

## Сільськогосподарський вантаж

Підвищення ефективності управління транспортно-логістичними процесами під час перевезення сільськогосподарських вантажів

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ФОРМУВАННЯ ЛАНЦЮГА ПОСТАЧАНЬ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ	4
1.1 Особливості збирально-транспортного процесу виробництва цукрового буряку.....	4
1.2 Принципи формування ланцюгів постачань сільськогосподарських вантажів	5
РОЗДІЛ 2. МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ.....	8
2.1 Склад системи транспортного обслуговування ланцюга постачань цукрового буряку .....	8
2.2 Принципи розрахунку раціональної чисельності транспортних засобів .....	10
2.3 Система масового обслуговування і її застосування у вирішенні транспортно-логістичних задач.....	11
2.4 Математична модель транспортно-логістичної системи .....	13
РОЗДІЛ 3 МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВИРОБНИКІВ .....	22
3.1 Характеристика об'єкта дослідження .....	22
3.2 Результати ймовірного моделювання процесів під час проведення збирально-транспортних робіт .....	22
3.3 Економічна ефективність застосування запропонованої моделі.....	26
ВИСНОВКИ.....	29
Список використаної літератури.....	31
Додаток А .....	32
АНОТАЦІЯ.....	34

## ВСТУП

Час проведення збирально-транспортних робіт в сільськогосподарському виробництві найвідповідальніший період. Від того як організовано збирання та доставка врожаю – залежить якість вантажу, вартість продукції та рентабельність аграрної галузі.

Особливістю організації транспортно-логістичних процесів, що пов'язані зі збиранням і транспортуванням цукрового буряку є період збору врожаю – осінь та великі добові обсяги перевезення і переробки коренеплоду. Час збирання врожаю – обмежено зрілістю цукрового буряку та терміном зберігання зібраного вантажу. Ці параметри впливають на технологічні якості коренеплоду.

Під час проведення збирально-транспортних робіт задіяно велику кількість технічний і матеріальних ресурсів. Від організації і управління транспортно-логістичними процесами, що відбуваються під час проведення сезонних робіт по збиранню і транспортуванню цукрового буряку, залежить ефективність функціонування сільськогосподарської галузі з цим напрямком виробництва.

Тому метою даного дослідження є визначення параметрів, що впливають на ефективне управління процесами збирання і транспортування цукрового буряку. Об'єктом дослідження є удосконалення процесів транспортно-логістичного управління під час збирання і транспортування цукрового буряку. Предметом дослідження виступають закономірності впливу чисельності учасників ланцюга постачань цукрового буряку на ефективність функціонування транспортно-логістичної системи обслуговування сільськогосподарської галузі.

Завданнями роботи є:

- формування ланцюга постачань цукрового буряку від виробника до споживача;
- визначення «вузького місця» і розробка заходів щодо підвищення його потужності;
- мінімізація транспортної складової витрат, пов'язаних із доставкою цукрового буряку на завод.

## РОЗДІЛ 1. ФОРМУВАННЯ ЛАНЦЮГА ПОСТАЧАНЬ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ

### 1.1 Особливості збирально-транспортного процесу доставки цукрового буряку

Завершальним етапом виробництва цукрового буряку є його доставка на завод, де відбувається переробка коренеплодів на цукор. Цей процес є достатньо трудомістким і відповідальним. На формування ланцюга постачань впливає не лише великі добові обсяги переробки, а і обмеження в часі збирання і зберігання коренеплоду. Зазвичай, збирання узгоджується з роботою цукрових заводів, для того, щоб сировина, яку отримуємо з буряка було прибрано з мінімальними втратами маси коренеплодів і головного продукту, - цукру, в кращі терміни.

Високий врожай цукрового буряку з максимально можливим вмістом цукру отримують при збиранні їх в терміни, коли прирости маси коренеплодів і цукру невеликі або зовсім припиняються. Надмірно ранні терміни збирання, а також не обґрунтоване затримання прибиральник робіт призводить до недобору врожаю. При сучасному рівні механізації робіт, забезпеченості збиральною технікою, навантажувальними і транспортними засобами (ТЗ) тривалість збирання зазвичай складає 15-20 робочих днів [1]. Передовою практикою доведено, що максимальний сезон виробництва цукру не повинен перевищувати 80-100 діб, оскільки подовження цих термінів знижує вихід цукру з одиниці сировини, і таке виробництво стає нерентабельним [2].

Залежно від організації доставки коренеплодів від комбайну на перероблювальний пункт розрізняють три способи збирання: потоковий, перевалочний, потоково-перевалочний. Відповідно сезонності проведення збиральних робіт (погодних умов), якості ґрунту в Харківській області (зменшення забруднення коренеплоду землею) доцільніше використовувати перевалочний спосіб.

За загальною технологією зібрані коренеплоди зазвичай протягом доби мають бути вивезені на завод, або укриті шаром ґрунту завтовшки 15 см.

Недотримання цієї умови призводить до значних втрат урожаю, зниження технологічних якостей сировини (коренеплоди, що укладені в кагати й залишені в них на одну добу, втрачають 0,8–1,4% маси, а ті, що лишилися не підібраними за агрегатом, втрачають щодня 8% маси) і є грубим порушенням технології збирання.

Незважаючи на спосіб збирання, загальні втрати коренеплодів під час збирання складають в середньому 10-13 % за несприятливих умов – 18- 25 %. Щоб понизити втрати слід дотримуватися термінів, способів збирання, звертати увагу на якість (особливо на налаштування збиральної техніки) і своєчасність вивезення коренеплодів на перероблювальні пункти.

Отже, пошук шляхів зменшення витрат у процесі збирання і збереження технологічних якостей цукрового буряку має ґрунтуватися на комплексному підході до вирішення всіх питань, що пов'язані зі збиранням, транспортуванням і переробкою бурякової сировини із застосуванням сучасних технологій та технічних засобів у сфері сільськогосподарського виробництва.

## 1.2 Принципи формування ланцюгів постачань сільськогосподарських вантажів

Формування ланцюга постачань (ЛП), визначення його структури зіштовхується з обґрунтуванням його основних характеристик – протяжності тобто довжини, ширини і потужності .

1. Довжина ланцюга постачань залежить від кількості рівнів постачальників (сільськогосподарських підприємств) і споживачів (пунктів переробки чи зберігання сировини – цукровий завод). На практиці в залежності від політики розподілу виробника ланцюги постачань можуть бути короткими або довгими. Короткі ланцюги поставок у своїй структурі вміщують, наприклад тільки виробника і споживача: В нашому випадку, довжина ЛП визначається кількістю посередників, які приймають участь в збирально-транспортному процесі:

1. П – сільськогосподарське підприємство;
2. ЛЦ – логістичний центр;
3. СКЛ – тимчасовий склад;
4. ТП – транспортне підприємство;
5. З – завод з переробки цукрового буряка.

2. Ширина ланцюга постачань – це число паралельних маршрутів, за якими може переміщатися вантаж. У випадку постачання сільськогосподарської продукції, можна зазначити, що зазвичай на ширину ланцюга впливає кількість можливих кінцевих споживачів (пунктів зберігання чи переробки сільськогосподарської продукції). Кінцевим споживачем цукрового буряку – є цукровий завод. Його функціонування носить тимчасовий (сезонний) характер. Тому будівництво декількох заводів в межах одного району з економічної і технологічної точки зору не доцільно. Тому наш ланцюг постачань цукрового буряку не широкий. Має лише один маршрут, направлений до перероблювального пункту.

Можна зазначити, що вибір довжини і ширини ЛП залежить від великої кількості факторів. Найбільш впливовими з них є:

- ступінь контролю над логістикою в межах ланцюга постачань;
- витрати;
- якість послуг, що надаються кінцевим споживачам і обслуговування.

Зазначені показники мають комплексний вплив. Компромісним рішенням при виборі довгого чи короткого, широкого чи вузького ЛП виступає такий суттєвий фактор, як ефективність ЛП. Він враховує як економічну так і якісні сторони транспортно-логістичного обслуговування.

