$\nu = \frac{\tilde{\delta}_Q}{\tilde{m}_Q} \cdot 100\%. \quad (2.4)$$

2.2 Річний період планування

2.2.1 Розподіл вантажопотоків по квартальним інтервалам

Маємо статистичні дані за один рік, тобто випадковий процес представляється однією реалізацією для якої статистичні характеристики як для звичайної випадкової величини [41].

Маємо $m = 4$ дискретні моменти часу (квартали). Визначимо для кожного виду вантажу статистичні характеристики.

МО для жерсті (2.1):

$$\tilde{m}_Q(t_k) = \frac{1}{4} \cdot (326 + 131 + 328 + 456) = 311 \text{ т.}$$

За формулою (2.2) дисперсія складе:

$$\tilde{D}_Q(t_k) = \frac{1}{4-1} \cdot [(326-311)^2 + (131-311)^2 + (328-311)^2 + (456-311)^2] = 17925 \text{ т.}$$

Визначаємо стандартне відхилення (2.3):

$$\tilde{\delta}_Q = \sqrt{17925} = 134 \text{ т.}$$

За формулою (2.4) коефіцієнт варіації:

$$\nu = \frac{134}{311} \cdot 100\% = 43\%.$$

Для інших вантажів розрахунки статистичних характеристик проводимо за допомогою ЕОМ у Excel [41].

Величина та статистичні характеристики вантажопотоків наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристики вантажопотоків

Вантажо- потік	Величина для моменту часу t , т				Статистичні характеристики			
	1	2	3	4	$\tilde{m}_Q$	$\tilde{D}_Q$	$\tilde{\delta}_Q$	ν
Жерсть	326	131	328	456	311	17925	134	43
Стрічка стальна	8843	6029	10324	8291	8372	3176092	1782	21
Прокат	226721	243975	240539	256902	242035	153850146	12404	5
Загальні	235891	250136	251192	265650	250718	147795079	12157	5

Графічне представлення величин вантажопотоків наведене на рисунку 2.2 та 2.3.

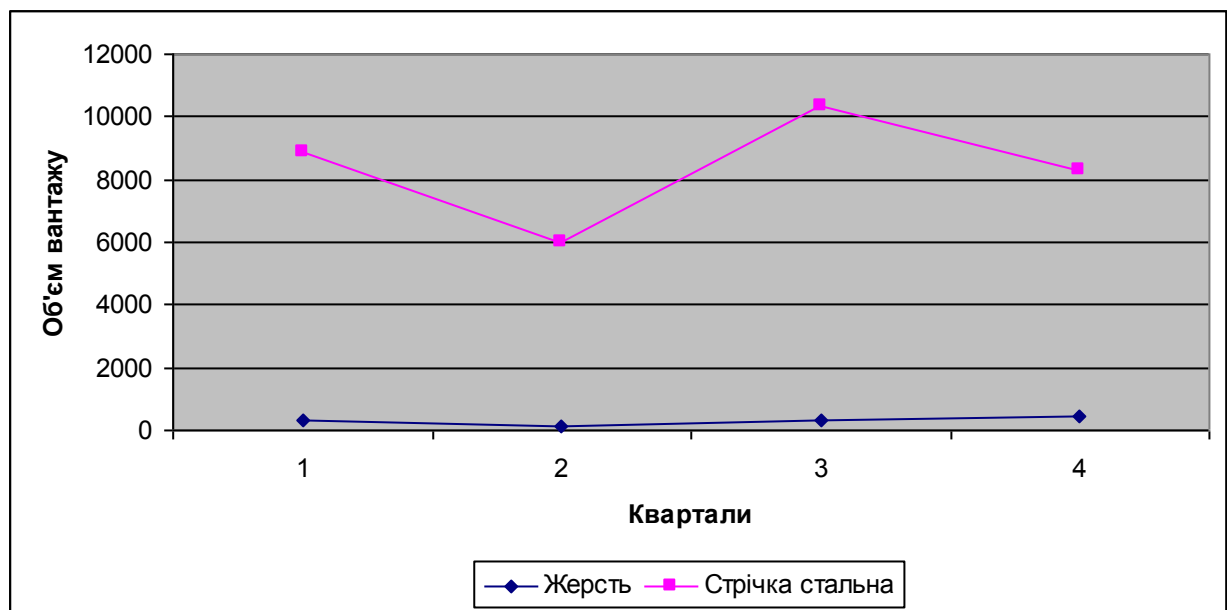


Рисунок 2.2 – Графік динаміки вантажопотоків за 2019 рік (за кварталами) по жерсті та стрічці сталій

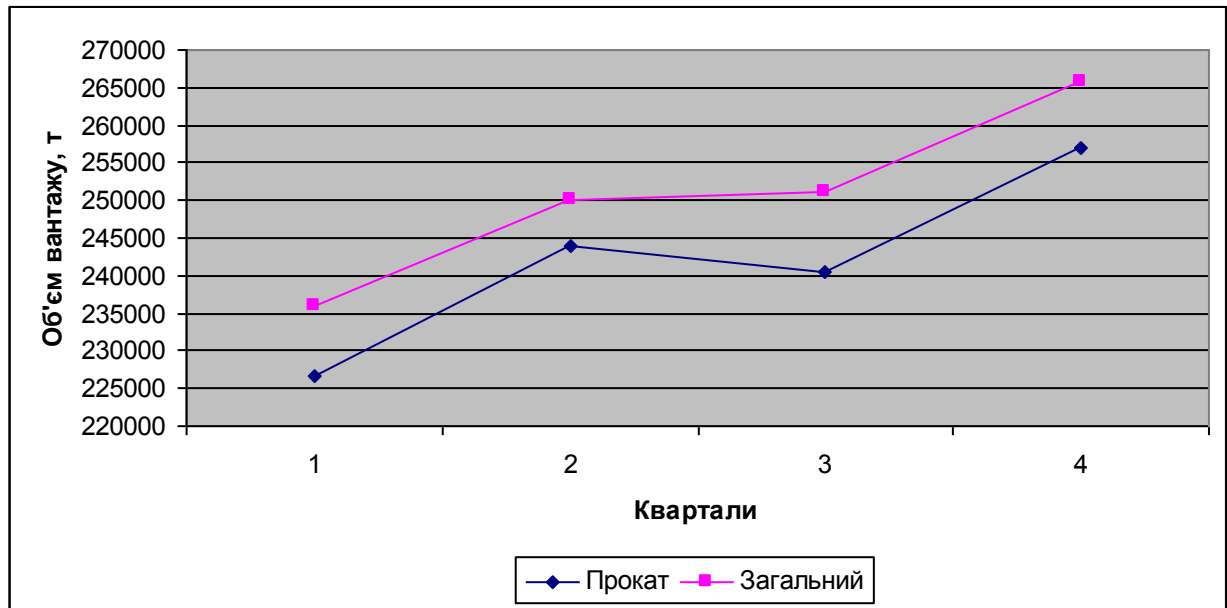


Рисунок 2.3 – Графік динаміки вантажопотоків за 2019 рік (за кварталами) по прокату та загальний по 3-м видам вантажу

2.2.2 Розподіл вантажопотоків за місяцями (місячні інтервали часу t)

МО для жерсті (2.1):

$$\tilde{m}_Q(t_k) = \frac{1}{12} \cdot (128 + 132 + 66 + 66 + 66 + 132 + 197 + 132 + 193 + 132) = 124,34 \text{ т.}$$

За формулою (2.2) дисперсія складе:

$$\tilde{D}_Q(t_k) = \frac{1}{12-1} \cdot [(128-124)^2 + (132-124)^2 + \dots + (132-124)^2] = 2264 \text{ т.}$$

Визначаємо стандартне відхилення (2.3):

$$\tilde{\delta}_Q = \sqrt{2264} = 47,59 \text{ т.}$$

За формулою (2.4) коефіцієнт варіації:

$$\nu = \frac{47,59}{124,34} \cdot 100\% = 38,28\%$$

Для всіх інших видів вантажопотоків розрахунки статистичних характеристик проводимо за допомогою ЕОМ у Excel [41]. Вантажопотоки та результати статистичних розрахунків приведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Вантажопотоки та їх характеристики

Момент часу t (місяці)	Величина вантажопотоку, т			
	Жерсть	Стрічка стальна	Прокат	Загальний
1	2	3	4	5
1	128	2616	77188	79932
2	132	3194	71326	74652
3	66	3034	78207	81308
4	66	3519	77431	81016
5	66	1280	81981	83327
6	-	1230	84564	85794
7	132	1333	79211	80676
8	-	4354	81679	86033
9	197	4637	79649	84483
10	132	3952	84020	88104
11	193	2400	85018	87612
12	132	1939	87864	89935

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5
	Статистичні характеристики			
$\tilde{m}_Q$	124,34	2790,74	80678,24	83572,59
$\tilde{D}_Q$	2264,93	1427919,22	19904306,32	18373112,47
$\tilde{\delta}_Q$	47,59	1194,96	4461,42	4286,39
ν	38,28	42,82	5,53	5,13

Графічне представлення величин вантажопотоків наведено на рис. 2.4 та 2.5.

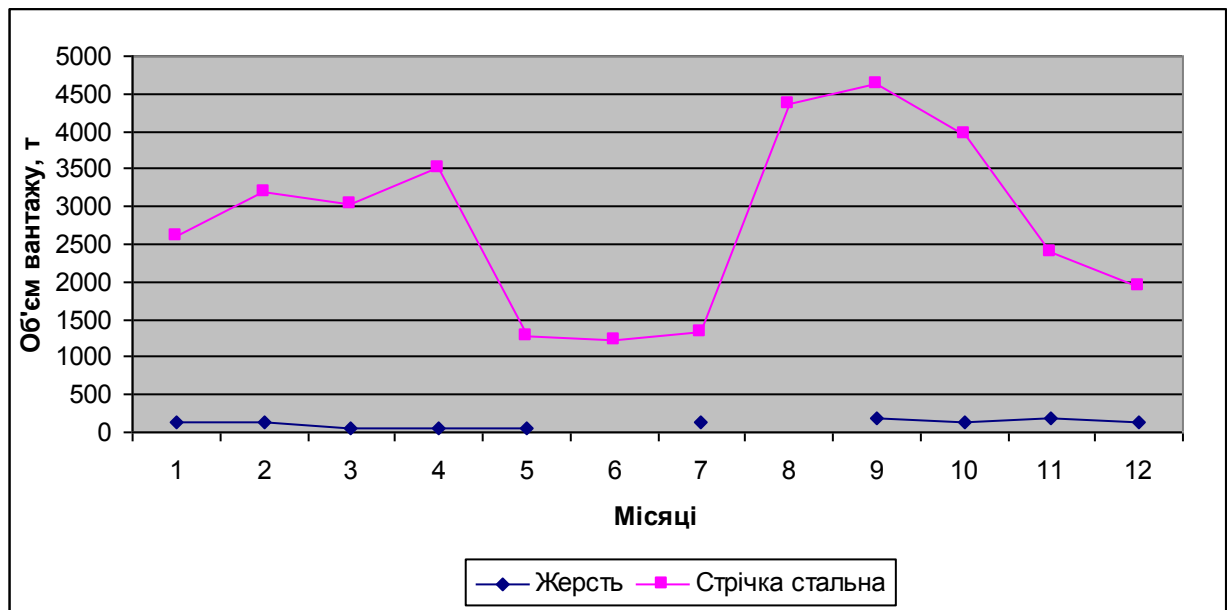


Рисунок 2.4 – Динаміка вантажопотоків за 2019 рік (за місяцями) по жерсті та стрічці сталій

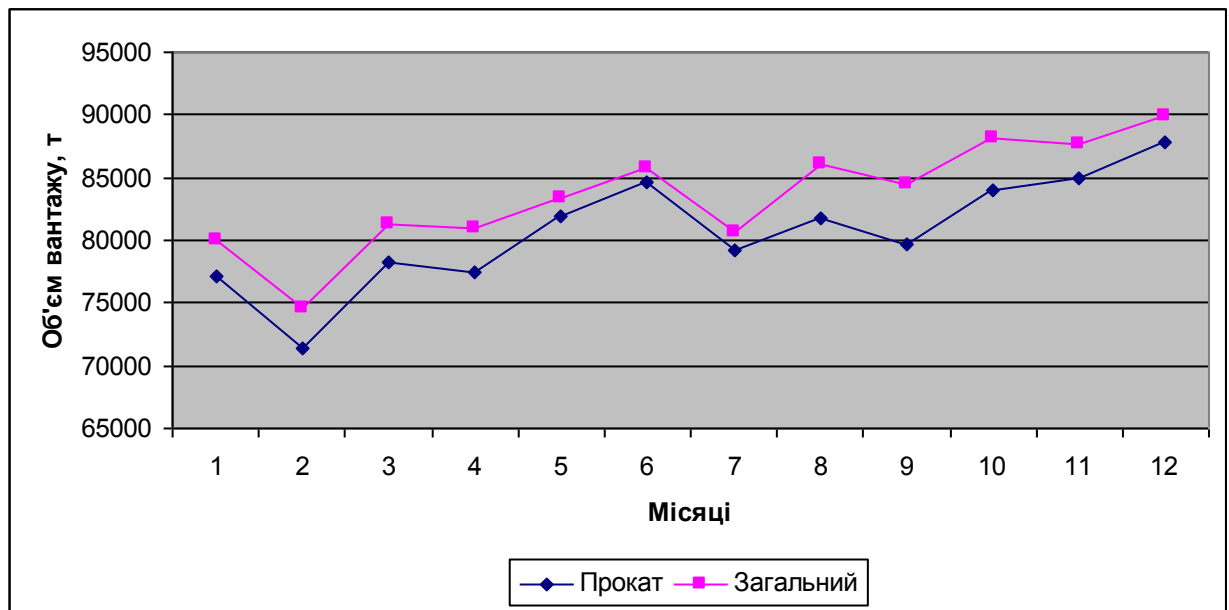


Рисунок 2.5 – Динаміка вантажопотоків за 2019 рік (за місяцями) по прокату та загальний по 3-м видам вантажу

2.2.3 Розподіл вантажопотоків по декадах (декадні інтервали часу t)

МО для жерсті за формулою (2.1):

$$\tilde{m}_Q(t_k) = \frac{1}{36} \cdot (64 + 64 + 66 + \dots + 132) = 77,71 \text{ т.}$$

За формулою (2.2) дисперсія складе:

$$\tilde{D}_Q(t_k) = \frac{1}{36-1} \cdot [(64 - 77,71)^2 + (64 - 77,71)^2 + \dots + (132 - 77,71)^2] = 1217,17 \text{ т.}$$

Визначаємо стандартне відхилення (2.3):

$$\tilde{\delta}_Q = \sqrt{1217,17} = 34,89 \text{ т.}$$

За формулою (2.4) коефіцієнт варіації становитиме:

$$\nu = \frac{34,89}{77,71} \cdot 100\% = 44,90\%$$

Для всіх останніх видів вантажопотоків розрахунки статистичних характеристик проводимо за допомогою ЕОМ у Excel [41]. Вантажопотоки та результати статистичних розрахунків приведені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Вантажопотоки та їх статистичні характеристики

Момент часу t (декади)	Величина вантажопотоку, т			
	Жерсть	Стрічка стальна	Прокат	Загальний
1	2	3	4	5
1	-	716	24647	25363
2	64	1065	24635	25763
3	64	716	25191	25971
4		1030	23500	24530
5	66	1567	25582	27214
6	67	778	27320	28164
7	-	522	25776	26298
8	-	1067	24718	25785
9	66	1382	25353	26801
10	-	459	25820	26279
11	66	1576	25590	27232
12	-	1484	26021	27505
13	-	135	23365	23501
14	66	458	26369	26893
15	-	631	29020	29652

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5
16	-	248	26877	27125
17	-	322	27304	27626
18	-	459	30228	30687
19	-	822	23319	24141
20	-	246	24107	24353
21	66	452	29082	29601
22	66	469	27548	28083
23	-	2212	28479	30691
24	-	1422	24509	25931
25	66	1894	23706	25666
26	66	1580	25700	27345
27	65	1089	28851	30005
28	66	724	27095	27886
29	66	1576	23055	24696
30	-	1602	29139	30741
31	-	982	30258	31240
32	-	975	28589	29564
33	193	698	27311	28201
34	-	443	28907	29349
35	-	848	26333	27181
36	132	380	29640	30152
Статистичні характеристики				
$\tilde{m}_Q$	77,71	917,51	26470,65	27422,70
$\tilde{D}_Q$	1217,17	271736,59	7769555,48	7988827,85
$\tilde{\delta}_Q$	34,89	523,11	2111,24	2089,67
ν	44,90	57,01	7,98	7,62

Графічне представлення величин вантажопотоків наведено на рис. 2.6 та 2.7.

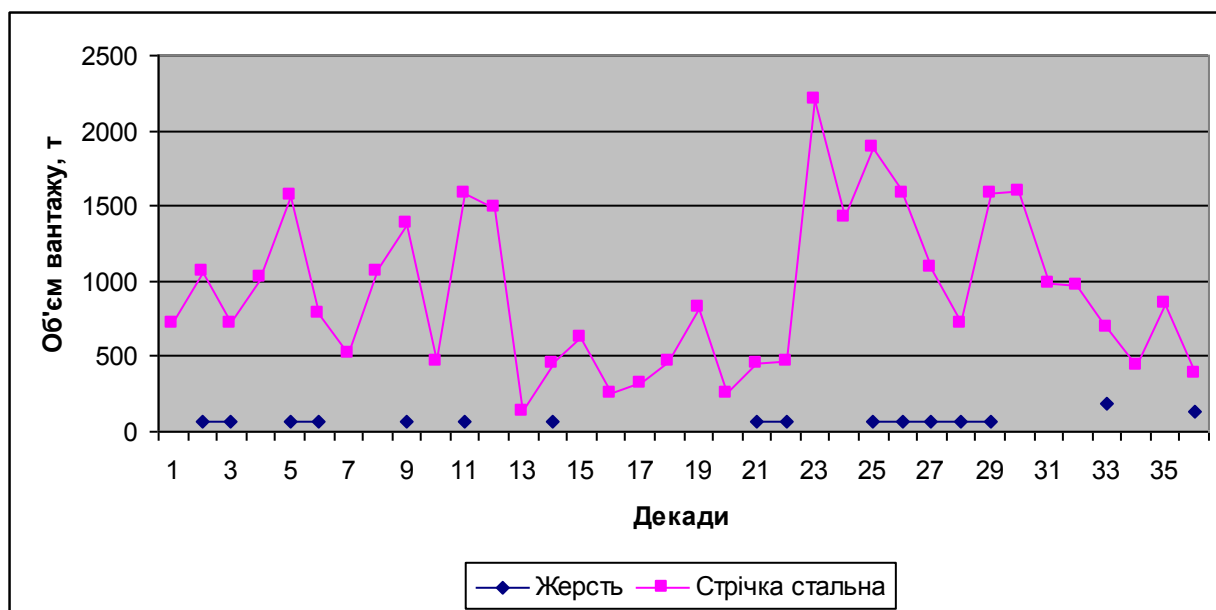


Рисунок 2.6 – Графік динаміки вантажопотоків за 2019 рік (за декадами) по жерсті та стрічці сталій

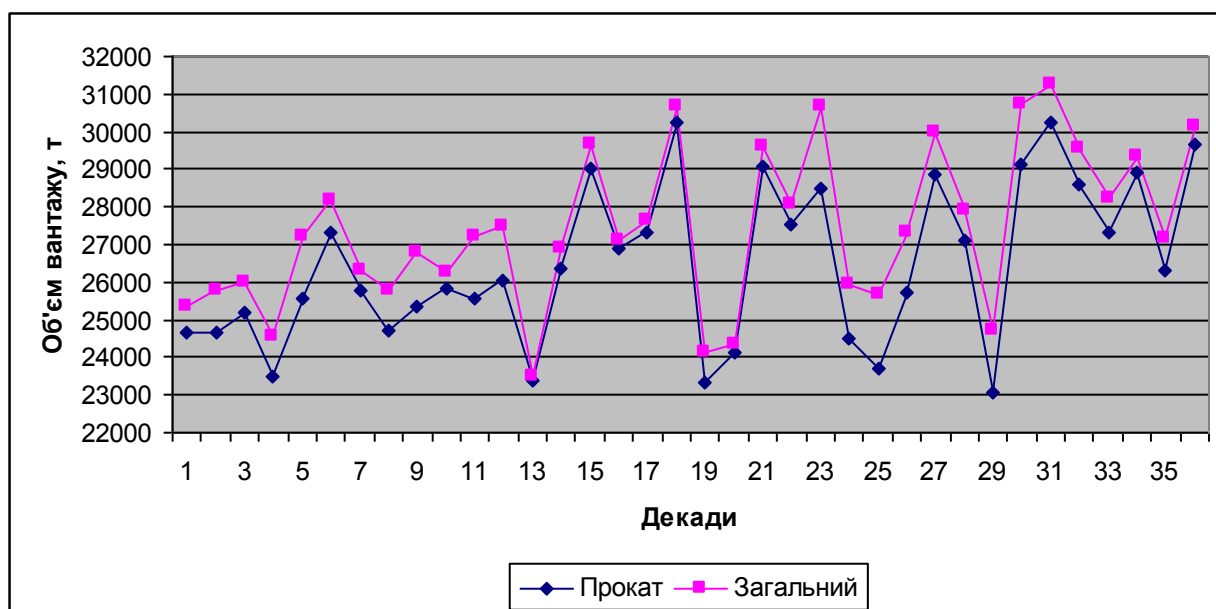


Рисунок 2.7 – Динаміка вантажопотоків за 2019 рік (за декадами) по прокату та загальний за 3-ма видами вантажу

2.2.4 Розподіл вантажопотоків по тижням (тижневі інтервали часу t)

МО для жерсті (2.1):

$$\tilde{m}_Q(t_k) = \frac{1}{52} \cdot (64 + 64 + \dots + 132) = 77,71 \text{ т.}$$

За формулою (2.2) дисперсія складе:

$$\tilde{D}_Q(t_k) = \frac{1}{52-1} \cdot [(64 - 77,71)^2 + (64 - 77,71)^2 + \dots + (132 - 77,71)^2] = 676,63 \text{ т.}$$

Визначаємо стандартне відхилення (2.3):

$$\tilde{\delta}_Q = \sqrt{676,63} = 26,01 \text{ т.}$$

За формулою (2.4) коефіцієнт варіації:

$$\nu = \frac{26,01}{77,71} \cdot 100\% = 33,47\%$$

Для всіх останніх видів вантажопотоків розрахунки статистичних характеристик проводимо за допомогою ЕОМ у Excel [41]. Вантажопотоки та результати статистичних розрахунків приведені у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Вантажопотоки та їх характеристики

Момент часу t (тижні)	Величина вантажопотоку, т			
	Жерсть	Стрічка стальна	Прокат	Загальний
1	2	3	4	5
1	-	134	5871	6005
2	-	583	18775	19358
3	64	933	17812	18809
4	64	328	16566	16958
5	-	640	18163	18803
6	-	320	16883	17203
7	-	1308	16845	18154
8	66	1108	17469	18643
9	67	457	20128	20652
10	-	520	17542	18063
11	-	395	18178	18573
12	-	736	17134	17871
13	66	1181	16837	18085
14	-	338	17925	18263
15	-	322	18056	18379
16	66	1314	19816	21195
17	-	1231	16488	17718
18	-	516	19217	19733
19	-	135	15697	15832
20	66	271	19651	19989
21	-	431	17044	17475
22	-	387	20806	21194

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5
23	-	185	19102	19287
24	-	193	18305	18498
25	-	258	19759	20017
26	-	393	20738	21131
27	-	561	19068	19629
28	-	261	16407	16668
29	-	246	16827	17074
30	66	262	19078	19406
31	66	259	19351	19676
32	-	400	19830	20230
33	-	1358	19705	21063
34	-	1369	18389	19758
35	-	1039	17250	18290
36	66	1044	15878	16988
37	66	1708	19058	20832
38	-	819	18801	19621
39	65	796	19070	19931
40	-	587	20628	21214
41	132	533	16425	17089
42	-	1242	16191	17433
43	-	1149	20620	21770
44	-	897	21869	22766
45	-	538	18598	19136
46	-	843	19994	20837
47	66	454	19932	20452
48	127	442	21282	21850
49	-	316	18855	19171

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5
50	-	585	18345	18929
51	-	451	19015	19466
52	132	253	21666	22051
Статистичні характеристики				
$\tilde{m}_Q$	77,71	631,86	18266,77	18922,09
$\tilde{D}_Q$	676,63	156016,78	5586878,67	5919425,28
$\tilde{\delta}_Q$	26,01	394,99	2363,66	2432,99
ν	33,47	62,51	12,94	12,86

Графічне представлення вантажопотоків зображене на рис. 2.8 та 2.9.

