

АНОТАЦІЯ

Сенюта А. Б. Структура і функціонування інформаційної системи автотранспортного підприємства – Магістерська кваліфікаційна робота. НУВМБ, кафедра «Автомобілів і тракторів». Дубляни, 2025. – 75 с.

Зроблено аналіз відомих диспетчерських систем. Визначено принципи ефективного функціонування диспетчерської системи на підприємстві автомобільного транспорту. Опрацьовано теорію оперативного керування парком транспортних засобів на підприємстві. Розроблено методику маршрутизації. Вибрано алгоритм побудови оптимальних розкладів. Складено програму, яка виконує маршрутизацію на основі алгоритму Дейкстри. Розроблено принципи побудови бази даних диспетчерської системи.

Ключові слова: вантажні автомобільні перевезення, розклад руху, маршрутизація, алгоритм Дейкстри.

ABSTRACT

Senyuta A. B. Structure and functioning of the information system of a motor transport enterprise – Master's qualification work. NUVMB, Department of "Automobiles and Tractors". Dublyany, 2025. – 75 p.

An analysis of known dispatching systems has been made. The principles of effective functioning of the dispatching system at a motor transport enterprise have been determined. The theory of operational management of the fleet of vehicles at the enterprise has been worked out. A routing method has been developed. An algorithm for building optimal schedules has been selected. A program has been created that performs routing based on the Dijkstra algorithm. Principles for building a dispatching system database have been developed.

Keywords: freight road transportation, traffic schedule, routing, Dijkstra algorithm.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ В ТЕОРІЇ І ПРАКТИЦІ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	8
1.1 Аналіз публікацій.....	8
1.2 Логістика підприємства	24
1.3 Огляд інформаційних систем автомобільних перевізників	28
1.4 Аналіз диспетчерських служб автотранспортних підприємств.....	31
1.5 Висновки та формулювання мети і завдань досліджень	34
2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДИСПЕТЧЕРСЬКОЇ СИСТЕМИ	36
2.1 Структура системи.....	36
2.2 Задачі маршрутизації перевезень.....	38
2.3 Оптимізація розкладів	44
2.4 Розклад операцій у транспортних пунктах	56
3 ТЕХНІЧНІ УМОВИ ДЛЯ АРМ ДИСПЕТЧЕРА АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА	69
3.1 Загальні риси диспетчерської служби	69
3.2 Функції диспетчерської служби.....	72
3.3 Програма маршрутизації.....	73
3.4 Формування бази даних	73
ВИСНОВКИ.....	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	83

ВСТУП

В результаті постійного збільшення обсягу виробництва і послуг, зростання підприємства, збільшується попит на послуги транспортних підрозділів, розширюється автопарк, зростає щільність інформаційних потоків всередині підприємства. Все це обумовлює необхідність автоматизації діяльності транспортних підрозділів, і перш за все, диспетчерської служби. Впровадження автоматизації на робочому місці диспетчера вантажоперевезень дозволить прискорити прийом заявок на транспортування вантажів, зменшити кількість помилок при фіксуванні заявки, зменшити час простою транспортних засобів через неоптимальний графік перевезень, поліпшити контроль за своєчасним виконанням заявок, інтегрувати інформаційні потоки підрозділи в загальну інформаційну систему підприємства. Крім того, накопичена в системі інформація дає керівникові інструмент для аналізу і контролю діяльності транспортного підрозділу. Так як основне призначення системи – фіксування заявок клієнтів на перевезення вантажів, то її центральний об'єкт – «заявка клієнта» – повинен містити всі необхідні відомості для своєчасного і точного виконання. Відомості повинні фіксуватися у відповідних атрибутах об'єкта оператором (диспетчером) на підставі прийнятих ним даних. Звідси випливають основні завдання, які потрібно опрацювати: введення даних про заявки клієнтів і вантажах; зберігання введеної інформації; попередження введення некоректних даних; побудова аналітичних звітів; пошук інформації за заданими умовами.

Тема магістерської кваліфікаційної роботи, виходячи з вимог витрат часу і використання транспортних засобів, буде актуальною для перевізників, зокрема для підприємства ПП «Каміон-Сервіс»

Об'єкти дослідження – інформаційні потоки, які виникають та використовуються під час оперативної підготовки і виконання вантажних автомобільних перевезень.

Предмет дослідження – залежність ефективності розкладів роботи транспортних засобів парку вантажних автомобілів від структури і функцій диспетчерської системи.

1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ В ТЕОРІЇ І ПРАКТИЦІ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

1.1 Аналіз публікацій

1.1.1. Складання графіків і розкладів транспортних засобів. За означенням диспетчер – це оперативний розпорядник, який забезпечує виконання виробничих графіків, координує за допомогою системи диспетчеризації взаємодію всіх ланок підприємств [10]. Основою планування перевезень є розклади й графіки перевезень, складені на основі систематизації укладених договорів, поданих заявок, вивченні вантажопотоків.

Розклади й графіки повинні забезпечити [20]:

- задоволення потреб найбільшої кількості замовників перевезень;
- максимальне використання місткості транспортних засобів за встановленими нормами;
- мінімізацію витрат часу на перевезення;
- регулярність перевезень;
- ефективність використання транспортних засобів;
- взаємозв'язок з графіками й розкладами інших видів транспортних засобів;
- мінімізацію пробігів транспортних засобів без вантажу.

Від узгодження робіт, виконуваних на об'єктах завозу-вивозу вантажів, у значній мірі залежить ефективність транспортного процесу [5]. Існують наступні види розкладів [21]:

- зведений розклад у табличній формі – для всіх маршрутів за певний період часу;
- станційний розклад за контрольним пунктом - для кінцевих і проміжних пунктів маршрутів;
- робочі маршрутні розклади – для перевезення вантажів за разовими заявками або особливими вантажами.

Регулярність руху є якісним показником планування. Рух вважається регулярним, якщо транспортні засоби випущені в рейс точно за розкладом, вчасно проїхали через контрольні пункти й прибули в кінцеві пункти за розкладом (графіком), або в межах допустимих часових відхилень.

Дотримання графіків і розкладів руху автомобілів дозволяє звести до мінімуму простої транспортних засобів і навантажувально-розвантажувальних засобів унаслідок неузгодженої їхньої роботи [10].

Побудова графіків руху повинна ґрунтуватися на даних про техніко-експлуатаційні показники за маршрутом перевезень до яких відносяться: час знаходження транспортних засобів на лінії, тривалість обіду й відпочинку водіїв, час простою під навантаженням і розвантаженням, нормована швидкість руху на перегонах маршруту й кількість транспортних засобів на маршруті. Всі основні етапи побудови графіків руху наведені в роботі [9].

Графіки руху будують у відповідності до схем маршруту в системі координат на сітці, де на осі абсцис у прийнятому масштабі відкладають час доби, а на осі ординат - відстань перевезення між пунктами (рис. 1.1).

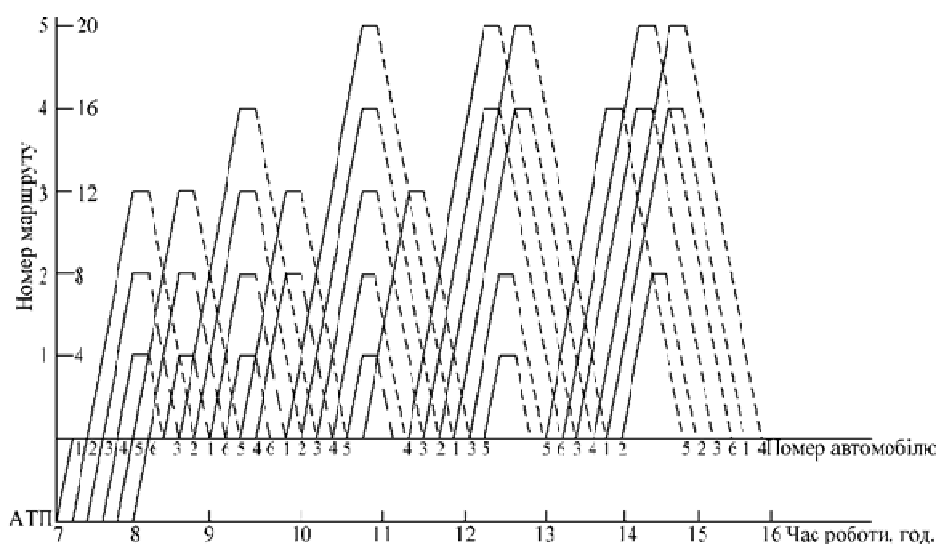


Рисунок 1.1 – Графіки руху АТЗ на маршрутах

При встановленні місця й часу прийому їжі й відпочинку водіїв враховують тривалість часу їхньої роботи й наявність у даному пункті підприємств громадського харчування й місць відпочинку.

При вивозі вантажу з одного пункту в декілька (або, навпаки, завезенні його з декількох пунктів – в один) завдання побудови графіків значно ускладнюється. При такій постановці значні простої автомобілів і вантажно-розвантажувальних засобів можуть виникнути внаслідок неузгодженого прибуття автомобілів. Принципове виконання такого завдання повинне передбачати узгодження роботи транспортних засобів і навантажувально-розвантажувальних машин при вивозі вантажів з одного пункту в декілька інших [9]. При цьому транспортний засіб повинен прибути в пункти навантаження-розвантаження в строго встановлений час.

Як приклад виконання даного завдання можна розглядати планування маятникових маршрутів у ситуації, коли пропускна здатність пункту навантаження істотно обмежена. Дану методику наведено в роботі [13]. Для спрощення пункт навантаження представляється у вигляді навантажувального механізму, якому на навантаження одного автомобіля потрібен час A_r . Максимальна пропускна здатність пункту досягається в тому випадку, якщо навантажувальний механізм працює беззупинно. Тоді автомобілі можуть відправлятися в рейси з мінімальним тактом.

Найпростіше завдання, в якому пункт навантаження є "вузьким місцем", формується дослідниками в такий спосіб. Період планування наводиться у вигляді послідовності моментів часу, що проходять через інтервал A_r . У кожний момент часу під навантаження може встати один автомобіль. Вважається, що з цього моменту для нього починається черговий рейс. Як правило всі часові інтервали, зокрема час виконання рейсів, вимірюють кількістю тактів.

Нехай є заявки на виконання n рейсів. Для кожного заявленого i -го рейсу заданий час обороту t_r – число тактів з моменту навантаження до моменту повернення у вихідний пункт. Якщо автомобіль у j -й момент часу відправиться в i -й рейс, то він зможе повернутися в пункт навантаження до моменту часу $(j+t)$. Очевидно, в оптимальному варіанті відправлення в рейси повинні відбуватися в кожний момент часу. В цьому випадку

навантажувальний механізм буде працювати без простоїв. Усі відправлення будуть виконані за п перших тактів. Можливість організації безперервної роботи залежать від наявності автомобілів. У випадку їхнього дефіциту виникають простої навантажувального механізму. При надлишку автомобілів забезпечується безперервність навантаження, однак при цьому виникають простої автомобілів. Як приклад можна розглянути сукупність з восьми однакових заявок з часом оберту, що дорівнює чотирьом тактам. Горизонтальні лінії на схемах відповідають автомобілям, вертикальні - моментам часу. Перебування автомобілів у рейсах зображено стрілками (див. рис. 1.1).