Аналіз діяльності відомих фірм і компаній Європи і Америки вказує на той факт, що нині спостерігається явно виражена тенденція – прагнення до більш коротких ланцюгів постачань. Короткі ланцюги постачань дозволяють знизити витрати на доставку продукції кінцевому споживачеві з паралельним підвищенням якості обслуговування споживачів за рахунок більш швидкого переміщення продукції [3].

3. Потужність ланцюга постачань – це максимальний обсяг матеріального потоку (цукрового буряку), що може пройти через нього за визначений проміжок часу. В нашому випадку, необхідний обсяг цукрового буряку за добу «диктує» цукровий завод. Тому потужність ЛП цукрового буряку має наближатися до цього значення. Зазвичай в ланцюгах виникають, так звані «вузькі місця», в яких за якихось причин найнижча пропускна здатність. Такі місця є ваговими у функціонуванні ланцюга. Таким чином, одним із способів підвищення потужності ланцюга постачань є підвищення потужності в його "вузькому місці".

Спираючись на вище наведені факти завданнями дослідження є:

1. формування ланцюга постачань цукрового буряку від виробника (сільськогосподарське підприємство) до кінцевого споживача (цукровий завод);
2. визначення «вузького місця» і розробка заходів щодо підвищення його потужності;
3. мінімізація питомих витрат на доставку цукрового буряку на завод.

## РОЗДІЛ 2. МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

### 2.1 Склад системи транспортного обслуговування ланцюга постачань цукрового буряку

Розв'язання проблем, що виникають під час організації транспортного обслуговування учасників ЛП сільськогосподарської продукції, а саме цукрового буряку потребує впровадження комплексного підходу. Важливими завданнями раціонального логістичного управління транспортними процесами є:

- визначення меж в контролі, управлінні та відповідальності учасників кожної ланки ЛП;
- прогнозування обсягів переробки (навантаження-розвантаження, транспортування) ЛП;
- обрання видів і чисельності транспорту, які залучаються до транспортного обслуговування;
- визначення напрямів підвищення ефективності роботи транспортних підприємств, що функціонують в системі ЛП [4 ].

В першому розділі було визначено склад ЛП цукрового буряку від виробника (сільськогосподарське підприємство) до споживача (цукровий завод). Кожен з них характеризується продуктивністю,  $W_i$ , яка залежить від ряду факторів і можуть змінюватися. Усі продуктивності мають імовірнісний характер, тобто є стохастичними. Для дослідження процесу транспортно-логістичного обслуговування ланцюга поставок цукрового буряку, вище зазначене, дозволяє застосувати математичний апарат системи масового обслуговування (СМО) [5]. Цей підхід дозволить врахувати ймовірність відмови у виконанні заявок на обслуговування і відпрацювати стратегію вирішення проблем з виникненням черг і відмов у виконанні заявок.

Систему транспортного обслуговування учасників ЛП цукрового буряку від виробника (сільськогосподарське підприємство) до споживача (завод по переробці цукрових буряків) представлено на рис. 2.1.



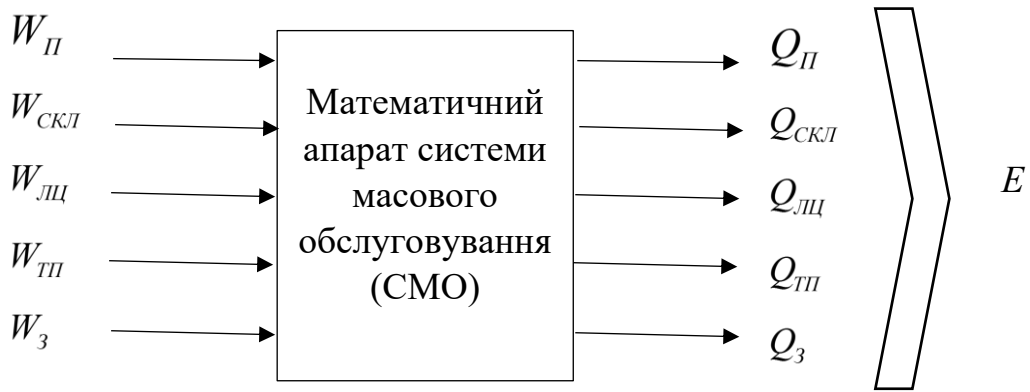


Рисунок 2.1 – Склад системи транспортного обслуговування:

$W_{П}$  – продуктивність сільськогосподарського підприємства, т/год.;  $W_{СКЛ}$  – продуктивність складу, т/год.;  $W_{ЛЦ}$  – продуктивність логістичного центру у складі підприємства, т/год.;  $W_{ТП}$  – продуктивність транспортного підприємства, т/год.;  $W_{З}$  – продуктивність заводу з переробки вантажу, т/год.;  $Q_{П}$  – обсяг вантажу, вироблений сільськогосподарським підприємством, т;  $Q_{СКЛ}$  – обсяг перевалки вантажу на складі, т;  $Q_{ЛЦ}$  – обсяг переробки заявок на транспортне обслуговування в логістичному центрі, т;  $Q_{ТП}$  – обсяг перевезення вантажу транспортним підприємством, т;  $Q_{З}$  – обсяг переробки вантажу цукровим заводом, т;  $E$  – ефективність, грн/т.

Виходячи із рис. 2.1 вхідним сигналом в транспортно-логістичну систему є величини продуктивності кожного учасника системи обслуговування:

- сільськогосподарське підприємства з виробництва вантажу  $W_{П}$ , т/год;
- склад  $W_{СКЛ}$ , т/год;
- логістичний центр у складі підприємства  $W_{ЛЦ}$ , т/год;
- транспортне підприємство  $W_{ТП}$ , т/год;
- завод з переробки вантажу  $W_{З}$ , т/год.

Вихідними параметрами системи ми отримаємо обсяги переробки вантажу  $Q_i$  по кожній із ланок ланцюга постачання з урахуванням імовірностей відмови в виконанні обслуговування.

Цільовою функцією є мінімізація витрат на транспортне обслуговування учасників ланцюга-постачань сільськогосподарської продукції на прикладі цукрового буряку. Функція має наступний вигляд:

$$E(Q_i) \rightarrow \min, \quad (2.1)$$

де  $Q_i$  – обсяг переробки цукрового буряку  $i$ -м учасником ланцюга постачань коренеплоду, т/год.

## 2.2 Принципи розрахунку раціональної чисельності транспортних засобів

Автомобільний транспорт відіграє важливу роль у сільськогосподарському виробництві, тому для формування раціональної структури транспортного парку, що обслуговує аграрну галузь, необхідно підходити комплексно. В сучасних умовах вирішення транспортного питання обумовлено наступними групами факторів: технологічними вимогами, економічними обмеженнями, технічними і комерційними умовами.

До технологічних вимог віднесемо вимоги до рівня транспортного обслуговування, які встановлюються через такі фактори як своєчасність, збереження, вартість доставки, гнучкість при обслуговуванні, інформативність та інші. Ефективність функціонування транспорту в межах функціонального підрозділу, як правило, оцінюється по критерію мінімум загальних витрат на транспортне обслуговування [6, 7].

До технічних умов віднесемо умови експлуатації, характеристику вантажу, характеристики пунктів для проведення навантажувально-розвантажувальних робіт, надійність ТЗ певної марки, інші.

В рамках комерційних умов і економічних обмежень можна розглядати бюджет підрозділу, структуру попиту на транспортні послуги та його характеристику, характеристику пропозиції транспортних послуг комерційних перевізників, доступність кредитних ресурсів, вартість утримання і обслуговування ТЗ конкурентних марок, термін реалізації проекту та інші.

Варіант визначення необхідної кількості транспортних засобів при обслуговуванні замовників із заданими параметрами матеріального потоку (МП) наведено у науковій роботі [8.]. У результатах дослідження зазначено, що при умові відповідності в кожному періоді параметрів ТЗ параметрам замовлення, доцільніше розраховувати чисельність ТЗ не за окремим замовником, а протягом періоду часу, за всіма замовленнями. Це дозволить «вирівняти» обсяги перевезень за періодами і таким чином збільшити ефективність використання парку. Але запропонована модель не дозволяє враховувати таку особливість аграрної галузі, як сезонні зміни обсягів перевезень.