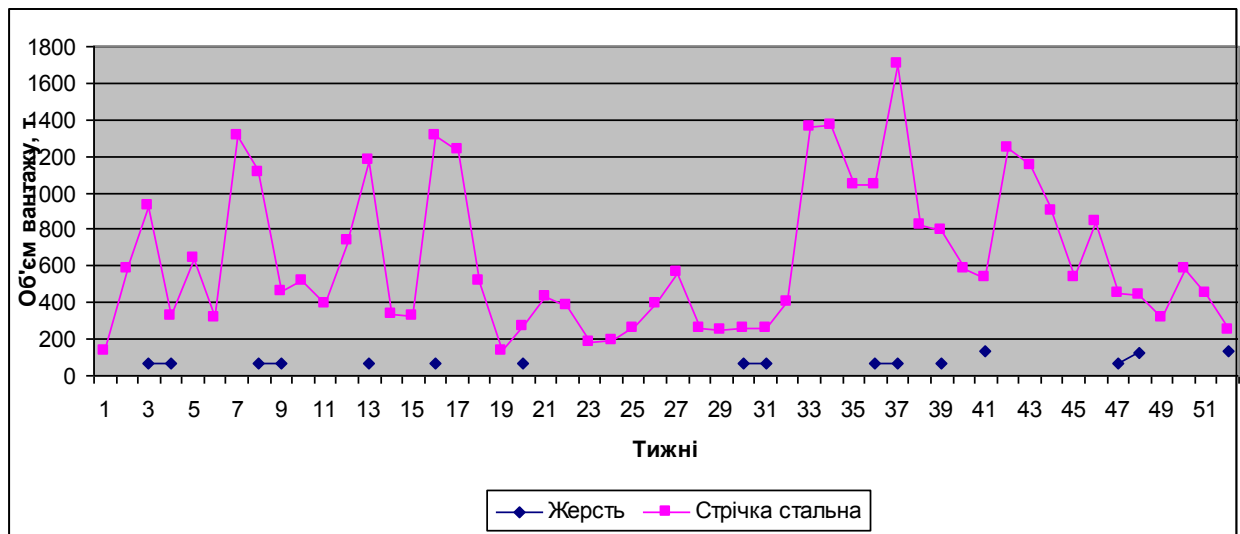


Рисунок 2.8 – Динаміка вантажопотоків за 2019 рік (за тижнями) по жерсті та стрічці сталій

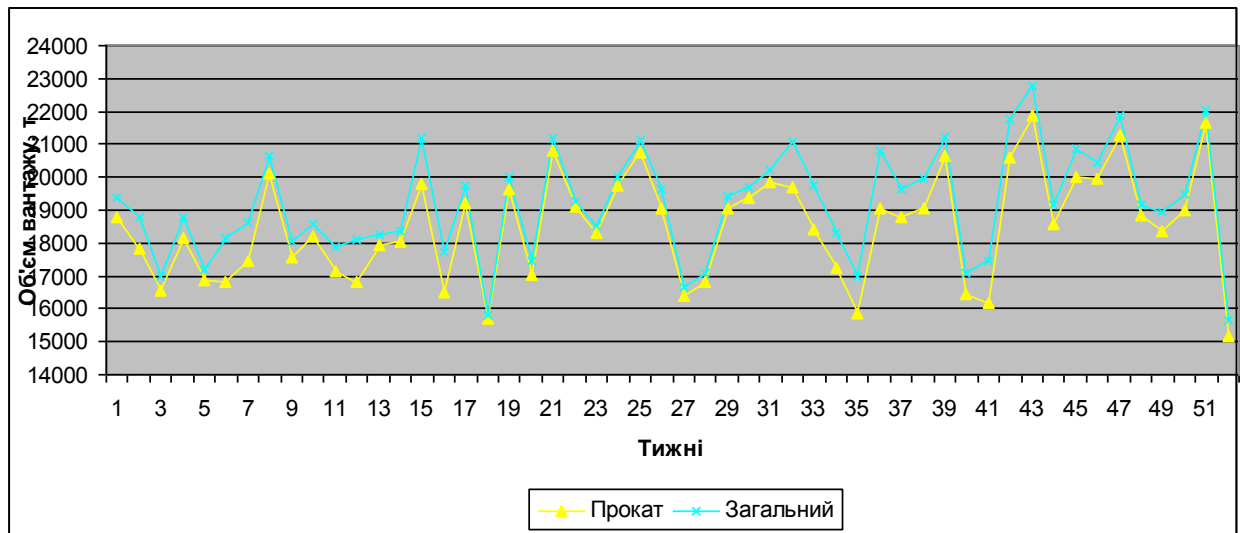


Рисунок 2.9 – Графік динаміки вантажопотоків за 2019 рік (за тижнями) по прокату та загальний для 3-х видів вантажу разом

2.2.5 Розподіл вантажопотоків по робочих днях тижня

Для всіх видів вантажопотоків розрахунки зведення до статистичного просторового комплексу проводимо за допомогою ЕОМ у Excel [41]. Вантажопотоки приведені у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Статистичний просторовий комплекс вантажопотоків

Робочі дні тижня	Вантажопотоки, т			
	Жерсть	Стрічка стальна	Прокат	Загальний
1	2	3	4	5
Понеділок	-	197; 136; 69; 64; 68; 330; 332; 68; 63; 195; 62; 133; 132; 131; 55; 66; 200; 324; 465; 118; 61; 70; 196; 129; 205; 61; 64; 61; 61	3064; 2826; 2451; 3334; 3620; 2010; 2174; 2237; 2360; 1995; 1971; 1564; 3943; 2968; 3113; 1704; 3197; 3195; 2112; 1599; 2386; 3226; 2293; 3045; 2787; 3639; 2126; 1342; 1629; 3445; 2827; 3118; 3352; 2406; 2301; 2546; 2121; 1437; 3094; 2820; 2371; 2886; 2540; 1798; 3213; 2523; 3125; 2228; 3053; 1849; 3551	3261; 2963; 2520; 3398; 3687; 2340; 2506; 2305; 2423; 1995; 1971; 1759; 3943; 2968; 3175; 1837; 3329; 3195; 2112; 1599; 2517; 3281; 2293; 3045; 2787; 3639; 2126; 1342; 1629; 3445; 2894; 3118; 3553; 2731; 2301; 3011; 2121; 1556; 3155; 2890; 2567; 3015; 2745; 1798; 3274; 2523; 3190; 2228; 3115; 1849; 3613

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5
Вівто- рок	65; 66	126; 127; 69; 262; 250; 259; 65; 202; 264; 62; 269; 129; 129; 120; 68; 128; 65; 60; 61; 330; 452; 130; 187; 252; 203; 128; 264; 647; 62; 66; 132; 61; 124; 195; 61;	3318; 2689; 2085; 1933; 2023; 1891; 2253; 2729; 2213; 2814; 3067; 2572; 1420; 3748; 2498; 2425; 2449; 2463; 2975; 1907; 4318; 3040; 2630; 2518; 3894; 2867; 2161; 3060; 2838; 2247; 2751; 2811; 2793; 3759; 2570; 2926; 3993; 3696; 2148; 1448; 2948; 2859; 3012; 2485; 2928; 4382; 2840; 2985; 1489; 4001; 3618	3444; 2817; 2085; 1933; 2092; 2153; 2569; 2729; 2472; 2879; 3269; 2836; 1420; 3810; 2767; 2554; 2578; 2463; 2975; 2027; 4318; 3107; 2630; 2646; 3894; 2867; 2226; 3120; 2904; 2308; 2751; 3141; 3245; 3890; 2757; 3178; 4196; 3824; 2148; 1448; 3212; 3506; 3074; 2485; 2994; 4514; 2901; 3109; 1489; 4196; 3679
Середа	64; 63	68; 267; 63; 259; 134; 201; 191; 202; 69; 137; 125; 63; 64; 125; 257; 136; 63; 135; 130; 128; 201; 56; 264; 66; 126; 62; 66; 189; 186; 69; 130; 128; 201; 130;	2131; 2719; 2287; 2277; 2174; 2745; 3052; 2518; 1195; 2556; 2306; 2331; 3153; 2174; 2876; 3580; 2634; 1958; 3321; 3278; 2367; 2218; 2853; 2534; 1960; 3381; 3314; 2663; 2641; 2706; 3031; 2820; 2629; 1991; 1380; 2631; 1592; 2085; 2911; 2777; 2108; 2950; 2966; 3161; 3032; 1941; 2238; 2531; 2499; 2715	2199; 3050; 2350; 2277; 2174; 3004; 3052; 2518; 1195; 2556; 2306; 2465; 3354; 2365; 3077; 3580; 2634; 2027; 3458; 3278; 2492; 2218; 2916; 2598; 2085; 3637; 3450; 2725; 2776; 2836; 3031; 2948; 2830; 2048; 1380; 2895; 1658; 2085; 3037; 2839; 2174; 3139; 3152; 3161; 3100; 2072; 2430; 2531; 2700; 2845; 2612
Четвер	64; 66; 66; 66; 63; 66	62; 196; 65; 66; 194; 65; 65; 134; 129; 69; 183; 124; 67; 68; 66; 69; 62; 67; 195; 130; 122; 131; 258; 64; 268; 67; 130; 118; 119; 136; 201; 62; 126; 62	2484; 2182; 2302; 2889; 2483; 1861; 1984; 2621; 2700; 3229; 1177; 2481; 1370; 1710; 3175; 1774; 3066; 1992; 2829; 2045; 2178; 2333; 1913; 2918; 4064; 2205; 2094; 2706; 3241; 3235; 3018; 2885; 2522; 2323; 2998; 2330; 2496; 2924; 3559; 2517; 1820; 3116; 3800; 3400; 1806; 2694; 3122; 2226; 2641; 2476; 1984	2546; 2378; 2432; 2955; 2483; 2055; 2049; 2621; 2764; 3229; 1311; 2610; 1370; 1710; 3244; 1957; 3190; 1992; 2895; 2111; 2246; 2333; 1978; 2918; 4133; 2205; 2094; 2767; 3241; 3235; 3086; 3081; 2652; 2323; 3121; 2527; 2754; 2988; 3828; 2650; 1950; 3233; 3919; 3536; 2007; 2756; 3185; 2226; 2766; 2476; 2112
П'ятни- ця	67; 66; 66; 66; 66; 66	62; 259; 204; 203; 131; 65; 67; 57; 266; 130; 68; 62; 64; 68; 67; 60; 62; 69; 511; 191; 131; 69; 263; 61; 238; 68; 67; 64; 135; 184; 123; 62;	1212; 1958; 2869; 2701; 1970; 2203; 2274; 3175; 3198; 2935; 1941; 2433; 2856; 2667; 2326; 2048; 2482; 2316; 1881; 2601; 2516; 3361; 2220; 2772; 2992; 2354; 3528; 1061; 1911; 1755; 3008; 2731; 2701; 2649; 2028; 1612; 2912; 1911; 3091; 3597; 1514; 2554; 3513; 1341; 3191; 2686; 2352; 2958; 3365; 3102; 2926; 3420	1212; 2020; 2869; 2701; 2229; 2203; 2478; 3378; 3265; 2935; 2072; 2498; 2989; 2667; 2326; 2105; 2748; 2447; 1881; 2669; 2578; 3361; 2220; 2836; 2992; 2422; 3595; 1122; 1973; 1755; 3143; 2731; 3212; 2840; 2159; 1681; 3174; 1973; 3330; 3663; 1514; 2622; 3580; 1405; 3326; 2870; 2418; 3081; 3365; 3102; 2988; 3486

Представлення динаміки вантажопотоків на рис. 2.10 та 2.11.

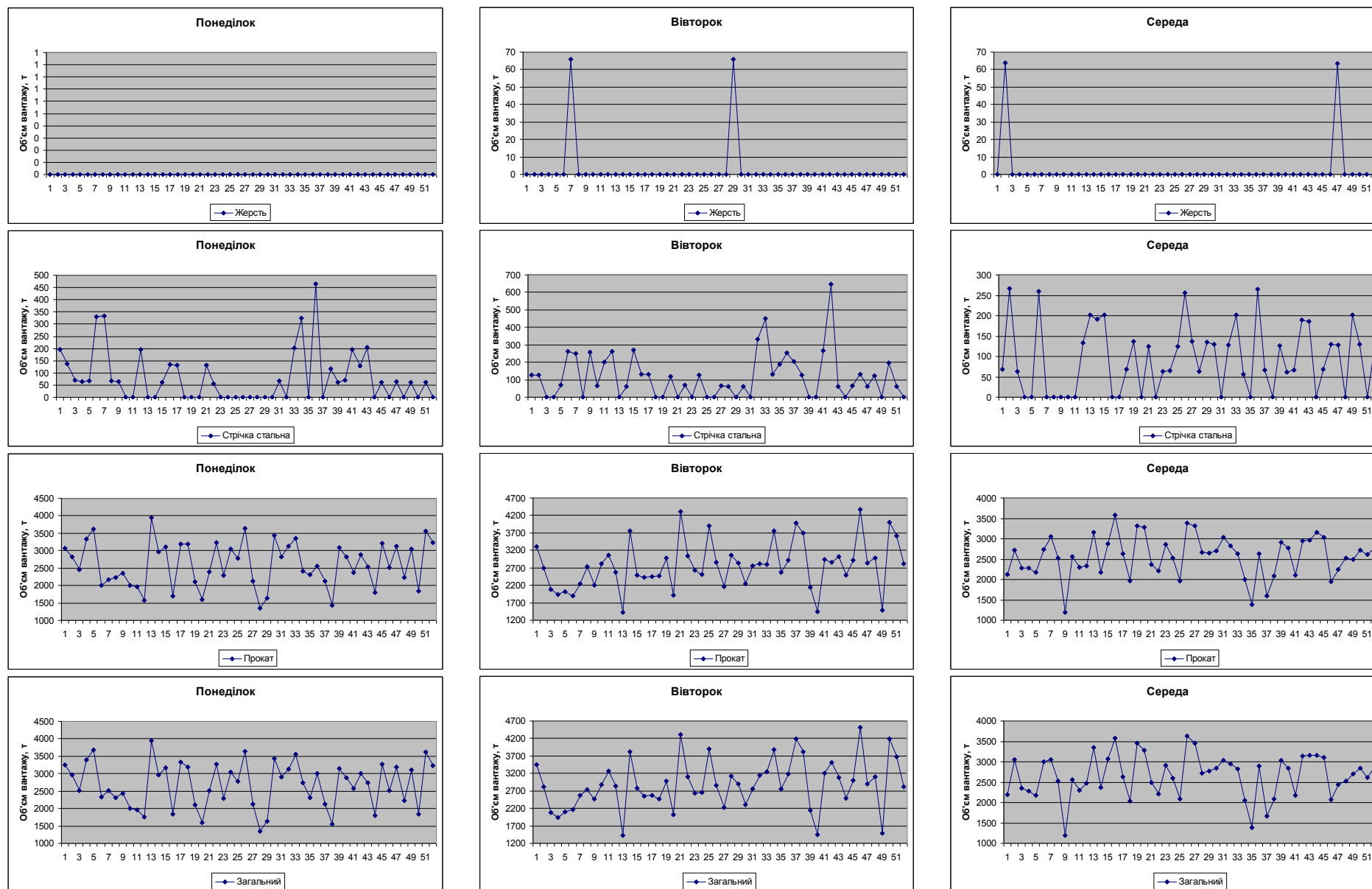


Рисунок 2.10 – Динаміка вантажопотоків за робочі дні тижня (понеділок, вівторок, середа)

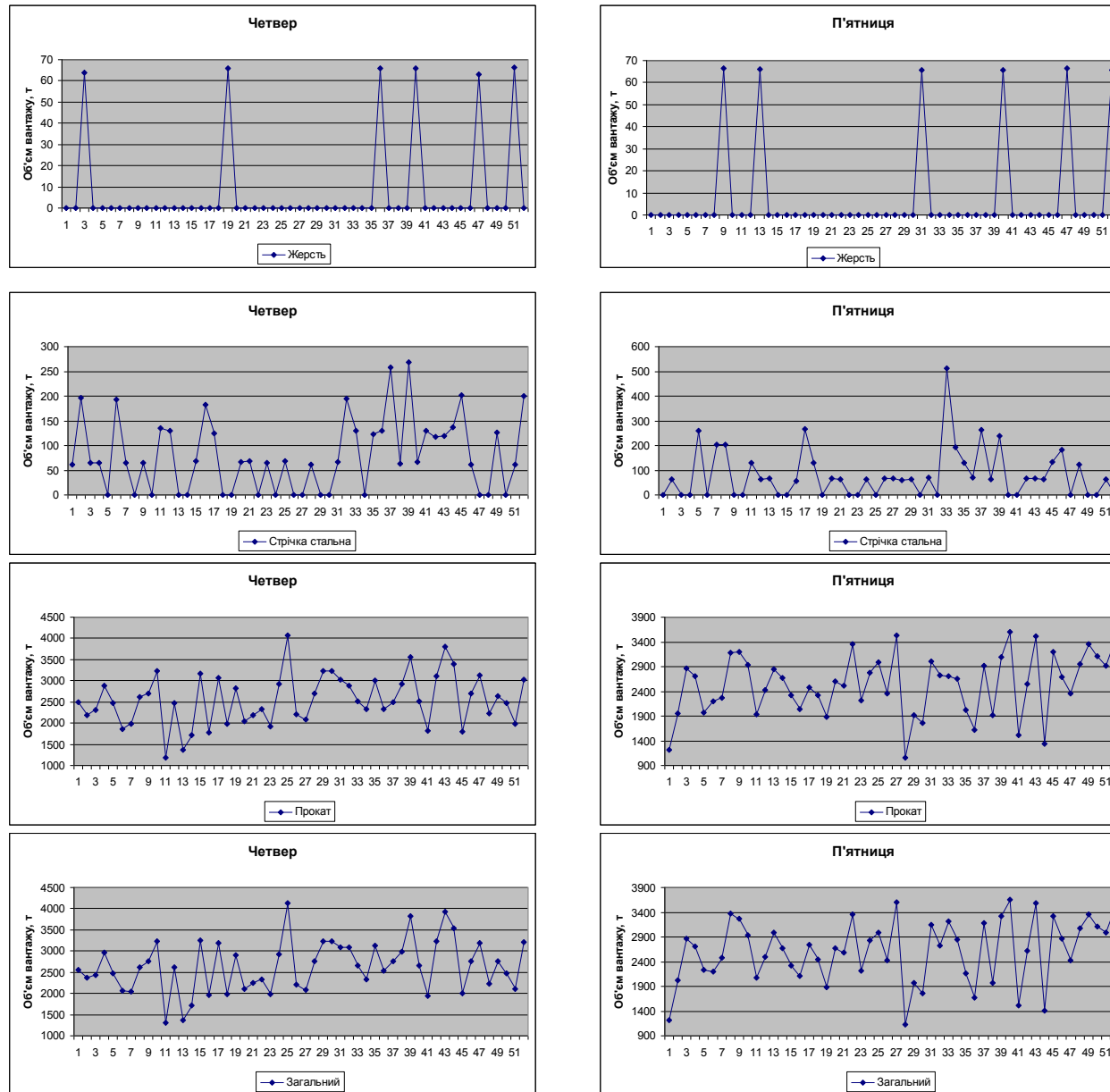


Рисунок 2.11 – Динаміка вантажопотоків за робочі дні тижня (четвер та п'ятниця)

Графічне зображення загальної динаміки вантажопотоків по робочим дням тижня зображена на рис. 2.12.

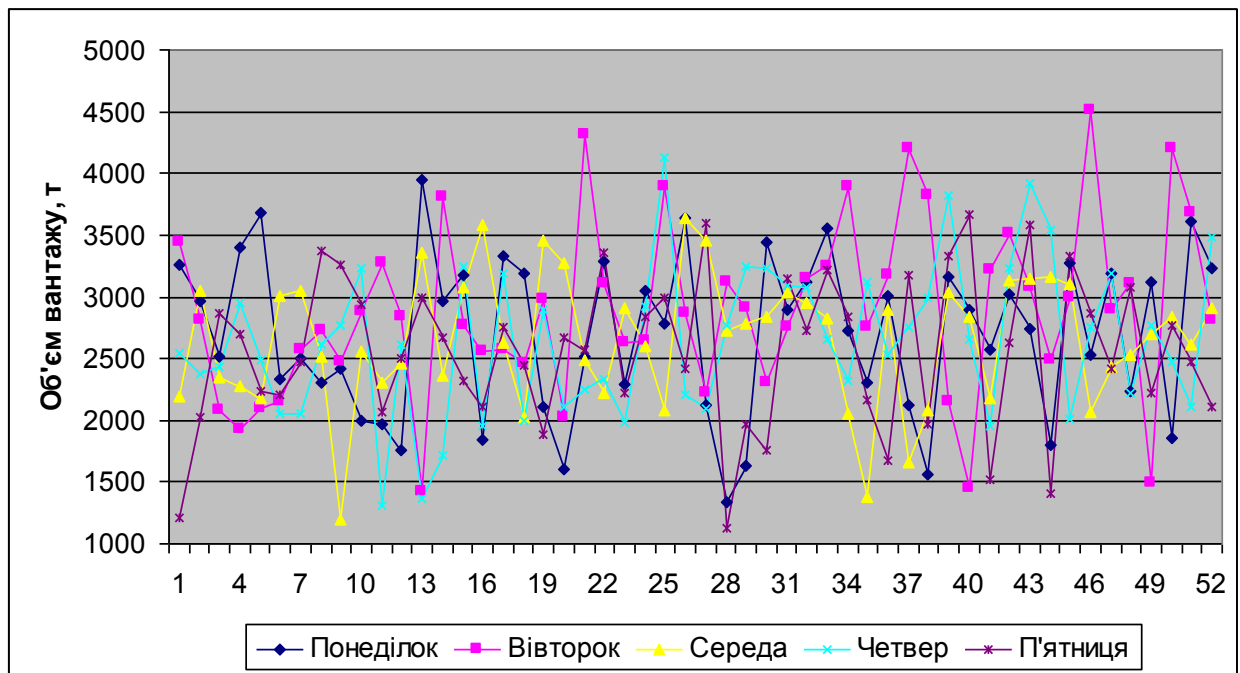


Рисунок 2.12 – Динаміка вантажопотоків за робочі дні

2.3 Квартальний період планування

Для даного періоду можна скласти наступні варіанти випадкового процесу [42]:

- з фіксацією місячної величини вантажопотоків (варіант 1);
- з фіксацією декадної величини вантажопотоків (варіант 2);
- з фіксацією тижневої величини вантажопотоків (варіант 3);

2.3.1 Розподіл вантажопотоків по місяцях (місячні інтервали часу t)

Маємо чотири реалізації за кількість періодів планування по $m = 3$ моменти часу t . Статистичні дані величини вантажопотоків, їх вибіркові характеристики для всіх видів вантажопотоків розрахунки статистичних характеристик проводимо за допомогою ЕОМ у Excel [41]. Вантажопотоки та результати статистичних розрахунків приведені у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Статистичний комплекс величин вантажопотоків

Квартал	Вантаж	Моменти часу t (місяці), t		
		1	2	3
1	2	3	4	5
1	Ж	128	132	66
	С	2616	3194	3034
	П	77188	71326	78207
	З	79932	74652	81308
2	Ж	66	66	0
	С	3519	1280	1230
	П	77431	81981	84564
	З	81016	83327	85794
3	Ж	132	0	197
	С	1333	4354	4637
	П	79211	81679	79649
	З	80676	86033	84483
4	Ж	132	193	132
	С	3952	2400	1939
	П	84020	85018	87864

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5
	З	88104	87612	89935
Статистичні характеристики				
$\tilde{m}_Q$	Ж	115	98	99
	С	2855	2807	2710
	П	79463	80001	82571
	З	82432	82906	85380
$\tilde{D}_Q$	Ж	1049	6930	7179
	С	1339303	1680069	2201221
	П	10044800	35724419	19853316
	З	14503392	33412736	12768254
$\tilde{\delta}_Q$	Ж	32	83	85
	С	1157	1296	1484
	П	3169	5977	4456
	З	3808	5780	3573
ν	Ж	28	85	86
	С	41	46	55
	П	4	7	5
	З	5	7	4

Графічне зображення динаміки вантажопотоків для чотирьох кварталів по окремим видам вантажу та загальне представлені на рисунку 2.13

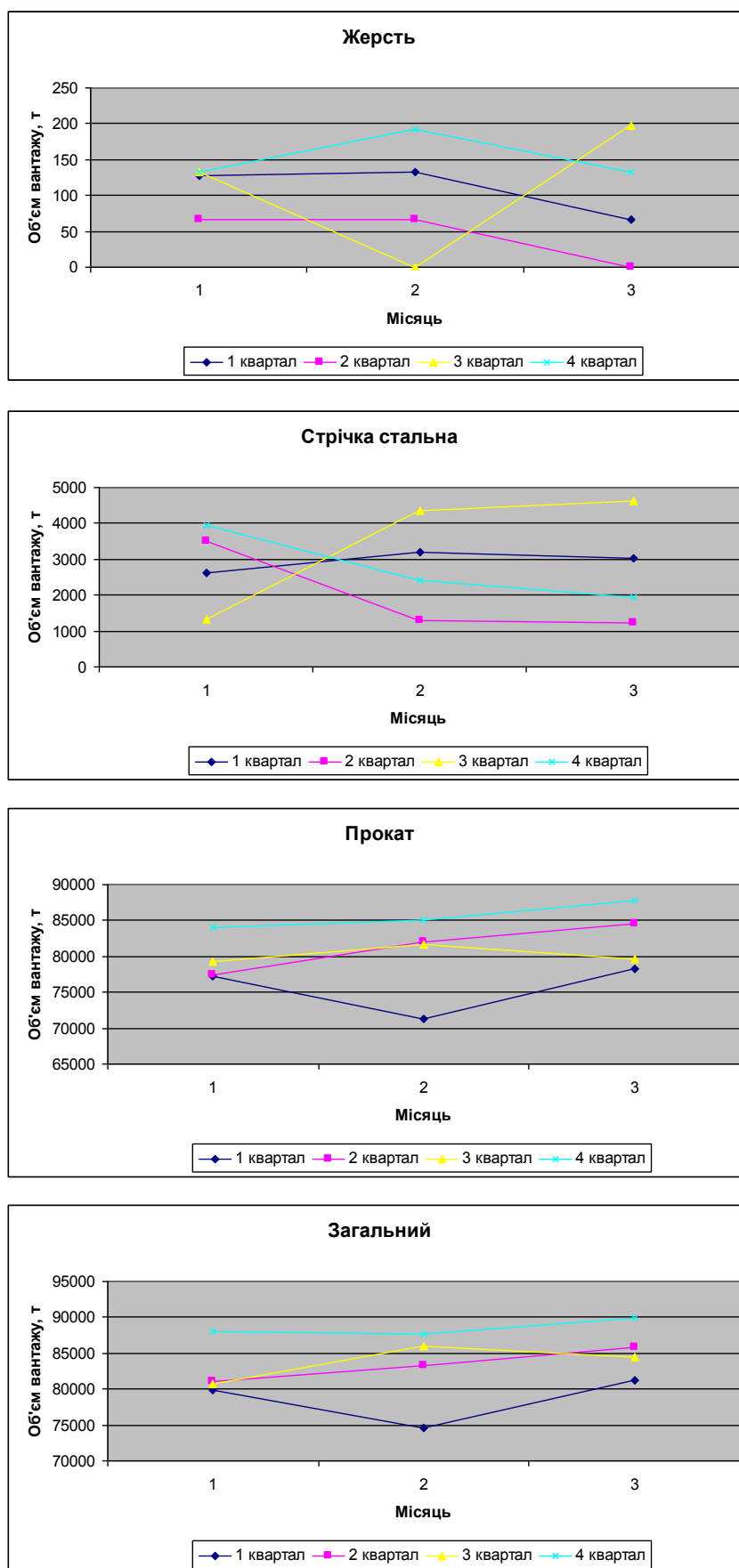


Рисунок 2.13 – Динаміка вантажопотоків для чотирьох кварталів по 3 видам вантажів та загальний по місячно

2.3.2 Розподіл вантажопотоків по декадам (декадні інтервали часу t)

Маємо чотири реалізації по $m=9$ моментів часу t . Статистичні дані величини вантажопотоків, їх вибіркові характеристики для всіх видів вантажопотоків, розрахунок статистичних характеристик проводимо за допомогою ЕОМ у Excel [41]. Вантажопотоки та результати усіх статистичних розрахунків приведені у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Статистичний комплекс вантажопотоків

№ кв	Вант аж	Моменти часу t (декади), т								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Ж	0	64	64	0	66	67	0	0	66
	С	716	1065	716	1030	1567	778	522	1067	1382
	П	24647	24635	25191	23500	25582	27320	25776	24718	25353
	З	25363	25763	25971	24530	27214	28164	26298	25785	26801
2	Ж	0	66	0	0	66	0	0	0	0
	С	459	1576	1484	135	458	631	248	322	459
	П	25820	25590	26021	23365	26369	29020	26877	27304	30228
	З	26279	27232	27505	23501	26893	29652	27125	27626	30687
3	Ж	0	0	66	66	0	0	66	66	65
	С	822	246	452	469	2212	1422	1894	1580	1089
	П	23319	24107	29082	27548	28479	24509	23706	25700	28851
	З	24141	24353	29601	28083	30691	25931	25666	27345	30005
4	Ж	66	66	0	0	0	193	0	0	132
	С	724	1576	1602	982	975	698	443	848	380
	П	27095	23055	29139	30258	28589	27311	28907	26333	29640

Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	З	27886	24696	30741	31240	29564	28201	29349	27181	30152
Статистичні характеристики										
$\tilde{m}_Q$	Ж	17	49	33	17	33	65	17	17	66
	С	680	1116	1064	654	1303	882	777	954	828
	П	25220	24347	27358	26168	27255	27040	26317	26014	28518
	З	25917	25511	28455	26839	28591	27987	27110	26984	29411
$\tilde{D}_Q$	Ж	1089	1068	1409	1089	1452	8279	1089	1089	2904
	С	24079	394234	32049 7	184182	57252 9	13309 1	56803 7	27176 8	23730 0
	П	26059 18	111828 6	42091 98	112025 11	22872 19	34927 34	47105 67	11813 58	47703 66
	З	24896 99	167684 5	45372 89	124633 54	33786 87	23588 29	25859 42	67296 5	31140 64
$\tilde{\delta}_Q$	Ж	33	33	38	33	38	91	33	33	54
	С	155	628	566	429	757	365	754	521	487
	П	1614	1057	2052	3347	1512	1869	2170	1087	2184
	З	1578	1295	2130	3530	1838	1536	1608	820	1765
ν	Ж	200	67	115	200	115	140	200	200	82
	С	23	56	53	66	58	41	97	55	59
	П	6	4	7	13	6	7	8	4	8
	З	6	5	7	13	6	5	6	3	6

Графічне зображення динаміки вантажопотоків для чотирьох кварталів по різних видам вантажу та загальне на рис. 2.14.