При наявності декількох споживачів час рейсів приймають різним за значенням, і завдання істотно ускладнюється. З одного боку, немає ніяких гарантій, що оптимальний графік існує для будь-якої сукупності заявок, а з іншого – виникають ситуації, коли його можна побудувати з різним числом автомобілів. На першому етапі дослідники розглядають наступний приклад. Нехай потрібно виконати п'ять рейсів тривалістю (2; 2; 2; 2; 7). Недостатньою та надлишковою кількістю автомобілів, при якій не можна побудувати оптимальний графік, виявляються $\tau=1$ та $\tau=4$. Для $\tau=2$ або $\tau=3$ оптимальний графік існує.

У зв'язку з цим замість побудови оптимального графіка доцільно вирішувати дещо інше завдання, а саме – будувати безперервний графік з найменшим числом автомобілів. Таке завдання більш перспективне ще й тому, що завжди існують безперервні графіки й не завжди оптимальні. Точне виконання завдання з найменшим числом автомобілів, що забезпечує безперервний графік, вимагає перебору дуже великої кількості варіантів, тому для його виконання використовують наближений метод [9].

Загальна схема виконання, на думку дослідників, наступна [11]. Фіксується деяке значення τ , а потім робиться спроба побудувати безперервний графік. Якщо вона завершується успішно, то обране значення вважається допустимим. Послідовно зменшуючи τ і проводячи для кожного

значення побудови графіку, одержується найменша допустима кількість автомобілів, яка може забезпечити виконання задачі. При побудові графіка всі можливі варіанти не перебирають, метод виявляється наближеним [12].

Очевидно, безперервний графік можна побудувати тільки в тому випадку, якщо на кожному кроці алгоритму є придатна пара рівних елементів. У загальному випадку ніяких гарантій у цьому немає. При виконанні нашого прикладу з двома автомобілями суперечність, на думку дослідників [9], виникає після заповнення шостого стовпця (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Неузгодженість графіків роботи вантажних автомобілів

Номер автомобіля	Номер поїздки																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
1	0	1	2	3													
2	0	0	1	2													
3	0	0	0	1													
Номер заявки	-	6	-	-	-	-	-	-	4	5	5	6	6	2	2	2	
1	0	1	2	3	4												
2	0	0	1	2	1												
3	0	0	0	1	2												
Номер заявки	1	6	-	-	-	-	-	-	4	5	5	6	6	-	2	2	
1	0	1	2	3	4	1											
2	0	0	1	2	1	2											
3	0	0	0	1	2	3											4
Номер заявки	1	6	-	7	-	-	-	-	-	5	5	6	6	-	2	2	
1	0	1	2	3	4	1	2										
2	0	0	1	2	1	2	1										
3	0	0	0	1	2	3	4										
Номер заявки	1	6	-	7	8	-	-	-	-	5	5	6	6	-	-	2	
1	0	1	2	3	4	1	2	1									
2	0	0	1	2	1	2	1	2									
3	0	0	0	1	2	3	4	5									
Номер заявки	1	6	2	7	8	-	-	-	-	5	5	6	6	-	-	-	

Таким чином, завжди можна побудувати перший варіант безперервного графіка. Для цього достатньо число рядків у матриці встановити рівним середньому часу рейсу, яке округлене в більшу сторону, а при розміщенні позначок вибирати найбільший елемент стовпця. Далі можна повторювати процес, зменшуючи щоразу число рядків на одиницю, доти, поки не виникне колізія. Останній побудований до кінця графік можна вважати виконанням завдання.

Іншу, найбільш доступну й повну методику складання графіків спільної роботи автомобілів і навантажувально-розвантажувальних механізмів, наведено в роботі Воркута А.І. [8]. Вона містить відповідні етапи.

1.1.2. Програмне забезпечення інформаційної системи автотранспортних підприємств. Програми для автотранспортних підприємств належать до локальних систем керування підприємством (СКП), оскільки мають порівняно невеликі функціональні можливості та забезпечують оперування із системи керування базами даних (СКБД) простої ієрархії. Задачею таких СКП є інформаційне забезпечення та автоматизація роботи функціональних підрозділів, основними з яких є [24]:

- відділ експлуатації, який приймає замовлення на перевезення, забезпечує техніко-економічне планування виконання замовлення (вибір необхідного ТЗ, оптимального маршруту), реалізує оперативне управління перевізним процесом (закріплення завдання за конкретним водієм, автомобілем, контроль виходу автомашин на лінію та роботу на маршруті, оформлення транспортної документації), проводить динамічні зміни планових маршрутів при відхиленнях перевізного процесу від плану;

- фінансово-бухгалтерський відділ, який веде облік роботи водіїв, пробіг та мотогодини роботи транспортних засобів, використання паливно-мастильних матеріалів, обробку маршрутних листів виконаних замовлень; виконує розрахунки з клієнтами, нарахування заробітної плати водіям, ремонтникам, інженерному та допоміжному персоналу АТП, веде облік та

амортизацію основних фондів підприємства, аналізує основні показники підприємства, собівартість перевезень; веде облік комірному господарства (склад запчастин, облік шин, акумуляторів);

- технічний відділ, який забезпечує планування робіт з технічного обслуговування, ремонту транспортних засобів, контролює проведення цих робіт, виконує та контролює нормування витрат паливо-мастильних матеріалів (ПММ).

Підсистема управління перевезеннями АТП (або служба експлуатації) є основним виробничим підрозділом, який функціонально об'єднує підсистеми техніко-економічного планування та оперативного управління перевізним процесом. Задачами служби експлуатації є:

- організація перевезень вантажів;
- забезпечення виконання поточного плану роботи АТП;
- досягнення найбільш ефективного використання рухомого складу при необхідному рівні якості перевезень;
- забезпечення безпеки руху АТЗ на лінії;
- вивчення вантажопотоків, аналіз клієнтури та ринку перевезень;
- підготовку угод з клієнтами;
- планування оптимальних маршрутів перевезення, контроль стану під'їзних доріг та навантажувально-розвантажувальних пунктів (НРП);
- вивчення можливостей підвищення рівня механізації НРП;
- складання змінно-добового плану та підготовка завдань водіям.

Структуру типової служби експлуатації наведено на рис. 1.2, яка може змінюватись залежно від кількості та видів АТЗ і типу АТП.

Вантажна група є базовою у службі експлуатації, виконуючи свої функції.

Підготовлений змінно-добовий план передається до диспетчерської для реалізації завдань, які диспетчера готують у вигляді подорожніх листів, де лінійний диспетчер призначає конкретні транспортні засоби, водіїв, допоміжне спецоснащення. Після повернення транспортного засобу до АТП

водій передає у диспетчерську подорожній лист і товарно-транспортні накладні для проведення всіх відповідних розрахунків. Цю роботу виконує контрольно-розрахункова група. Оброблені дані щодо роботи водіїв, виконаної роботи за замовленням, передаються далі до фінансово-бухгалтерського відділу для відповідного обліку і розрахунків. Також техніки цієї групи готують дані для планування перевезень вантажною групою – визначають потреби у ПММ за кожним маршрутом і конкретним автомобілем, визначають тарифи на експлуатацію кожної моделі транспортних засобів тощо.

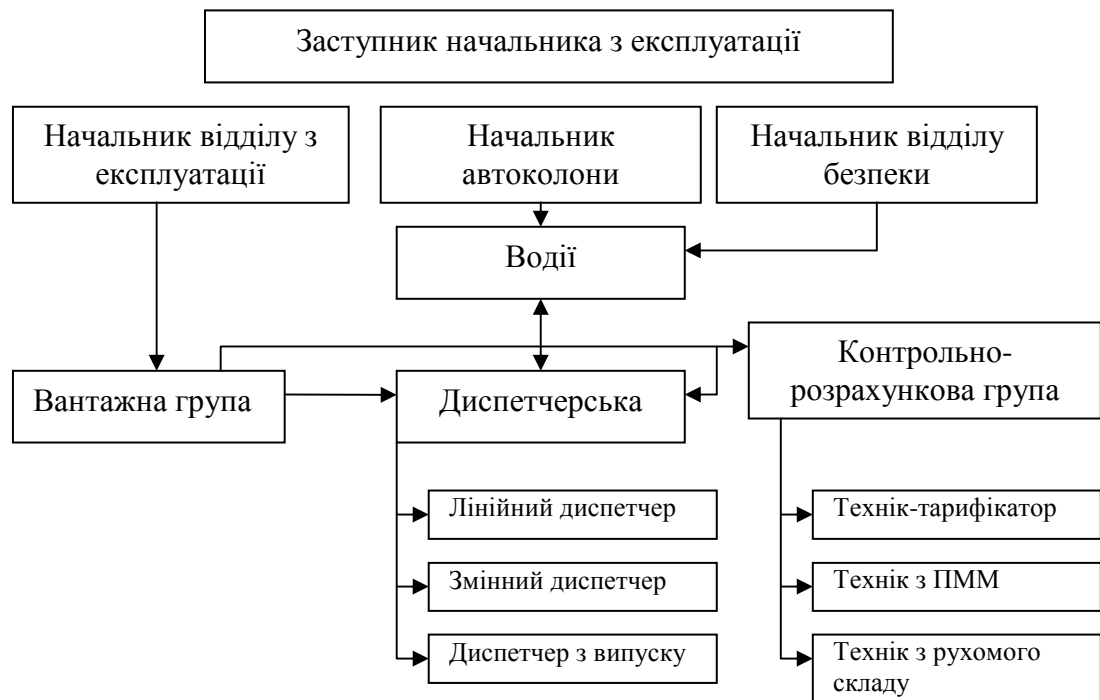


Рисунок 1.2 – Типова структура служби експлуатації і місце у ній інформаційної служби

Відповідно задачами програм АСК АТП є типові для автотранспортних підприємств функції:

- ведення баз даних по автопарку, кадровому забезпеченню та клієнтах;
- ведення журналу диспетчера АТП – диспетчерський контроль за випуском автомобілів на лінію, вихід водіїв, виконання змінних завдань;
- виписка та таксирівання дорожніх листів, ведення табеля роботи водіїв;

- оперативна обробка дорожніх листів та товарно-транспортної документації;
- облік фактичних і нормативних витрат пального по водіях, автомобілях, бригадах;
- облік залежності витрат пального від погодних умов та умов експлуатації;
- розрахунок комплексу техніко-економічних показників використання автотранспорту за марками машин, гаражними номерами, видами перевезень;
- аналіз виконання змінно-добових завдань водіями, планів перевезень по бригадах, автоколонах, АТП, по клієнтурі й т. д.