Питання транспортно-логістичного обслуговування споживачів, такі як: технічне оновлення агровиробництва; розрахунок необхідної чисельності техніки для господарства; визначення раціональної структури машинно-тракторного парку; оптимізації його використання – знайшли відображення у працях відомих вітчизняних та зарубіжних вчених: Більського В.Г., Денисенка Г.А., Кононенка М.П., Лобаса М.Г., Мазлоєва В.З., Підлісецького Г.М., Путінцевої Л.А., Терехова А.В., Тускаєва Т.Р., Шахмаєва М.В., Шкільова О.В. та ін.

Але питання оптимізації структури комплексів технічних засобів при виконанні механізованих операцій окремого технологічного процесу залишаються недостатньо дослідженими. Авторам не вдається поряд з технічними і технологічними показниками враховувати економічні. При взаємодії збирально-транспортних машин виникають прості комбайнів при очікуванні автомобілів, або прості автомобілів при очікуванні наповнення бункерів сільхозвантажом чи розвантаження в пунктах прийому.

### 2.3 Система масового обслуговування і її застосування у вирішенні транспортно-логістичних задач

Існують різні підходи і методи які направлені на вирішення задач підвищення ефективності транспортного обслуговування споживачів.

Застосування теорії масового обслуговування (ТМО) у вирішенні зазначених завдань – найпоширеніше. Так, автори роботи [9] пропонують розглядати систему “комбайни-автомобілі” як систему масового обслуговування (СМО) з очікуванням. Його дослідження показують, що наповнення сільхозвантажем бункерів групи комбайнів може бути ототожнене з “простим” потоком заявок, тобто з потоком, який характеризується ординарністю, стаціонарністю і відсутністю післядії. Застосування методів ТМО дозволяє визначити оптимальну структури збирально-транспортного комплексу виходячи з мінімізації збитків від вимушених простоїв комбайнів і втрат, обумовлених простоями автомобілів.

З точки зору автора економічно доцільним є мати в збирально-транспортному комплексі таку чисельність комбайнів і обслуговуючих їх автомобілів, при якій забезпечується мінімум цільової функції ( $S$ ), яка представляє собою суму збитків ( $S_1$ ), обумовлених простоями комбайнів і втрат ( $S_2$ ) від простоїв автомобілів:

$$S = S_1 + S_2 \rightarrow \min, \quad (2.2)$$

Недоліком цієї методики можна назвати розгляд лише поточного способу збирання врожаю.

Методику визначення можливих варіантів закріплення вантажних автомобілів за комбайнами під час збирання зернових культур з урахуванням їх надійності обслуговування наведено в статті [10]. В цій роботі також застосовувалася ТМО. В дослідженні наведено номограму визначення чисельності ТЗ залежно від кількості комбайнів. Цей підхід дає можливість знайти сумарну вантажопідйомність автомобілів для певної групи комбайнів і розрахувати раціональне забезпечення їх автотранспортом. Дана методика дозволяє корегувати технологію спільної роботи транспорту з метою забезпечення мінімальних простоїв автомобілів та комбайнів лише для поточного способу збирання врожаю.

Автор [11] пропонує використовувати математичний апарат ТМО для визначення ємності міжопераційного компенсатора. Збирально-транспортна бригада розглядається як СМО з втратами (простій комбайну з повним бункером в очікуванні розвантаження відповідає втраті заявки). Результатом роботи є графік, що демонструє прямо пропорційну залежність ємності компенсатора від збільшення інтенсивності надходження замовлень та зменшення ймовірності відмови з її збільшенням.

## 2.4 Математична модель транспортно-логістичної системи

З метою отримання основних показників, що характеризують процес транспортного обслуговування споживачів, а саме: прогнозування обсягів перевезення і переробки вантажів та вдосконалення транспортного обслуговування (зниження витрат часу і ресурсів на виконання транспортно-логістичних операцій) проводиться моделювання транспортно-логістичних процесів. У запропонованій роботі ланцюг постачань цукрового буряку представлено наступними учасниками (вузлами):

*П* - господарство по вирощуванню цукрових буряків, яке за допомогою бурякозбиральних комбайнів здійснює збирання. Роботу сільськогосподарського підприємства можна оцінити сумарною продуктивністю комбайнів  $W_{П}$ , т/год;

*СКЛ* - склад, у вигляді відкритого перевалочного майданчика, на якому зберігається 2-3 денний запас цукрових буряків. На складі зазвичай працює 1-2 навантажувача для завантаження автомобілів. Їх сумарна продуктивність відповідає потужності складу  $W_{СКЛ}$ , т/год;

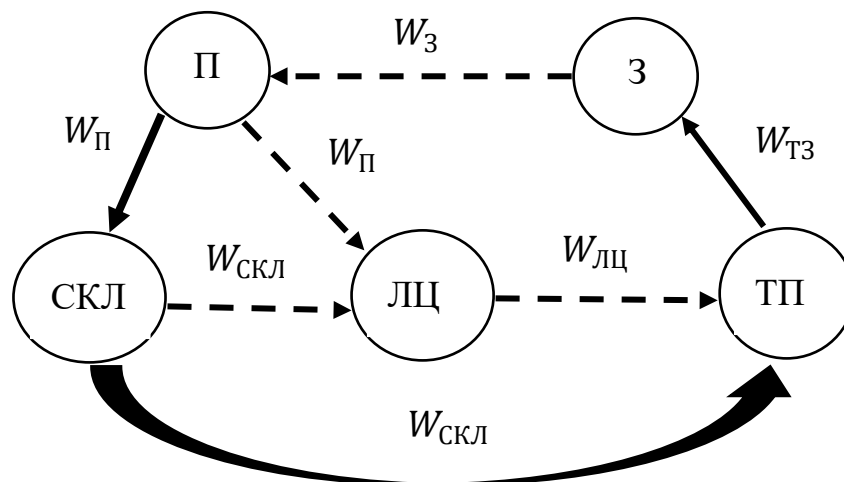
*ЛЦ* - логістичний центр для управління матеріальними та інформаційними потоками. До логістичного центру входять засоби зв'язку і засоби обробки інформації. Продуктивність ЛЦ розглядається як кількість оброблених і переданих заявок на перевезення вантажу в одиницю часу. З урахуванням того,

що у заявках проходить маса вантажу в тонах, то продуктивність (потужність) логістичного центру можна оцінити як  $W_{ЛЦ}$ , т/год;

*ТП* - транспортне підприємство, що має автомобільний парк різної вантажопідйомності і здійснює доставку вантажу на цукровий завод. Продуктивність транспортного підприємства можна оцінити сумарною потужністю всіх задіяних автомобілів,  $W_{ТЗ}$ , т/год;

*З* - цукровий завод, який приймає цукрові буряки для переробки. Продуктивність цукрового заводу можна оцінити як розрахункову проектну потужність заводу  $W_3$ , т/год.

Загальна схема багатоканальної СМО доставки цукрового буряку, з урахуванням існуючих зв'язків між учасниками транспортно-логістичної системи представлена на рис. 2.2.



П – виробник вантажу; СКЛ – склад; ЛЦ – логістичний центр;

ТП – транспортне підприємство;

З – завод з переробки вантажу (цукрових буряків)

Рисунок 2.2 – Загальна схема багатоканальної системи масового обслуговування

На схемі (рис. 2.2) суцільними стрілками позначено рух матеріального потоку  $W$ , т/год, а пунктирними – рух інформаційного потоку  $W$ , т/год.

Застосувавши основні положення СМО можна стверджувати, що всі потоки подій, що переводять логістичну систему зі стану в стан, пуассонівські (стаціонарні або нестаціонарні), отже, процес, що протікає в системі, буде марковським. Це означає, що пуассонівський (випадковий) потік, а саме його величина, не залежить від значень випадкових величин, з якого він складається, в будь-який попередній проміжок часу. Іншими словами «майбутнє» процесу залежить лише від «поточного» стану, але не залежить від «минулого» (за умови, коли «поточний» стан процесу відомий) [12].