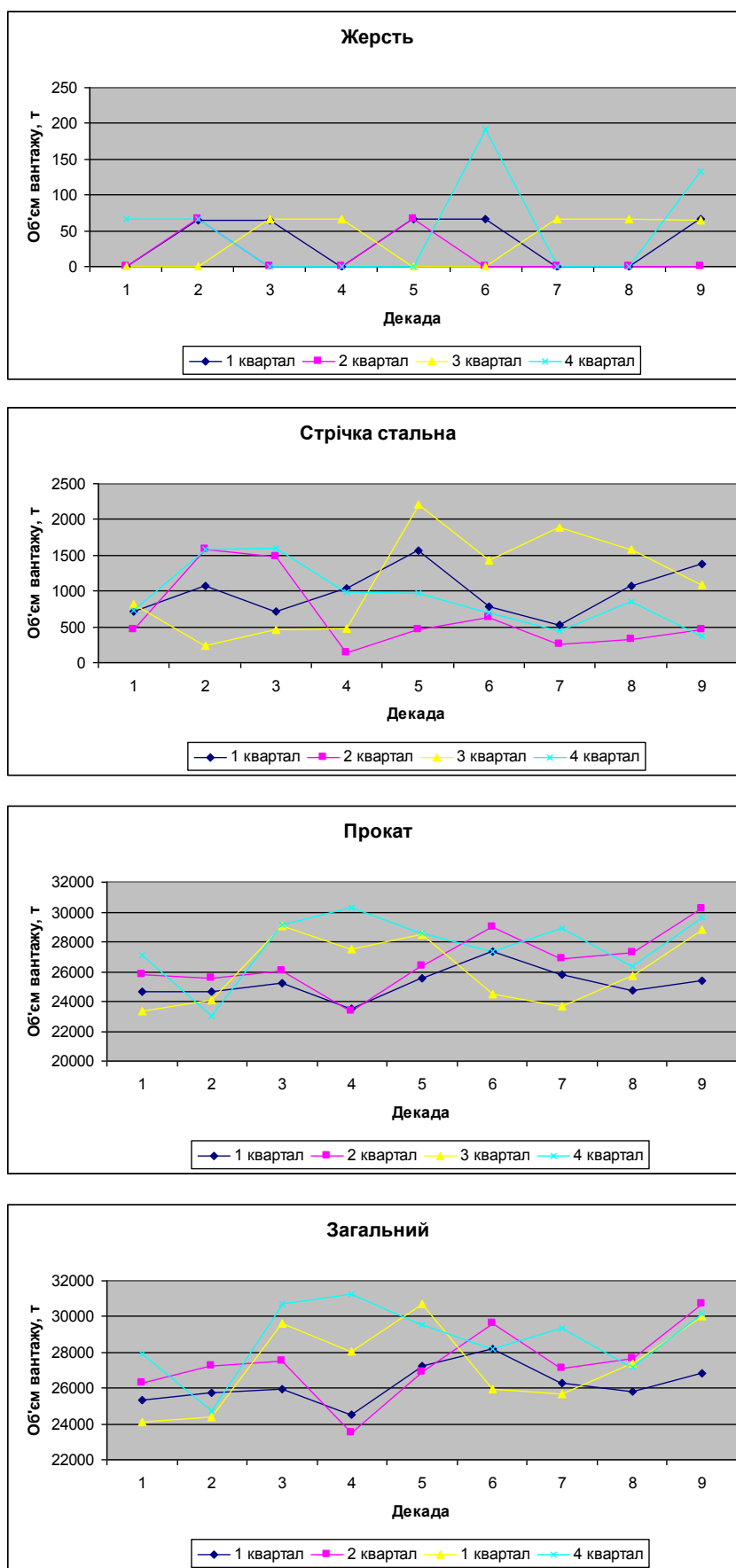


Рисунок 2.14 – Динаміка вантажопотоків по декадно

2.3.3 Розподіл вантажопотоків по тижням (тижневі інтервали часу t)

Маємо чотири реалізації по $m=13$ моментів часу t , Статистичні дані величини вантажопотоків, їх вибіркові характеристики для всіх видів вантажопотоків, розрахунок статистичних характеристик проводимо за допомогою ЕОМ у Excel [43]. Вантажопотоки та результати усіх статистичних розрахунків приведені у таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Статистичний комплекс вантажопотоків

№ к в	Вантаж	Моменти часу t (тижні), t												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Ж	0	0	64	64	0	0	0	66	67	0	0	0	66
	С	134	583	933	328	640	320	1308	1108	457	520	395	736	1181
	П	5871	1877 5	1781 2	1656 6	1816 3	1688 3	1684 5	1746 9	2012 8	1754 2	1817 8	1713 4	1683 7
	З	6005	1935 8	1880 9	1695 8	1880 3	1720 3	1815 4	1864 3	2065 2	1806 3	1857 3	1787 1	1808 5
2	Ж	0	0	66	0	0	0	66	0	0	0	0	0	0
	С	338	322	1314	1231	516	135	271	431	387	185	193	258	393
	П	1792 5	1805 6	1981 6	1648 8	1921 7	1569 7	1965 1	1704 4	2080 6	1910 2	1830 5	1975 9	2073 8
	З	1826 3	1837 9	2119 5	1771 8	1973 3	1583 2	1998 9	1747 5	2119 4	1928 7	1849 8	2001 7	2113 1
3	Ж	0	0	0	66	66	0	0	0	0	66	66	0	65
	С	561	261	246	262	259	400	1358	1369	1039	1044	1708	819	796
	П	1906 8	1640 7	1682 7	1907 8	1935 1	1983 0	1970 5	1838 9	1725 0	1587 8	1905 8	1880 1	1907 0
	З	1962 9	1666 8	1707 4	1940 6	1967 6	2023 0	2106 3	1975 8	1829 0	1698 8	2083 2	1962 1	1993 1

Продовження таблиці 2.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4	Ж	0	132	0	0	0	0	0	66	127	0	0	0	132
	С	587	533	1242	1149	897	538	843	454	442	316	585	451	253
	П	20628	16425	16191	20620	21869	18598	19994	19932	21282	18855	18345	19015	21666
	З	21214	17089	17433	21770	22766	19136	20837	20452	21850	19171	18929	19466	22051
Статистичні характеристики														
$\tilde{m}_Q$	Ж	0	33	33	33	17	0	17	33	49	17	17	0	66
	С	405	425	934	743	578	348	945	841	581	516	720	566	656
	П	15873	17416	17662	18188	19650	17752	19049	18209	19867	17844	18472	18677	19578
	З	16278	17874	18628	18963	20245	18100	20011	19082	20497	18377	19208	19244	20300
$\tilde{D}_Q$	Ж	0	4356	1409	1409	1089	0	1089	1452	3736	1089	1089	0	2904
	С	45130	24711	23753 6	26885 5	70403	28319	25567 3	22264 7	94032	14278 7	45924 1	66999	17560 1
	П	456895 86	14188 81	25077 60	40758 69	24706 73	33373 29	21811 27	16353 18	32669 18	21870 15	15795 0	12270 64	44921 63
	З	483560 17	15093 14	34883 97	45485 16	30069 03	38528 76	17459 71	17030 15	24037 64	11621 51	12075 14	89135 7	29329 82
$\tilde{\delta}_Q$	Ж	0	66	38	38	33	0	33	38	61	33	33	0	54
	С	212	157	487	519	265	168	506	472	307	378	678	259	419
	П	6759	1191	1584	2019	1572	1827	1477	1279	1807	1479	397	1108	2119
	З	6954	1229	1868	2133	1734	1963	1321	1305	1550	1078	1099	944	1713
ν	Ж	0	200	115	115	200	0	200	115	126	200	200	0	82
	С	52	37	52	70	46	48	54	56	53	73	94	46	64
	П	43	7	9	11	8	10	8	7	9	8	2	6	11
	З	43	7	10	11	9	11	7	7	8	6	6	5	8

Графічне зображення динаміки вантажопотоків для чотирьох кварталів по різним видам вантажу представлені на рисунку 2.15.

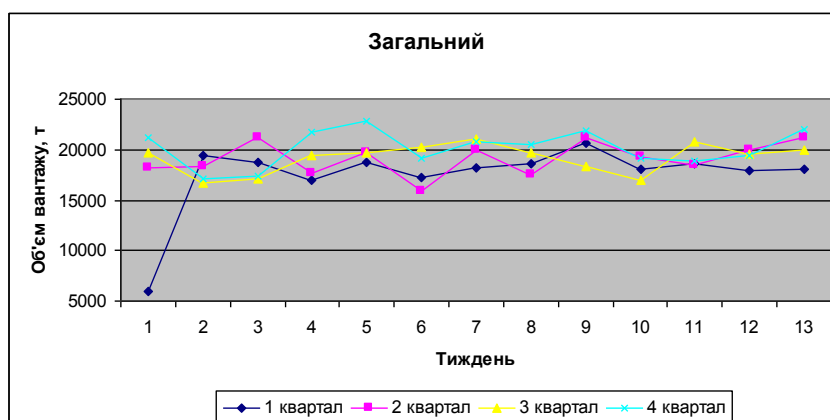
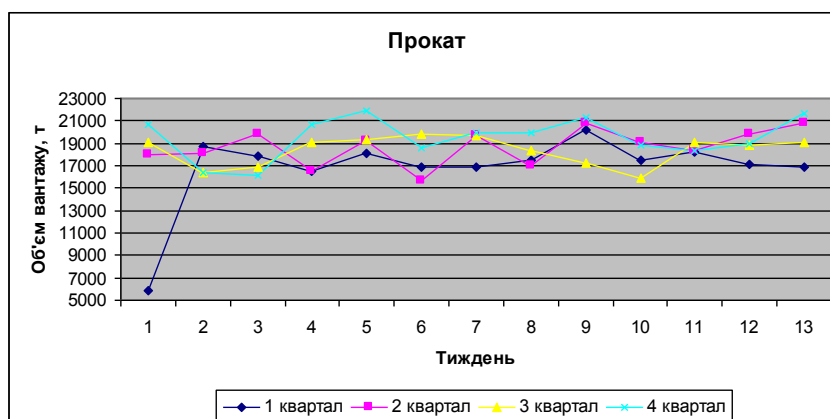
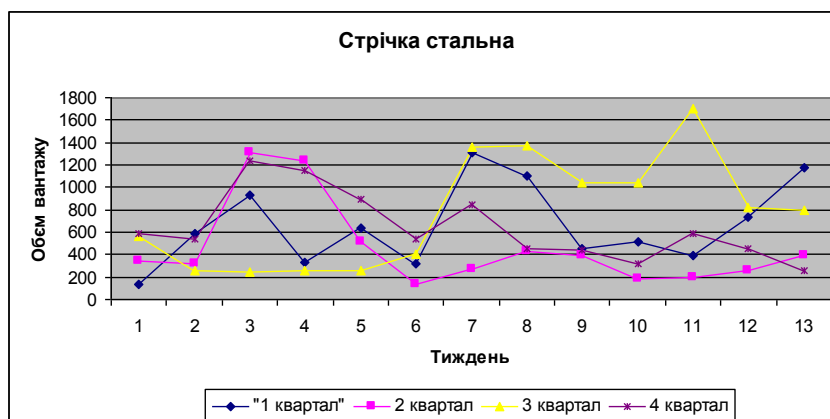
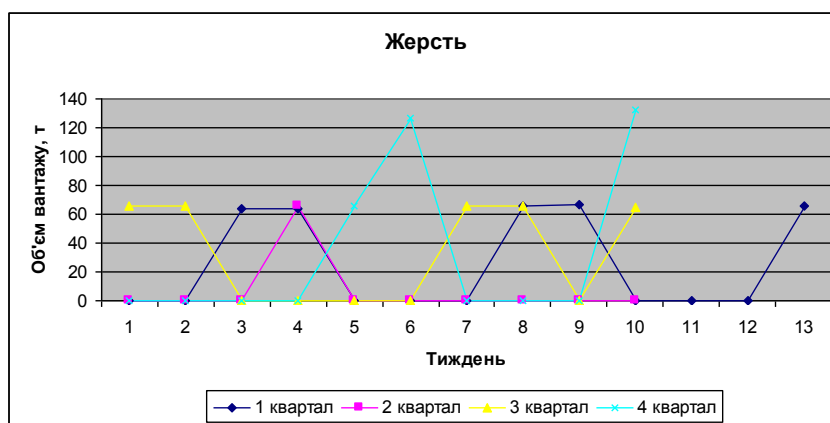


Рисунок 2.15 – Динаміка вантажопотоків по тижнево

2.4 Місячний період планування

2.4.1 Розподіл вантажопотоків по декадам (декадні інтервали часу t)

Статистичні дані величини вантажопотоків, їх вибіркові характеристики для всіх видів вантажопотоків, розрахунок статистичних характеристик проводимо за допомогою ЕОМ у Excel [43]. Вантажопотоки та результати усіх статистичних розрахунків приведені у таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Статистичний комплекс вантажопотоків

Місяць	Вантаж	Моменти часу t (декади), т		
		1	2	3
1	2	3	4	5
1	Ж	0	64	64
	С	716	1065	716
	П	24647	24635	25191
	З	25363	25763	25971
2	Ж	0	66	67
	С	1030	1567	778
	П	23500	25582	27320
	З	24530	27214	28164
3	Ж	0	0	66
	С	522	1067	1382
	П	25776	24718	25353
	З	26298	25785	26801

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4	5
4	Ж	0	66	0
	С	459	1576	1484
	П	25820	25590	26021
	З	26279	27232	27505
5	Ж	0	66	0
	С	135	458	631
	П	23365	26369	29020
	З	23501	26893	29652
6	Ж	0	0	0
	С	248	322	459
	П	26877	27304	30228
	З	27125	27626	30687
7	Ж	0	0	66
	С	822	246	452
	П	23319	24107	29082
	З	24141	24353	29601
8	Ж	66	0	0
	С	469	2212	1422
	П	27548	28479	24509
	З	28083	30691	25931
9	Ж	66	66	65
	С	1894	1580	1089
	П	23706	25700	28851
	З	25666	27345	30005
10	Ж	66	66	0
	С	724	1576	1602
	П	27095	23055	29139

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4	5
	З	27886	24696	30741
11	Ж	0	0	193
	С	982	975	698
	П	30258	28589	27311
	З	31240	29564	28201
12	Ж	0	0	132
	С	443	848	380
	П	28907	26333	29640
	З	29349	27181	30152
Статистичні характеристики				
$\tilde{m}_Q$	Ж	17	33	54
	С	704	1124	924
	П	25902	25872	27639
	З	26622	27029	28618
$\tilde{D}_Q$	Ж	891	1172	3691
	С	214756	359873	199492
	П	5307805	2799959	3841848
	З	5067435	3287190	3112845
$\tilde{\delta}_Q$	Ж	30	34	61
	С	463	600	447
	П	2304	1673	1960
	З	2251	1813	1764
ν	Ж	181	104	112
	С	66	53	48
	П	9	6	7
	З	8	7	6

Динаміка вантажопотоків для 12 місяців на рис. 2.16.

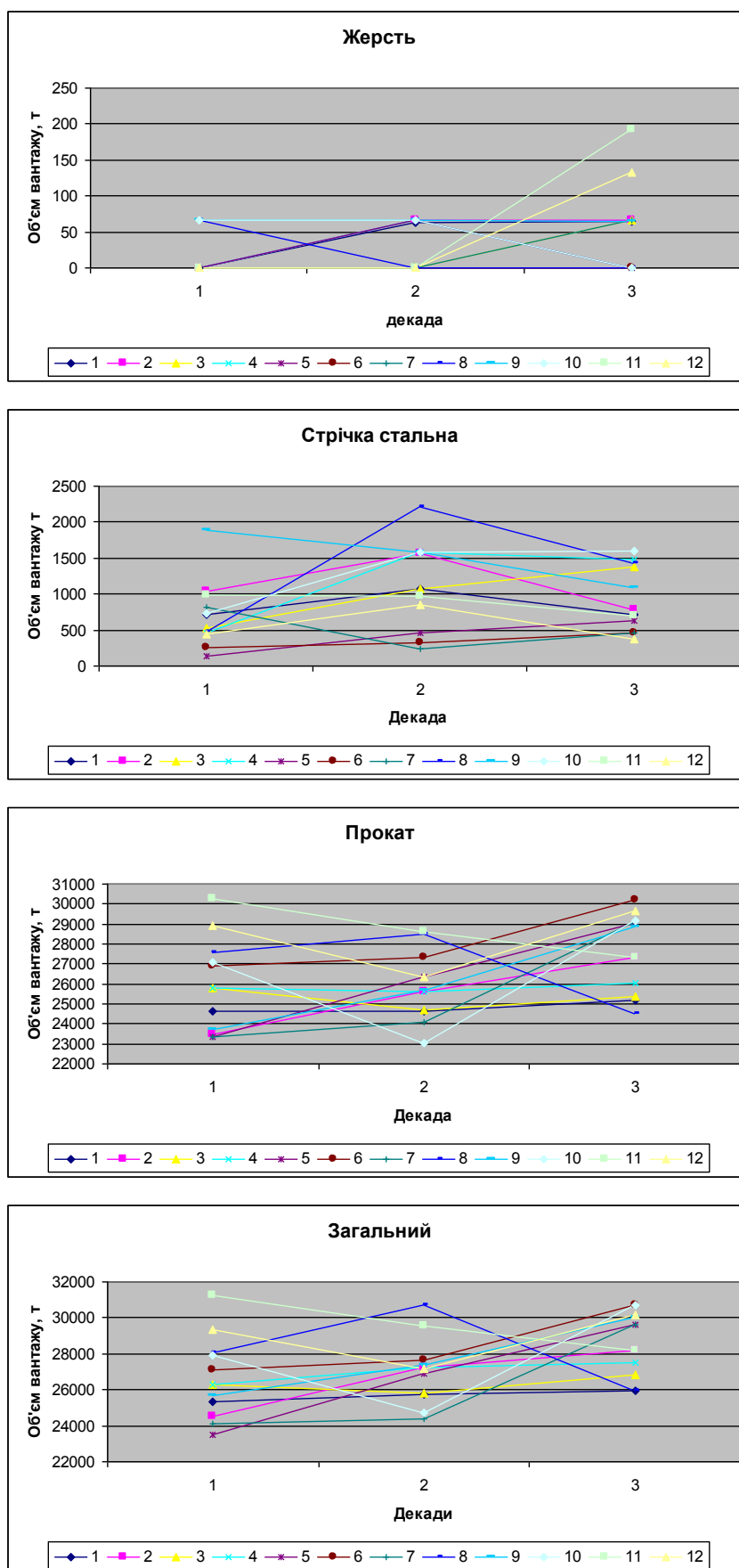


Рисунок 2.16 – Динаміка вантажопотоків по декадно

2.4.2 Розподіл вантажопотоків по тижням (тижневі інтервали часу t)

Статистичні дані величини вантажопотоків, їх вибіркові характеристики для всіх видів вантажопотоків, розрахунок статистичних характеристик проводимо за допомогою ЕОМ у Excel [41]. Вантажопотоки та результати усіх статистичних розрахунків приведені у таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Статистичний комплекс вантажопотоків

Місяць	Вантаж	Моменти часу t (тижні), t			
		1	2	3	4
1	2	3	4	5	6
1	Ж	0	0	64	64
	С	134	583	933	328
	П	5871	18775	17812	16566
	З	6005	19358	18809	16958
2	Ж	0	0	0	66
	С	640	320	1308	1108
	П	18163	16883	16845	17469
	З	18803	17203	18154	18643
3	Ж	67	0	0	0
	С	457	520	395	736
	П	20128	17542	18178	17134
	З	20652	18063	18573	17871
4	Ж	66	0	0	66
	С	1181	338	322	1314
	П	16837	17925	18056	19816
	З	18085	18263	18379	21195

Продовження таблиці 2.10

1	2	3	4	5	6
5	Ж	0	0	0	66
	С	1231	516	135	271
	П	16488	19217	15697	19651
	З	17718	19733	15832	19989
6	Ж	0	0	0	0
	С	431	387	185	193
	П	17044	20806	19102	18305
	З	17475	21194	19287	18498
7	Ж	0	0	0	0
	С	258	393	561	261
	П	19759	20738	19068	16407
	З	20017	21131	19629	16668
8	Ж	0	66	66	0
	С	246	262	259	400
	П	16827	19078	19351	19830
	З	17074	19406	19676	20230
9	Ж	0	0	0	66
	С	1358	1369	1039	1044
	П	19705	18389	17250	15878
	З	21063	19758	18290	16988
10	Ж	66	0	65	0
	С	1708	819	796	587
	П	19058	18801	19070	20628
	З	20832	19621	19931	21214
11	Ж	132	0	0	0
	С	533	1242	1149	897
	П	16425	16191	20620	21869

Продовження таблиці 2.10

1	2	3	4	5	6
	З	17089	17433	21770	22766
12	Ж	0	0	66	127
	С	538	843	454	442
	П	18598	19994	19932	21282
	З	19136	20837	20452	21850
Статистичні характеристики					
$\tilde{m}_Q$	Ж	28	6	22	38
	С	726	633	628	632
	П	17075	18695	18415	18736
	З	17829	19333	19065	19406
$\tilde{D}_Q$	Ж	1954	364	1031	1844
	С	260460	132911	162077	144291
	П	14299356	2029608	1920369	4157415
	З	16001649	1844665	2126335	4350373
$\tilde{\delta}_Q$	Ж	44	19	32	43
	С	510	365	403	380
	П	3781	1425	1386	2039
	З	4000	1358	1458	2086
ν	Ж	160	346	148	113
	С	70	58	64	60
	П	22	8	8	11
	З	22	7	8	11

Графічне зображення динаміки вантажопотоків для 12 місяців по кожному виду вантажу представлені на рисунку 2.17.

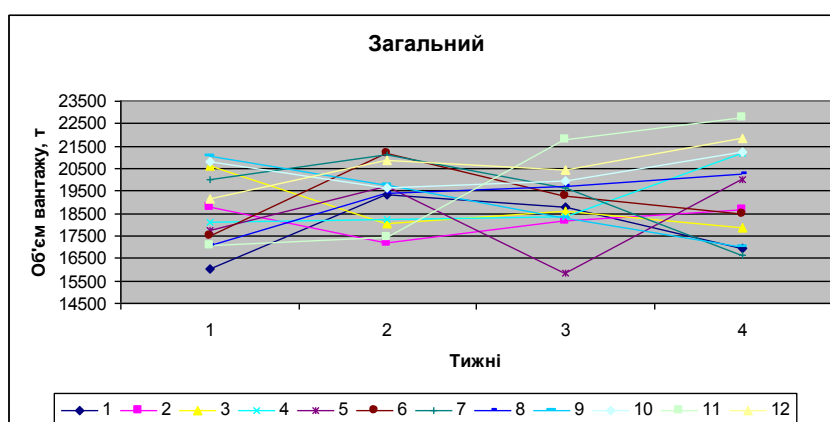
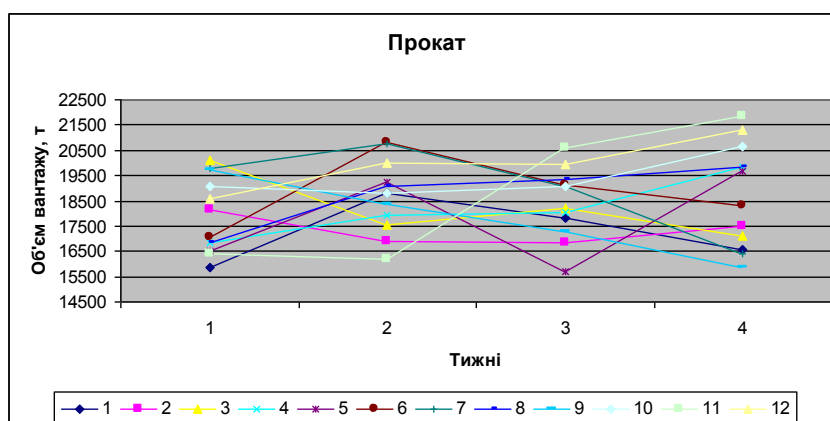
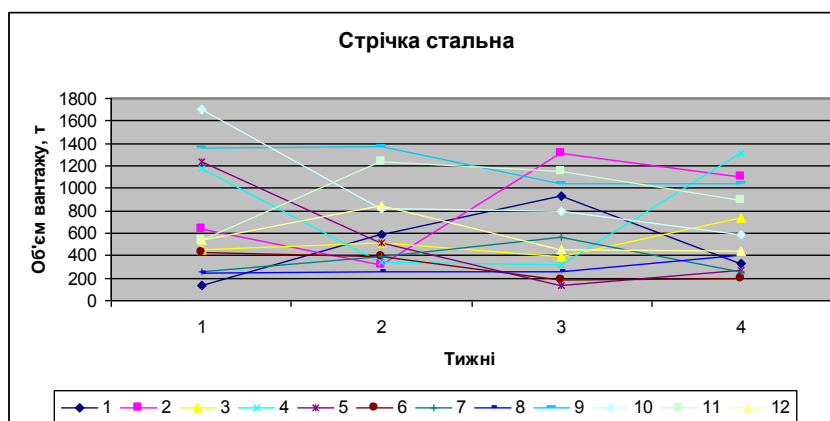
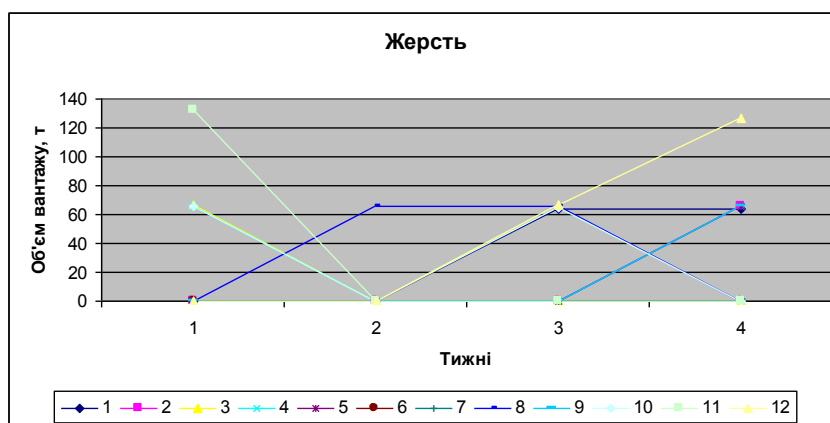


Рисунок 2.17 – Динаміка вантажопотоків по тижнево

2.4.3 Розподіл вантажопотоків по добам (добові інтервали часу t)

Розрахунок статистичних характеристик проводимо за ЕОМ у Excel [41]. Вантажопотоки та результати статистичних розрахунків у таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Статистичний комплекс вантажопотоків

Момент часу t (місяці)	Величина вантажопотоку, т			
	Жерсть	Стрічка стальна	Прокат	Загальний
1	2	3	4	5
1	64; 64	134; 197; 126; 68; 62; 62; 68; 136; 127; 267; 196; 69; 138; 69; 63; 65; 130; 64; 66; 259; 132; 119	2121; 2595; 2064; 3064; 3318; 2131; 2484; 1958; 2621; 3200; 2826; 2689; 2719; 2182; 2869; 2303; 2224; 2451; 2085; 2287; 2302; 2701; 1879; 2862; 3334; 1933; 2277; 2889; 1970; 3044; 2716	2121; 2595; 2198; 3261; 3444; 2199; 2546; 2020; 2689; 3200; 2963; 2817; 3050; 2378; 2869; 2372; 2362; 2520; 2085; 2350; 2432; 2701; 1879; 2992; 3398; 1933; 2277; 2955; 2229; 3177; 2834
2	66; 67	68; 69; 184; 330; 262; 259; 194; 204; 60; 332; 250; 65; 203; 66; 192; 68; 58; 332	3620; 2023; 2174; 2483; 2203; 1963; 2417; 2010; 1891; 2745; 1861; 2274; 2189; 3875; 2174; 2253; 3052; 1984; 3175; 2247; 2584; 2237; 2729; 2518; 2621; 3198; 3081; 3744	3687; 2092; 2174; 2483; 2203; 1963; 2601; 2340; 2153; 3004; 2055; 2478; 2249; 3875; 2506; 2569; 3052; 2049; 3378; 2313; 2776; 2305; 2729; 2518; 2621; 3265; 3139; 4076