Порівняльний аналіз програмного забезпечення для АТП наведено у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Поширені програми для АСК АТП

Характеристика систем	«Гектор»	«Зірка»	«Івнінг-Автопарк»	«Інформ Авто»	«1-С Парус: Автотранспорт»
Засоби розробки (СУБД)	Fox Pro 2.6	Серверна Pervasive SQL	Fox Pro	MSM-технологія	Настройка до 1С:Бухгалтерія
Основні функції користувачів	Бухгалтерія, диспетчер	Бухгалтерія, диспетчер	Техвідділ, диспетчер, склад	Диспетч, від. обробки	Бухгалтерія, диспетчер
Зв'язок з бух. – системами	Зар. пл. водіїв	Зар. пл. водіїв, рахунки клієнтів	Передача даних на склад	Передача даних у бух	Убудована 1С:Бухгалтерія
Розрахунок зарплати водіїв	є	є	–	є	є
Виписка рахунків	З програм	є	-	У програмі	є
Складський облік	–	–	є	У бухгалтерії	–
Амортизація	-	є	-	є	є
Взаєморозрахунки з клієнтами	є	є	–	є	є
Взаєморозрахунки з водіями	–	–	є	є	–
Облік палива	є	є	є	є	є

Як видно з наведеної таблиці, програми відрізняються середовищем, інтерфейсом, структурою, проте всі є локальними СКБД, орієнтованими на господарські задачі автотранспортних підприємств. Як засоби розробки програм СКБД використовується програмне забезпечення, що базується на лінгвістичних можливостях мови SQL [12].

Подальший розвиток подібних програм відбувається у напрямі створення більш потужних інтегрованих систем управління усім АТП або холдингом. Модульна структура однієї з поширених програм із наведеними можливостями зображена на (рис. 1.3) [6].

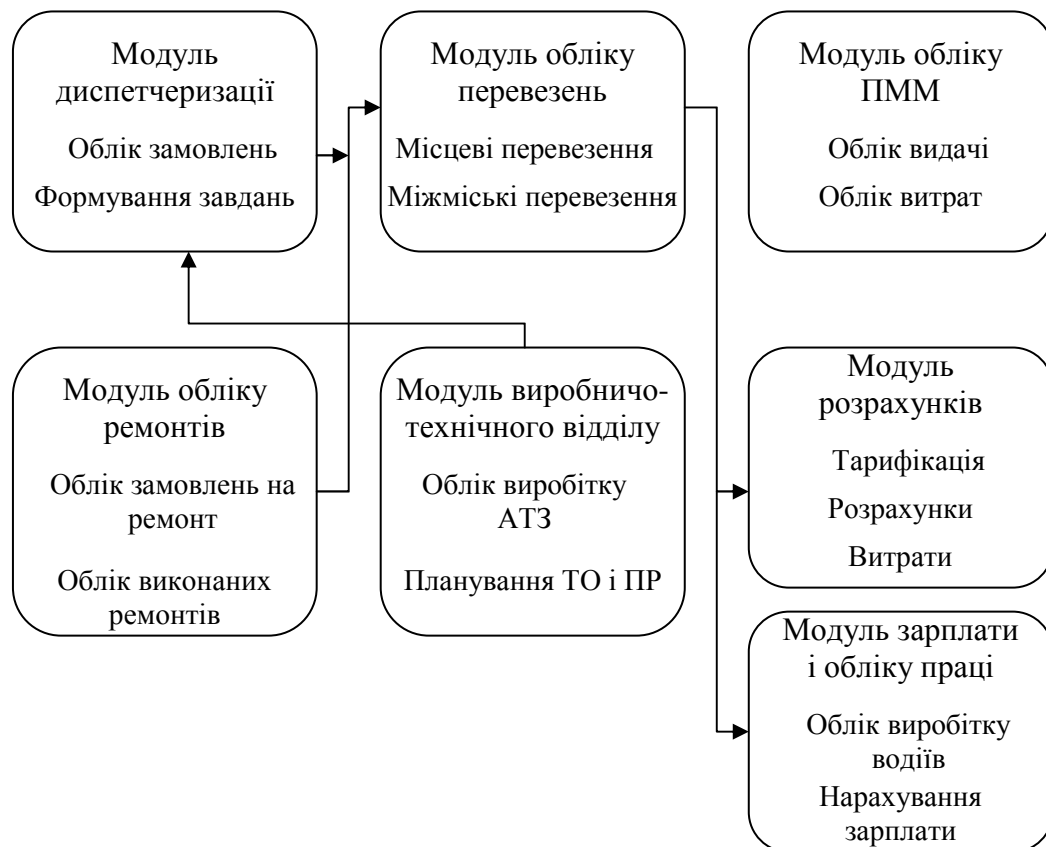


Рисунок 1.3 – Структурна схема програми для керування автотранспортом

1. Модуль диспетчеризації. Призначений для оформлення замовлень на транспортні засоби, розподіли їх по автомобілях. Замовлення можуть прийматися як від сторонніх замовників, так і від внутрішніх підрозділів організації. Зручний графічний інтерфейс АРМ ДИСПЕТЧЕР дозволяє

групувати замовлення по регіонах доставки, за поточним станом, з мінімальними маніпуляціями клавіатурою і мишею розподіляти замовлення серед доступних автомобілів.

2. Модуль обліку перевезень. У даному модулі реалізований облік дорожніх листів різних видів:

- міжнародного дорожнього листа (Форма № 1);
- вантажного автомобіля (Форма № 2);
- легкового автомобіля (Форма № 3).

Програма дозволяє виписувати дорожні листи різними способами:

- формувати новий дорожній лист вручну;
- формувати список дорожніх листів на підставі рознарядки;
- формувати список дорожніх листів за допомогою пакетної виписки.

При заповненні нового дорожнього листа програма автоматично переносить залишки палива та показання спідометра із попереднього дорожнього листа. Розклад роботи автомобіля встановлюється згідно з вибраним режимом роботи або заповнюється за замовчуванням з облікової системи організації. Прізвище водія підставляють у подорожні листи відповідно до складів екіпажів і графіків роботи. Процедура закриття подорожнього листа автоматично виконує такі розрахунки:

- розрахунок виробітки автомобіля та устаткування;
- розрахунок виробітки, облік відпрацьованого часу для табеля обліку роботи водіїв і нарахування зарплати водіїв;
- розрахунок нормативної та фактичної витрати ПММ.

Розрахунок виробітки у дорожніх листах може виконуватися за різними параметрами. Основні параметри (пробіг, вага вантажу, вантажообігу, час у наряді, у простої) обумовлені у системі. Використовуючи довідники, можна набудовувати будь-які довільні параметри виробітки і надалі аналізувати цю інформацію.

Для великих організацій зручно користуватися можливостями сервісу автоматичної пакетної виписки дорожніх листів. При пакетній виписці

програма перевіряє, чи є кожен автомобіль придатним до експлуатації за такими параметрами:

- відсутність реєстраційних документів з минулим терміном дії (талон технічного огляду, страховий поліс);
- відсутність планового технічного огляду та строки його наближення;
- відсутність незакритого попереднього дорожнього листа;
- відсутність незакритого ремонтного листа.

У режимі пакетної виписки диспетчер може проглянути заздалегідь створені дорожні листи, за необхідності внести зміни та відхилення, зберегти і роздрукувати як загальний список дорожніх листів, так і окремо вибрані дорожні листи.

У програмі реалізовані звіти щодо роботи автомобілів:

- звіт з виконаної роботи кожного з транспортних засобів;
- звіт щодо пробігу транспортних засобів;
- звіт щодо напруцюванню допоміжного устаткування;
- звіт щодо простоїв транспортних засобів;
- журнал дорожніх листів;
- картка роботи транспортних засобів;
- звіт за техніко-експлуатаційними показниками;
- звіт щодо роботи водіїв.

3. Модуль обліку ПММ. Програма дозволяє вести облік надходження, видачі та витрат паливно-мастильних матеріалів. Надходження і видача пального може здійснюватися різними способами:

- придбання за готівку;
- видача по талонах;
- придбання за картками безготівкової оплати;
- видача зі складу підприємства;
- придбання у стороннього постачальника.

Якщо постачальники ПММ надають дані щодо деталізації заправок в електронному вигляді відомого формату (наприклад, DBF, EXCEL, TXT), то

при незначних доопрацюваннях програми ці дані можуть автоматично завантажуватися до діючої програми.

4. Модуль взаєморозрахунків. Функціональне призначення модуля – настроювання довідників преїскурантів і тарифів, формування рахунків і актів за транспортні послуги. Розрахунок вартості послуг ведеться для товарно- транспортних документів, які вводяться на підставі подорожніх листів. Вартість може бути розрахована як автоматично за тарифами, так і введена вручну довільною сумою. На підставі товарно-транспортних документів спеціальною обробкою за будь-який період можна сформувати акти і рахунки. У доповнення до типових друкарських форм цих документів у програмі передбачений друк детального реєстру рахунків.

5. Модуль обліку витрат. Програма дозволяє вести облік витрат у розрізі автомобілів, статей витрат, контрагентів і підрозділів. Прямі витрати розподіляються на підставі даних дорожніх листів, ремонтних листів, заправок ПММ. Непрямі витрати можуть розподілятися за такими правилами:

- порівну між усіма автомобілями;
- пропорційно якому-небудь параметру роботи (наприклад, пробігу, часу у роботі);
- пропорційно балансовій вартості автомобілів.

6. Модуль обліку роботи водіїв. Програма дозволяє вести облік відпрацьованого часу водіїв, формувати таблиць обліку робочого часу, виконувати нарахування заробітної плати за дорожніми листами. У модулі реалізовані різні способи розрахунку заробітної плати – відрядний, від виручки, постійні доплати, фіксованою сумою. Відрядні тарифи можна налаштовувати для будь-якого параметра виробітки. Використання фільтрів дозволяє обмежувати дії тарифів для окремих автомобілів, моделей, маршрутів, контрагентів. Для великих організацій зручно поєднувати тарифи у тарифні плани, що істотно полегшить роботу з настроювання і супроводу тарифів.

7. Модулі виробничо-технічного відділу та ремонтів забезпечують автоматизацію управління виробничими підрозділами автопідприємства, які виконують технічне обслуговування і ремонт рухомого складу, інші автотехнічні послуги. У рамках відділу вирішуються питання:

- ведення обліку стану транспортних засобів;
- облік дорожньо-транспортних пригод, їх причин та наслідків;
- планування і управління процесом технічного обслуговування та ремонту; - прогнозування технічного стану транспортних засобів та розрахунок графіків профілактичного обслуговування транспортних засобів;
- розподіл завдань на ремонт та обслуговування між виробничо-ремонтними підрозділами і бригадами, розрахунок завантаження виробничо-ремонтного обладнання;
- планування складських запасів та поставок запасних частин для ремонту;
- діагностика та випробування транспортних засобів стендовими засобами. Відповідно до завдань функціонують модулі відділів:
- контроль документів (талони техогляду, страхові поліси);
- планування та контроль технічного обслуговування і ремонтів;
- контроль витрат запасних частин і заміни шин;
- облік дорожньо-транспортних пригод і страхових випадків;

Настроювання планового технічного обслуговування та ремонтів може бути виконане як за різними параметрами виробітки (пробіг, напрацювання у мотогодинах і т.д.), так і за заданою календарною періодичністю. Наприклад, план проходження ТО може бути налагоджений через кожні 10000 км., але не рідше раз на рік. У програмі передбачені можливості обліку виконання ремонтів, як на власній ремонтній зоні, так і у сторонніх автосервісах.