Розглянемо загальну схему багатоканальної СМО (рис. 2.2), як граф станів системи і застосуємо до неї правило Колмогорова. Воно полягає в наступному: у лівій частині кожного рівняння знаходиться похідна ймовірності стану, а права частина містить стільки членів, скільки переходів пов'язано з даними станом. Якщо перехід направлений з даного стану, то відповідний член має знак «мінус», якщо в даний стан - знак «плюс». Кожен член дорівнює добутку щільності ймовірності відповідного переходу, помноженої на ймовірність того стану, з якого виходить перехід [13]. Виходячи з цього система диференціальних рівнянь, яка характеризує ймовірність станів даної системи виглядає так:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dp_3}{dt} &= -W_3 \cdot p_3 + W_{T3} \cdot p_{T3}, \\ \frac{dp_{II}}{dt} &= -2 \cdot W_{II} \cdot p_{II} + W_3 \cdot p_3, \\ \frac{dp_{СКЛ}}{dt} &= -2 \cdot W_{СКЛ} \cdot p_{СКЛ} + W_{II} \cdot p_{II}, \\ \frac{dp_{ЛЦ}}{dt} &= -W_{ЛЦ} \cdot p_{ЛЦ} + W_{СКЛ} \cdot p_{СКЛ} + W_{II} \cdot p_{II}, \\ \frac{dp_{T3}}{dt} &= -W_{T3} \cdot p_{T3} + W_{ЛЦ} \cdot p_{ЛЦ} + W_{СКЛ} \cdot p_{СКЛ}, \end{aligned} \right\} \quad (2.3)$$

де  $p_3$  – ймовірність того, що завод готовий приймати цукровий буряк; черги на заводі немає;

$p_{II}$  – ймовірність того, що підприємство виробляє вантаж (йде збирання цукрових буряків);

$p_{СКЛ}$  – ймовірність того, що на складі виробника є запас цукрових буряків;  
 $p_{ЛЦ}$  – ймовірність того, що логістичний центр обробляє заявки на перевезення вантажу;

$p_{ТЗ}$  – ймовірність того, що транспортні засоби транспортують цукровий буряк.

Для вирішенні даної системи рівнянь вводимо умову (обмеження). В початковий момент часу на заводі черга на приймання вантажу відсутня, тобто завод готовий прийняти вантаж.

Напишемо цю умову. В початковий момент часу при  $t=0$ ,  $p_3=1$ , решта  $p_i=0$ .

Спираючись на умову можемо записати систему диференціальних рівнянь (2.2) у вигляді системи лінійних рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} W_3 \cdot p_3 &= W_{ТЗ} \cdot p_{ТЗ}, \\ 2 \cdot W_{П} \cdot p_{П} &= W_3 \cdot p_3, \\ 2 \cdot W_{СКЛ} \cdot p_{СКЛ} &= W_{П} \cdot p_{П}, \\ W_{ЛЦ} \cdot p_{ЛЦ} &= W_{СКЛ} \cdot p_{СКЛ} + W_{П} \cdot p_{П}, \\ W_{ТЗ} \cdot p_{ТЗ} &= W_{ЛЗ} \cdot p_{ЛЦ} + W_{СКЛ} \cdot p_{СКЛ}, \end{aligned} \right\} \quad (2.4)$$

Умови роботи системи диктує завод, тому виразимо всі ймовірності станів учасників ланцюга постачань через імовірність очікування заводом вантажу,  $p_3$ :

- ймовірність того, що відбувається збирання цукрового буряку:

$$p_{П} = \frac{W_3}{2 \cdot W_{П}} \cdot p_3, \quad (2.5)$$

- ймовірність того, що на складі є запас цукрового буряку:

$$p_{СКЛ} = \frac{W_{П}}{2 \cdot W_{СКЛ}} \cdot \frac{W_3}{2 \cdot W_{П}} \cdot p_3 = \frac{W_3}{4 \cdot W_{СКЛ}} \cdot p_3, \quad (2.6)$$

- ймовірність того, що ЛЦ обробляє заявки:

$$p_{ЛЦ} = \frac{3 \cdot W_3}{4 \cdot W_{ЛЦ}} \cdot p_3, \quad (2.7)$$

- ймовірність того, що цукровий буряк перевозиться:



$$p_{T3} = \frac{W_3}{W_{T3}} \cdot p_3, \quad (2.8)$$

У початковий момент часу сума всіх ймовірностей станів логістичної системи дорівнює одиниці:

$$p_3 + p_{\Pi} + p_{СКЛ} + p_{ЛЦ} + p_{T3} = 1, \quad (2.9)$$

Провівши математичні дії отримаємо рівняння для визначення  $p_3$ :

$$p_3 = \left( 1 + \frac{W_3}{W_{T3}} + \frac{W_3}{2 \cdot W_{\Pi}} + \frac{W_3}{4 \cdot W_{СКЛ}} + \frac{3 \cdot W_3}{4 \cdot W_{ЛЦ}} \right)^{-1}, \quad (2.10)$$

Зазначені вище формули (2.5) – (2.8) та (2.10) дозволяють визначити ймовірності знаходження логістичної системи в робочому стані.

Розгалужена схема багатоканальної системи масового обслуговування (рис. 2.3) дозволить врахувати усі можливі канали обслуговування, які різняться лише за кількістю ( $N$ ).

Як приклад, розглянемо  $N$  – канальну СМО транспортного підприємства в якій є можливість відмови в обслуговуванні (рис. 2.4). Кількість каналів приймаємо –  $N_{авт}$ .

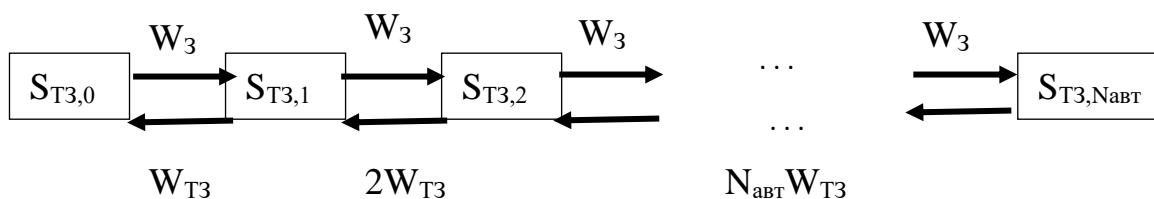


Рисунок 2.4 – Граф станів СМО транспортного підприємства

Умовні позначення:

$S_{T3,0}$  – всі транспортні засоби вільні або очікують заявки;

$S_{T3,1}$  – зайнятий один автомобіль, інші вільні;

$S_{T3,2}$  – зайнято два автомобіля, інші вільні;

$S_{T3,N_{авт}}$  – зайняті всі  $N_{авт}$ .

Якщо заявок на обслуговування надійде більше ніж  $N_{авт}$ , наприклад ( $N_{авт} + 1$ ), то відбудеться відмова в обслуговуванні.