Продовження таблиці 2.11

1	2	3	4	5
3	66	63; 259; 65; 67; 67; 65; 131; 135; 65; 202; 134; 65; 335; 195; 264; 134; 129; 67; 199; 194; 201	2360; 2213; 1195; 2700; 2935; 2808; 3331; 1995; 2814; 2556; 3229; 1941; 2785; 2858; 1971; 3067; 2306; 1177; 2433; 2802; 3378; 1564; 2572; 2331; 2481; 2856; 2560; 2474; 3943; 1420; 3153	2423; 2472; 1195; 2764; 2935; 2875; 3398; 1995; 2879; 2556; 3229; 2072; 2920; 2923; 1971; 3269; 2306; 1311; 2498; 2802; 3713; 1759; 2836; 2465; 2610; 2989; 2758; 2667; 3943; 1420; 3354
4	66	66; 71; 62; 191; 69; 62; 269; 202; 69; 57; 191; 465; 133; 129; 183; 266; 259; 261; 132; 129; 124; 130	1370; 2667; 2331; 3041; 2968; 3748; 2174; 1710; 2326; 3484; 1646; 3113; 2498; 2876; 3175; 2048; 3331; 2775; 1704; 2425; 3580; 1774; 2482; 2204; 2320; 3197; 2449; 2634; 3066; 2316	1370; 2667; 2397; 3112; 2968; 3810; 2365; 1710; 2326; 3553; 1646; 3175; 2767; 3077; 3244; 2105; 3588; 3240; 1837; 2554; 3580; 1957; 2748; 2462; 2581; 3329; 2578; 2634; 3190; 2447
5	66	69; 66; 137; 68; 66; 120; 67; 62; 61; 122; 131; 125; 68; 63; 55	2133; 3423; 3195; 2463; 1958; 1992; 1881; 2074; 2134; 2112; 2975; 3321; 2829; 2601; 2683; 3129; 1599; 1907; 3278; 2045; 2516; 2890; 2808; 2386; 4318; 2367; 2178; 3361; 3038; 3158; 3226	2133; 3423; 3195; 2463; 2027; 1992; 1881; 2074; 2201; 2112; 2975; 3458; 2895; 2669; 2750; 3129; 1599; 2027; 3278; 2111; 2578; 2950; 2930; 2517; 4318; 2492; 2246; 3361; 3038; 3222; 3281
6	-	68; 61; 63; 66; 64; 128; 64; 66; 125; 69; 68; 131; 257	3040; 2218; 2333; 2220; 3477; 2590; 2293; 2630; 2853; 1913; 2772; 2463; 3382; 3045; 2518; 2534; 2918; 2992; 2768; 2984; 2787; 3894; 1960; 4064; 2354; 3518; 2161; 3639; 2867; 3381	3107; 2218; 2333; 2220; 3538; 2590; 2293; 2630; 2916; 1978; 2836; 2463; 3382; 3045; 2646; 2598; 2918; 2992; 2768; 3050; 2787; 3894; 2085; 4133; 2422; 3650; 2161; 3639; 2867; 3637

Продовження таблиці 2.11

1	2	3	4	5
7	66; 66	67; 104; 134; 65; 136; 60; 60; 63; 62; 62; 135; 127; 61; 130; 69	2205; 3528; 1140; 2308; 2126; 2161; 3314; 2094; 1061; 2983; 2668; 1342; 3060; 2663; 2706; 1911; 1729; 3418; 1629; 2838; 2641; 3241; 1755; 3428; 3546; 3445; 2247; 2706; 3235; 3008; 3076	2205; 3595; 1244; 2442; 2126; 2226; 3450; 2094; 1122; 2983; 2668; 1342; 3120; 2725; 2767; 1973; 1729; 3418; 1629; 2904; 2776; 3241; 1755; 3428; 3673; 3445; 2308; 2836; 3235; 3143; 3076
8	-	66; 67; 65; 201; 330; 128; 195; 511; 194; 200; 452; 201; 130; 191; 194; 324; 130; 56; 131; 264; 133; 187	1635; 2827; 2751; 3031; 3018; 2731; 3112; 2359; 3118; 2811; 2820; 2885; 2701; 2488; 2881; 3352; 2793; 2629; 2522; 2649; 2166; 2277; 2406; 3759; 1991; 2323; 2028; 2386; 2356; 2301; 2570	1635; 2894; 2751; 3031; 3086; 2731; 3177; 2561; 3118; 3141; 2948; 3081; 3212; 2488; 3075; 3553; 3245; 2830; 2652; 2840; 2166; 2471; 2731; 3890; 2048; 2323; 2159; 2650; 2489; 2301; 2757
9	66; 65	122; 69; 334; 332; 465; 252; 264; 131; 263; 334; 203; 66; 258; 61; 113; 118; 118; 128; 64; 238; 187; 61; 61; 126; 268	1380; 2998; 1612; 2786; 2231; 2546; 2926; 2631; 2330; 2912; 2145; 3569; 2121; 3993; 1592; 2496; 1911; 3685; 3002; 1437; 3696; 2085; 2924; 3091; 2761; 3075; 3094; 2148; 2911; 3559	1380; 3121; 1681; 3120; 2563; 3011; 3178; 2895; 2527; 3174; 2145; 3902; 2121; 4196; 1658; 2754; 1973; 3799; 3120; 1556; 3824; 2085; 2988; 3330; 2948; 3201; 3155; 2148; 3037; 3828
10	66; 66; 66	131; 70; 62; 67; 135; 199; 196; 264; 66; 130; 68; 331; 187; 129; 647; 189; 118; 67; 205; 62; 186; 119; 64; 262	3597; 2857; 2460; 2820; 1448; 2777; 2517; 1514; 2698; 2652; 2371; 2948; 2108; 1820; 2554; 2930; 1460; 2886; 2859; 2950; 3116; 3513; 1743; 3553; 2540; 3012; 2966; 3800; 1341; 4293; 3917	3663; 2989; 2460; 2890; 1448; 2839; 2650; 1514; 2899; 2850; 2567; 3212; 2174; 1950; 2622; 3261; 1647; 3015; 3506; 3139; 3233; 3580; 1743; 3553; 2745; 3074; 3152; 3919; 1405; 4555; 3917

Продовження таблиці 2.11

1	2	3	4	5
11	66; 63; 63	136; 135; 267; 61; 66; 69; 201; 184; 261; 132; 130; 62; 67; 63; 64; 61; 128; 123; 66; 124	1798; 2485; 3161; 3400; 3191; 2873; 1690; 3213; 2928; 3032; 1806; 2686; 3045; 3286; 2523; 4382; 1941; 2694; 2352; 3026; 3013; 3125; 2840; 2238; 3122; 2958; 2992; 4006; 2228; 2985	1798; 2485; 3161; 3536; 3326; 3140; 1690; 3274; 2994; 3100; 2007; 2870; 3045; 3546; 2523; 4514; 2072; 2756; 2418; 3093; 3076; 3190; 2901; 2430; 3185; 3081; 3058; 4006; 2228; 3109
12	66; 66	191; 61; 201; 126; 131; 65; 195; 130; 62; 65; 61; 61; 62; 69; 126; 131; 201	2531; 2226; 3365; 2355; 3166; 3053; 1489; 2499; 2641; 3102; 2617; 2944; 1849; 4001; 2715; 2476; 2926; 2925; 2123; 3551; 3618; 2612; 1984; 3420; 2991; 3490; 3235; 2810; 2777; 3357; 3017	2531; 2226; 3365; 2355; 3357; 3115; 1489; 2700; 2766; 3102; 2748; 3010; 1849; 4196; 2845; 2476; 2988; 2990; 2123; 3613; 3679; 2612; 2112; 3486; 3060; 3490; 3235; 2810; 2903; 3488; 3218
Статистичні характеристики				
$\tilde{m}_Q$	65,44	143,11	2652,44	2747,59
$\tilde{D}_Q$	1,12	8888,43	374214,59	395824,32
$\tilde{\delta}_Q$	1,06	94,28	611,73	629,15
ν	1,62	65,88	23,06	22,90

Графічне зображення динаміки вантажопотоків для 12 місяців по кожному місяцю по 4 на одному графіку представлені на рис. 2.18.

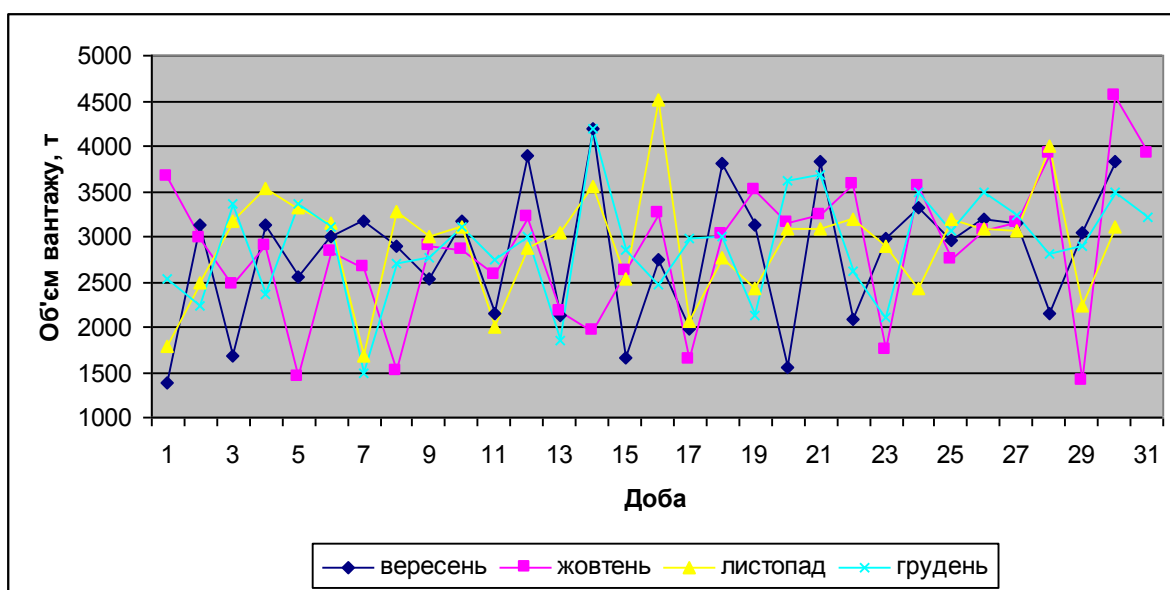
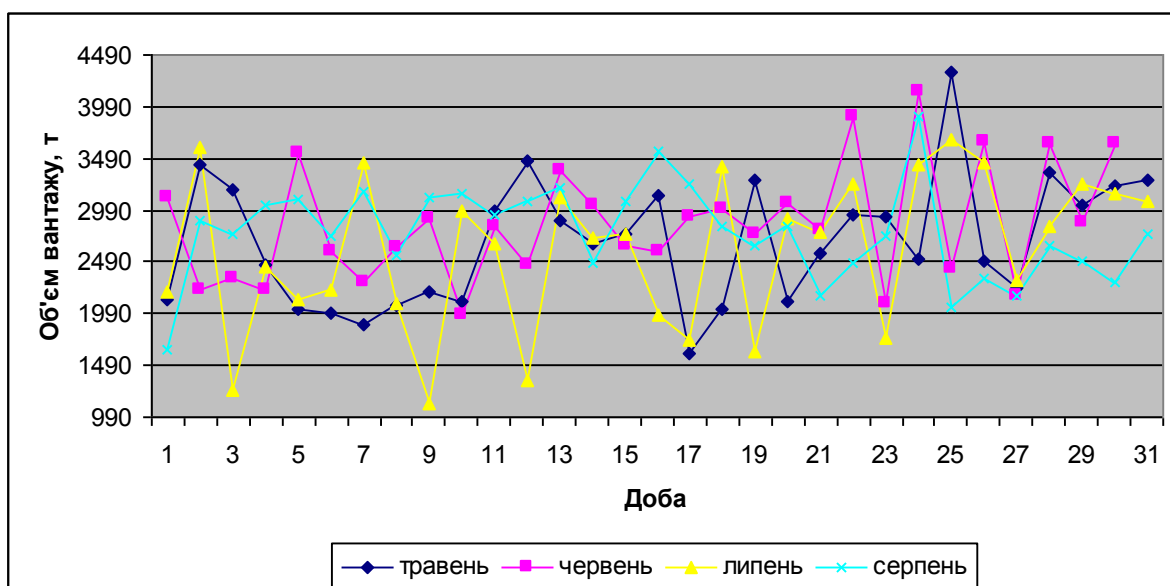
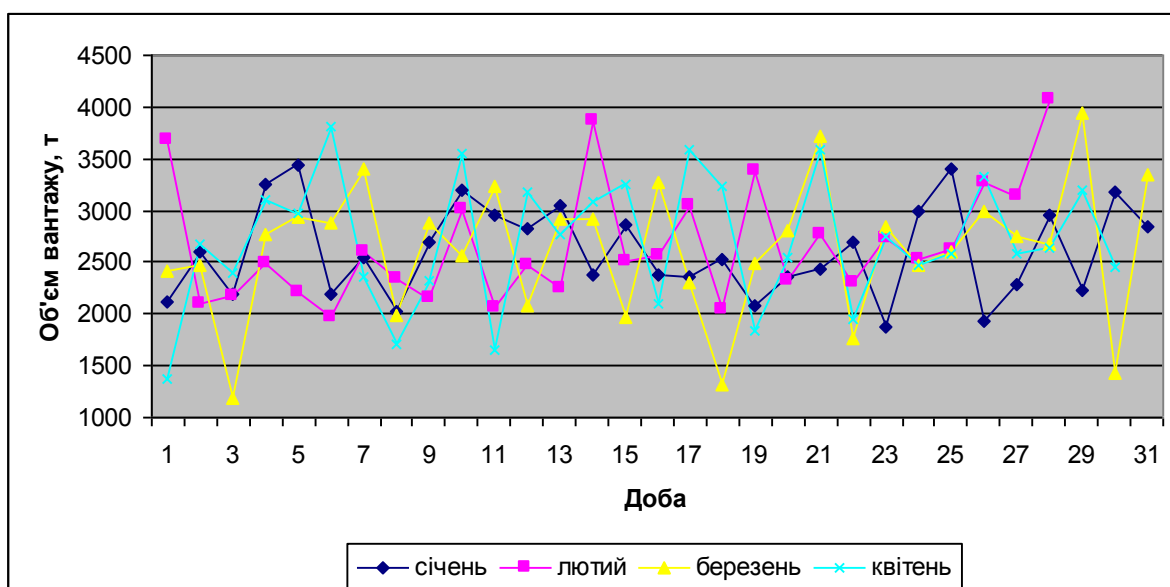


Рисунок 2.18 – Динаміка вантажопотоків для 12 місяців року

2.5 Кореляційний аналіз річного періоду планування

У тимчасових рядах майже завжди спостерігається явище, зване автокореляцією. Автокореляція між рівнями часового ряду з'являється при наявності у тимчасовому ряді тренда, циклічного чи складного компонента. Тому маючи дані про автокореляційну функцію можна визначити лаг, при якому автокореляція найвища, а отже, і лаг, при якому зв'язок між поточним і попереднім рівнями часового ряду найбільш тісний [43].

Нормована автокореляційна функція [44]:

$$\tilde{\rho}_Q(t_k) = \frac{\sum_{i=1}^n [(q_i(t_k) - \tilde{m}_Q(t_k)) \cdot (q_i(t_r) - \tilde{m}_Q(t_r))]}{\tilde{\delta}_Q(t_k) \cdot \tilde{\delta}_Q(t_r)}. \quad (2.5)$$

Аналіз проведемо графічним методом. Графічний метод аналізу дозволяє зробити попередні висновки о характері процесу, котрі потім можуть бути перевірені і уточнені за допомогою розрахунку конкретних характеристик ряду. По графіку часового ряду можливо впевнено визначити [41]:

- наявність тренду та його характер;
- наявність складних і циклічних компонентів.

При аналізі також використовується допоміжні графіки для числових характеристик ряду [41]:

- автокореляційної функції (АКФ);
- частної автокореляційної функції (ЧАКФ).

При графічному зображенні функції автокореляції або часткової автокореляції с двох сторін від основного графіку показують дві граничні лінії, котрі характеризують довірчу зону (трубку) для нульової автокореляції розглянутих функцій. Вихід значення кореляційних функцій за межі трубки

розглядається як указання на значимість автокореляції на відповідному лагі [44].

2.5.1 Розподіл вантажопотоків по місячним інтервалам

Усі розрахунки та побудову графіків автокореляційних та частної автокореляційних функцій проводимо за допомогою програмного забезпечення STATISTICA 7.7 [42]. Вихідними даними є вантажопотоки по трьом видам вантажів: жерсть, стрічка стальна, прокат та загальний для всіх видів вантажів разом, що приведені у таблицях 2.2, 2.2, 2.4, 2.5.

За допомогою модуля *Time Series/Forecasting* – Аналіз часових рядів та прогнозування дозволяє за результатами спостережень за минулий проміжок часу спрогнозувати значення даних на наступні періоди [42].

У вікні *Time Series Analysis* відкриємо модуль *ARIMA & autocorrelation functions* - АРПСС і автокореляційних функції. Основні параметри моделі [42]:

p - Autoregressive - регулярний параметр авторегресії,

Q - Sesonal - сезонний параметр ковзаючого середнього.

Параметри моделі підбираються емпірично, якість різних моделей порівнюється за характеристиками залишків - різниці змодельованих і фактичних значень. У хорошій моделі взаємозв'язок залишків низька, графіки автокореляційної і частної автокореляційної функції не перевищують допустимих меж. У блоці *Autocorrelations* можна подивитися автокореляційну (*Autocorrelations*) і частково автокореляційну (*Partial autocorrs*) функції, це необхідно для визначення параметрів моделі і зміни параметрів змінних до обробки [42].

Графік автокорелограм та часткових автокорелограм за рік для жерсті, стрічки, прокату та загальний наведено на рисунку 2.19 а), б), 2.20 а), б), 2.21 а), б), 2.22 а), б) відповідно.

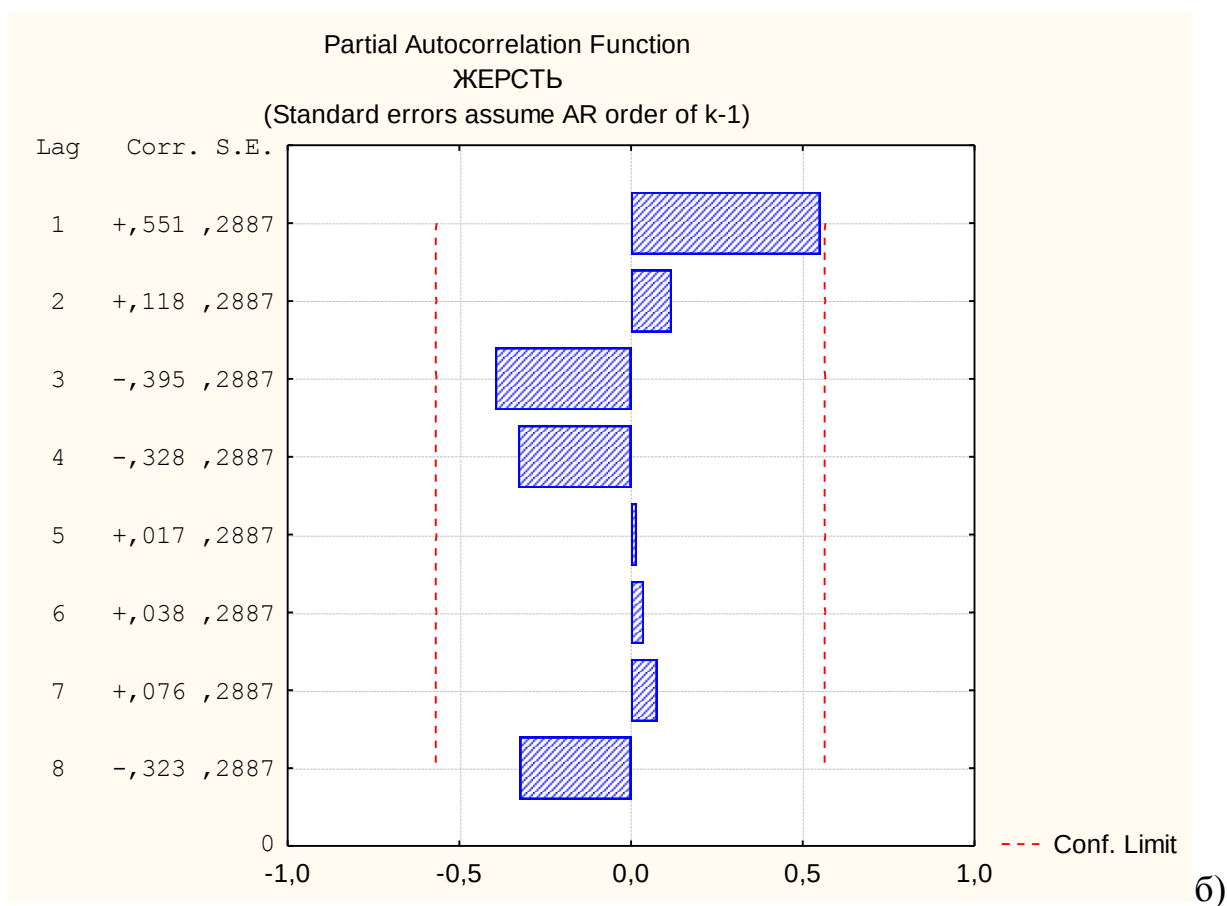
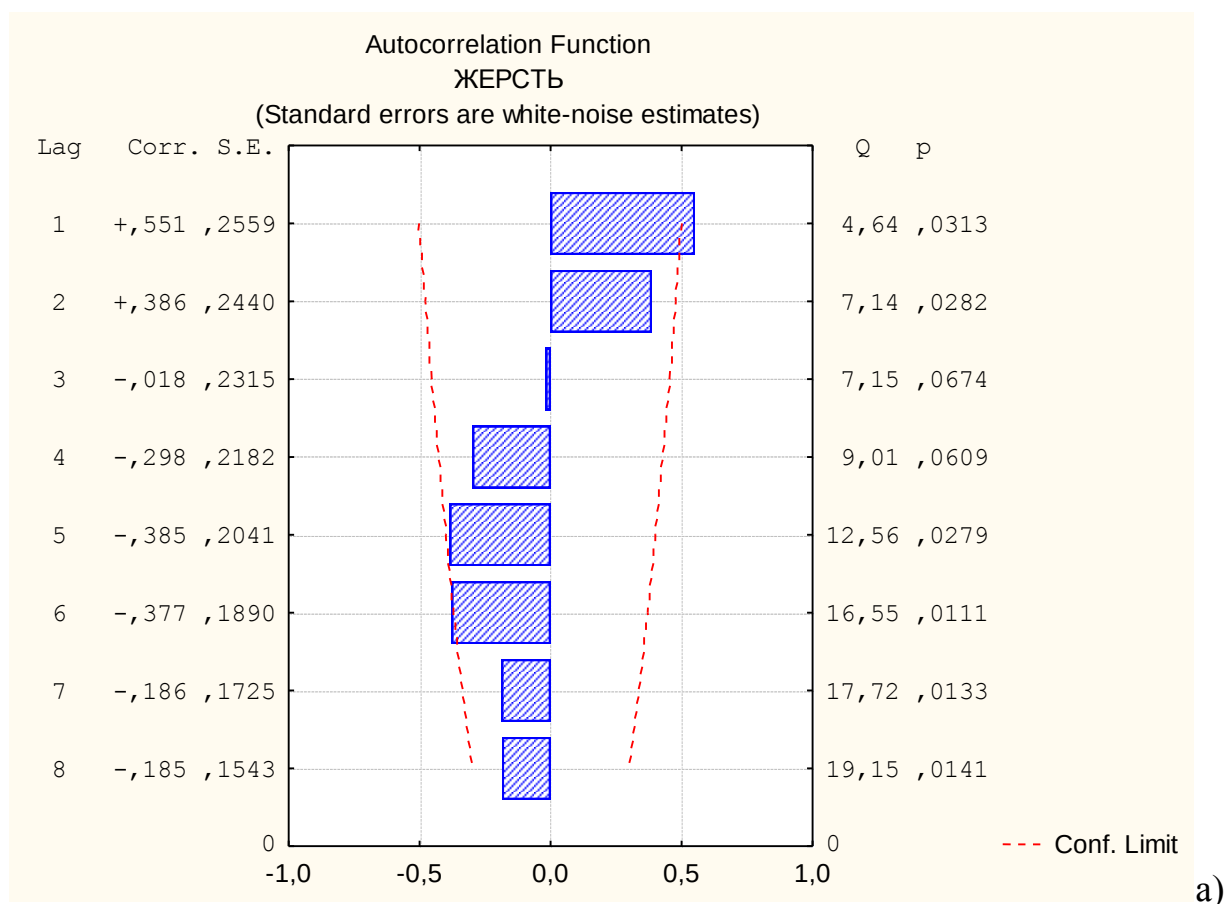