Контроль термінів закінчення документів може виконуватися декількома способами – у вигляді спеціального звіту, із відображенням у формі списку спеціальних піктограм автомобілів. Програма дозволяє вести

облік усіх ДТП, фіксувати їх причини та винуватців, порівнювати виплати страхових компаній з реальною вартістю ремонтів.

Для АРМ технічних фахівців залежно від їх функцій може встановлюватись певний тип систем автоматизованого проектування конструкторського та технологічного характеру (САПР К і САПР Т), проте загальна робота відділу відбувається у рамках основного СКБД у архітектурі клієнт – сервер (рис. 1.4).

Технологічні локальні підсистеми керування побудовані на базі мікропроцесорних засобів управління і повністю інтегровані до мереж АСК.

Для автосалонів, автосервісів, магазинів запасних частин використовують спеціалізовані програми, що ґрунтуються на базах даних запчастин для автомобілів різних марок.



Рисунок 1.4 – Архітектура мережі підсистем виробничих підрозділів АТП

1.1.3. Управлінські функції на автотранспортних підприємствах. Основна діяльність АТП полягає у забезпеченні та виконанні перевезень пасажирів і вантажів. Крім цього, підприємство може займатись ремонтом та обслуговуванням транспортних засобів, надавати інші послуги, пов'язані з транспортом. Незалежно від характеру діяльності автопідприємства, основні функції управління зводяться до планування, контролю та регулювання діяльності транспортного процесу.

Перша функція – планування, забезпечує вибір програми дій підприємства та найбільш економного способу її виконання на визначний період. Залежно від періоду планування (рік, місяць, доба) розробляється відповідний план його виконання та техніко-економічного забезпечення. Процес повинен забезпечувати оптимальне планування, проте під час виконання планів виникають непередбачувані випадки, які можуть відхилити процес від планового. Ситуації можуть бути досить динамічні протягом робочої зміни або доби та значно впливати на виробничі процеси. Тому при плануванні перевізного процесу потрібна наявність інформації такого виду:

- оперативна інформація у каналі зворотного зв'язку про внутрішні умови на підприємстві – наявні для використання транспортні засоби, кадри водіїв і ремонтників, стан обладнання;

- інформація на зовнішньому вході щодо поточних планових обсягів перевезень, заплановані строки поставок, зміни щодо стану завантажувально-розвантажувальної техніки на об'єктах обслуговування, черг на завантаження тощо;

- інформація щодо кількісних і якісних співвідношень окремих техніко- економічних показників підприємства – питомі витрати паливно-мастильних матеріалів, нормативи тощо для формування тарифів на транспортні послуги, планові витрати палива.

Для будь-якої планової задачі характерні обмеження ресурсів, тому планування ведеться із використанням відомих методів оптимізації.

Друга функція – контроль, виконується постійно протягом виконання планових показників шляхом збору інформації з усіх можливих і необхідних джерел. До таких джерел належить інформація з рухомих транспортних засобів, контрольних точок маршруту, засобів завантаження/розвантаження, ремонтних підрозділів.

Залежно від виду інформації, її змісту, методу отримання ця інформація накопичується, фільтрується та аналізується на різних етапах виконання планів для реалізації за необхідності регулюючої функції.

Постійно розширюються апаратно-програмні засоби для отримання оперативної динамічної інформації.

Третя функція – регулювання, реалізується за рахунок порівняння поточної та планової інформації, за наслідком чого виробляються оперативні рішення для ліквідації наслідків збурень.

Із великої кількості можливих рішень у тій чи іншій ситуації відшукується найбільш оптимальне, яке полягає у тому, що в наслідок виконання перших двох функцій задається оптимальний рівень нормативних характеристик вихідних показників і цей рівень підтримується з постійним коригуванням, згідно із зовнішніми та внутрішніми умовами.

1.2 Логістика підприємства

Проаналізовано досвід роботи диспетчерської системи на підприємстві ПП «Каміон-Сервіс». На підприємстві ретельно розроблені транспортні схеми логістики «Каміон-Сервіс», які дозволяють оперативно і якісно вирішувати для клієнтів практично будь-які задачі, пов'язані з міжнародною доставкою вантажів і всіма супутніми операціями. Маршрути прораховані таким чином, що автопоїзди завжди будуть недалеко від потрібного вам місця завантаження, а значить, будь-яке замовлення буде виконано оперативно і якісно.

У розпорядженні компанії достатня кількість багаторазових дозволів ЕКМТ, які дозволяють уникати затримок автопоїздів на межах європейських держав в очікуванні стандартних дозволів.

Співпраця з провідними експедиційними компаніями. «Каміон-Сервіс» довіряють найбільші міжнародні експедиції – "Cargoline Spedition GmbH", "Danzas", "Delacher & Co", "DFDS Transport", "Geodis Calberson", "Kuenne & Nagel", "LKW Walter", "M&M", "Shenker BTL", "Textilspedition H. Verwohlt" і інші.

Перевага "Каміон-Сервіс" – в гнучкості і оперативності. Фірма постійно освоює нові перспективні сегменти ринку, розширює свою присутність в

Європі і вкладає значні інвестиції в закупівлю нових автопоїздів і в розвиток персоналу. на даний час, наприклад, підприємство оновило рухомий склад і використовує тільки тягачі з номами екологічності Євро-4, або Євро-5.

Каміон-Сервіс може доставити будь-який вантаж (від 1 кілограма до 20 тонн) "від дверей до дверей" в будь-яку точку Європейського Союзу, або України автопоїздами європейського класу EURO 5 і EURO 6. Всі автопоїзди оснащені новітніми засобами мобільного і супутникового зв'язку, що дозволяє витримувати жорсткий графік руху і гарантувати поставки "точно-в-термін".

Тут дотримуються правила "якісно-саме вчасно". Підприємству довіряють найбільші міжнародні експедиції - "LKW Walter", "Cargoline Spedition GmbH", "Kuenne & Nagel", "Geodis Calberson", "Textilspedition H. Verwohlt", "Danzas", "Shenker BTL", "Delacher & Co", "DFDS Transport", "Mayer & Mayer".

"Каміон-Сервіс" використовує сучасні системи глобального супутникового зв'язку (Inmarsat-C, Emsat), які є інструментом для забезпечення якісної і своєчасної доставки. Використання подібних технологій на сьогоднішній день є негласним стандартом управління парком автопоїздів.

Системи супутникового зв'язку дозволяють:

- в режимі реального часу відстежувати переміщення вантажу;
- точно планувати терміни доставки вантажу;
- оперативно втручатися в хід перевезення;
- планувати завантаженість складських площ;
- продавати вантаж "з коліс";
- підвищити ефективність роботи персоналу;
- своєчасно виконувати митні формальності

Принцип роботи систем досить простий. Мобільні комплекти систем супутникового зв'язку, які встановлені на автопоїздах, посилають свої географічні координати, що видаються GPS приймачем, через один з

супутників на приймальну станцію ("тарілку"). Далі через мережу Інтернет ця інформація поступає на диспетчерський пульт. Спеціально розроблене програмне забезпечення SmartMap дозволяє диспетчерам і менеджерам бачити переміщення автопоїздів, що перевозять вантажі, на електронній карті. VITO SmartMap – це навігаційна система GPS для Pocket PC з можливістю використання векторних і растрових карт.

Програма сумісна з будь-яким GPS-приймачем, що підтримує NMEA-протокол (Compact Flash socket, serial port, BlueTooth or sleeve). Щоб скористатись нею, потрібно просто включити Bluetooth, і SmartMap знайде приймач, визначить координати і покаже ваше місце розташування на карті. VITO SmartMap забезпечує стандартну точність системи глобального позиціонування GPS: чим більше супутників GPS може знайти Ваш приймач, тим більше точними будуть результати. Найкращі результати досягаються при знаходженні як мінімум чотирьох супутників у видимій частині неба. Такі фактори як хмари, високі будівлі і інші перешкоди знижують точність позиціонування.

В зоні обслуговування супутникових систем, які використовуються, знаходиться вся територія Європи. Інформація від автопоїздів оновлюється на моніторах кожні 5 хвилин. Встановлене устаткування дозволяє обмінюватися з екіпажами голосовими, факсиміле і SMS-повідомленнями.

A2B Direct – Проект представляє собою повноцінну платформу з надання послуг великогабаритних перевезень. Платформа забезпечує пряму взаємодію між вантажо-перевізниками і вантажовласниками на всіх етапах доставки вантажу.

Доступ до бази вантажів з можливістю вибору і подачі пропозиції зі своїми умовами співпраці з перевезення, прямим вантажовласникам. Можливість отримання заявки на перевезення вантажу від прямого вантажовласника безпосередньо із зони, де знаходиться автомобіль, відстеження стану свого автопарку, зареєстрованого в системі.

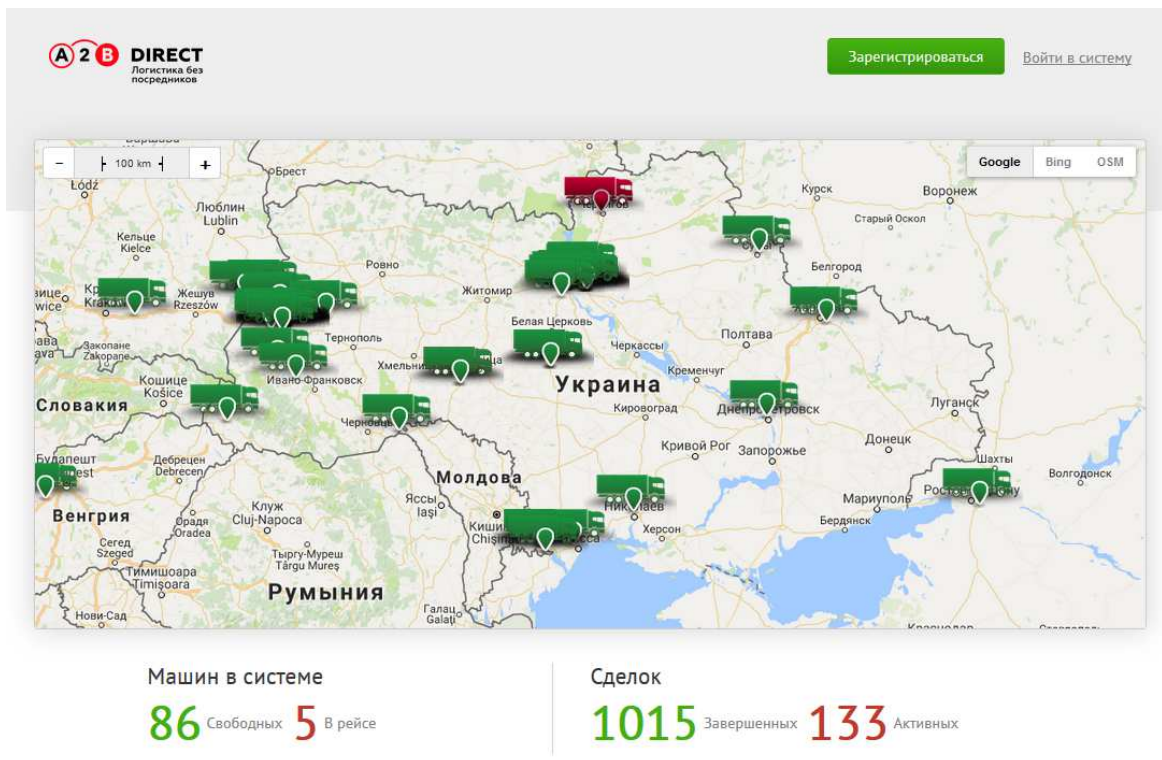


Рисунок 1.5 – Головне вікно системи «А2В Дірект»