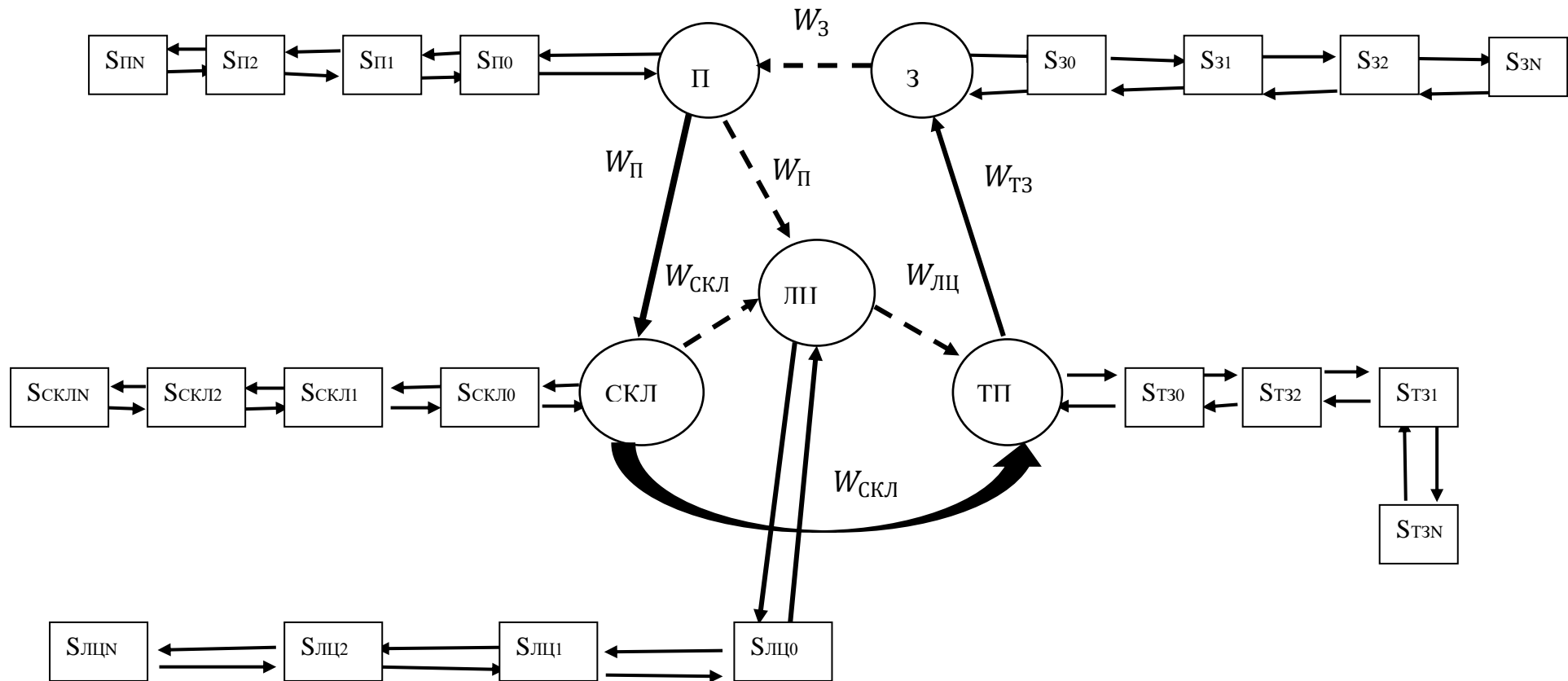


Рисунок 2.3 – Розгалужена схема багатоканальної системи масового обслуговування

Застосувавши правило Колмогорова отримаємо наступну систему диференційних рівнянь ймовірностей станів системи рисунку 2.4:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dp_{T3,0}}{dt} &= -W_3 \cdot p_{T3,0} + p_{T3,0} \\ \frac{dp_{T3,1}}{dt} &= -W_3 \cdot p_{T3,1} - W_3 \cdot p_{T3,1} + W_3 \cdot p_{T3,0} + 2 \cdot W_{T3} \cdot p_{T3,2}, \\ &\dots\dots\dots \\ \frac{dp_{T3,N_{авт}}}{dt} &= -N_{авт} \cdot W_{T3} + W_3 \cdot p_{T3,N_{авт}-1} \end{aligned} \right\} \quad (2.11)$$

Обмеження, що у початковий момент часу при  $t = 0$  всі транспортні засоби знаходяться в очікуванні замовлення, залишається, тому можемо записати:

$$p_{T3,0} = 1, p_{T3,1} = p_{T3,2} = \dots = p_{T3,N_{авт}} = 0, \quad (2.12)$$

Провівши математичні спрощення отримаємо вирази для визначення ймовірності того, що автомобілі не працюють, очікують вантажу, або працює 1, 2, 3 та  $N_{авт}$ :

$$p_{T3,0} = \left( 1 + \frac{W_3}{W_{T3,i} \cdot 1!} + \frac{\left(\frac{W_3}{W_{T3,i}}\right)^2}{2!} + \dots + \frac{\left(\frac{W_3}{W_{T3,i}}\right)^{N_{авт}}}{N_{авт}!} \right)^{-1}, \quad (2.13)$$

$$p_{T3,1} = \frac{W_3}{W_{T3,i} \cdot 1!} \cdot p_{T3,0}, \quad (2.14)$$

$$p_{T3,2} = \frac{\left(\frac{W_3}{W_{T3,i}}\right)^2}{2!} \cdot p_{T3,0}, \quad (2.15)$$

$$p_{T3,N_{авт}} = \frac{\left(\frac{W_3}{W_{T3,i}}\right)^{N_{авт}}}{N_{авт}!} \cdot p_{T3,0}. \quad (2.16)$$

Відповідно відмова в транспортному обслуговуванні наступає, коли всі автомобілі ( $N_{авт}$ ) зайняті. Отже можемо записати:

$$P_{відм,ТЗ} = P_{ТЗ, N_{авт}} = \frac{\left( \frac{W_3}{W_{ТЗ,i}} \right)^{N_{авт}}}{N_{авт}!} \cdot P_{ТЗ,0}. \quad (2.17)$$

Знаючи ймовірність відмови в обслуговуванні  $P_{відм,ТЗ}$ , можна записати формулу для визначення обсягу перевезеного автомобілями вантажу:

$$Q_{ТП} = \sum_{i=1}^{N_{авт}} W_{ТЗ,i} \cdot t_{ТЗ} \cdot (1 - P_{відм,ТЗ}), \text{ Т}, \quad (2.18)$$

де  $t_{ТЗ}$  – час роботи транспортного засобу, год.

За аналогією можна отримати вирази для визначення продуктивності всіх учасників СМО, які представлені на рис. 2.3.

Обсяг вантажу, який перероблений на складі:

$$Q_{СКЛ} = \sum_{i=1}^{N_{НАВАН}} W_{СКЛ,i} \cdot t_{СКЛ} \cdot (1 - P_{відм,СКЛ}), \text{ Т}, \quad (2.19)$$

де  $t_{СКЛ}$  – час роботи складу, год.

Обсяг вантажу, що переробляється в ЛС:

$$Q_{ЛЦ} = \sum_{i=1}^{N_{ЛЦ}} W_{ЛЦ,i} \cdot t_{ЛЦ} \cdot (1 - P_{відм,ЛЦ}), \text{ Т}, \quad (2.20)$$

де  $t_{ЛЦ}$  – час роботи логістичного центру, год.

Обсяг вантажу, який збирається комбайнами підприємства:

$$Q_{П} = \sum_{i=1}^{N_K} W_{П,i} \cdot t_{П} \cdot (1 - P_{відм,П}), \text{ Т}, \quad (2.21)$$

де  $t_{П}$  – час роботи сільськогосподарського підприємства, год.

Обсяг вантажу, який прийнятий заводом по переробці цукрових буряків:

$$Q_3 = \sum_{i=1}^{N_3} W_{3,i} \cdot t_3 \cdot (1 - p_{відм,3}), \text{ Т,} \quad (2.22)$$

де  $t_3$  – час роботи заводу, год.

Отже, отримані формули (2.18) – (2.22) дозволяють визначити ймовірнісні обсяги переробки вантажу кожним учасником транспортно-логістичної системи з урахуванням накладених умов і обмежень.

## РОЗДІЛ 3. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВИРОБНИКІВ

### 3.1 Характеристика об'єкта дослідження

Згідно даних національної асоціації цукровиробників України на території Харківської області в 2019 році працювало 6 цукрових заводів [14]. Середня добова проектна потужність заводів близько 3000 т/добу. За кожним заводом закріплені сільськогосподарські підприємства з полями, на яких вирощується цукровий буряк. Одним із завдань удосконалення управління транспортно-логістичними процесами – є визначення вузьких місць в ланцюзі постачань коренеплоду до заводу, а саме не співпадіння обсягів переробки і доставки цукрового буряку.

Добові обсяги доставки коренеплодів диктує завод. Він є найбільш фінансово-затратним вузлом ЛП. Завод повинен працювати цілодобово (24 години) з проектною потужністю. Зупинка і запуск цукрового заводу дорогий процес. Ці обставини є умовою, вимогою і обмеженням в моделюванні. Тому, добова продуктивність кожної ланки ЛП не повинна перевищувати добову потужність цукрового заводу. Дане обмеження можна записати у вигляді:

$$W_z = W_{II} = W_{СКЛ} = W_{ЛЦ} = W_{ТП}. \quad (3.1)$$

### 3.2 Результати ймовірнісного моделювання процесів під час проведення збирально-транспортних робіт

Для моделювання обсягів збирання і транспортування цукрових буряків, з урахуванням імовірностей відмов в обслуговуванні, використаємо математичну модель, розроблену у другому розділі. Врахуємо обмеження-вимогу цукрового заводу, щодо проектної потужності перероблювального пункту, а відповідно й обмежень на завантаження логістичної системи та обмеження-умову, що в початковий момент часу всі вузли ЛП готові прийняти цукровий буряк.