Рисунок 2.19 – Динаміка жерсті за рік: а) АКФ и б) ЧАКФ

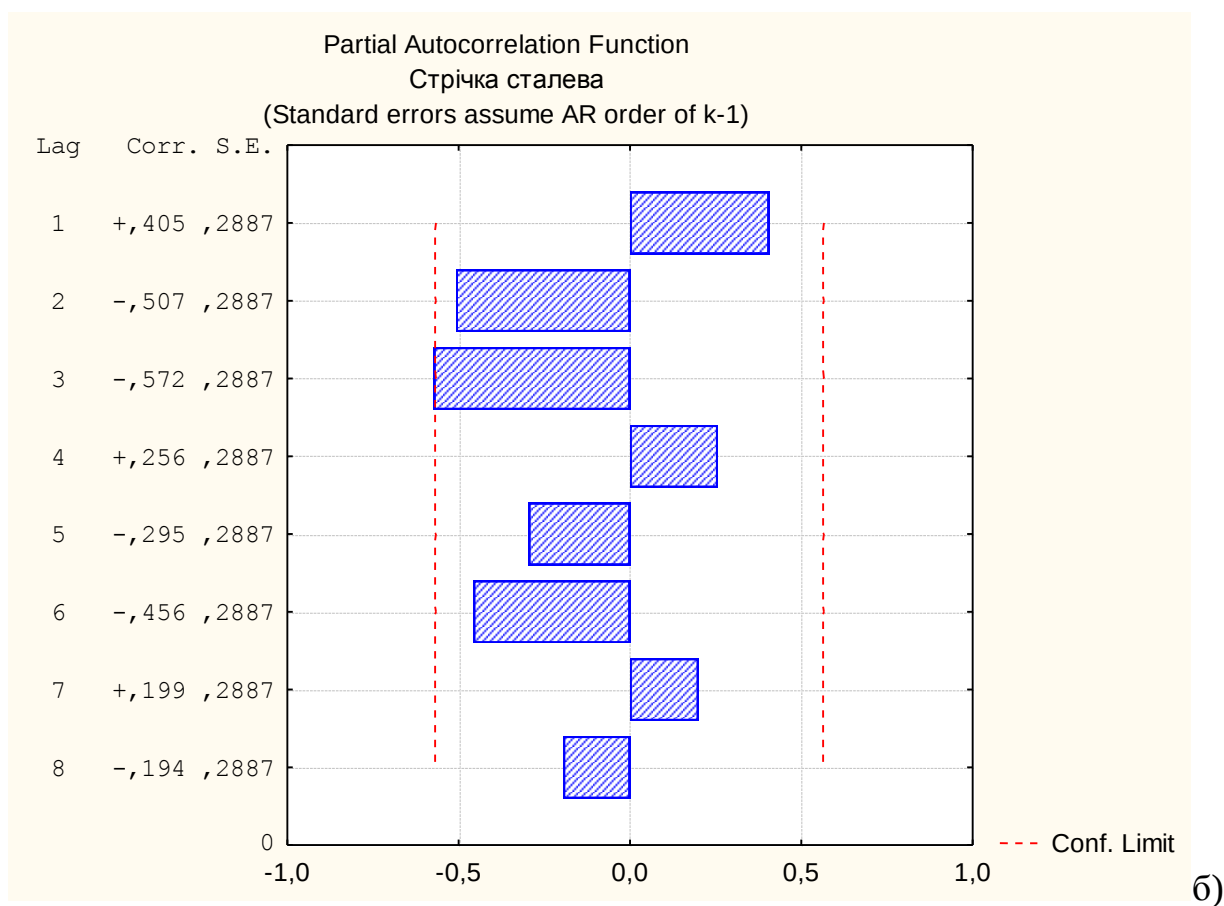
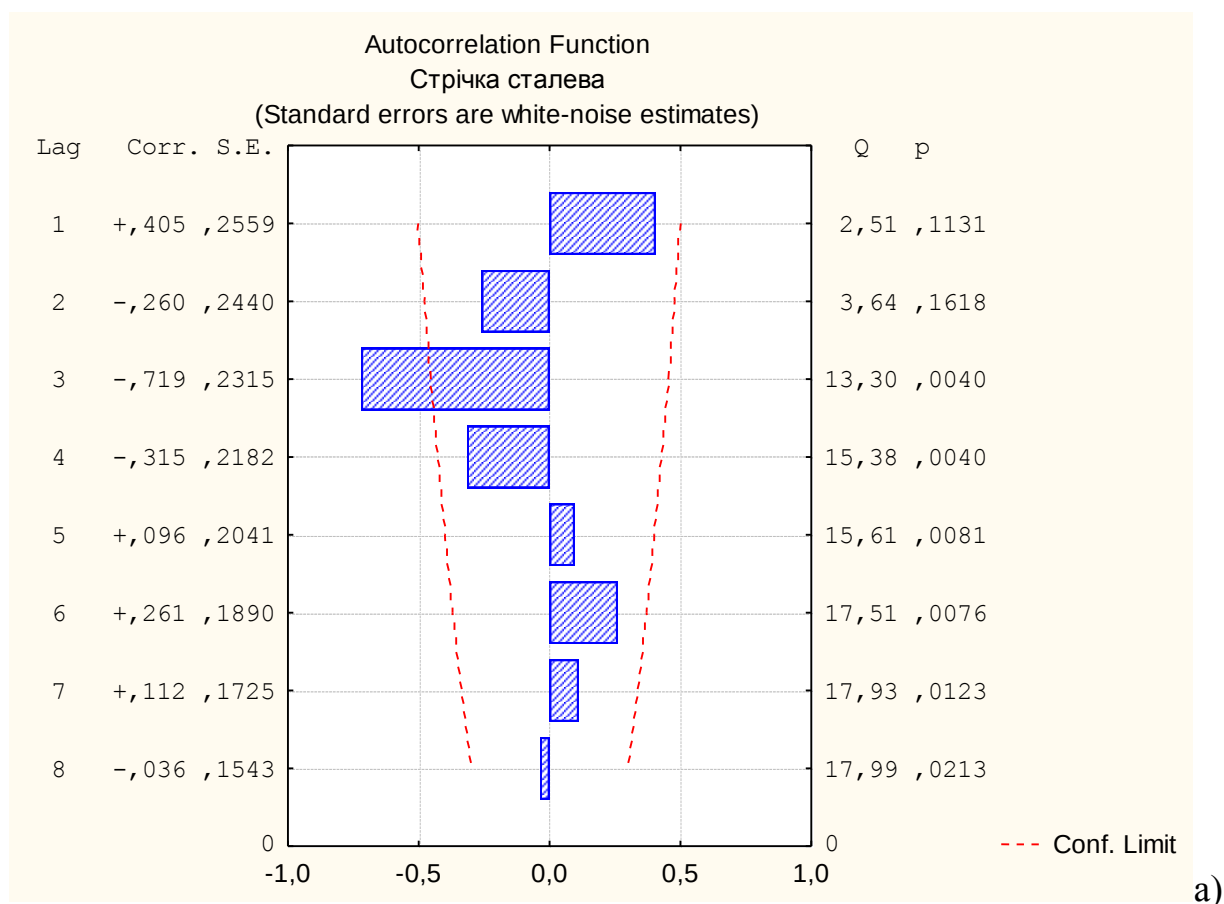


Рисунок 2.20 – Динаміка стрічки за рік: а) АКФ и б) ЧАКФ

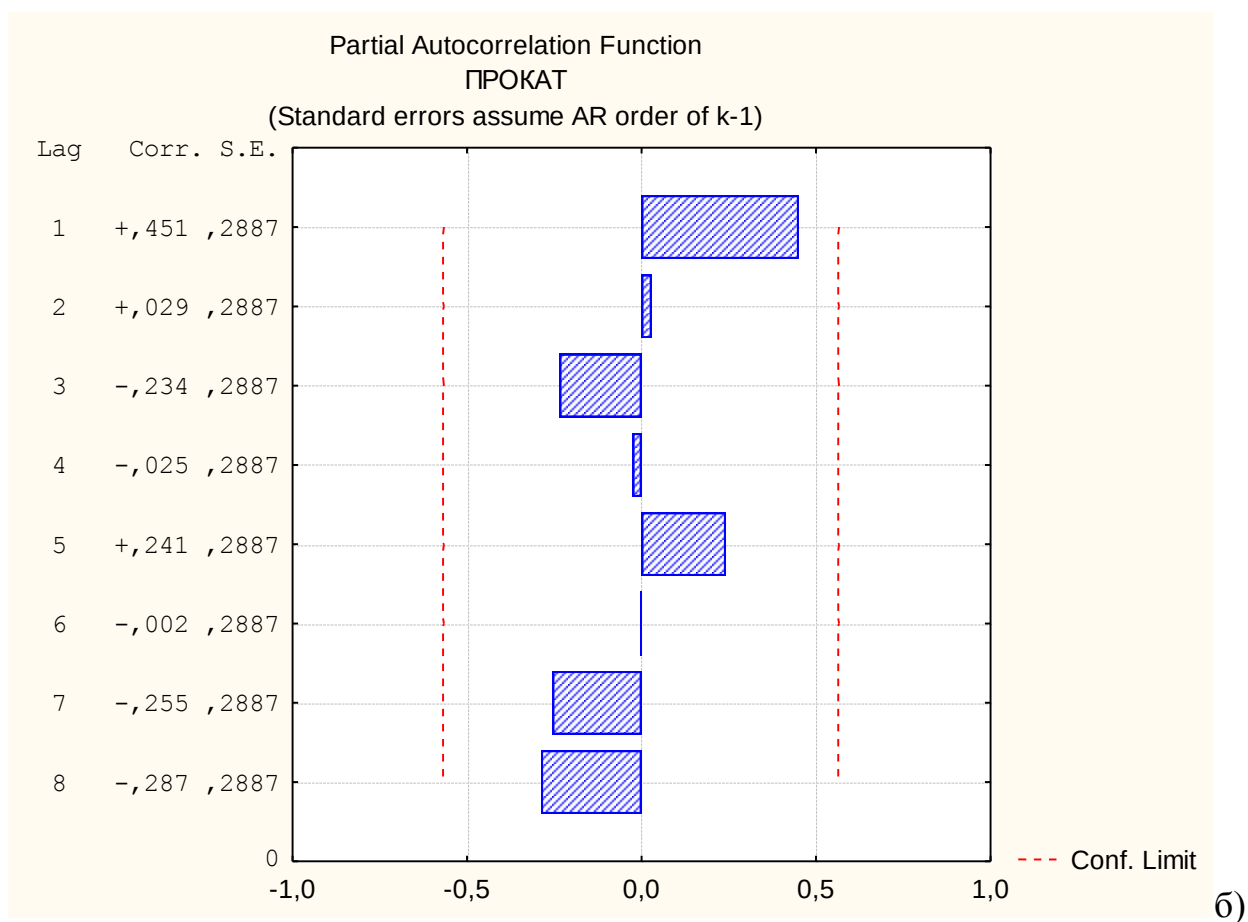
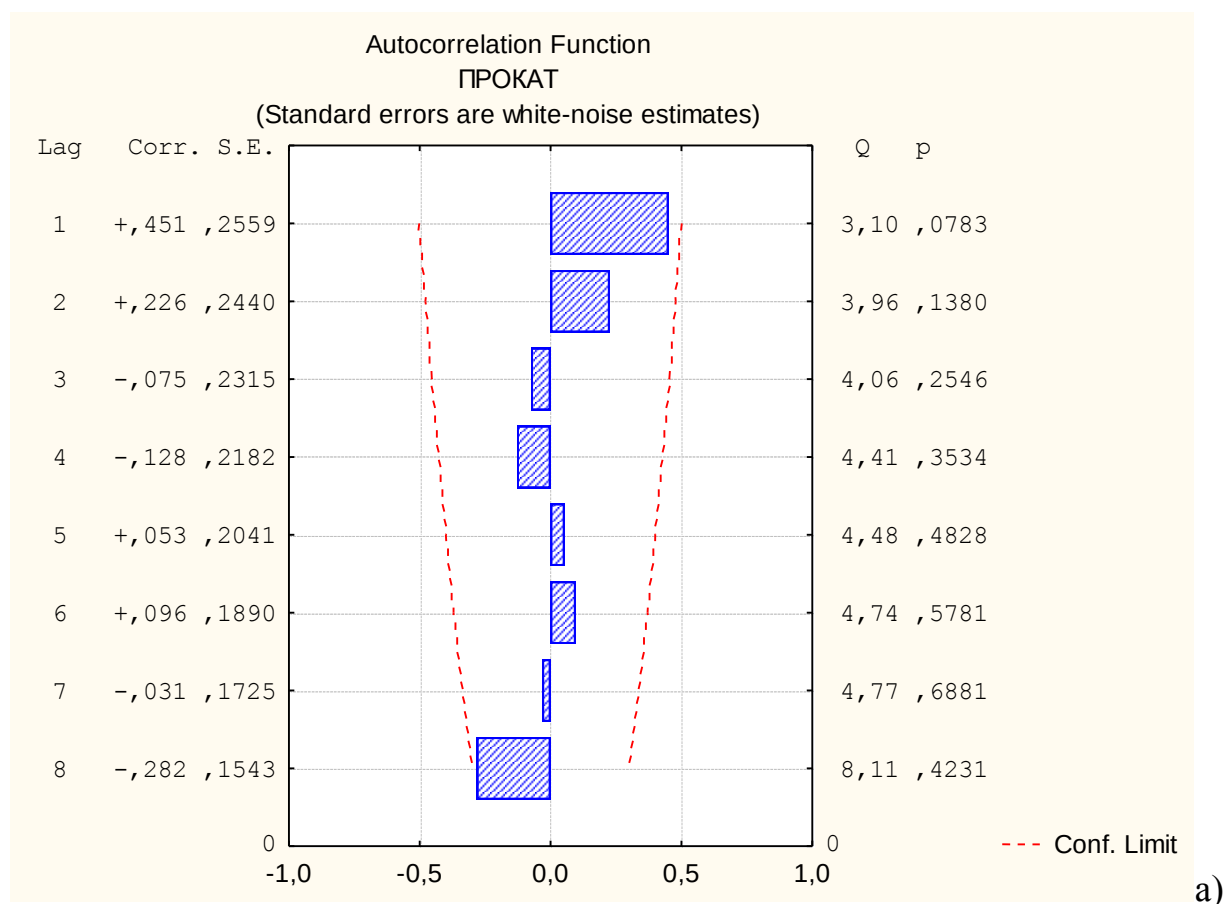


Рисунок 2.21 – Динаміка прокату за рік: а) АКФ и б) ЧАКФ

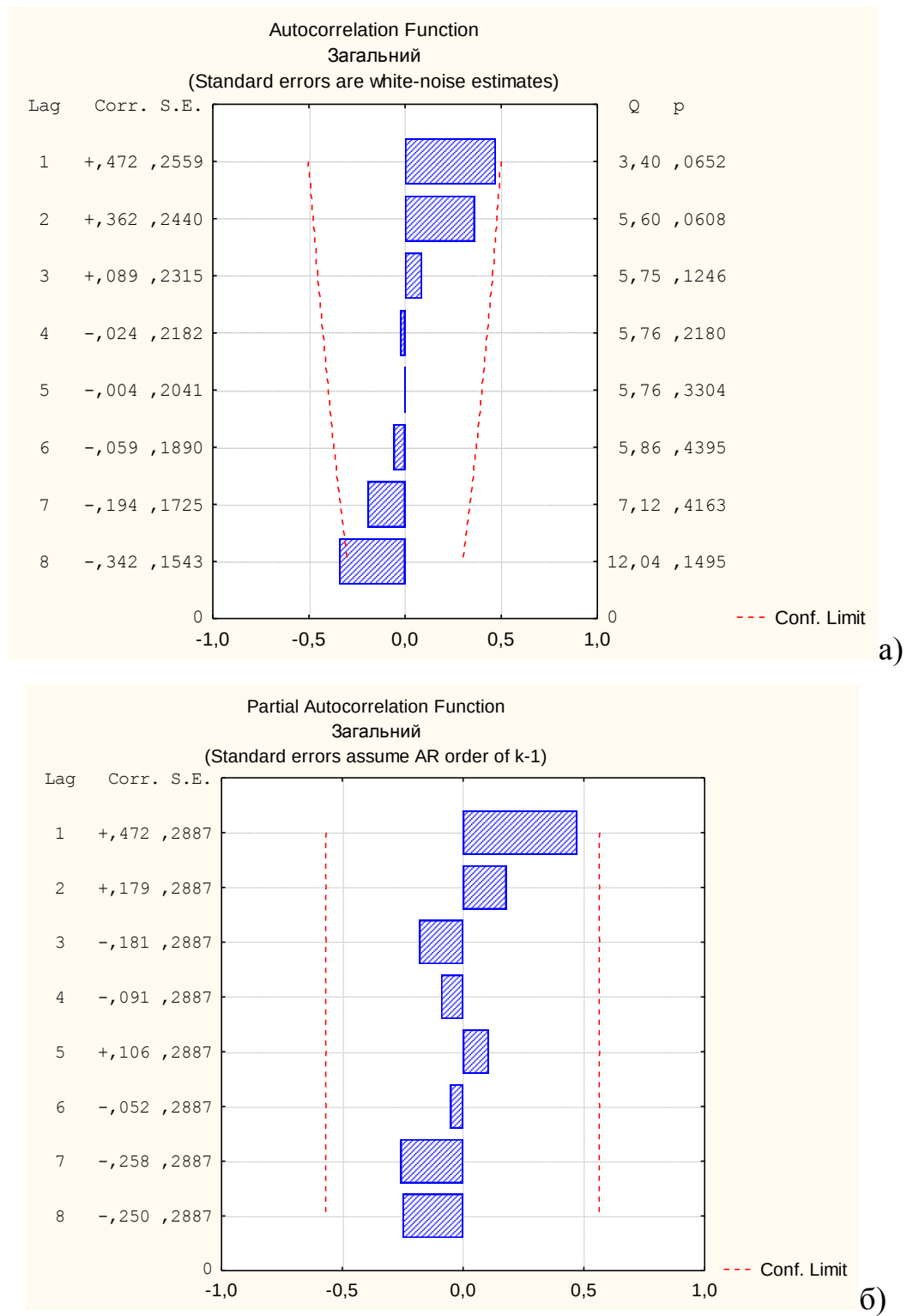


Рисунок 2.22 – Загальна динаміка за рік: а) АКФ и б) ЧАКФ

2.5.2 Розподіл вантажопотоків по декадним інтервалам

Графіки автокореляційних та частної автокореляційних функцій проводимо за допомогою програмного забезпечення STATISTICA [44].

Вихідними даними у таблицях 2.2, 2.2, 2.4, 2.5. Аналогічно як і у розділі 2.6.1. Графіки корелограм на рис. 2.23 а), б), 2.24 а), б), 2.25 а), б), 2.26 а), б).

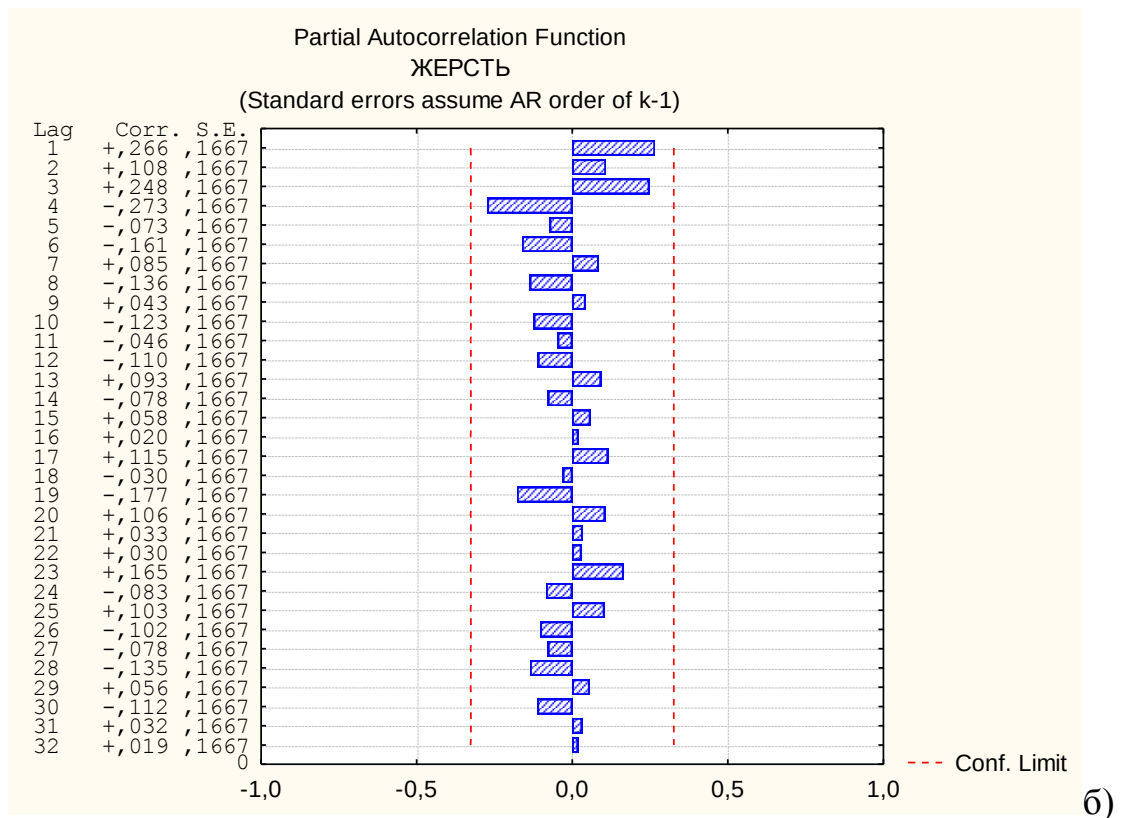
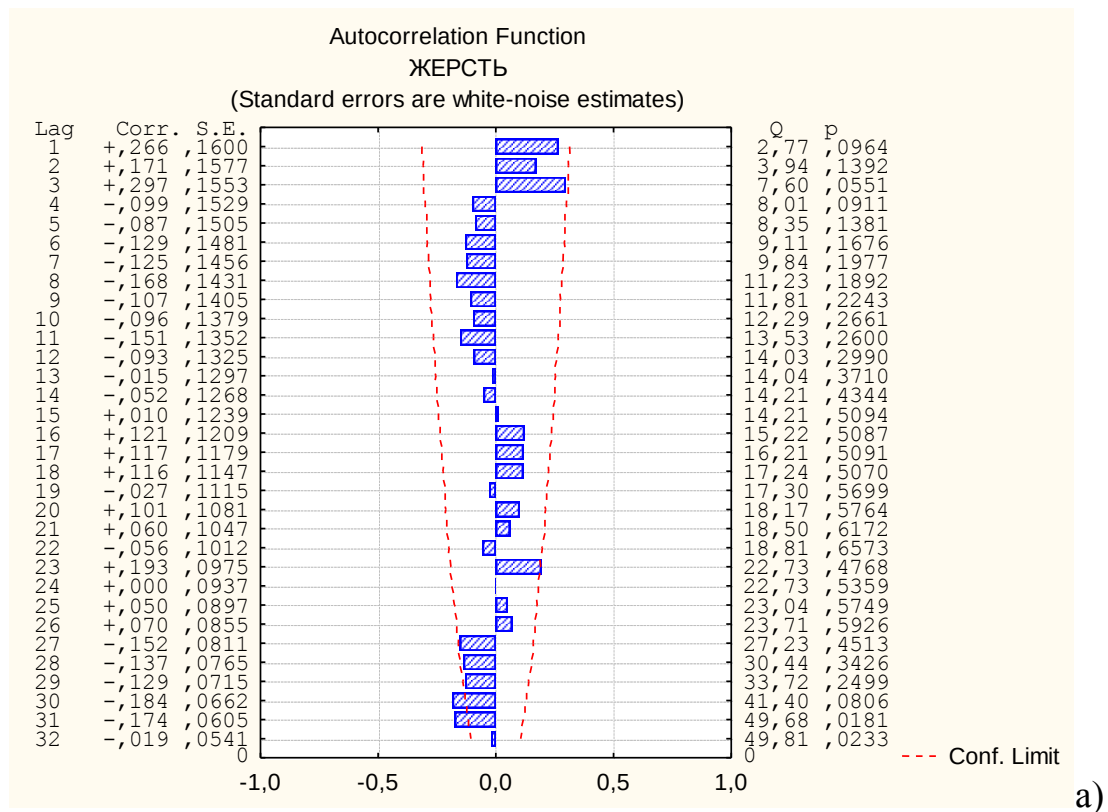


Рисунок 2.23 – Динаміка жерсті за рік: а) АКФ и б) ЧАКФ

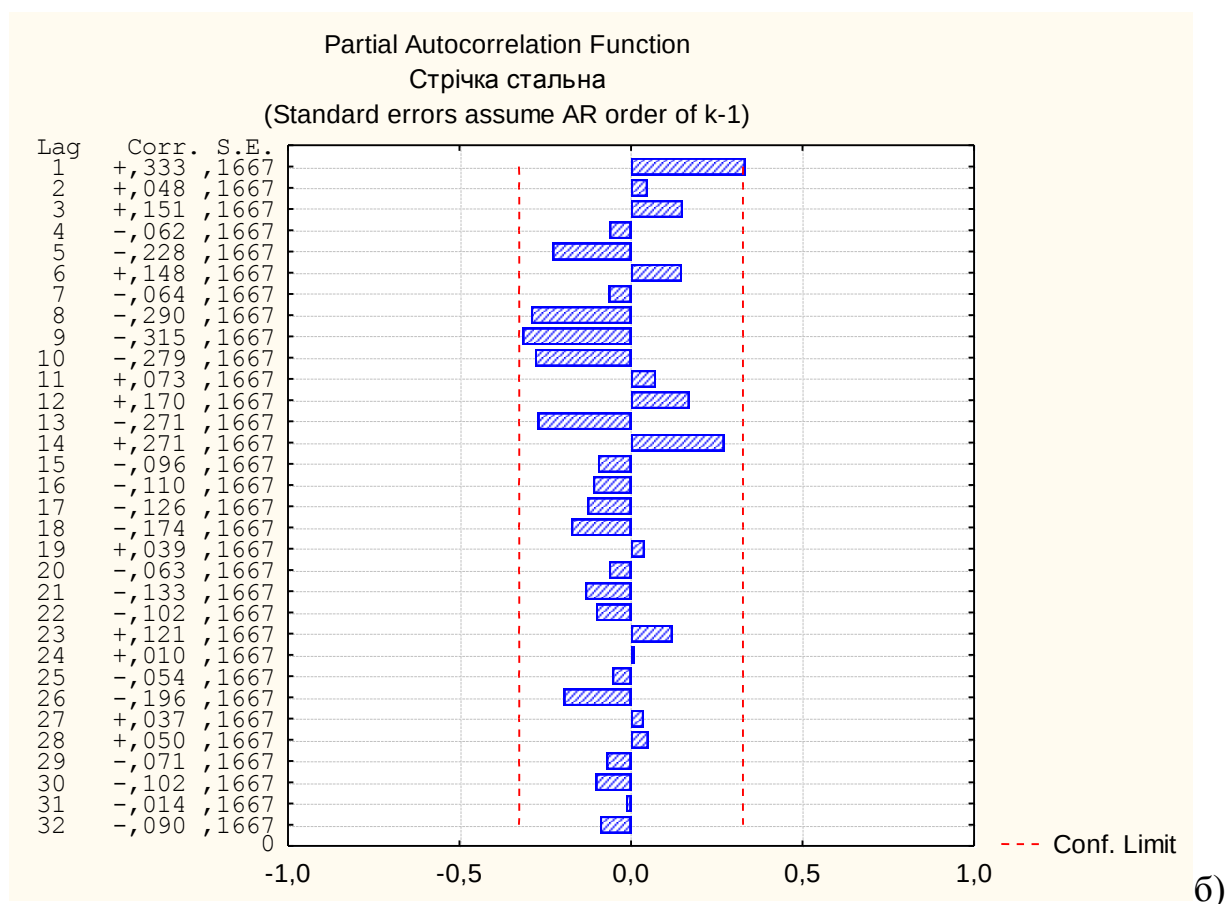
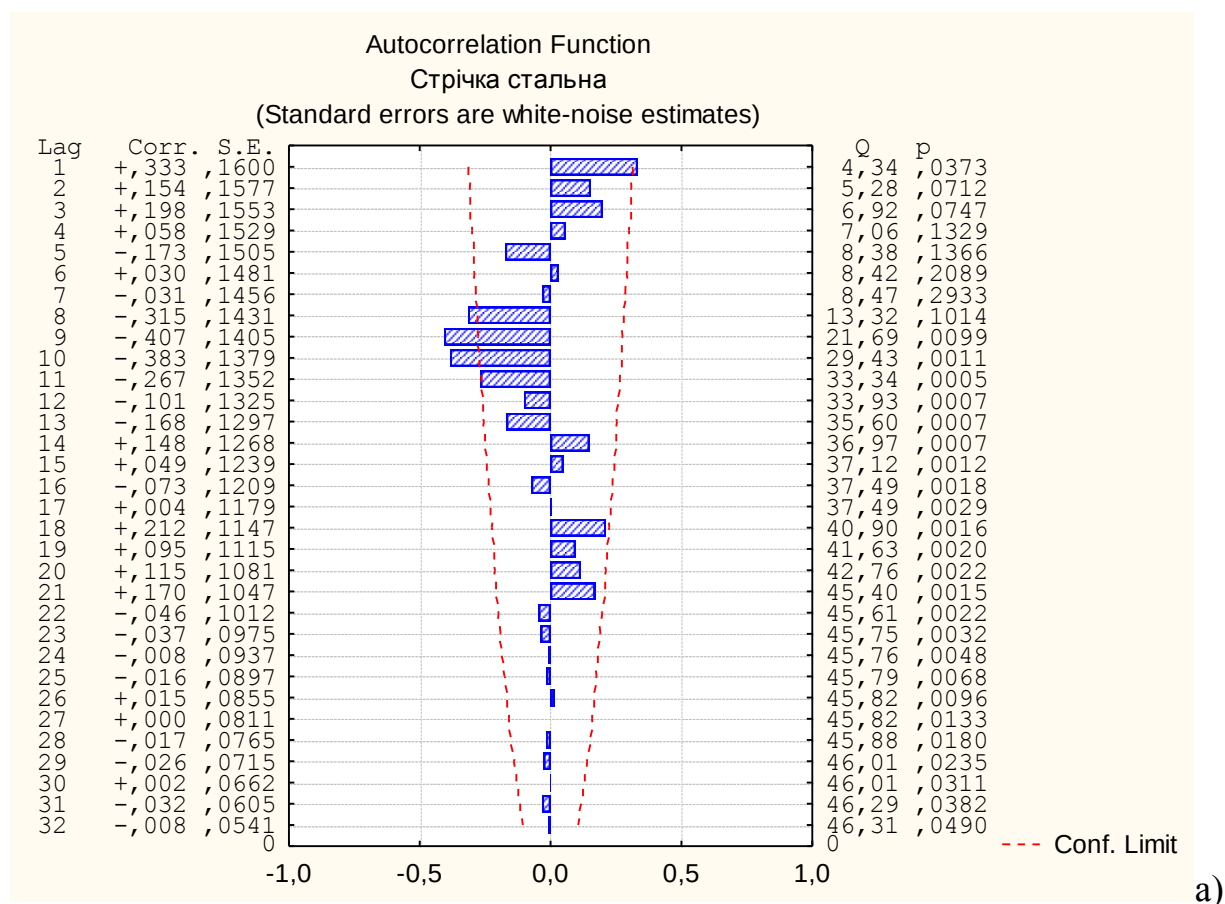