A2B.Direct розроблялася 16 років. Чому це зайняло так багато часу? 16 років тому одними з перших в Європі «Каміон-Сервіс» встановили супутникові приймачі-передавачі на свій автопарк. Платформа була б і раніше, але таких технологічних можливостей, як зараз, тоді не було. Все повинно дозріти. A2B.Direct – це перший український проект такого рівня, і це абсолютно новий підхід. Direct пропонує користуватися ідеальними умовами, в яких відправник не витрачає час і кошти на пошук транспорту, а перевізник не простоює в очікуванні замовлення. Транспорт перевізників буде обладнаний GPS-трекером. Це дозволить спостерігати за автомобілем в будь-який зручний для відправника час, а також здійснювати пошук потрібного транспорту. Головною особливістю платформи є пошук транспорту на основі геопозиціонування.

Недоліки платформи. Основним недоліком A2B є те, що у ньому не враховано можливість взаємодії окремих АТЗ. Тобто парк АТЗ у міжміських маршрутах працює як сукупність розрізнених транспортних засобів. Якщо виникає замовлення на перевезення, то його виконавець визначається

суб'єктивно – на основі індивідуальних рішень клієнта – з одного боку, та екіпажів АТЗ, які є близькими до місця завантаження – з іншого. Або ж, можливий такий варіант, що перевізника обирають суб'єктивно. При цьому не враховується розклад ТО по АТП, ланцюги поставок, послідовність подій.

1.3 Огляд інформаційних систем автомобільних перевізників

Основна увага у цій роботі приділена вивченню структури ресурсу і його використання, включаючи дію на динаміку зміни логістичних витрат. Головна мета – цілеспрямоване використання логістичної інформації як ресурсу в транспортно-логістичному ланцюжку. Тому найважливішим індикатором повноти і якості інформаційних ресурсів в транспортній логістиці є міра задоволеності запитів споживачів на перевезення вантажів (рис. 1.6).

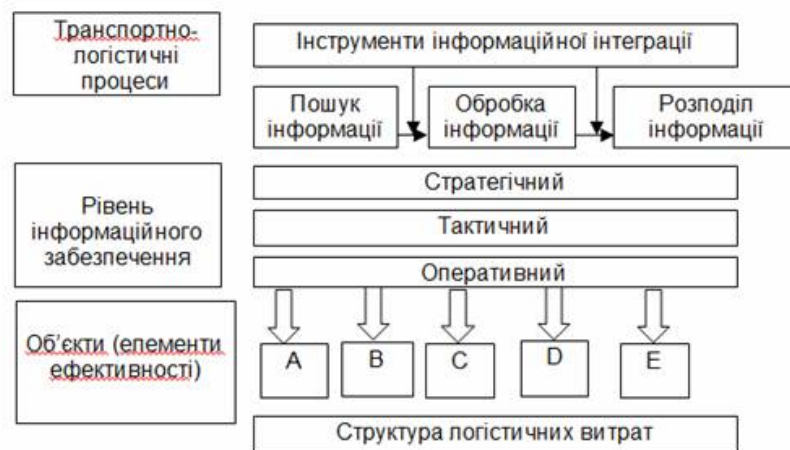


Рисунок 1.6 – Система управління логістичними інформаційними ресурсами

Відповідно, незадоволення інформаційним забезпеченням свідчить про:

- відсутність необхідної інформації про вантажі, АТЗ;
- запізнювання подачі інформації на запити;
- нерозвиненість комунікаційної мережі між різними об'єктами транспортної логістики;
- існування системи різних видів не виправданих обмежень допуску до інформаційних ресурсів.

На підприємствах, пов'язаних з автомобільними перевезеннями, використовуються та впроваджуються програми такі як:

proLOG – для автоматизації підприємств, що працюють у сегменті логістики, управління перевезеннями. Програма дозволяє автоматизувати всі бізнес-процеси транспортної компанії, що пов'язана з доставкою вантажів;

«1С: транспортна логістика і експедування» – для комплексної автоматизації управління процесом перевезень з експедування вантажів різними видами транспорту;

«TransTrade» – програма для автоматизації транспортно-експедиційних компаній, а також логістичних відділів підприємств, чия діяльність пов'язана з перевезеннями;

ANTOR LogisticsMasterTM призначено для автоматизації диспетчеризації і дає змогу підприємствам, що займаються доставкою вантажів на торговельні майданчики і склади, автоматизувати процеси управління перевезеннями планування маршрутів;

Софт + експедиція – призначена для автоматизації діяльності експедиційного відділу транспортних вантажоперевезень;

SLS-перевезення – програма для постановки обліку компаній, що спеціалізуються на організації доставки вантажів автотранспортом із зарубіжних вантажних терміналів за замовленням клієнта;

IAC вантажоперевезення 2 – інформаційно-аналітична система, що дає змогу вести облік надходження заявок на перевезення вантажів, контролювати рішення і оплату операцій, роботу із замовниками і виконавцями;

система Quar TMS –модуль, який підтримує планування, моніторинг і розрахунок вартості перевезень в схемах дистрибуції різної складності.

Основні відмінності від існуючих програм:

- підтримка філіальної мережі та віддалених робочих місць – ще спочатку була задумана як програма для груп компаній і логістичних компаній, що мають віддалені робочі місця. Коли відкривається нова філія

або представництво, в новому офісі є достатнім встановити сервер і користувачі будуть працювати з ним за допомогою локальної сітки. Сервер в філіалі й головний сервер будуть автоматично обмінюватись інформацією в заданому настройками розкладі. Це дозволить здійснити економію вартості обладнання, зменшити витрати і підвищити надійність роботи віддалених офісів;

Trans Trade має модульну структуру функціоналу, що дозволяє придбати бажану персональну конфігурацію з необхідними можливостями, не переплачуючи за непотрібний функціонал. Всі співробітники компанії можуть одночасно працювати в програмі, володіти актуальною централізованою інформацією і оперативно взаємодіяти, володіючи наперед певними правами і повноваженнями в єдиній базі даних.

Користувач системи володіє наперед визначеними адміністратором повноваженнями. Головне вікно програми відображає журнал замовлень (рис. 1.7).

TransTrade

Заказ

Вид

Редакторы

Управление

Сервис

Бухгалтерия

Отчеты

Справка

Создать

Дублировать

Платежные документы

Журнал ПД

Заявка

Фильтр

№	Период заказа	Общее	Загрузка	Разгрузка	Клиент	Заказчик	Сумма, руб.	Прибыль, руб.
1	01.04.08 10:00 — 16:00	7:30	Вернадского, 84	Варшавское шоссе, 125	Русфинанс	Свободин Кирилл	3600,00	1975,00
2	02.04.08 15:00 — 19:00	5:30	Вернадского, 84	Варшавское шоссе, 125	Русфинанс	Свободин Кирилл	11360,00	6535,00
3	03.04.08 10:00 — 17:00	8:30	Вернадского, 84	Варшавское шоссе, 125	Русфинанс	Свободин Кирилл	8720,00	4945,00

Всего активных заказов: 3

Видимых полей: 9

Фильтр не задан

Выделено: 1

Администратор

Рисунок 1.7 – Типовий вигляд журналу замовлень

Реєстрація замовлень супроводжується докладним завданням умов надання послуг з організації транспортних перевезень. Всі розрахунки і обчислення здійснюються автоматично за попередньо сформованими тарифами, формулами, правилами. Система дозволяє вивантажувати в MS

Excel наочні зведені, статистичні і аналітичні звіти по замовленнях, фінансових операціях, окремо - по клієнтах і виконавцях.

1.4 Аналіз диспетчерських служб автотранспортних підприємств

Кожне автотранспортне підприємство (АТП) має постійних і епізодичних клієнтів, що користуються його послугами. Для постійної клієнтури характерні стійкі обсяги і структура перевезень вантажів. Це найбільш вигідна група клієнтів, як правило, забезпечує роботою основну частину рухомого складу підприємства. Другу більш численну групу клієнтів, так звану епізодичну клієнтуру, складають ті споживачі транспортних послуг, у яких відсутня постійна потреба в перевезеннях. Таких клієнтів в АТП може бути багато, а розмір їхнього сукупного попиту на транспортні послуги досить великий. При цьому, внаслідок місцевої статистичної закономірності середній добовий обсяг сукупного попиту епізодичної клієнтури повинний бути порівняно стійкою величиною.

Автотранспортні підприємства повинні здійснювати єдину політику в області технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Основою технічної політики в цій області є планово-попереджувальна система технічного обслуговування і ремонту, що являє собою сукупність засобів, нормативно-технічної документації і виконавців, необхідних для забезпечення працездатного стану рухомого складу.

В практиці організації автомобільних вантажних перевезень використовують програмне забезпечення, яке вирішує задачі диспетчеризації, маршрутизації, та інші. Найбільш популярними спеціалізованими щодо транспорту з них є такі як RideScheduler.com, Pantonium, Hastus. Transport Managemant System NetDispatcher MyRouteOnline Transport Scheduling Software.

До неспеціалізованих по транспорту відносяться програми Doodle, Acuity Scheduling, Appointy, MS Project. Integrated and modular software

solution for public transportation planning, scheduling, daily operations and customer information [26].

Однак, усі відомі програми не забезпечують ефективного розкладу для групи транспортних засобів з врахуванням циклічного характеру їх роботи.

Сучасна теорія дослідження операцій володіє інструментами, які дають можливість будувати ефективні розклади транспортного призначення. Особливої уваги заслуговують такі розділи цієї теорії [22,23].

Transportation scheduling, що об'єднує різноманітні завдання на складання розкладів повітряного, морського, залізничного, громадського та іншого транспорту. Ці завдання характеризуються підвищеною обчислювальною складністю, оскільки постановки завдань змушені враховувати безліч різнотипних обмежень як вельми жорсткого, так і «м'якого» характеру [5].