Результати моделювання залежності зміни добового обсягу переробки заводом  $Q_3$  (проектної потужності заводу) та ймовірності відмови заводу в прийманні вантажу з різних технічних причин  $p_{\text{відм},3}$ , від кількості приймальних пунктів для розвантаження автомобілів  $N_3$  представлені на рис. 3.1.

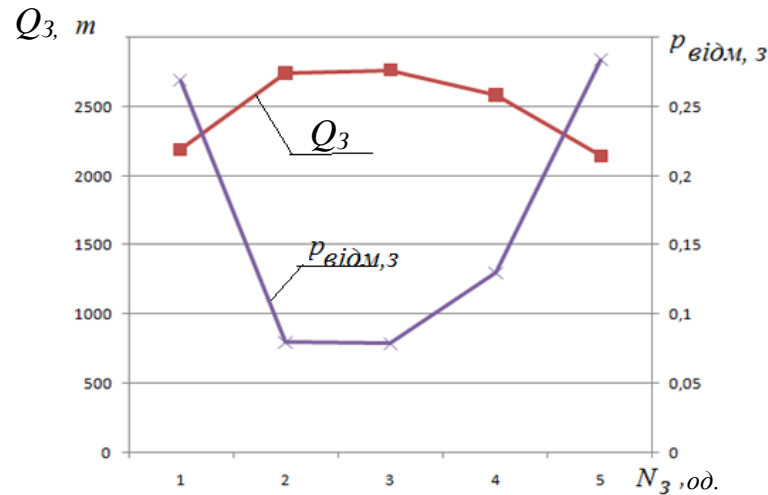


Рисунок 3.1 – Залежності обсягу прийнятого вантажу заводом і ймовірності відмови в прийманні вантажу від чисельності пунктів прийому на заводі

З графіку видно, що максимальний обсяг прийнятого вантажу за добу (24 години) дорівнює близько 2700 т і відповідає трьом одночасно працюючим пунктам прийому. Імовірність відмови в прийомі коренеплодів в цьому випадку приймає мінімальне значення,  $p_{\text{відм},3} = 0,079$ . Зміна чисельності пунктів прийому призводить до зменшення добової потужності заводу.

Результати моделювання зміни обсягу виробленого сільськогосподарським підприємством вантажу  $Q_{II}$ , а також ймовірності його відмови у виробництві вантажу  $p_{\text{відм},II}$ , в залежності від чисельності одночасно працюючих бурякозбиральних комбайнів  $N_K$ , представлено на рис. 3.2.

Для забезпечення умови рівності  $W_3 = W_{II}$  необхідно 4 одночасно працюючих бурякозбиральних комбайни. Під час проведення моделювання продуктивності комбайнів враховувалася середня пропускна здатність комбайна (60 кг/сек) та врожайність цукрових буряків (70 т/га). Тривалість робочої зміни комбайнів – 8 годин.

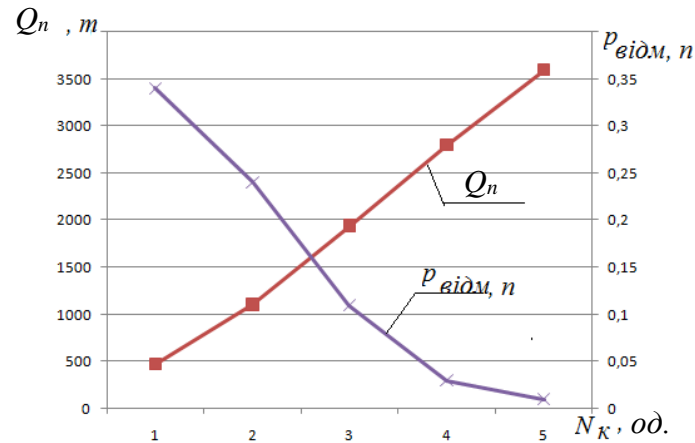


Рисунок 3.2 – Залежності обсягу виробленого сільськогосподарським підприємством вантажу та ймовірності його відмови у виробництві від чисельності комбайнів

Тимчасовий склад також є вузлом ланцюга постачань. Він забезпечує наявність запасу коренеплоду на 2-3 доби роботи заводу і перевалку буряків від комбайнів на ТЗ. В якості навантажувального засобу приймаємо мобільний навантажувач з продуктивністю  $W_{НАВАН} = 300$  т/год.

Результати моделювання обсягу перевалки вантажу на складі  $Q_{СКЛ}$ , а також ймовірності відмови складу в навантаженні коренеплоду на ТЗ  $P_{відм, СКЛ}$ , в залежності від чисельності навантажувачів, представлено на рис. 3.3.

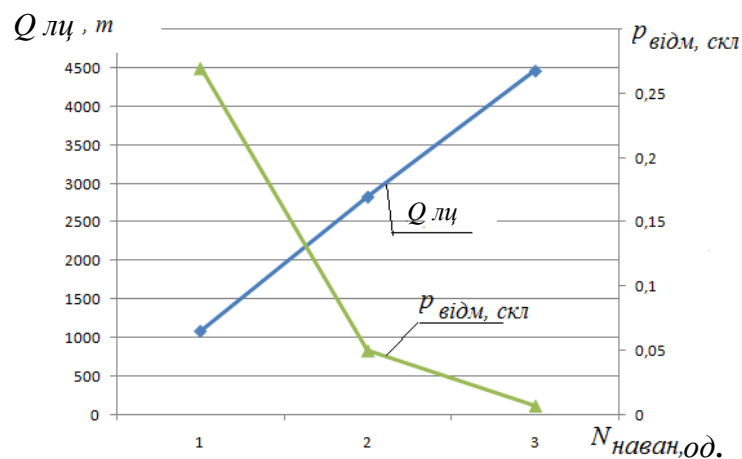


Рисунок 3.3 – Залежності обсягу перевалки коренеплодів на складі та ймовірності відмови роботи складу від чисельності навантажувачів

Для забезпечення рівності  $W_3 = W_{II} = W_{СКЛ}$  необхідно 2 одночасно працюючих навантажувача. Час робочої зміни складу становить 5 годин.



Завданням логістичного центру (ЛЦ) – є обробка інформації, що стосується обсягів переробки вантажів, координація усіх учасників ланцюга постачань та визначення їх необхідної чисельності для забезпечення умови-вимоги роботи заводу. Для переробки інформації в ЛЦ існують робочі місця. Кожен логіст може обробити за годину інформацію, пов'язану з трьохста тонами цукрового буряку  $W_{ЛЦ} = 300$  т/год.

Результати моделювання обсягу переробленої інформації у вигляді обсягу цукрового буряку, який необхідно доставити від складу до заводу  $Q_{ЛЦ}$ , а також імовірності відмови ЛЦ в обслуговуванні, представлені на рис. 3.4.

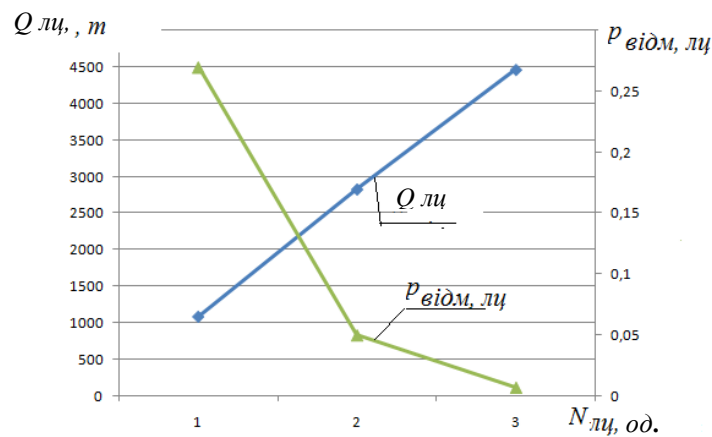


Рисунок 3.4 – Залежності обсягу переробленої інформації в ЛЦ і ймовірності відмови логістичного центру від чисельності каналів обробки інформації

Відповідно, для забезпечення виконання умови  $W_3 = W_{П} = W_{СКЛ} = W_{ЛЦ}$ , в ЛЦ необхідно мати 2-ох логістів з продуктивністю  $W_{ЛЦ} = 300$  т/год. При цьому час робочої зміни ЛЦ становить 5 годин.