Рисунок 2.24 – Динаміка стрічки за рік: а) АКФ и б) ЧАКФ

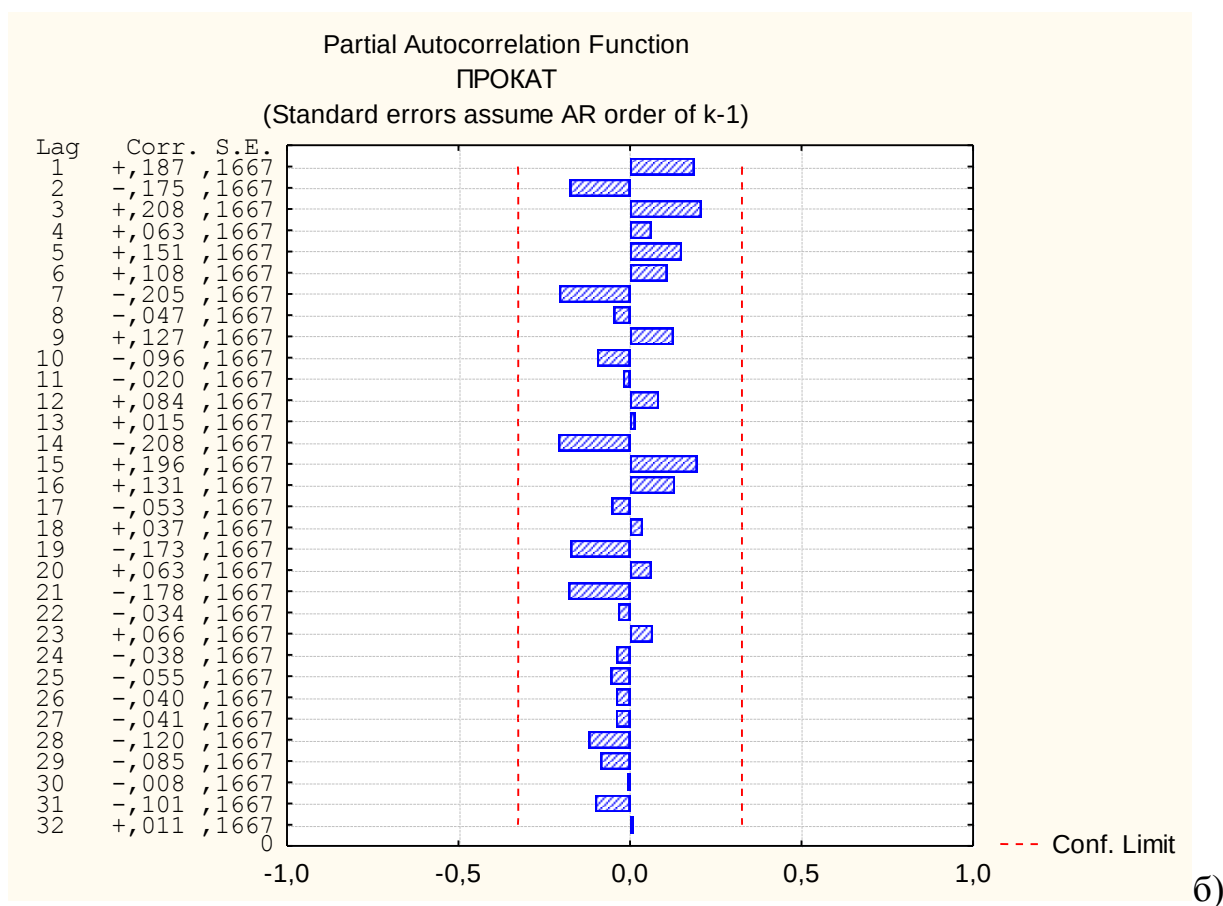
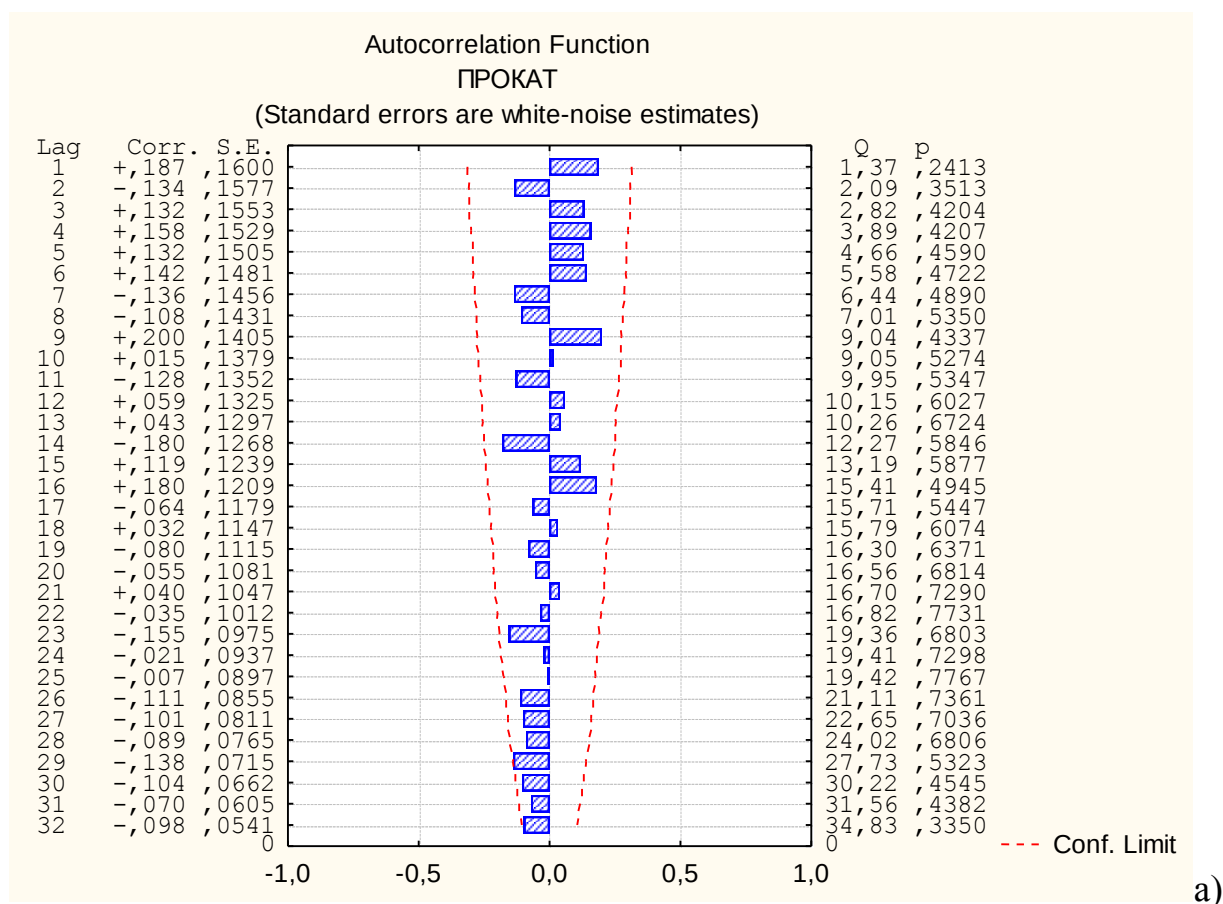


Рисунок 2.25 – Динаміка прокату за рік: а) АКФ и б) ЧАКФ

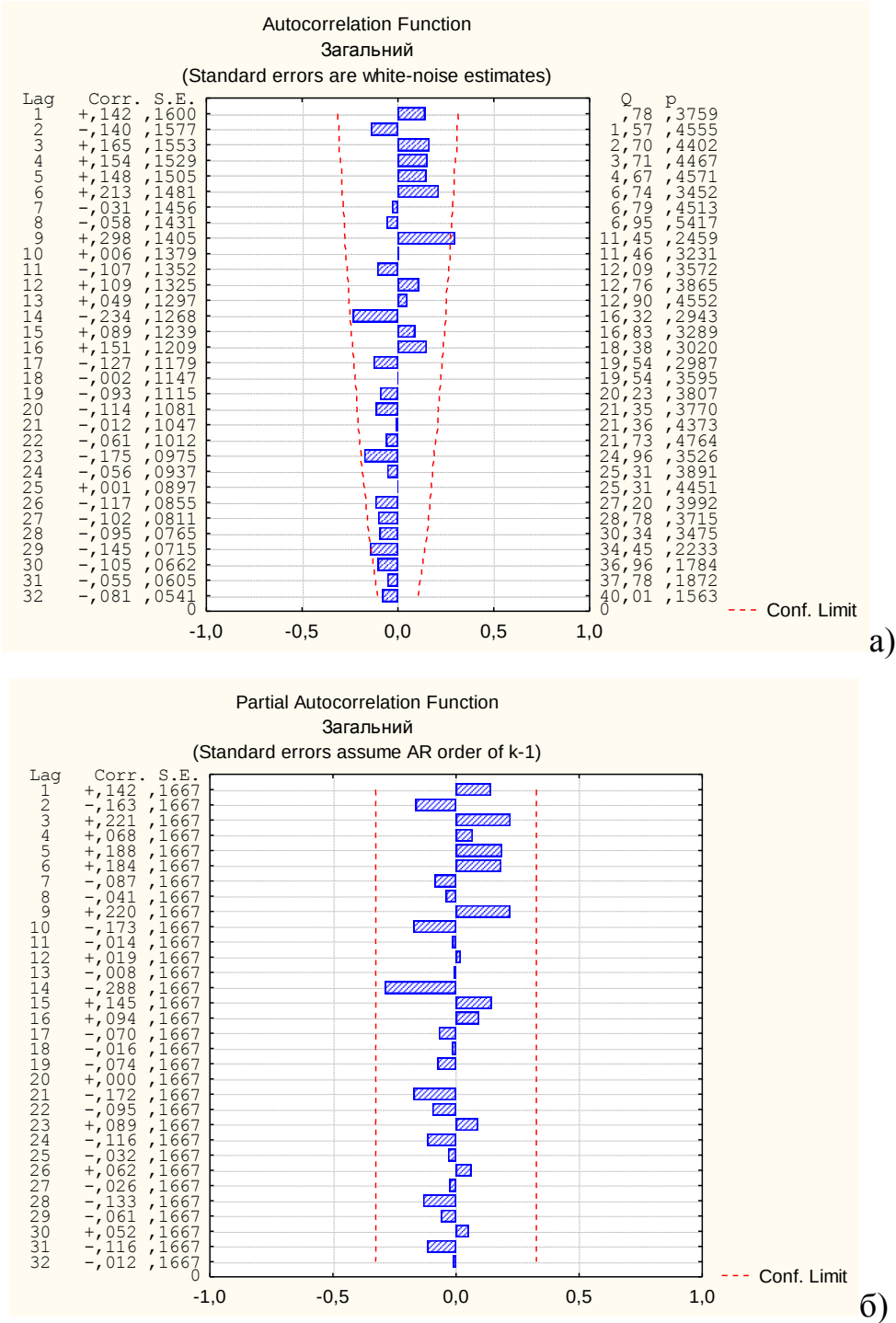


Рисунок 2.26 – Динаміка загальний за рік: а) АКФ и б) ЧАКФ

2.5.3 Розподіл вантажопотоків по тижневим інтервалам

Графіки АКФ та ЧАКФ проводимо за допомогою STATISTICA 7.7 [41]. Вихідними даними є жерсть, стрічка стальна, прокат та загальний для всіх видів вантажів разом, що приведені у таблицях 2.2, 2.2, 2.4, 2.5. Аналогічно

як і у розділі 2.6.1. Графіки наведено на рис. 2.27 а), б), 2.28 а), б), 2.29 а), б), 2.30 а), б).

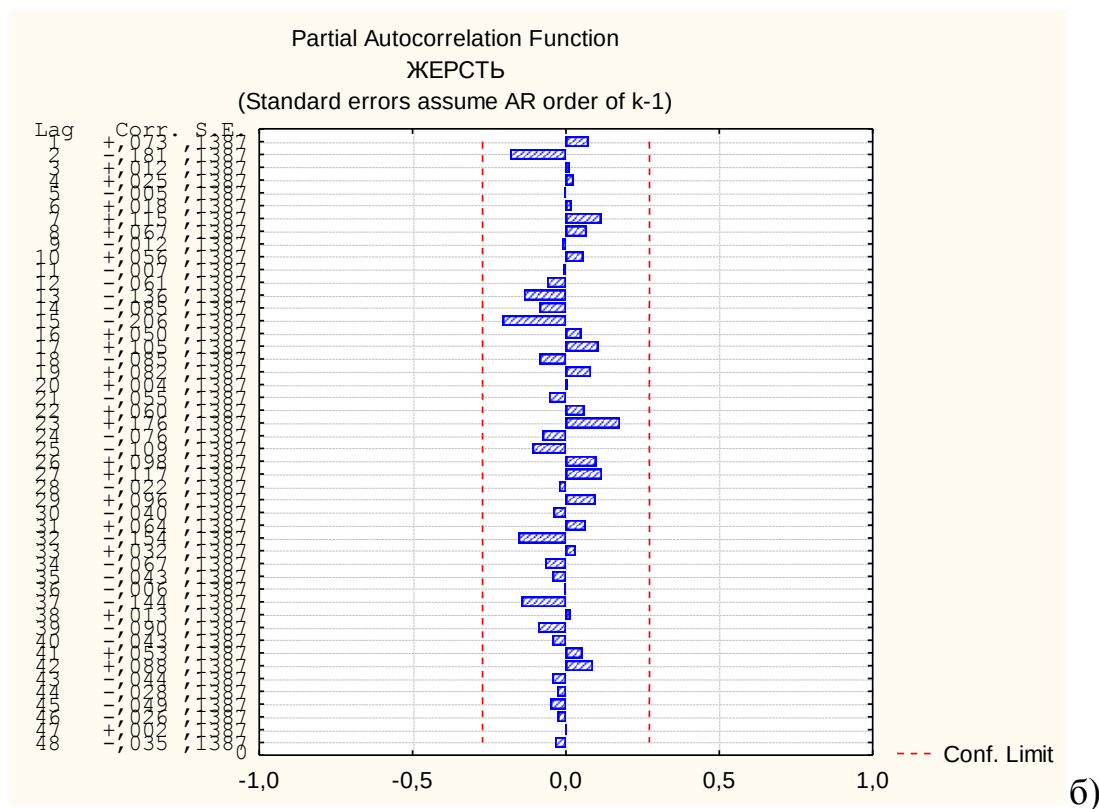
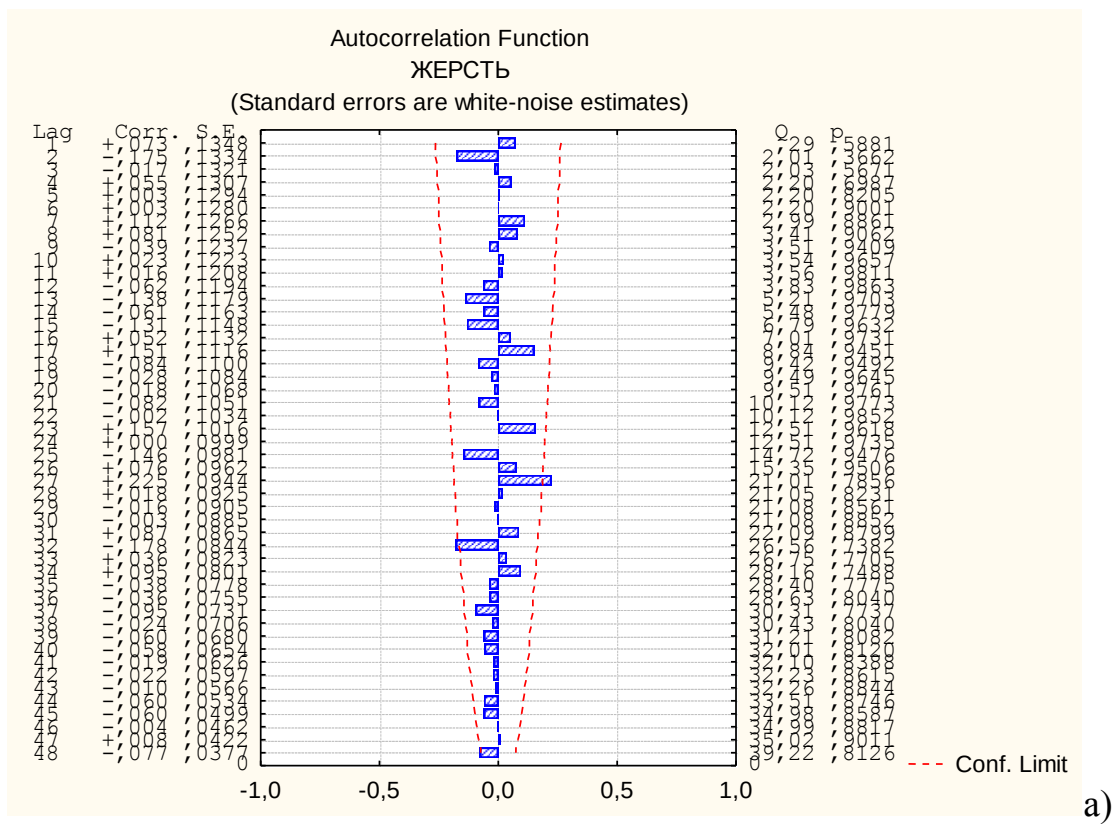


Рисунок 2.27 – Динаміка вантажопотоку жерсті за рік: а) АКФ и б) ЧАКФ

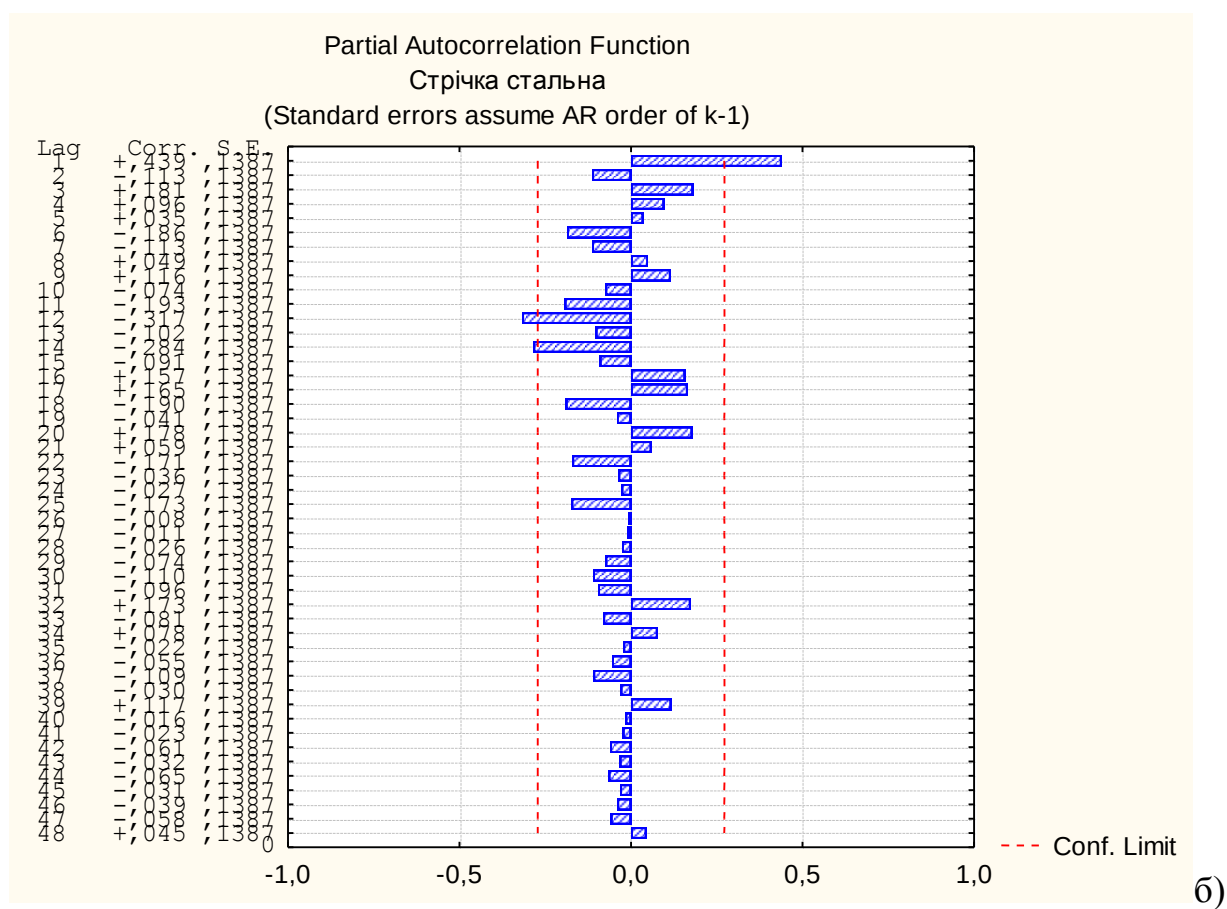
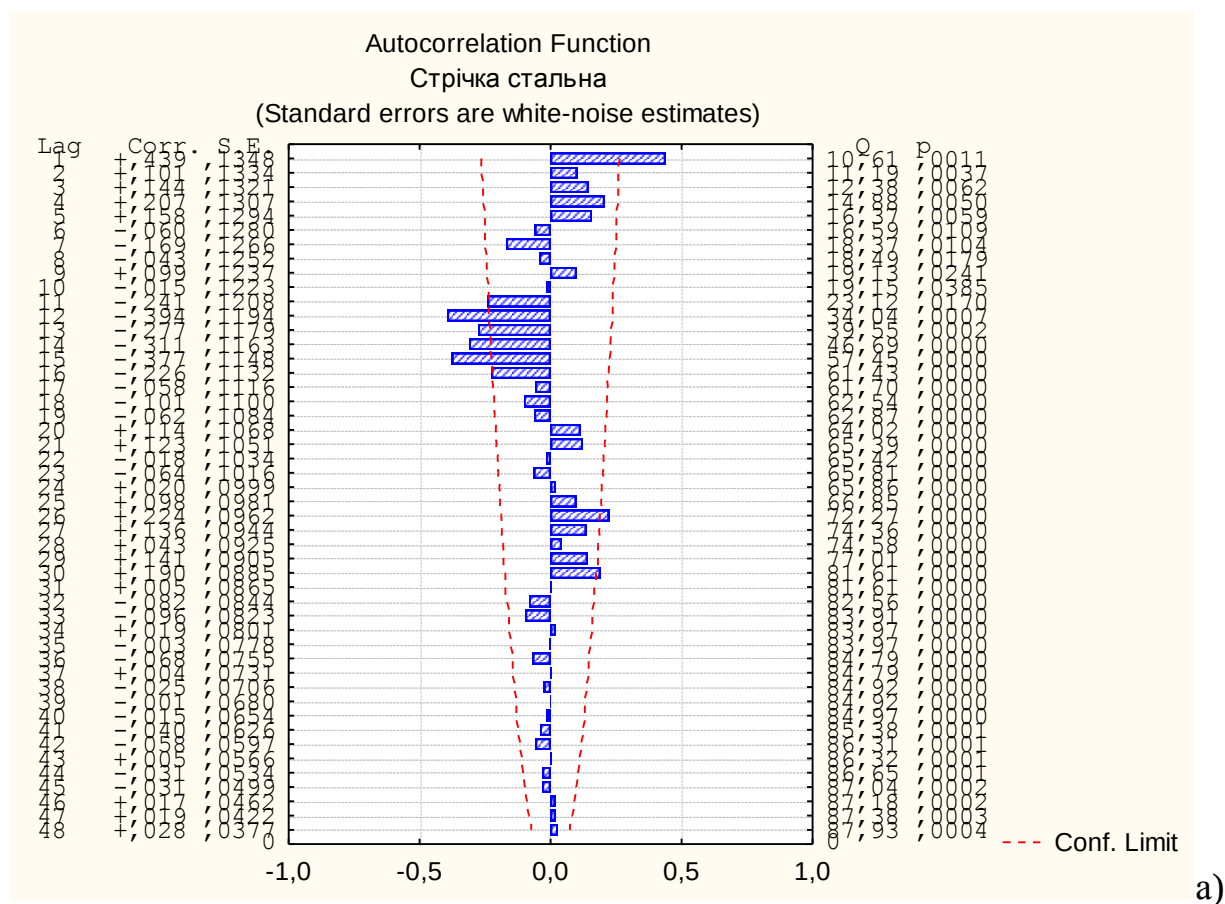