Cyclic scheduling (побудова циклічних розкладів для однієї або декількох груп ідентичних робіт) відрізняється від традиційних моделей розкладів вимогою побудови розкладу для нескінченної кількості робіт на нескінченній, або полубесконечной осі часу. Природно, що в цьому випадку не працюють класичні цільові функції (такі як максимум або сума моментів закінчення робіт, мінімум числа тих, хто запізнився робіт, та інші), і що якість одержуваних розкладів для таких завдань характеризується іншими параметрами (такими як щільність розкладу, тривалість циклу виконання кожної роботи та інше) [18].

Online scheduling характеризується необхідністю прийняття рішення про побудову розкладу при наявності неповної інформації про вхідному прикладі. При цьому ступінь повноти інформації може варіюватися [5].

Можна виділити напрямки подальшого розвитку таких класичних методів теорії розкладів, як метод гілок і меж (і його численні модифікації); метод динамічного програмування; метод лінійного програмування і багатогранний аналіз; методи локального пошуку (пошук з заборонами, «імітація випалу», «генетичні» алгоритми, «мурашині колонії»); геометричні

методи, засновані на аналізі властивостей векторних сімейств в скінченновимірних нормованих просторах; Графська-орієнтовані методи, які спираються на зведення распісательних завдань до завдань розмальовки графів і мультиграфом і на аналіз властивостей цих графів [14].

Глобальною проблемою теорії розкладів (як і дискретної оптимізації в цілому) є проблема встановлення складності того чи іншого завдання. При цьому складність завдання є функцією від багатьох параметрів, від яких в принципі залежить дана задача, і хотілося б знати повний спектр значень цієї функції, що дозволяє робити висновок про те, як складність завдання залежить від тих чи інших параметрів або від комбінації їх значень.

Змішання прикладів двох завдань різних типів також може докорінно вплинути на складність отриманого завдання. Наприклад, при деяких значеннях параметрів задачі open shop і job shop можуть бути окремо поліноміально можна вирішити, але їх змішання призводить до виникнення істотно складнішою (NP-важкою в сильному сенсі) задачею. Таким чином, саме «змішання» завдань різних типів також є певним параметром завдання. Відомі засоби диспетчеризації, на жаль, не мають функцій формулювання завдань розкладів так, щоб вони мали задовільну складність і точність рішення за прийнятний час [5].

Залишаються слабо вивченими з точки зору аналізу їх складності та побудови точних і наближених алгоритмів розв'язання такі теоретичні проблеми, що мають серйозну прикладну значимість, як завдання open shop з маршрутизацією машин.

Таким чином, проблеми маршрутизації і складання розкладу автопоїздів утворюють більш складні комплексні задачі. Їх розв'язок ускладнюється тим, що потрібно враховувати додаткові перешкоди, що виникають у виконанні транспортного завдання. Динаміка розкладу при цьому змінюється.

Аналіз відомих методів стосовно мережних задач доводить [2], що досить корисними можуть бути евристичні методи, декомпозиція,

інтерактивне програмування. Суттєву увагу потрібно приділяти агрегуванню і декомпозиції, оскільки такий напрям може виявитися найперспективнішим для розв'язування потокових задач на графах. Сьогодні немає єдиного комплексного підходу до розв'язування набору взаємопов'язаних задач:

- розрахунок пропускної і переробної здатності ребер і вершин відповідно;
- формування оптимальних потоків кореспонденцій і груп кореспонденцій;
- побудова оптимальних графіків переміщення груп кореспонденцій [18].

Ми мали на меті створити інформаційне та об'єктне середовище на засадах універсальних теоретико-графських понять (об'єктах) та параметрично описати об'єкти, і на цій підставі сформулювати задачі у визначених термінах у такий спосіб, щоб розв'язок однієї задачі дав змогу сформулювати і розв'язати інші. На відміну від інших, наведений підхід дає змогу враховувати індивідуальні параметри кожної кореспонденції, обмеження на параметри груп кореспонденцій та затрати на переміщення кожної групи кореспонденцій зокрема.

1.5 Висновки та формулювання мети і завдань досліджень

Розуміння оптимального розкладу роботи не завжди відповідає використанню мінімального числа автомобілів. Найкращий критерій тут – неперервність процесу, тобто відсутність простоїв та марних пробігів. Однак, розв'язок задачі мінімізації простоювання і марного пробігу автомобілів є, найчастіше складною задачею, яку не можна рекомендувати для оперативного контролю парку. У зв'язку з цим постає завдання пошуку оптимальної постановки і алгоритму розв'язання задачі побудови розкладу.

Програми для автотранспортних підприємств належать до локальних систем керування підприємством, отже вони повинні відповідати конкретним умовам організації транспортного процесу. Однак, такі програми з'єднані із зовнішніми джерелами і ресурсами, тому мають бути уніфікованими. Через це наступною задачею удосконалення диспетчерської системи АТП повинно

бути адаптація відомих програмних продуктів до конкретних задач і пріоритетів підприємства.

Диспетчерська система повинна мати модульну будову.

Удосконалення системи повинно бути скероване також і на автоматизовану обробку первинної інформації, яка дає позбавлення від завідомо хибних, або даних з помилками.

Наступна задача удосконалення є головною в даній роботі – підвищити ступінь інтеграції системи на підприємстві.

В цілому розв’язок поданих задач дає змогу досягнути поставленої мети.

Мета даної магістерської роботи – розробка теоретичних основ для автоматизованого робочого місця диспетчера вантажоперевезень підприємства і розробки інформаційної системи, що вирішує завдання обліку вантажних потоків підприємства.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДИСПЕТЧЕРСЬКОЇ СИСТЕМИ

2.1 Структура системи

Основні етапи, на які розбивається процес проектування інформаційної системи, такі [17]:

1) концептуальне проектування – збір, аналіз і редагування вимог до даних (обстеження предметної області, вивчення її інформаційної структури, виявлення всіх фрагментів, кожен з яких характеризується призначенням для користувача поданням, інформаційними об'єктами і зв'язками між ними, процесами над інформаційними об'єктами, моделювання та інтеграція всіх уявлень);

2) логічне проектування – перетворення вимог до даних в структури даних. У цій магістерській роботі потрібно виконати два етапи.

На виході отримуємо систему управління базами даних (БД), орієнтовану структуру бази даних і специфікації до прикладних програм.

Вимоги до функціональних характеристик: необхідно розробити автоматизований комплекс диспетчеризації, контролю та управління процесом перевезень і видачі оперативної і статистичної інформації. Дана система повинна забезпечувати наступні основні функції:

- облік водіїв, автотранспорту;
- планування роботи водіїв на підставі отриманих заявок;
- оперативний контроль виконання рейсів водіями;
- оперативний контроль роботи техніки (статуси техніки і їх причини);
- формування всіх необхідних звітів про результати позмінної роботи водіїв, роботі автотранспорту.

Автоматизована система повинна бути реалізована в рамках локальної архітектури. Система повинна мати зручний інтерфейс, що надає найбільш гнучкий спосіб перегляду, додавання, редагування та видалення даних. Функції виконання програми:

- 1) планування позмінної роботи водіїв;
- 2) ведення бази даних по водіях, автомобілях;

- 3) оперативний контроль виконання рейсів водіями;
- 4) підготовка необхідних звітів;
- 5) отримання необхідної довідкової інформації.

Вихідними даними в програмі є:

- 1) перегляд і друк звіту про водіїв;
- 2) перегляд і друк відомостей про роботу автомобілів;
- 3) перегляд і друк відомостей про ремонт автомобілів;
- 4) можливе додавання нових звітів на вимогу замовника.

Вхідний інформацією для системи є логін і пароль користувача, дані про новому вбранні, оперативна інформація про виконання плану, дані про стан техніки, а також критерії для створення звіту. Введення вхідної інформації здійснюється диспетчером. Вихідною інформацією для системи є розклад завдань, поточні результати з виконання плану, нові дані про поломки, а також звіт по роботі.

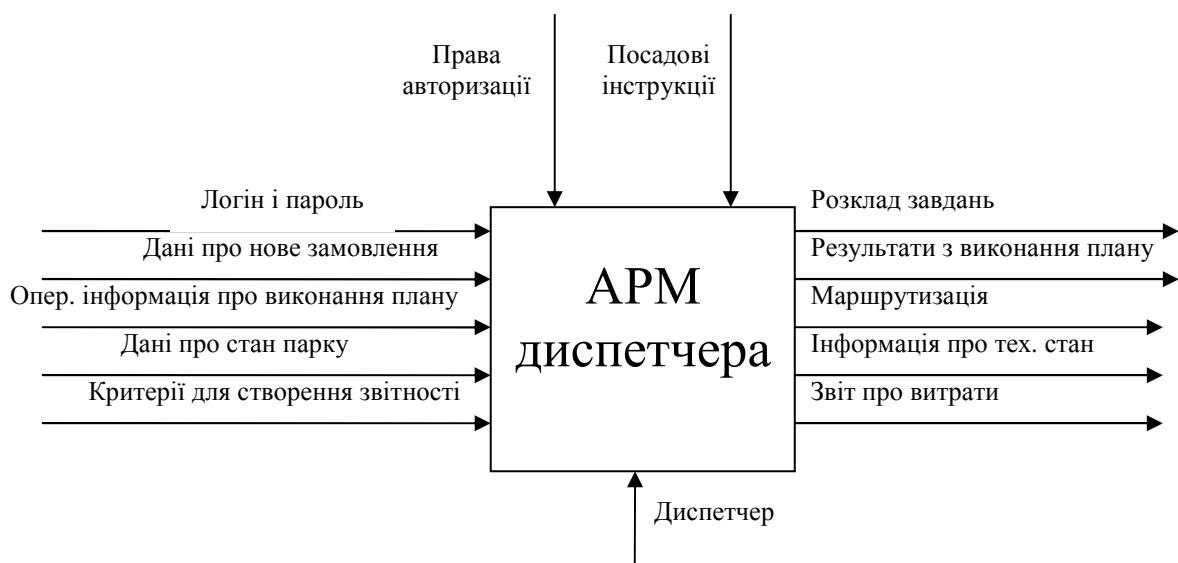


Рисунок 2.1 – Контекстна діаграма модуля «Диспетчерський контроль»

Функціональна декомпозиція активності «Авторизація користувача», представлена на рис. 2.2, проводиться на основі методології DFD [13].

Спочатку здійснюється переклад логіна і пароля в їх подання до БД. Далі відбувається пошук даних по БД.

Для планування навантажень / розвантажень складається план рейсів на основі даних про рейс, водіїв, техніці. На виході отримуємо розклад завдань. Коригуємо поточний план рейсів і розкладів при отриманні оперативної інформації про виконання плану, даних про стан техніки на основі даних про рейс, водіїв, техніку, статусах і причин статусів. На виході отримуємо поточний результат виконання плану.