Необхідну чисельність ТЗ, які доставляють коренеплоди зі складу на завод, з урахуванням їх техніко-експлуатаційних показників, і які задовольняють вимогу по потужності заводу, визначає ЛЦ. Результати моделювання обсягу перевезеного вантажу  $Q_{ТП}$ , а також ймовірності відмови транспортного підприємства (ТП) в перевезенні вантажу  $p_{відм, ТП}$ , в залежності від чисельності ТЗ надано на рис. 3.5.

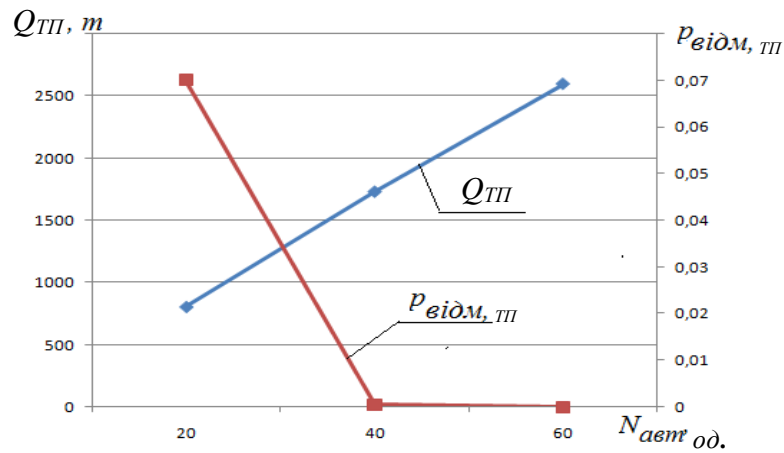


Рисунок 3.5 – Залежності обсягу перевезеного вантажу ТП і ймовірності відмови транспортного підприємства від чисельності автомобілів

Для забезпечення рівності  $W_3 = W_{П} = W_{СКЛ} = W_{ЛЦ} = W_{ТП}$  необхідно 40 автомобілів номінальної вантажопідйомності 30 т. Моделювання виконано для дальності вантажної їздки 40 км, середньої технічної швидкості руху 24 км/год. Тривалість робочої зміни ТП становить 16 годин. Час навантаження-розвантаження одного ТЗ складає 0,8 годин.

Результати ймовірнісного моделювання дозволяють корегувати необхідну чисельність усіх учасників ланцюга постачань цукрового буряку, які повинні забезпечувати умову-обмеження функціонування транспортно-логістичної системи (3.1). Встановлено, що продуктивність перероблювального пункту помножена на ймовірність відмови і час робочої зміни, є обмеженням в роботі всіх інших логістичних ланок в транспортно-логістичній системі доставки вантажів.

### 3.3 Економічна ефективність застосування запропонованої моделі

Щоб оцінити економічний ефект запропонованої моделі було визначено питомі витрати, що припадають на транспортне підприємство, яке забезпечує переміщення цукрового буряку в ланцюзі постачань. Виходячи зі специфіки вантажу для його доставки на завод використовуються самоскиди. На сільськогосподарських підприємствах найчастіше використовується

шістнадцяти тонний автопоїзд КамАЗ-55102. Його перевагою є висока прохідність та здатність розвантаження на три сторони, а виходячи з результатів моделювання, найбільш доцільно використовувати автомобілі вантажопідйомністю 30 т. Тому, розглянемо порівняльні характеристики автомобілів КамАЗ-55102, вантажопідйомністю 16 т і самоскид MAN TGS 40.400, вантажопідйомністю 25 т.

Технічні характеристики цих ТЗ наведено в додатку А.

Маршрути, за якими відбувається доставка коренеплоду є маятниковими, тому коефіцієнт використання вантажного пробігу  $\beta$  дорівнює 0,5. Технічну швидкість ТЗ приймаємо  $V_T = 24$  км/год. Час на навантаження й розвантаження автомобілів з урахуванням особливостей цих процесів як на полі, де навантаження відбувається за допомогою підбирача-навантажувача, продуктивністю 300 т/год, так і на заводі, в залежності від типу рухомого складу, має значення 0,56 год.

Питомі витрати транспортного підприємства, яке виконує перевезення вантажу зі складу до цукрового заводу, можна оцінити за виразом:

$$E_{ТП} = \frac{N_{авт} \cdot (l_B + l_{ПОР}) \cdot Ц_{П} \cdot 0,01 \cdot v_{П,ТЗ} \cdot 0,9}{Q_{ТП}} + \frac{N_{авт} \cdot (D_{Р,ТП} \cdot C_{Д,ТП} + 0,1 \cdot C_{авт} + 0,05 \cdot C_{авт})}{D_{Р,ТП} \cdot Q_{ТП}}, \text{ грн./т}, \quad (3.2)$$

де  $N_{авт}$  – чисельність автомобілів, од.;

$l_B$  – довжина вантажної їздки, км;

$l_{ПОР}$  – дальність порожнього пробігу, км;

$v_{П,ТЗ}$  – витрати палива автомобілем на 100 км пробігу, кг/км;

$Q_{ТП}$  – обсяг перевезеного вантажу за робочу зміну (отримаємо в результаті моделювання), т;

$D_{Р,ТП}$  – кількість робочих днів на транспортному підприємстві, день;

$C_{Д,ТП}$  – денна ставка по заробітній платі водія, грн./день;

$C_{авт}$  – вартість автомобіля, грн.

Результати розрахунків питомих витрат для порівняння економічної складової роботи двох моделей самоскидів, які задовольняють вимогу (3.1), наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Порівняльна характеристика самоскидів

№ п/п	Назва показника і одиниці виміру	Значення показника для КамАЗ-55102	Значення показника для MAN TGS 40.400
1	Вантажопідйомність, т	16	25
2	Необхідна чисельність автомобілів, од.	43	27
3	Середня довжина вантажної їздки, км	40	40
4	Денна ставка по заробітній платі водія, грн./день	500	
5	Кількість робочих днів на ТП, день	60	
6	Вартість автомобіля, грн.	800000	1200000
7	Питомі витрати на роботу ТЗ, грн./т	60,6	54

З таблиці 3.1 видно, що для забезпечення функціонування ланки «транспортне підприємство», яка б задовольняла умові рівності продуктивності по переробці і переміщенню цукрового буряку по кожній ланці добовій потужності заводу (умова 3.1) можна використовувати автомобілі КамАЗ-55102 у чисельності 43 одиниці, або самоскиди MAN TGS 40.400 у чисельності 27 одиниць. Питомі витрати на перевезення однієї тони цукрового буряку складають відповідно 60,6 грн/т та 54 грн/т.

Таким чином, виходячи з розрахунків, економічно доцільніше використовувати самоскиди більшої вантажопідйомності, але в межах закону України про допустиму повну масу ТЗ.

## ВИСНОВОК

Виконано моделювання процесу управління в транспортно-логістичній системі доставки цукрового буряку від виробника до споживача з урахуванням ймовірностей відмови в обслуговуванні кожної ланки ланцюга постачань. Прийнято умови-обмеження:

- величина проектної потужності цукрового заводу  $W_3$  – є сумою проектної продуктивності всіх приймальних пунктів заводу  $\sum_{i=1}^{N_3} W_{3,i}$  і дотримання цієї величини є вимогою для всіх учасників ланцюга постачань;

- у початковий момент часу сума всіх ймовірностей станів логістичної системи дорівнює одиниці.