Рисунок 2.28 – Динаміка стрічки за рік: а) АКФ и б) ЧАКФ

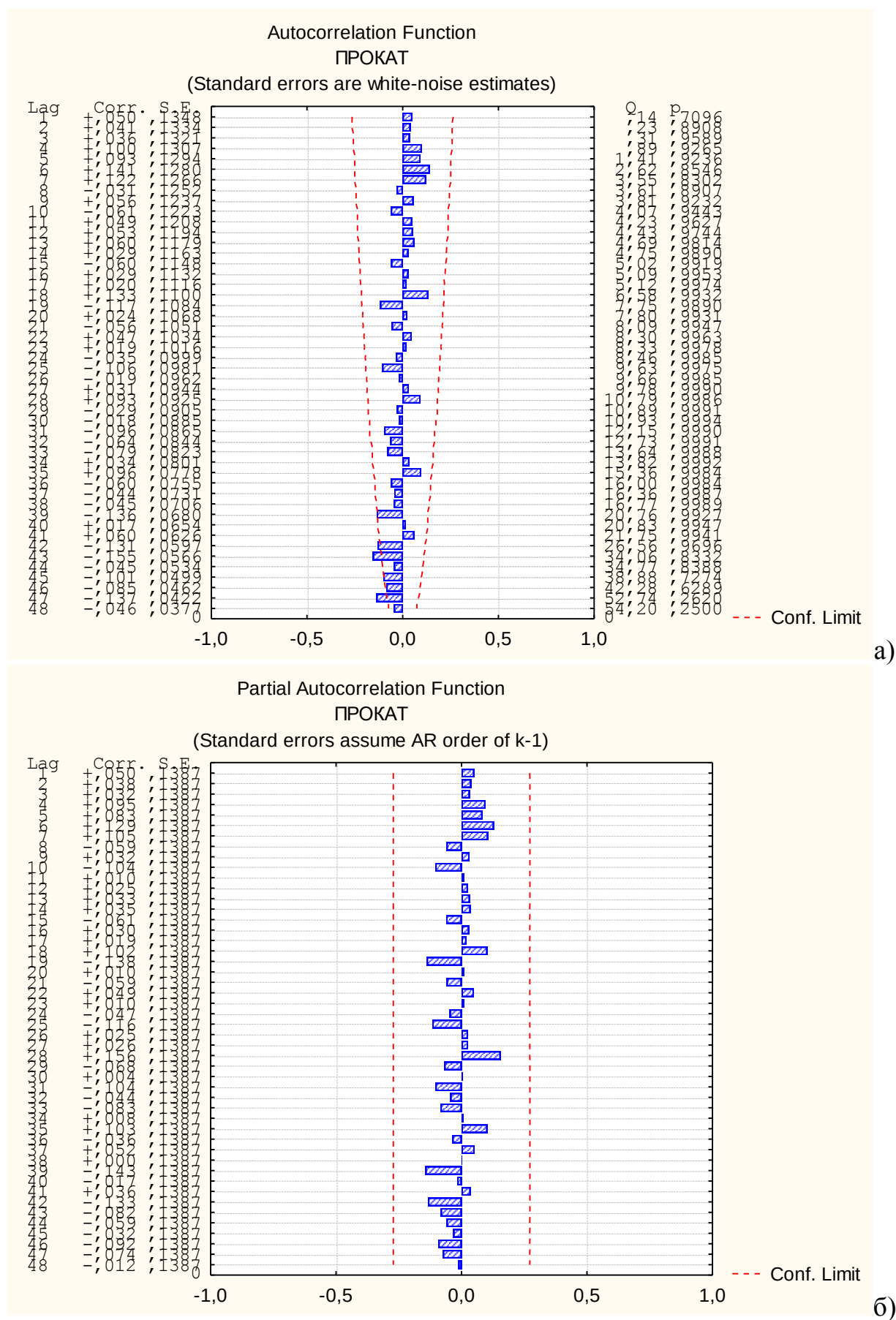


Рисунок 2.29 – Динаміка прокату за рік: а) АКФ и б) ЧАКФ

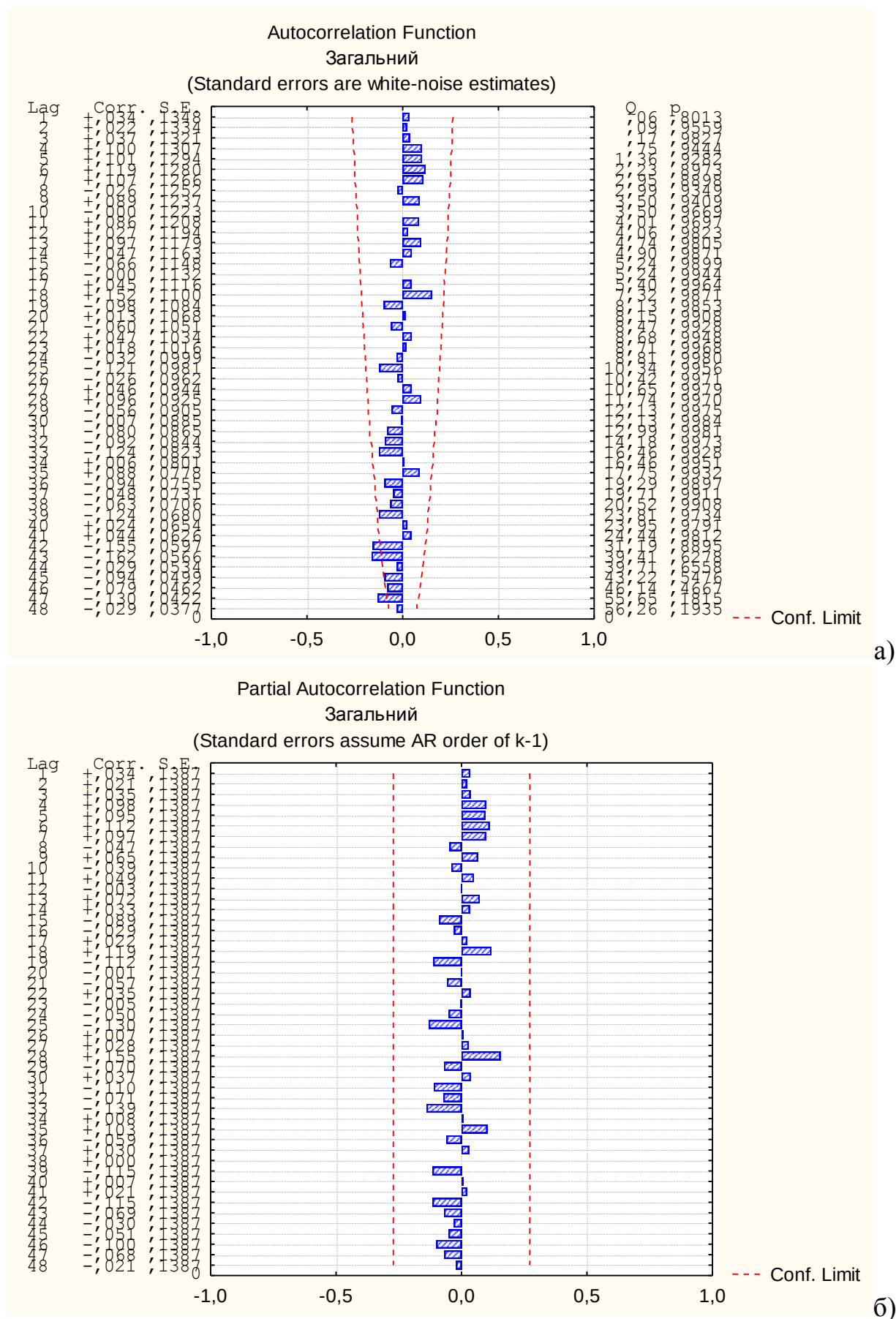


Рисунок 2.30 – Динаміка загальна за рік: а) АКФ и б) ЧАКФ

2.5.4 Розподіл вантажопотоків по дням тижня

Усі розрахунки та побудову графіків автокореляційних та частної автокореляційних функцій проводимо за допомогою програмного забезпечення STATISTICA 7.7. Вихідними даними є вантажопотоки по трьом видам вантажів: жерсть, стрічка стальна, прокат та загальний для всіх видів вантажів разом, що приведені у таблицях 2.2, 2.2, 2.4, 2.5. Аналогічно як і у розділі 2.6.1.

Графік корелограм динаміки вантажопотоків наведено на рисунку 2.31 а), б), 2.32 а), б), 2.33 а), б), 2.34 а), б), 2.35 а), б).

Аналіз графіків динаміки вантажопотоку та корелограм автокореляційних та часткових автокореляційних функцій свідчить про те, що часовий ряд всіх планових періодів вантажопотоків є в основному чисто випадковим [42].

Аналіз графіків динаміки по окремих робочих днях для загального вантажопотоку в окремі періоди містить циклічні коливання. Це є характерно для понеділків початку кожного місяця року і для середи – середини місяця [41].

Із проведеного аналізу виходить, що при розробці планів виробництва розрахункову величину вантажопотоку можна обчислювати на основі статистичних характеристик звичайної випадкової величини, а прогноз на перспективу можна приймати як останнє, так і середнє значення, так и будь-яке інше, котре буде задовольняти умови виробництва та відвантаження металопрокату за плановий період. Це свідчить про те, що подальший аналіз таких часових рядів не має сенсу, так як він не несе ніякої додаткової інформації [44].

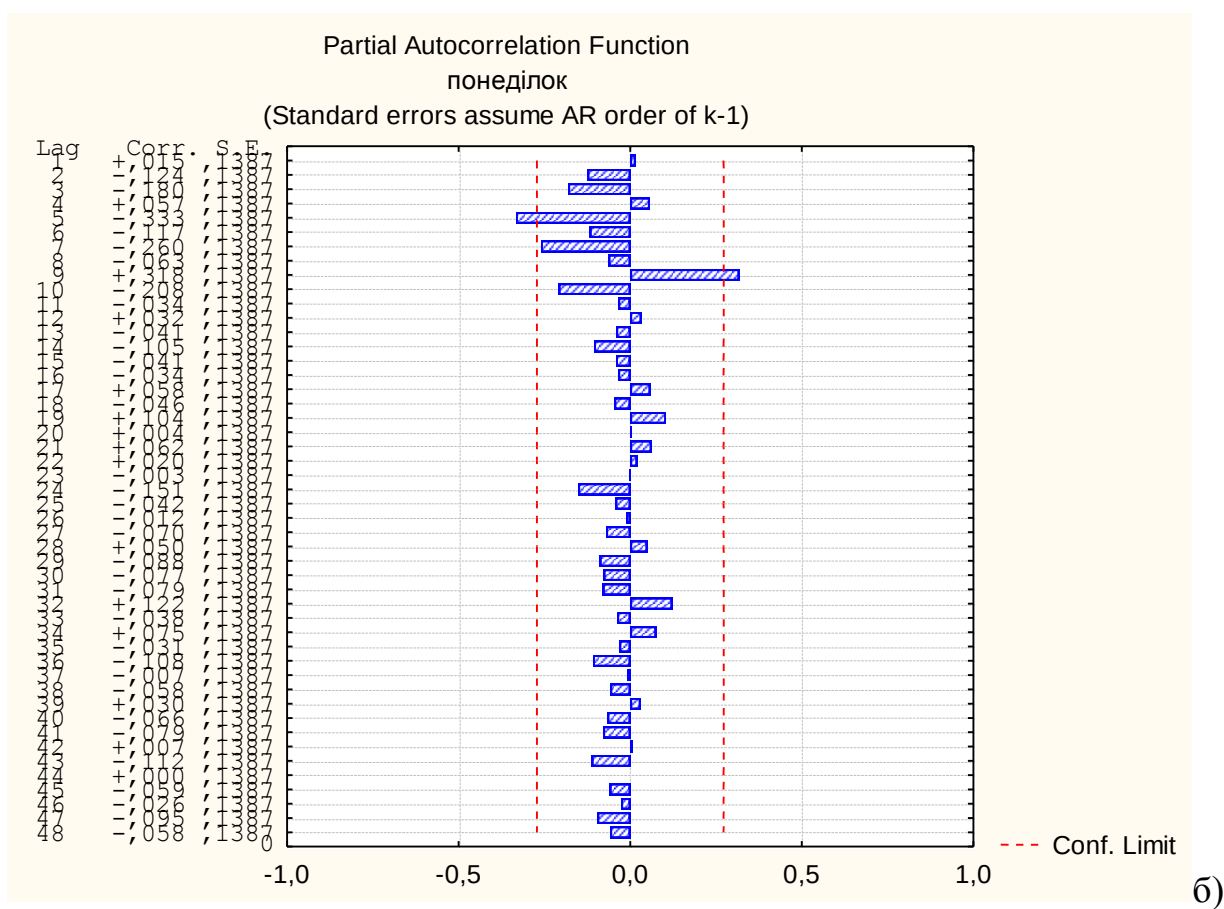
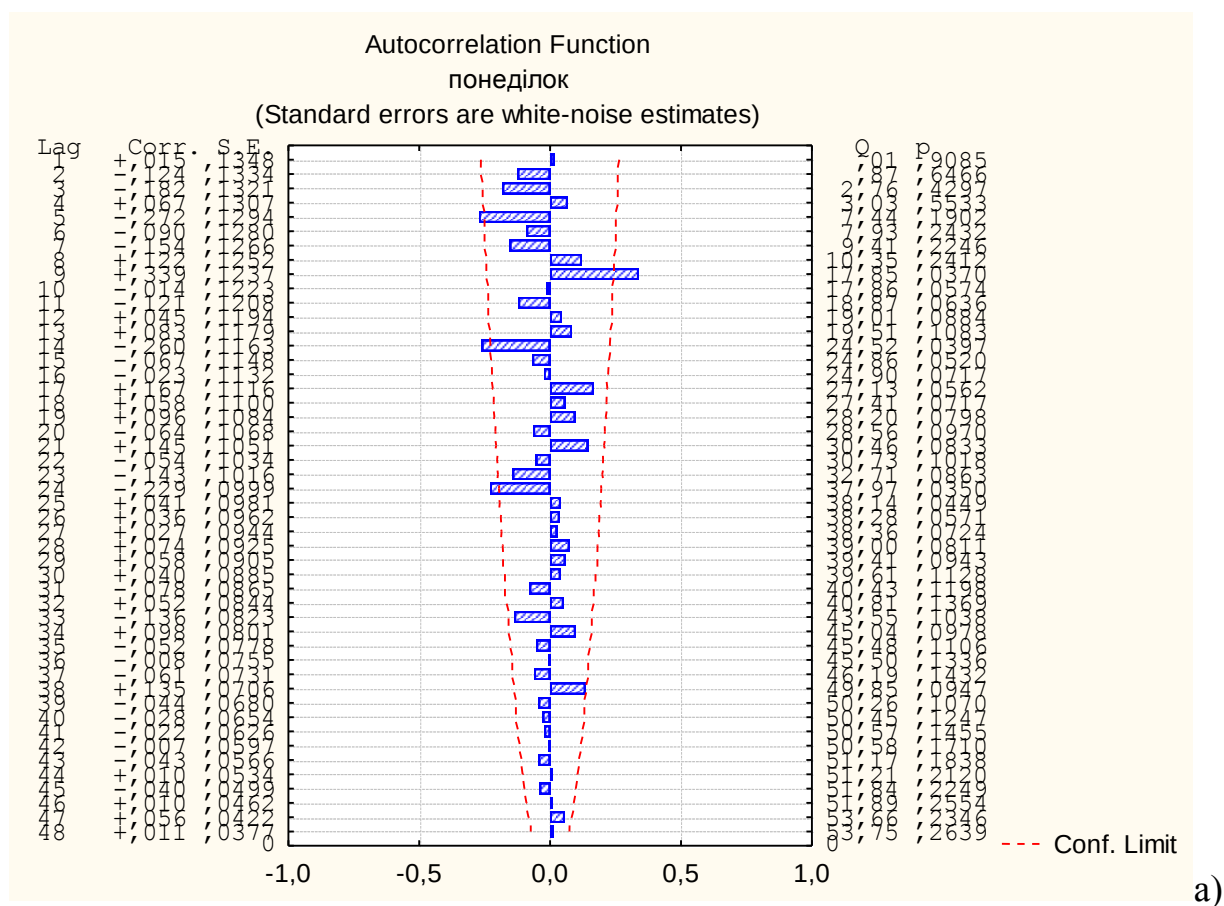


Рисунок 2.31 – Динаміка вантажопотоку понеділків за рік: а) АКФ и б) ЧАКФ

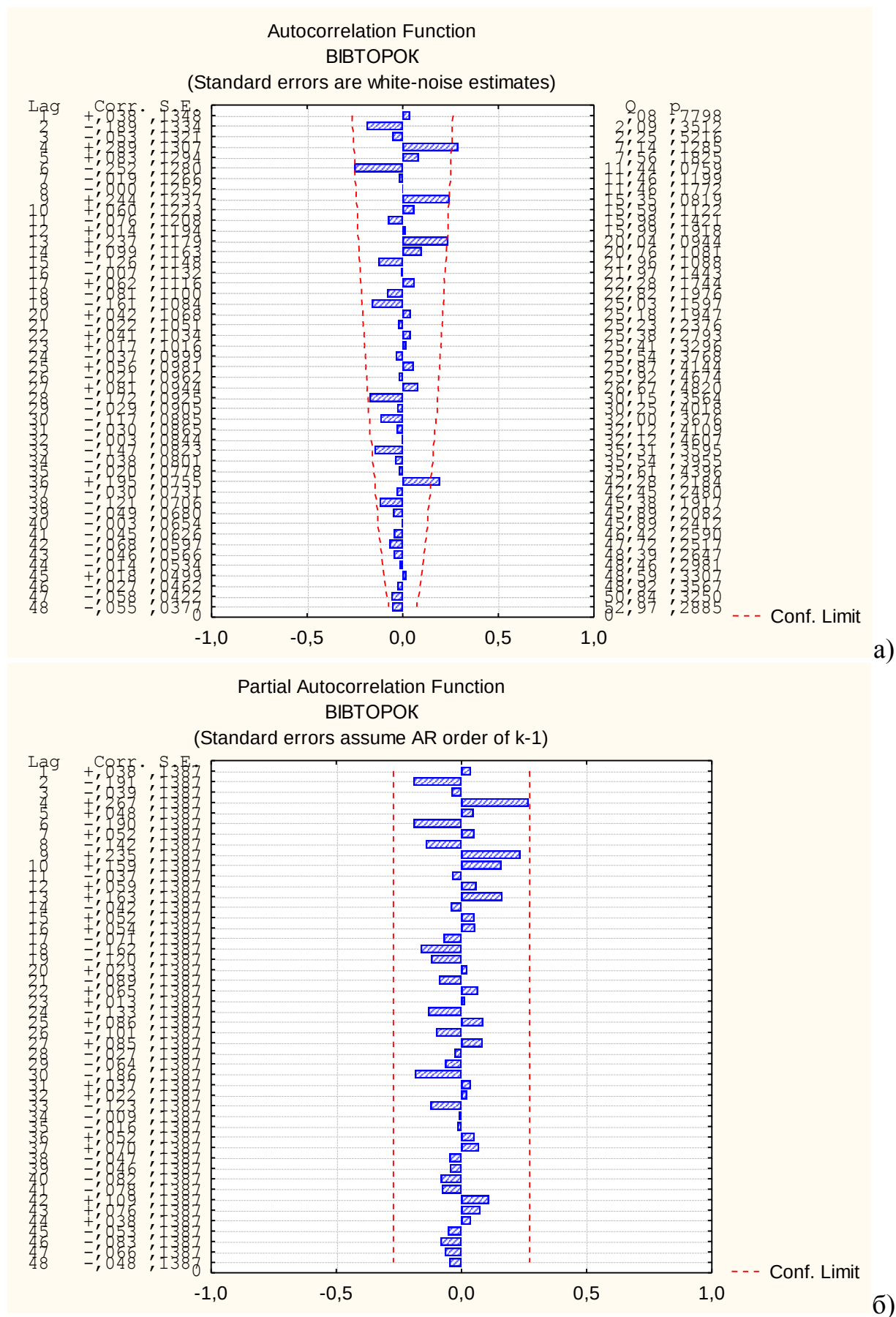


Рисунок 2.32 – Динаміка вантажопотоку вівторків за рік: а) АКФ и б) ЧАКФ

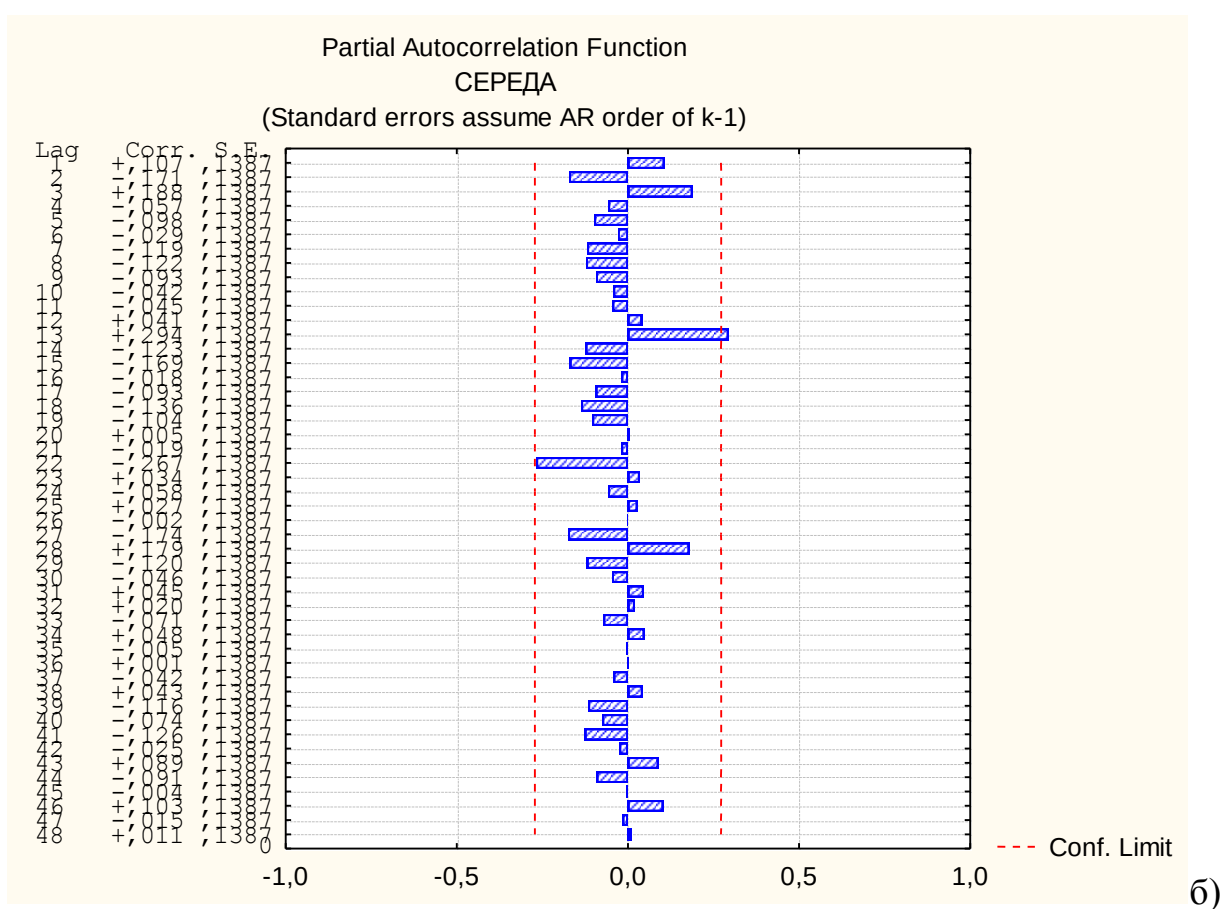
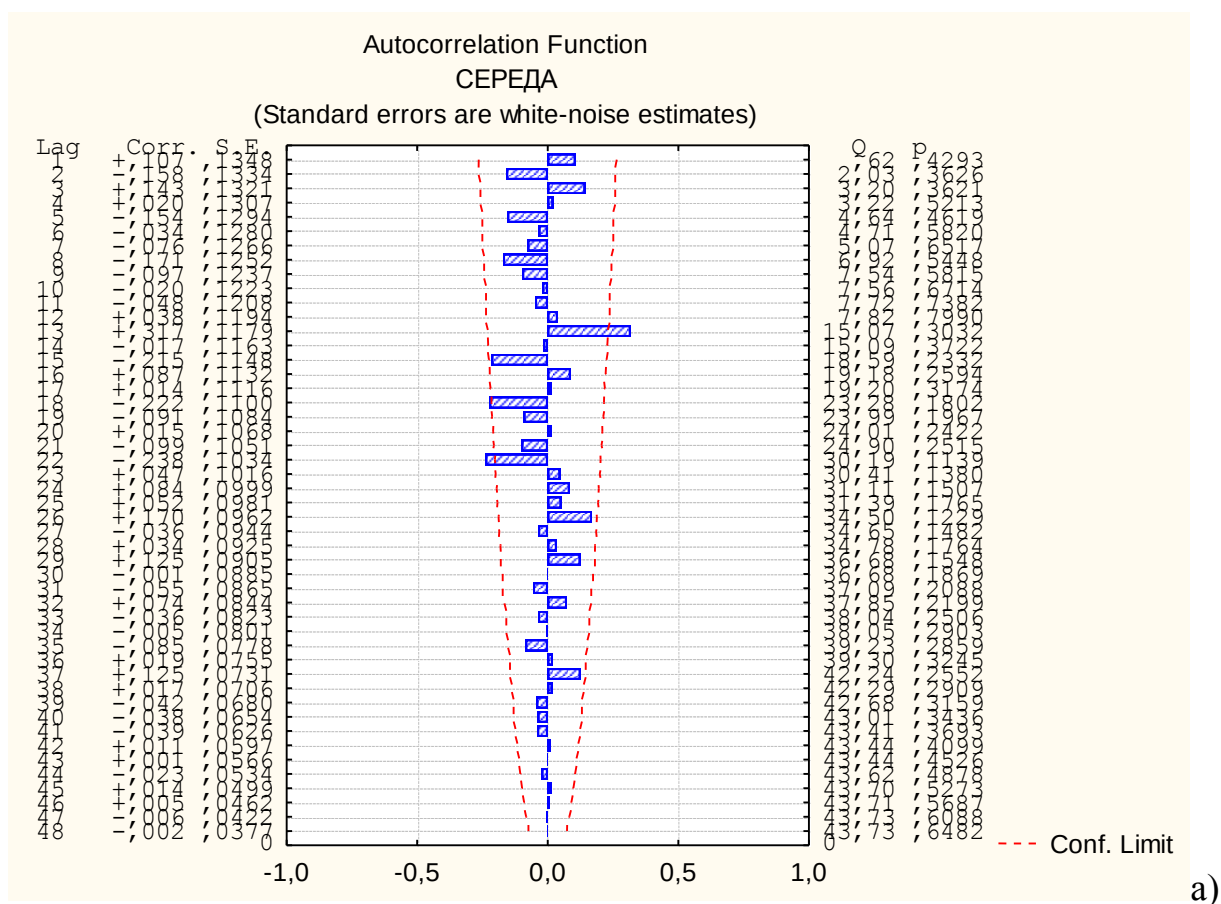


Рисунок 2.33 – Динаміка вантажопотоку середі за рік: а) АКФ и б) ЧАКФ

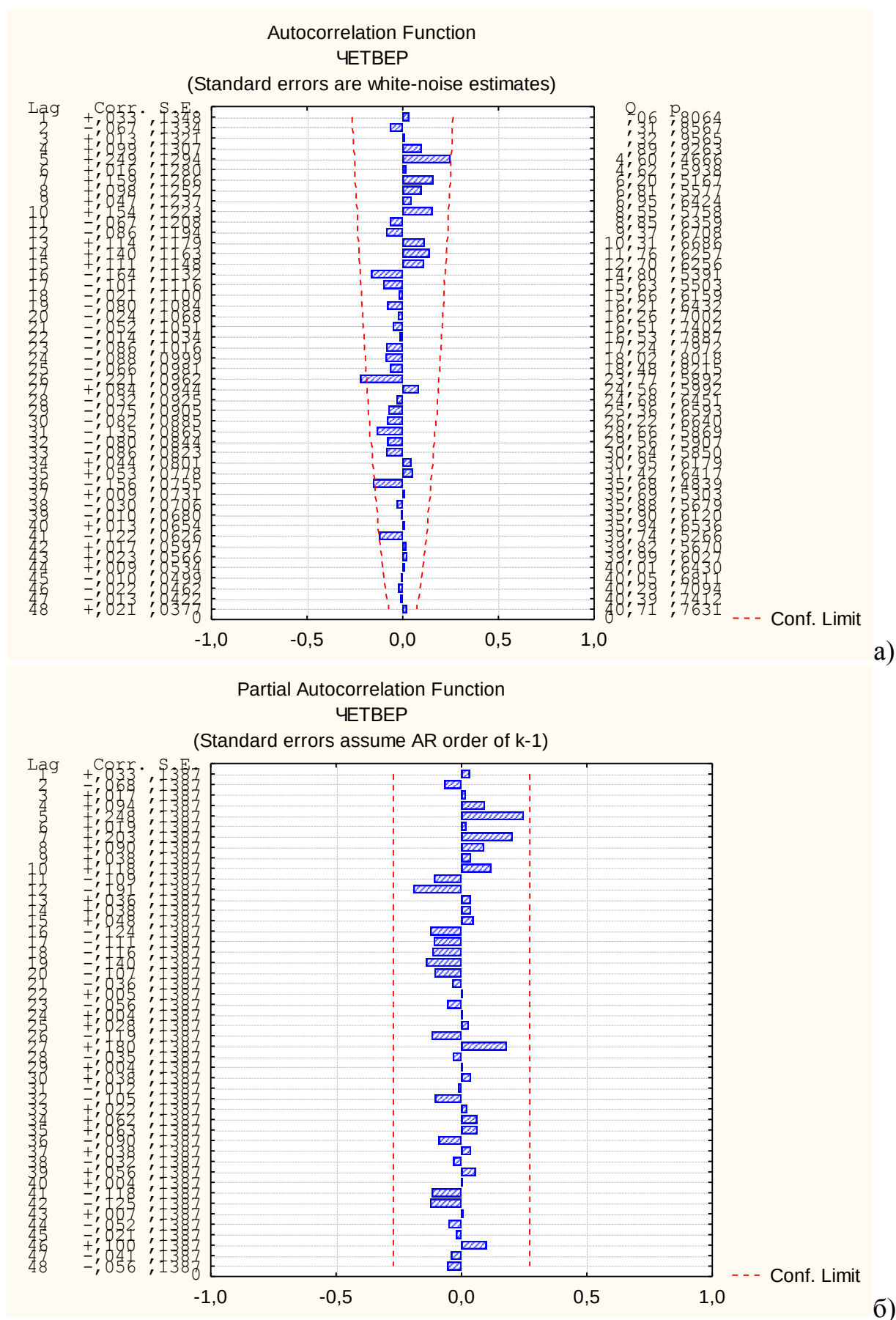


Рисунок 2.34 – Динаміка вантажопотоку четвергів за рік: а) АКФ и б) ЧАКФ

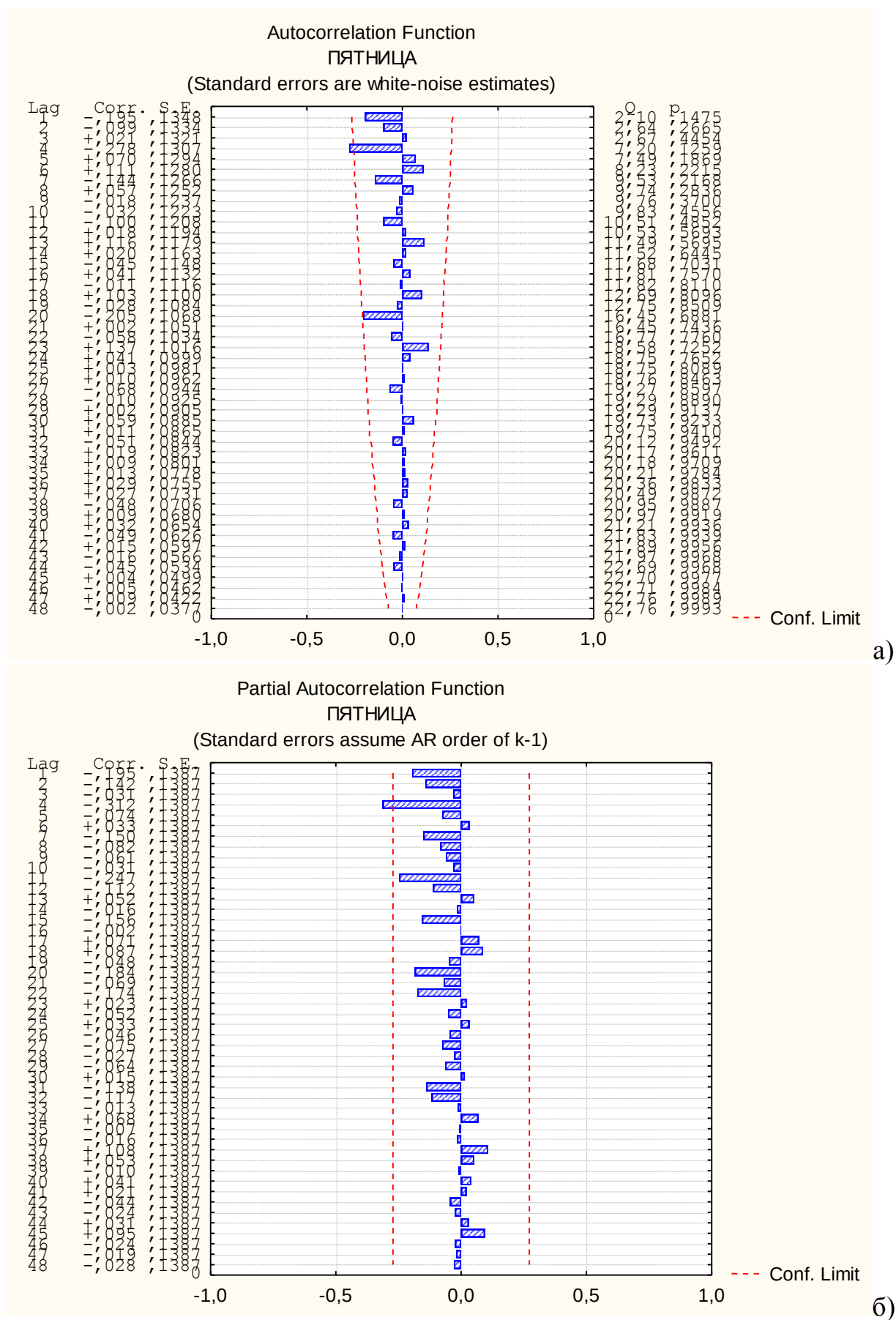


Рисунок 2.35 – Динаміка вантажопотоку п'ятниць за рік: а) АКФ и б) ЧАКФ

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Із проведеного аналізу виходить, що при розробці планів виробництва розрахункову величину вантажопотоку можна обчислювати на основі статистичних характеристик звичайної випадкової величини, а прогноз на перспективу можна приймати як останнє, так і середнє значення, так и будь-яке інше, котре буде задовольняти умови виробництва та відвантаження металопрокату за плановий період [41].