Зміна стану техніки на основі даних про стан техніки, статусу. На виході – нові дані про поломки, новий статус техніки і його причини.

Формування необхідного звіту з БД відбувається за критеріями для створення звіту на основі даних про рейсах, водіях, техніці. На виході отримуємо електронну версію звіту. Висновок електронної версії звіту на екран і отримання звіту у вигляді твердої копії.

2.2 Задачі маршрутизації перевезень

Якщо на попередньо сформульовану задачу про найкоротші відстані між заданими пунктами накласти обмеження, яке полягає в тому, що маршрут має бути єдиним і замкнутим, то отримаємо задачу, яка отримала назву задачі про комівояжера. Зміст її можна сформулювати так. Задано n пунктів транспортної мережі ($n \geq 3$) відстані (час руху, витрати будь-яких ресурсів тощо) між якими відображено у вигляді матриці $[a_{ij}]$, де a_{ij} – відстань між будь-якими двома пунктами $i, j = 1 \text{K } n$. У загальному випадку $a_{ij} \neq a_{ji}$. Якщо між будь-якими пунктами i, j немає безпосередньої дороги, то $a_{ij} = \infty$. Прийнято також, що матриця $[a_{ij}]$ не має петель, тобто $a_{ii} = \infty$ для будь-якого i . На заданій мережі потрібно побудувати замкнений кільцевий маршрут з одним опорним пунктом так, щоб усі n пунктів увійшли до нього не більше одного разу. При цьому загальна довжина (тривалість, витрати ресурсів) маршруту має бути мінімальною.

Припустивши, що початковим пунктом шуканого маршруту є пункт 1, формулювання задачі набуває вигляду цілочислового програмування:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} x_{ij} \rightarrow \min_x, \quad (2.1)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad (2.2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad (2.3)$$

$$u_i - u_j + nx_{ij} \leq n - 1, \quad i, j = 2, 3, \dots, n, \quad i \neq j, \quad (2.4)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, \quad x_{ii} = 0,$$

де x_{ij} – цілочислові змінні задачі, які набувають значення 1, коли дорога a_{ij} увійшла в шуканий маршрут, і 0, якщо не увійшла;

u_i, u_j – довільні цілі невід’ємні змінні.

Умова (2.2) означає, що з кожного j -го пункту мережі повинен бути один виїзд, який входить до складу маршруту, а умова (2.3) – один в’їзд.

Умова (2.4) є одним з можливих способів формалізації вимоги, згідно з якою маршрут має бути одним циклом і замкнутим.

Для рішення задач дискретного програмування широко застосовуються комбінаторні методи, основна ідея яких полягає в заміні повного перебору них рішень їх частковим перебором. Одним із них є метод «розділяй і пануй» [21]. В основі методу лежать такі побудови, що дозволяють, істотно зменшити обсяг перебору рішень:

- обчислення нижньої границі (оцінки);
- розбиття на підмножини, тобто розгалуження;
- перерахунок оцінок;

- визначення ознаки оптимальності;
- оцінка точності наближеного рішення.

Для реалізації методу «розділай і пануй» стосовно задачі про комівояжера необхідно конкретизувати правила розгалуження, обчислення оцінок і знаходження розв’язків. Для кожного фіксованого цілочислового значення x_i знаходять

$$\min Z = \min f(x_i), \quad (2.5)$$

Усі розв’язки можна представити у вигляді дерева розв’язків (рис. 2.1), у якому вершина 0 відповідає плану x_0 а поєднані з нею гілками інші вершини відповідають оптимальним планам наступних задач. Кожній з таких вершин приписують оцінку $\zeta = \min Z$ при вказаних обмеженнях.

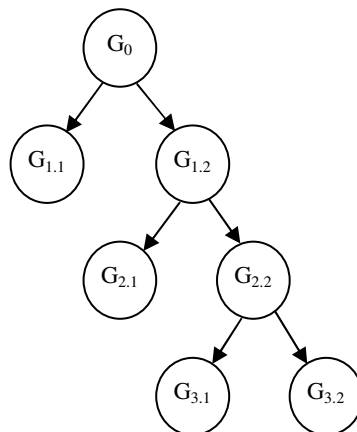


Рисунок 2.1. Розгалуження множини розв’язків

План з мінімальною оцінкою ζ буде оптимальним для початкової задачі. В іншому випадку проводять розгалуження. Кожен раз для наступного розгалуження вибирають вершину з найменшою оцінкою.

Будь-який маршрут у дереві від початкової вершини 0 до деякої вершини визначає допустиму послідовність вибору цілочислових рішень для змінних. Процес продовжують доти, доки розгалуження стає неможливим.

Кожна кінцева вершина відповідає певному допустимому цілочисловому плану. Вершина з мінімальною оцінкою дає оптимальний план.

Геометрична інтерпретація методу «розділяй і пануй» є такою. На рис. 2.1 представлено дерево розв'язків та побудовано процес розгалуження на підмножини таким чином, що на кожному кроці вибрана для розгалуження множина розбивається на дві підмножини, які не перетинаються. Множину розв'язків розбивають на підмножини (розгалужують) і знаходять цілочислові рішення. На кожному кроці вибирають пару пунктів, які в результаті утворюють замкнений маршрут.

При реалізації описаної нижче схеми для окремих задач дискретного програмування потрібно розробляти правила розгалуження та способи обчислення оцінок, виходячи зі специфіки задачі.

Ця процедура ґрунтується на тому факті, що, якщо $G_1 \subset G_2$, то $\min_{X \in G_1} f(X) \geq \min_{X \in G_2} f(X)$. Тому, розбиваючи в процесі розв'язання задачі деяку множину G_1 на підмножини $G_{1,1}, G_{1,2}, \dots, G_{1,s}$ $\left(\bigcup_{i=1}^s G_i = G \right)$, $\left(\bigcap_{i=1}^s G_i = \emptyset \right)$, $(i=1, 2, \dots, s)$, завжди вважають, що оцінка для будь-якої з них не менша за оцінку початкової множини G , тобто $\zeta(G_i) \leq \zeta(G)$.

Алгоритм методу «розділяй і пануй» для задачі про маршрутизацію.

1. Позначимо через G_0 множину всіх циклів, серед яких ми шукаємо найкоротший маршрут:

$$L(t^*) = \min L(t)$$

Під циклом t розуміємо набір із n впорядкованих пар міст, що утворюють замкнений маршрут, який проходить через кожне місто тільки один раз:

$$t = [(i_1, i_2), (i_2, i_3), \dots, (i_{n-1}, i_n), (i_n, i_1)].$$

Довжина циклу дорівнює $L(t) = \sum_{(i,j) \in t} c_{ij}$.

2. Обчислимо оцінку для множини G_0 , Введемо поняття «зведеної матриці» і процесу зведення. Нехай $h_i = \min_j c_{ij}$ – це зведення по рядках тоді $c'_{ij} = c_{ij} - h_i \geq 0$; $H_j = \min_i c_{ij}$ – це зведення по стовпцях тоді $c''_{ij} = c'_{ij} - H_j \geq 0$;

Одержана матриця C'' називається зведеною. Вона має ту властивість, що в кожному її рядку і в кожному стовпчику є по крайній мірі один нуль. Процес, що дозволяє з невід'ємної матриці C отримати невід'ємну матрицю C'' , називається *зведенням*. Сума елементів, що віднімаються у процесі зведення, називається константами зведення h_Σ :

$$h_\Sigma = \sum_i h_i + \sum_j H_j.$$

Використаємо таку теорему: оптимальний план задачі про комівояжера з матрицею C'' є оптимальним і для задачі з матрицею C .

Довжина циклу $L_1(t)$ на зведеній матриці буде менша за довжину циклу $L(t)$ на початковій матриці на суму констант зведення:

$$L(t) = L_1(t) + h_\Sigma.$$

Оскільки зведена матриця містить тільки невід'ємні елементи, то сума констант зведення служить нижньою межею довжини циклу t при початковій матриці C , тобто є оцінкою ζ початкової множини G_0 :

3.Проведемо розгалуження множини G_0 на дві підмножини $G_{1,1}$, і $G_{1,2}$:

- підмножину $G_{1,1}$ одержуємо з множини G_0 при умові: з пункту r слід йти безпосередньо в пункт m ;

- підмножину $G_{1,2}$ одержуємо з множини G_0 при умові: з пункту r забороняється йти безпосередньо в пункт m .

Пару пунктів (r, m) для розгалуження вибирають з наступних міркувань: вибирають $G_{1,1}$, так, щоб ця множина з найбільшою імовірністю містила оптимальний цикл, а $G_{1,2}$ – не містила.

Для цього пару (r, m) вибирають таким чином: з множини претендентів (i, j) , яким відповідають нульові елементи матриці C , (тобто $c_{ij} = 0$), щоб циклам, які входять в $G_{1,2}$, відповідали би найдовші шляхи :

$$\Theta(r, m) = \max_{i, j} \Theta(i, j) = \max_{i, j} \left\{ \min_{i \neq m} c''_{ij} + \min_{i \neq r} c''_{ij} \right\}.$$

4. Виконаємо перетворення матриці відстаней при гілкуванні та перерахуємо оцінки.

Кожній підмножині, одержаній у результаті розгалуження, відповідає своя зведена матриця і своя оцінка.

1. Спочатку розглянемо підмножину $G_{1,2}$.

Матрицю $C_{2,2}$, що відповідає підмножині $G_{1,2}$, одержуємо з матриці C при наступних перетвореннях:

- забороняється переїзд із міста r у місто m : $c_{r,m} \rightarrow \infty$;
- проводиться зведення матриці.

Оцінка підмножини $G_{1,2}$ дорівнює оцінці початкової множини G_0 і $\Theta(t, m)$:

$$\zeta(G_{1,2}) = \zeta(G_0) + \Theta(r, m)$$

2. Далі розглянемо підмножину $G_{1,1}$.

Матрицю $C_{1,1}$, що відповідає підмножині $G_{1,1}$, одержуємо з матриці C при наступних перетвореннях:

- викреслюється рядок r і стовпчик m із матриці C , оскільки з кожного міста можна виїхати тільки один раз і в кожне місто можна в'їхати тільки один раз;
- забороняється переїзд із міста m у місто r , а також усі інші переїзди, що можуть призвести до утворення замкнених підциклів: $c_{m,r} \rightarrow \infty$;
- проводиться зведення матриці.

Оцінка підмножини $G_{1,1}$ дорівнює оцінці G_0 сумі констант зведення:

$$\zeta(G_{1,1}) = \zeta(G_0) + h_{\Sigma}^1,$$

$$\text{де } h_{\Sigma}^1 = \sum_{i=1}^n h_i^1 + \sum_{j=1}^n H_j^1.$$

Для подальшого розгалуження на наступному кроці вибирається та з двох одержаних множин $G_{1,1}$, і $G_{1,2}$, яка має меншу оцінку.