За результатами проведеного дослідження встановлено наступне:

1. ланцюг постачань цукрового буряку складається з п'яти вузлів: сільськогосподарське підприємство; логістичний центр; тимчасовий склад; транспортне підприємство; цукровий завод;

2. в Харківській області станом на 2019 рік працює 6 цукрових заводів із середньою добовою проектною потужністю 3000 т/добу;

3. найбільш фінансово-затратним, а тому головним в ланцюзі постачання є цукровий завод. Відповідно до цього вводиться умова-вимога-обмеження в добовій потужності кожного учасника транспортно-логістичної системи  $W_3 = W_{П} = W_{СКЛ} = W_{ЛЦ} = W_{ТП}$ ;

4. розроблена ймовірнісна модель прогнозування обсягів переробки цукрового буряку дозволяє врахувати ймовірність відмови в роботі кожного учасника ланцюга постачання і скорегувати їх необхідну чисельність, яка б відповідала роботі вузла із заданою заводом потужністю. Відповідно рекомендована за результатами моделювання кількість учасників транспортно-логістичної системи складає: для заводу чисельність пунктів прийому коренеплоду,  $N_3 = 3$  од.; для сільськогосподарського підприємства одночасно

працює чотири комбайни,  $N_{II} = 4$  од.; в логістичному центрі працює два логіста,  $N_{ЛЦ} = 2$  люд.; на складі задіяно два підбирача-навантажувача,  $N_{СКЛ} = 2$  од.; на транспортному підприємстві доставку цукрового буряку забезпечує 27 самоскидів вантажопідйомністю 25 т,  $N_{ТТ}^{MAN} = 27$  од., або 43 автопоїзди вантажопідйомністю 16 т,  $N_{ТТ}^{КамАЗ} = 43$  од.;

5. виникнення «вузьких місць», яке пов'язано з невідповідністю обсягів переробки цукрового буряку будь-якою ланкою необхідній потужності заводу, можливо виправити корегуючи параметри отриманої математичної моделі, а саме: час роботи,  $t$ , год.; чисельність учасників системи в кожній ланці,  $N$ , од.; вантажопідйомність транспортного засобу,  $q_H$ , т;

6. запропонована ймовірнісна модель, прогнозування обсягів переробки цукрового буряку, дозволяє підвищити ефективність управління транспортно-логістичними процесами під час перевезення коренеплодів за рахунок визначення раціональної чисельності учасників ланцюга постачання, які забезпечать заданий обсяг переробки цукрового буряку. Питомі витрати для розглянутих варіантів роботи транспортних засобів вантажопідйомністю 16 т у чисельності 43 од. та 25 т у чисельності 27 од., відповідно складають  $E_{ТТ}^{КамАЗ} = 60,6$  грн/т та  $E_{ТТ}^{MAN} = 54$  грн/т.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. <http://agrosbornik.ru/tehnicheskie-kultury/110-saxarnaya-svekla/1478-uborka-saxarnoj-svekly.html>
2. [www.my-ref.net](http://www.my-ref.net)
3. Сумець О.М. Ланцюги поставок: організаційний аспект. Підручник, 2011. Електронне посилання: [https://pidruchniki.com/72785/logistika/osnovni\\_harakteristiki\\_lantsyuga\\_postavok](https://pidruchniki.com/72785/logistika/osnovni_harakteristiki_lantsyuga_postavok)
4. Воркут Т.А. Проектування систем транспортного обслуговування в ланцюгах постачань: Монографія - К: НТУ, 2002.- 248 с.
5. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ: В 2-х кн. Пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1987. – 351 с.
6. Рославцев Д.М. Формування структури автопарку функціонального підрозділу підприємства / Д.М. Рославцев, В.А. Бурма // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – Т.1, №3(49) – С.30-32.
7. Вельможин, А.В. Грузовые автомобильные перевозки / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Куликов // Горячая линия. Телеком, – 2006. – С.560.
8. Доля В.К., Галкін А.С. Визначення потрібної кількості транспортних засобів при обслуговуванні замовників з заданими параметрами матеріального потоку // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2012. – Т. 5, №3(59) – С.38-40.
9. Говорущенко Н.Я. Обеспечение безопасности движения на автомобильном транспорте / Н.Я. Говорущенко, В.П. Волков, И.К.Шаша. – Харьков: Изд-во ХНАДУ. – 2007. – 361 с.
10. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов. – М.: Наука, 2001. – 535 с.
11. Малишев А.І. Економіка автомобільного транспорту: підручник для вузів / А.І. Малишев. – М.: Транспорт. – 1983. – 336 с.
12. [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9\\_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81)
13. Вентцель Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель. – М.: «Советское радио», 1972. – 552с.
14. [http://ukrsugar.com/en/ecm/factory/index?FactorySearch%5Bregion\\_id%5D=20&FactorySearch%5Bname%5D=&FactorySearch%5Barchiv%5D=](http://ukrsugar.com/en/ecm/factory/index?FactorySearch%5Bregion_id%5D=20&FactorySearch%5Bname%5D=&FactorySearch%5Barchiv%5D=)

Додаток А  
ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОМОБІЛІВ



Таблиця А.1 – Технічні характеристики КамАЗ 55102

<b>Вантажопідйомність</b>	8 т + 8 т
<b>Контрольна витрата палива автомобіля при 60 км / год</b>	35 л/100 км

Таблиця А.2 – Технічні характеристики MAN TGS 40.400

<b>Вантажопідйомність</b>	25 т
<b>Споряджена маса</b>	15 т
<b>Макимально допустима повна маса автомобіля</b>	40 т
<b>Контрольна витрата палива автомобіля при 60 км / год</b>	42 л/100 км

## АНОТАЦІЯ

В роботі розглянуто питання підвищення ефективності управління транспортно-логістичними процесами під час доставки сільськогосподарської продукції на прикладі цукрового буряку. Питання організації транспортного обслуговування аграрної галузі під час збирання врожаю одне з найважливіших і найболючіших у фермерів. Врожай повинен бути вчасно зібраний і вивезений з полів в місця переробки чи зберігання. Раціональна організація ланцюга постачань сільськогосподарської продукції впливає на ефективність функціонування аграрної галузі. Період збирання врожаю характеризується обмеженим терміном і великими добовими обсягами перевезення і обробки вантажу.

Метою дослідження є визначення параметрів, що впливають на ефективне управління процесами збирання і транспортування цукрового буряку. Об'єктом є удосконалення процесів транспортно-логістичного управління під час збирання і транспортування цукрового буряку. Предметом дослідження розглядаються закономірності впливу чисельності учасників ланцюга постачань цукрового буряку на ефективність функціонування транспортно-логістичної системи обслуговування сільськогосподарської галузі. Відповідно завданнями роботи є: формування ланцюга постачань цукрового буряку від виробника до споживача; визначення «вузького місця» і розробка заходів щодо підвищення його потужності; мінімізація транспортної складової витрат, пов'язаних із доставкою цукрового буряку на завод.

Для дослідження процесу транспортно-логістичного обслуговування ланцюга постачань цукрового буряку і відповідно розробки заходів, щодо підвищення ефективності управлінських рішень, було застосовано математичний апарат системи масового обслуговування. Цей підхід дозволив врахувати ймовірність відмови у виконанні заявок на обслуговування і відпрацювати стратегію вирішення проблем з виникненням черг і відмов у виконанні заявок. В процесі моделювання було прийнято ряд умов-обмежень, які

направленні на спрощення процесу моделювання і підвищення ефективності функціонування транспортно-логістичної системи доставки цукрового буряку. Найголовнішими з них є вимога до перероблювальної спроможності кожного учасника системи і рівняння її добовій проектній потужності заводу.

Розроблена математична модель дозволяє врахувати ймовірності відмови в обслуговуванні і зважаючи на неї визначити необхідну чисельність учасників кожної ланки ланцюга постачань цукрового буряку. Вихідними даними є продуктивність кожного учасника. На виході отримаємо ймовірнісний обсяг переробки чи транспортування цукрового буряку. Відкориговані величини обсягів перевезення відповідають добовій потужності перероблювального пункту і тим самим забезпечують його ефективне функціонування.

Економічний ефект, розробленої математичної моделі прогнозування обсягів переробки вантажу, складається з можливості використовувати і порівнювати техніко-економічні показники будь-яких транспортних засобів, які застосовуються при доставці цукрового буряку на завод. Наведений підхід дозволяє обирати самоскиди раціональної вантажопідйомності та необхідної чисельності.