Відвантаження металопрокату на комбінаті ПАТ «Запоріжсталь» відбувається піввагонами за подекадним плануванням об'ємів перевезень продукції. Фактичні річні об'єми вантажів, що відвантажуються з ЦХП-1 подекадно наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Річні об'єми вантажів, що відвантажуються з ЦХП-1

Декада	Об'єм вантажу, т	Декада	Об'єм вантажу, т
1	2	3	4
1	25362,902	19	24141,102
2	25763,402	20	24353,314
3	25971,383	21	29600,781
4	24530,327	22	28082,94
5	27214,373	23	30690,797
6	28164,478	24	25931,033
7	26298,209	25	25666,466
8	25785,03	26	27345,417
9	26801,158	27	30004,736
10	26279,374	28	27885,769
11	27231,829	29	24696,472

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4
12	27504,618	30	30740,859
13	23500,653	31	31240,337
14	26892,986	32	29564,338
15	29651,786	33	28201,052
16	27125,162	34	29349,055
17	27625,759	35	27180,545
18	30686,631	36	30152,108

ЦХП-1 ПАТ «Запоріжсталь» враховує можливість відвантаження металопрокату у більшому об'ємі, ніж планується, тому при поданні заявки на користування вагонами залізниці комбінат замовляє кількість вагонів на 15% більшу ніж є за планом.

На сьогоднішній день ЦХП-1 ПАТ «Запоріжсталь» розподіляє об'єми відвантаження за місяць (100%) з урахуванням резерву (15%) розподіляються по рівну між трьома декадами. Тобто об'єм відвантаження металопрокату будь-якої декади місяця становить 38,33% .

Згідно цього розраховуємо кількість вантажу для якої необхідно замовити рухомий склад [41]. Результати розрахунків зводимо у таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 – Кількість вантажу для якої необхідно замовити рухомий склад

Декада	Об'єм вантажу, т	Декада	Об'єм вантажу, т
1	2	3	4
1	29554,1	19	32751,1
2	29554,1	20	29936,5
3	29554,1	21	29936,5

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4
4	30631,9	22	29936,5
5	30631,9	23	32470,2
6	30631,9	24	32470,2
7	30239,0	25	32470,2
8	30239,0	26	31823,0
9	30239,0	27	31823,0
10	31056,1	28	31823,0
11	31056,1	29	31940,5
12	31056,1	30	31940,5
13	30684,1	31	31940,5
14	30684,1	32	34118,9
15	30684,1	33	34118,9
16	32751,1	34	34118,9
17	32751,1	35	33228,0
18	29554,1	36	33228,0

Згідно «Статуту УЗТ» за незабезпечення подачі вагонів і контейнерів для виконання плану перевезень та за невикористання вантажовідправником поданих вагонів і контейнерів чи відмову від вагонів і контейнерів для виконання плану перевезень сплачується штраф у таких розмірах: за вантажі, перевезення яких планується у тоннах і вагонах, – з тонни по 5 відсотків ставки добової плати за користування вагонами.

Ставка добової плати за користування вантажними вагонами УЗТ у разі виконання однієї вантажної операції складає 36 гривень.

Отже, розмір штрафу за одну тонну не перевезеного вантажу [43]:

$$Ш_{1m} = C_{\text{доб}} \cdot 0,05, \quad (3.1)$$

де $C_{доб}$ – ставка добової плати за користування, грн.;

$$III_{1m} = 36 \cdot 0,05 = 1,8 \text{ грн./т.}$$

Знайдемо кількість вантажу, що не була відвантажена вчасно за кожною декадою року за формулою [44]:

$$Q_{ш} = Q_{\phi} - Q_{нл}, \quad (3.2)$$

де Q_{ϕ} – річні об'єми вантажів, що відвантажуються з ЦХП-1 подекадно, т;

$Q_{нл}$ – кількість вантажу для якої необхідно замовити рухомий склад, т.

Розрахунки за формулою (3.2) наведено у таблиці 3.3

Таблиця 3.3 – Кількість вантажу, на яку буде накладено штраф

Декада	Об'єм вантажу, т	Декада	Об'єм вантажу, т
1	2	3	4
1	4191,2	19	5795,4
2	3790,7	20	5583,2
3	3582,7	21	335,7
4	6101,5	22	4387,2

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4
5	3417,5	23	1779,4
6	2467,4	24	6539,1
7	3940,8	25	6156,6
8	4454,0	26	4477,6
9	3437,9	27	1818,3
10	4776,7	28	4054,8
11	3824,2	29	7244,0
12	3551,4	30	1199,7
13	7183,4	31	2878,5
14	3791,1	32	4554,5
15	1032,3	33	5917,8
16	5625,9	34	3878,9
17	5125,3	35	6047,4
18	2064,4	36	3075,9

Знаходимо розміри штрафів подекадно за рік [44]:

$$Ш = Q_{ui} \cdot Ш_{1m}, \quad (3.3)$$

Результати розрахунків за формулою (3.4) наведено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Розрахунок величини штрафів подекадно за рік

Декада	Величина штрафу, грн.	Декада	Величина штрафу, грн.
1	2	3	4
1	7544,2	19	10431,7

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4
2	6823,3	20	10049,7
3	6448,9	21	604,3
4	10982,7	22	7897,0
5	6151,5	23	3202,9
6	4441,3	24	11770,4
7	7093,5	25	11081,8
8	8017,2	26	8059,7
9	6188,1	27	3272,9
10	8598,0	28	7298,6
11	6883,6	29	13039,3
12	6392,6	30	2159,4
13	12930,2	31	5181,3
14	6824,0	32	8198,1
15	1858,1	33	10652,1
16	10126,6	34	6982,1
17	9225,5	35	10885,4
18	3716,0	36	5536,6

Загальна сума штрафу за рік складає 266548,6 грн.

З метою зменшення витрат на виплату штрафів за використання вагонів в неповному обсязі пропонується зменшити частку вагонів, що замовляються як резервні. Щоб скоротити розмір резерву в перші дві декади місяця пропонується планувати відвантаження металопрокату з цеху холодного прокату №1 у розмірі по 25% від планованого обсягу за місяць. А в останню декаду 50% планового об'єму відвантаження за місяць та 5% резерву [41].

За проектним варіантом отримаємо такі обсяги планованих відвантажень металопрокату з ЦХП-1 (дивись таблицю 3.5).

Таблиця 3.5 – Обсяги планованих відвантажень металопрокату з ЦХП-1 за проектним варіантом

Декада	Об'єм вантажу, т	Декада	Об'єм вантажу, т
1	19274,4	19	19523,8
2	19274,4	20	19523,8
3	42403,7	21	42952,4
4	19977,3	22	21176,2
5	19977,3	23	21176,2
6	43950,0	24	46587,6
7	19721,1	25	20754,2
8	19721,1	26	20754,2
9	43386,4	27	45659,1
10	20254,0	28	20830,8
11	20254,0	29	20830,8
12	44558,7	30	45827,7
13	20011,4	31	22251,4
14	20011,4	32	22251,4
15	44025,0	33	48953,1
16	21359,4	34	21670,4
17	21359,4	35	21670,4
18	46990,7	36	47674,9

Так як кількість планованого об'єму відвантаження металопрокату у відсоткових співвідношеннях відносно базового варіанту значно менше, то в ці декади відсутні штрафи, навпаки, план перевиконується. Об'єм вантажу, що був перевиконаний частково перекриває об'єм вантажу, що підлягає накладенню штрафу в третій декаді кожного місяця [41].

Усі розрахунки зведені до таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Визначення об'єму вантажу, що підлягає накладенню штрафу за проектним варіантом

Місяць	Декада	Об'єм вантажу, що підлягає накладенню штрафу, т	Об'єм вантажу, що було відвантажено зверхпланово, т	Об'єм вантажу, що підлягає накладенню штрафу з урахуванням перевиконання плану, т
1	2	3	4	5
1	1	0,0	6088,5	
	2	0,0	6489,0	
	3	16432,3		3854,9
2	4	0,0	4553,0	
	5	0,0	7237,1	
	6	15785,6		3995,5
3	7	0,0	6577,1	
	8	0,0	6063,9	
	9	16585,3		3944,2
4	10	0,0	6025,4	
	11	0,0	6977,9	
	12	17054,1		4050,8
5	13	0,0	3489,3	
	14	0,0	6881,6	
	15	14373,2		4002,3
6	16	0,0	5765,8	
	17	0,0	6266,4	
	18	16304,0		4271,9
7	19	0,0	4617,3	
	20	0,0	4829,5	
	21	13351,6		3904,8

Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4	5
8	22	0,0	6906,7	
	23	0,0	9514,6	
	24	20656,6		4235,2
9	25	0,0	4912,3	
	26	0,0	6591,3	
	27	15654,4		4150,8
10	28	0,0	7055,0	
	29	0,0	3865,7	
	30	15086,8		4166,2
11	31	0,0	8988,9	
	32	0,0	7312,9	
	33	20752,1		4450,3
12	34	0,0	7678,6	
	35	0,0	5510,1	
	36	17522,8		4334,1
Річний об'єм вантажу, що підлягає накладенню штрафу, т				49360,9

Визначаємо річний обсяг виплат штрафу за невиконання плану за формулою:

$$Ш_{річ} = Q_{річ} \cdot Ш_{1т}, \quad (3.4)$$

де $Q_{річ}$ – річний об'єм вантажу, що підлягає накладенню штрафу, т.

$$Ш_{річ} = 49360,9 \cdot 1,8 = 88849,5 \text{ грн.}$$

Порівняння базового варіанту планування з проектним, а також економія для кожного місяця року зведено до таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Порівняльна таблиця базового та проектного варіантів

Місяць	Базовий варіант		Проектний варіант		Економія, грн.
	Об'єм вантажу, т	Величина штрафу, т	Об'єм вантажу, т	Величина штрафу, т	
1	11564,6	20816,4	3854,9	6938,82	13877,58
2	11986,4	21575,5	3995,5	7191,9	14383,6
3	11832,7	21298,8	3944,2	7099,56	14199,24
4	12152,3	21874,2	4050,8	7291,44	14582,76
5	12006,8	21612,3	4002,3	7204,14	14408,16
6	12815,6	23068,1	4271,9	7689,42	15378,68
7	11714,3	21085,7	3904,8	7028,64	14057,06
8	12705,7	22870,3	4235,2	7623,36	15246,94
9	12452,5	22414,4	4150,8	7471,44	14942,96
10	12498,5	22497,3	4166,2	7499,16	14998,14
11	13350,8	24031,5	4450,3	8010,54	16020,96
12	13002,2	23404,1	4334,1	7801,38	15602,72
За рік	148082,6	266548,6	49360,9	88849,5	177699,1

При використанні цього проектного варіанту суми штрафів, що ЦХП 1 сплачує за рік УЗТ зменшиться на 177699,1грн.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В роботі «Статистичний аналіз та підвищення ефективності відвантаження готової продукції ЦПХ-1 ПАТ «Запоріжсталь»» проведено аналіз потенційних небезпек, які можуть вплинути на дослідника та робітників. Розроблені заходи по їх усуненню.

Потенційні небезпеки [45]:

- при не достатньому освітленні ділянки, де відбувається відвантаження продукції, може призвести до не вірного складування, спричиняє виникнення несприятливих ситуацій (не вірне стропування, наїзд вагонів на робітників та інше);

- можливе ураження робітників струмом від не ізольованих та пошкоджених кабелів крану, що приводить до електричних травм;

- при вантажно-розвантажувальних роботах можливо переохолодження робітників в холодний час року, що призводить до простудних захворювань;

- пожежі на кранах можуть виникнути від самозаймання, загорання обтиральних, горючих матеріалів та від не виконання елементарних вимог протипожежної безпеки;

- при формуванні составів є небезпека наїзду на робітників вагонів з продукцією комбінату;

- зіткнення рухомого складу на станційних коліях при маневрових пересуваннях через відсутність злагоджених дій керівника маневрів та машиніста маневрового локомотиву призводять аварії;

- травмування регулювальників швидкості під час укладання гальмівних башмаків при сортуванні вагонів на гирці малої потужності;

- затискання складача поїздів між вагонами при з'єднанні або роз'єднанні гальмівних рукавів та автозчепів;

- зіткнення рухомого складу на станційних коліях при маневрових пересуваннях через відсутність злагоджених дій керівника маневрів та машиніста маневрового локомотиву призводять аварії;

-при обробці даних на ПК на дослідника діє ряд шкідливих факторів таких як не відповідність мікроклімату приміщення, де знаходиться ПК, недостатня освітленість робочого місця, підвищений рівень шуму та інші.

Заходи по забезпеченню безпеки представлені у презентації.

ВИСНОВКИ

В даній роботі розглядаються процеси відвантаження продукції цеху холодного прокату 1 ПАТ «Запоріжсталь».

На даний момент з ЦХП 1 відвантажується три види вантажу: жерсть, стрічка стальна та прокат металів. В ході роботи проаналізовані дані об'ємів вантажопотоків за 2019 рік, що були відвантажені з ЦХП 1 ПАТ «Запоріжсталь».

Із проведеного аналізу виходить, що при розробці планів виробництва розрахункову величину вантажопотоку можна обчислювати на основі статистичних характеристик звичайної випадкової величини, а прогноз на перспективу можна приймати як останнє, так і середнє значення, так и будь-яке інше, котре буде задовольняти умови виробництва та відвантаження металопрокату за плановий період

З метою зменшення витрат на виплату штрафів за використання вагонів в неповному обсязі пропонується зменшити частку вагонів, що замовляються як резервні. Щоб скоротити розмір резерву в перші дві декади місяця пропонується планувати відвантаження металопрокату з цеху холодного прокату №1 у розмірі по 25% від планованого обсягу за місяць. А в останню декаду 50% планового об'єму відвантаження за місяць та 5% резерву

При використанні цього проектного варіанту суми штрафів, що ЦХП 1 сиплачує за рік УЗТ зменшиться на 177699,1грн.

Проведено аналіз потенційних небезпек, які можуть вплинути на дослідника та робітників. Розроблені заходи по їх усуненню.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Склады длинномерных грузов и стальных листов. Storing and handling of bar stock and sheet metal // Stahlmarkt. Eur. Ed. - 2010. - № 3. - С. 24-25. - Англ.
2. Перспективы развития информационных технологий на транспорте и в логистике. Wirtschaftsaufschwung forciert Investitionen in Logistik-IT // Frachtdienst : Frachzeitschritt fur Lager, Logistik, Transport und Verkerher. - 2011. - 66, № 1. - С. 14-15. – Нем.
3. Напольные транспортные средства для использования в логистике. Rund ums Flurforderzeug // DHF Intralogistik. - 2011. - № 1-2. - С. 29. - Нем.
4. Компьютерные системы управления на транспорте и в логистике. Prozessmanagement-Tools // DHF Intralogistik. - 2011. - № 1-2. - С. 42. - Нем.
5. Новые материалы и технологии на выставке-ярмарке _IPackExpo 2010_I в США. US-Messe stellt neue Technologien vor // Verpack.-Rdsch. - 2011. - 62, № 1. - С. 40. - Нем.
6. Форум по складской логистике. Den Raum voll ausnutzen / Kohagen Jens // DVZ: Dtsch. Logist.-Ztg. - 2010. - 64, № 123. - С. 5. - Нем.
7. Грузозахватные средства для тяжеловесных грузов. Rundschlinge zum Transport von 8 Tonnen Granit // Melliand Textilber. - 2010. - 91, № 6. - С. 221. - Нем.
8. Luoyang Wanji заказывает высотный склад. Luoyang Wanji orders high-bay store // MPT Int. - 2011. - 34, № 1. - С. 9. - Англ.
9. Применение метода Монте-Карло для оптимизации проектных решений при проектировании складов. Zur Ermittlung von Spielzeiten / Jodin D., Langschutzer C., Gasperin S. // F + H: Fordern und Heben :

- Zeitschrift fur Materialfluss und Warenwirtschaft. - 2010. - 60, № 11. - С. 406-409. - Нем.
10. Инновационная система для погрузки в контейнеры рулонов стального листа. 24 t nach 15 Minuten in der Box // DVZ: Dtsch. Logist.-Ztg. - 2010. - № 145 прил. Container. - С. 12. - Нем.
 11. Логистика на металлообрабатывающих предприятиях. Service, Logistik und mehr - alles vom Feinsten // Stahlmarkt : Informationen aus Stahlindustrie, Stahlhandel und Verarbeitung. - 2010. - 60, № 11. - С. 52. - Нем.
 12. Моделирование складских логистических процессов / Пилипчук С. Ф., Радаев А. Е. (140010, Московская обл., г. Люберцы, Октябрьский просп., 403) // Интегриров. логистика. - 2010. - № 6. - С. 13-17. - Рус.; рез. англ.
 13. Техника для склада / Цыганкова В. И. (140010, Московская обл., г. Люберцы, Октябрьский просп., 403) // Интегриров. логистика. - 2010. - № 3. - С. 7-9. - Рус.
 14. Стропы круглого сечения для транспортировки штучных грузов. Leicht und einfach in der Handhabung // F + H Rept : Sonderausgabe der Zeitschrift F+H _IFordern und Heben_I. - 2010-2011. - . - С. 41. - Нем.
 15. Манипулятор для подачи металлических листов к технологическим агрегатам. Mehr Logistik // DHF Intralogistik. - 2010. - № 10. - С. 36-37. - Нем.
 16. Устройство радиоуправления для кранов. System Tiger fur Hebezeuge // Hebezeuge und Forderm. - 2010. - 50, № 10. - С. 502. - Нем.
 17. Безбумажная система управления грузами на складе. Alles unter Kontrolle // F + H Rept : Sonderausgabe der Zeitschrift F+H _IFordern und Heben_I. - 2010-2011. - . - С. 31. - Нем.
 18. Модернизация автоматического склада длинномерных грузов. Nachhaltig modernisieren / Lehner Marcel // Hebezeuge und Forderm. - 2009. - Прил. Modernisierungsfibel 2010. - С. 82-83. - Нем.

- 19.Автоматический склад стальных листов. Frischer Wind im Blechlager / Warmbold Jurgen // Hebezeuge und Forderm. - 2009. - Прил. Modernisierungsfibel 2010. - С. 92-95. - Нем.
- 20.Трехуровневая система с мостовыми кранами в монтажном производстве для манипулирования тяжеловесными грузами. Logistik fur schwere Lasten // F + H: Fordern und Heben : Zeitschrift fur Materialfluss und Warenwirtschaft. - 2010. - 60, № 10. - С. 381-383. - Нем.
- 21.Автоматический склад для стальных листов. Nachschubfunktion ubernommen // F + H: Fordern und Heben : Zeitschrift fur Materialfluss und Warenwirtschaft. - 2010. - 60, № 10. - С. 378-380. - Нем.
- 22.Безопасность выполнения погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ. Immer auf Nummer sicher // F + H: Fordern und Heben : Zeitschrift fur Materialfluss und Warenwirtschaft. - 2010. - 60, № 9. - С. 306-307. - Нем.
- 23.Строительство нового склада с канальной стеллажной системой. Mit dem Blick fur das Ganze / Vespermann Peer // F + H: Fordern und Heben : Zeitschrift fur Materialfluss und Warenwirtschaft. - 2010. - 60, № 9. - С. 326-327. - Нем.
- 24.Региональный склад металлопроката. Flexibilitat und regionale Starke // Stahlmarkt : Informationen aus Stahlindustrie, Stahlhandel und Verarbeitung. - 2010. - 60, № 9. - С. 32-33. - Нем.
- 25.Проектирование и строительство складов для длинномерных грузов. Aus einem Guss // Stahlreport. - 2010. - 65, № 3. - С. 23. - Нем.
- 26.Улучшение характеристик использования складов путем использования общего участка. Improvement of AS/RS performance using design and application of common zone / Moon Geeju, Kim Gwang-Pil, Moon William J. // Int. J. Prod. Res. - 2009. - 47, № 5. - С. 1331-1341. - Англ.
- 27.Научно-исследовательская работа с целью оптимизации высокостеллажных складов. Neuer Ansatz verspricht Effizienzschub /

- Eggert Marcel, Loschke Christiane, Schumann Mathias // F + H: Fordern und Heben : Zeitschrift für Materialfluss und Warenwirtschaft. - 2010. - 60, № 7-8. - С. 264-267. - Нем.
28. Модернизация склада длинномерных грузов. Optimierte Langgutlagerung ohne Automation // Hebezeuge und Fordern. - 2010. - 50, № 7-8. - С. 346-348. - Нем.
29. Энергосбережение на складах. Stromfresser Intralogistik // DVZ: Dtsch. Logist.-Ztg. - 2010. - 64, № 73. - С. 5. - Нем.
30. Автоматизированный склад. Fachleute prüfen Regale // Hebezeuge und Fordern. - 2010. - 50, № 6. - С. 303. - Нем.
31. Автоматические склады металла. Lagertechnik: Weniger Platzbedarf, schneller Umschlag, große Teilevielfalt / Mannel Reinhold // Stahlmarkt : Informationen aus Stahlindustrie, Stahlhandel und Verarbeitung. - 2011. - 61, № 2. - С. 36-44. - Нем.
32. Автоматизированный склад металла. Schwere Produkte - leichte Logistik // Stahlmarkt : Informationen aus Stahlindustrie, Stahlhandel und Verarbeitung. - 2011. - 61, № 2. - С. 54-55. - Нем.
33. Напольные транспортные средства для работы на складах. Automatisches Kommissionieren // HK: Holz- und Kunststoffverarb. : Internationale Fachzeitschrift für Unternehmer und Führungskräfte. - 2010. - 45, № 3. - С. 72. - Нем.
34. Вилочные электропогрузчики большой грузоподъемности. Elektro-Goliath aus Japan / Bennuhr Sven // DVZ: Dtsch. Logist.-Ztg. - 2010. - 64, № 59. - С. 6. - Нем.
35. Магниты для подъема круглых грузов. Demag-Permanentmagnete haben große Anziehungskraft // Stahlmarkt : Informationen aus Stahlindustrie, Stahlhandel und Verarbeitung. - 2010. - 60, № 3. - С. 39. - Нем.
36. Консольный стеллажный склад для длинномерного проката. Schneller Zugriff // Blech InForm. - 2010. - № 1. - С. 45. - Нем.

37. Стеллажи и дополнительное оборудование для зоны приемки / Муронов О. (117571, г. Москва, просп. Вернадского, 86, корп. _IO_I) // Склад. технол. - 2009. - № 1. - С. 72-74, 76-78. - Рус.
38. Строительство нового высокостеллажного склада в Москве. Logistisch neu ausgerichtet // DHF Intralogistik. - 2010. - № 5. - С. 52. - Нем.
39. Технологические опрокидывающиеся поддоны для отходов металлообработки. Aus der Praxis geboren // F + H Rept : Kennziffer-Sonderausgabe der Zeitschrift F+H _IFordern und Heben_I. - 2010. - . - С. 38. - Нем.
40. Напольная транспортная система с тележками без водителей на промышленном предприятии по производству прямошовных стальных труб большого диаметра. Rohrtransport ist keine Zauberei // Stahl und Eisen. - 2010. - 130, № 3. - С. 60. - Нем.
41. Лашених О.А. Імовірнісні і статистико-експериментальні методи аналізу транспортних процесів і систем / О.А. Лашених, О.Ф. Кузькін, С.В. Грицай. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2011. – 420 с.
42. Гліненко Л.К., Сухонос О.Г. Основи моделювання технічних систем. – Львів: Видавництво «Бескид Бід», 2003. – 176 с.
43. Лашених О.А. Методи і моделі оптимізації транспортних процесів і систем / О.А.Лашених, О.Ф.Кузькін. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2006. – 435 с.
44. Лашених О.А. Дослідження транспортних процесів і систем методами факторного аналізу / О.А. Лашених, С.В. Грицай, О.Ф. Кузькін, С.М. Турпак // Монографія. Запоріжжя : ЗНТУ, 2012.
45. Лазуткін М. І., Журавель М. О. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці : методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання : Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС, 2018. 44 с.