Процес побудови і оцінки підмножин продовжується до тих пір, поки не буде одержана матриця розмірності 2×2 , що містить тільки дві допустимі пари міст. Вони є замикаючими для деякого маршруту без петель.

5. Перевіримо умову оптимальності.

Якщо оцінка одержаного замкненого маршруту не більша за оцінки усіх допустимих для подальшого розгалуження підмножин (висячих вершин дерева), то маршрут є оптимальним.

Якщо існує хоча б одна підмножина з меншою оцінкою, то побудований цикл запам'ятовується. Процес розгалуження продовжується, виходячи з підмножини з меншою оцінкою, до тих пір, доки нижні границі нових підмножин залишаються меншими за довжину виділеного циклу.

У процесі розгалуження або буде побудовано цикл меншої довжини, або виявиться, що на нових підмножинах його не існує, тобто оцінка для кожного з них не менша рекорду — довжини найкоротшого з одержаних циклів!

Метод «розділяй і пануй» вважається універсальним методом розв'язання комбінаторних задач дискретного програмування, які мають важливе практичне значення (задача про комівояжера, задача календарного планування та ін. Але слід зазначити, що практичне використання методу натрапляє на певні труднощі, пов'язані зі складністю пошуку способу розгалуження множини на підмножини і обчислення відповідних оцінок.

2.3 Оптимізація розкладів

Перевізники, які користуються інформаційними автоматизованими системами, прогнозують наперед замовлення і розподіляють по них наявні транспортні засоби. Їм вдається частково уникнути непродуктивних витрат на перевезення таким чином. Однак, динаміка виконання замовлень зростає.

Нерідко вони є взаємозалежними. Це накладає додаткові обмеження на розклад руху автопоїздів, які обслуговують замовників. Зміст проблеми складання розкладу полягає в тому, що дві суперечні вимоги висуваються до нього. З одного боку, розклад має відповідати отриманій інформації про потенційні вантажопотоки і забезпечити якомога повніше задоволення відомого попиту. Пробіг без вантажу при цьому виключається. З іншого боку, складна структура транспортного процесу для парку транспортних засобів, які взаємодіють, випадковий та циклічний характер виникнення замовлень приводять до вимушених простоїв транспортних засобів через неузгодженість розкладу їх роботи. У зв'язку з цим існує, очевидно такий розклад, який є оптимальним за вказаними критеріями і обмеженнями.

Впродовж деякого періоду T є відомою множина замовлень $P = \{1, 2, K, p\}$, які мають бути виконані без перерв одним, або декількома транспортними засобами M_k , $k = 1, K, m$. Зміст кожного замовлення полягає в тому, щоб доставити гурт вантажів $Q_{i,j}$ від деякого пункту g_i до іншого пункту g_j , $i, j = 1, K, n$. При цьому такий гурт може бути доставлено частинами:

$Q_{i,j} = \sum_{z=1}^Z q_{i,j,z}$, де кожна з частин $q_{i,j,z} \leq q_k$, де q_k – номінальна вантажність k -го транспортного засобу. У цій задачі прийнято, що $Q_{i,j} \geq q_k$, для будь-якого $k = 1, K, m$. Це означає, що кожен з наявних транспортних засобів може обслуговувати не більш, як одного замовника водночас. Це відповідає умові унітарності перевезень. Час обслуговування p -го замовлення є випадковою величиною з відомою оцінкою розподілу і, відповідно, математичним сподіванням часу t_p , який складається з величин:

$$\bar{t}_p = t_{ij} + t_u + t_{org.}, \quad (2.6)$$

де t_{ij} – час руху між i -м та j -м транспортними пунктами; t_l – час вантажних робіт, $t_{org.}$ – час організаційних простоїв.

У зв'язку з прийнятим припущенням про унітарність замовлень, складники t_u і t_{org} можна розглядати як постійну складову при виконанні усього обсягу перевезень, яка не залежить від їх розкладу, а залежить тільки від технології вантажних перевезень. Через це дані елементи можна об'єднати з $t_{i,j}$ і розглядати $\bar{t}_p = t_{i,j}$.

Кожне замовлення має такі характеристики: момент часу eb_i , не раніше якого воно має бути розпочинатись виконуватись у пункті i , дозволений інтервал $eb_i + \Delta_i$, впродовж якого виконання має бути розпочато. Після цього настає момент ef_i , після якого замовлення вже не можна виконати через неготовність i -го пункту відправлення. Такі ж характеристики мають пункти прийому вантажів, тобто: найбільш ранній момент часу, коли вантаж може бути доставлений в пункт $j - eb_i$, дозволений інтервал прибуття з вантажем в пункт $j - eb_i + \Delta_i$, найбільш пізній момент виконання замовлення – ef_i .

Транспортні пункти, які є відправниками вантажів, характеризуються не тільки моментами виникнення і скасування замовлення, а й циклічністю таких моментів. Замовлення p , які періодично виникають в пункті i , мають зміст вантажопотоків до пункту j розміром $q_{i,j}$, називатимемо однорідними і позначатимемо індексом p_l . Між моментами виникнення чергових однорідних замовлень існує такт $0 \leq \tau_{i,l} < \infty$, який, в загальному випадку, є випадковою величиною. Якщо $\tau_{i,l} = 0$, то відправлення вантажів з i -го пункту не обмежується директивними термінами, якщо $\tau_{i,l} = \infty$, то замовлення в цьому пункті є одноразовим.

Усю множину замовлень P відображає орієнтований граф $A(G, U)$, де G – множина вершин, $\{g_0, g_1, g_2, \dots, g_p, g_{p+1}\}$, що символізують транспортні пункти. Вершина g_0 – фіктивна, символізує формальний початок вантажопотоків. Вершина g_{p+1} – фіктивна, символізує кінець планового циклу тривалістю T . U – множина дуг, які відображають заплановані потоки вантажів від i -ї до j -ї вершини. Дуги графа A – зважені. Кожній дузі надано вагу $q_{i,j}$ – обсяг перевезення, який потрібно здійснити. Якщо існує замовлення, то воно

відображається у графі A дугою ваги $q_{ij} > 0$. Усі ж інші ваги відображають дугами з вагою $-\infty$.

Граф A побудовано без петель, тобто так, що, якщо у ньому мали б бути дві вершини g_h і g_x , між якими є дуги, такі, що $q_{h,x} > 0$ і $q_{x,h} > 0$, то до них додано третю g_{h+1} , таку, що $q_{h,x} > 0$, $q_{x,h} = 0$, $q_{x,h+1} > 0$. Таким чином петлі ліквідовано завдяки дублюванню вершин.

Між будь-якими двома замовленнями p_x та p_y може бути встановлено відношення переваги, яке може бути формалізовано задане у вигляді додаткової дуги з нульовою вагою. Такими ж дугами з нульовою вагою пов'язана вершина g_0 з тими вершинами, з яких починаються дуги з вагою $q_{x,h} > 0$, тобто $q_{0,x} = 0$ для усіх x , що $q_{x,h} > 0$, $h=1\dots p$, а також $q_{y,p+1} = 0$ для усіх y , що $q_{x,y} > 0$, для усіх $x=1\dots p$. У загальному формулюванні задачі такого відношення немає.

Кожне замовлення може бути виконане впродовж періоду T з виконанням такої кількості поїздок, що кратна співвідношенням T/τ_i та T/τ_j .

До процесу перевезення може бути задіяно k транспортних засобів. Вони повинні працювати синхронно, виконуючи по декілька замовлень послідовно. Це означає, що у графі A потрібно знайти k ланцюгів, які починаються у вершині g_0 , проходять через вершини графа, які стосуються наявних замовлень і закінчуються у вершині g_{p+1} . У даному варіанті задачі марний пробіг не допускається. Тому шукані ланцюги мають проходити тільки по тих вершинах, для яких $q_{x,y} > 0$. Якщо ланцюг доходить до вершини y , а далі нема жодного шляху у графі A з невід'ємною, або ненульовою вагою, то ланцюг при цьому прямує до вершини $p+1$. Транспортний цикл для цього автомобіля вважатимемо завершеним, незважаючи на те, що резерв часу на виконання інших, ще не виконаних замовлень є. З іншого боку, якщо марний пробіг допускається, то ланцюги виконаних замовлень можуть бути довшими, однак втрата часу тут може бути неспівмірна з втратою коштів на марний пробіг.

Задачі такого типу можна розв'язувати за одним таких критеріїв.

1. Максимальна швидкодія процесу
2. Мінімальні часові затримки виконання замовлень
3. Мінімальні простої автотранспорту
4. Максимальний обсяг виконаної транспортної роботи.

Перший критерій означає, що потрібно знайти найкоротший критичний ланцюг у графі A . Однак, усі інші ланцюги, які відображатимуть роботу автомобілів, що входять в групу k , будуть недосконалими, тобто не відповідатимуть довжині критичного. А це означає, що автомобілі даної групи не використовуватимуться однаково ефективно.

Критерії 2 і 3 за змістом своїм є аналогічними. Крім того, їх можна виразити як мінімальна сумарна зайнятість транспортних засобів при умові виконання максимальної кількості замовлень і рівномірного розподілу зайнятості автомобілів впродовж планового періоду T .

В зв'язку з цим використовується критерій максимальної транспортної роботи, який фактично означає максимальну кількість виконаних замовлень.

Задача в такому формулюванні є схожа на типову задачу декількох комівояжерів з декількома відмінностями.

1. Період T не є наперед заданою величиною (не шукається найкоротше його числове значення).
2. Допускається багаторазове, навіть циклічне проходження автомобілем будь-якого транспортного пункту, так само, як виконання замовлень по частинах.
3. Довжина будь-якої ланки будь-якого ланцюга є величиною змінною. Вона залежить від послідовності виконання замовлень. Адже замовлення можуть виконуватись в обмежений період, отже одне і теж замовлення, яке не розпочато вчасно, може бути виконано із затримкою.
4. Кількість заданих транспортних засобів може не дорівнювати кількості реально задіяних до перевезення.

Відомі алгоритми розв'язання задачі комівояжера, відповідно, також не є цілком придатними для пошуку гарантованого, або приблизного розв'язання. Тому було використано такий комбінований алгоритм [1].

Введемо змінну $x_{i,j}$ – кількість поїздок, які виконуються від вершини g_i до вершини g_j за період T $x \in \{0,1,...,Z_j\}$. При цьому, якщо $Q_{i,j} = 0$, то й $x_{i,j} = 0$.

Обмеження на змінні:

$$\sum_{j=1}^n x_{i,j} - \sum_{i=1}^n x_{i,j} = 0, \quad (2.7)$$

яке означає, що кількість потоків, які входять у будь-яку вершину, крім кінцевої $n+1$, дорівнює кількості потоків, які виходять з цієї вершини;

$$\sum_{j=1}^n x_{0,j} = R, \quad (2.8)$$

означає, що кількість потоків, які виходять з нульової вершини, дорівнює максимальній кількості транспортних засобів, які задані цілим числом R ;

$$\sum_{i=0}^{n-1} x_{i,n-1} = -R, \quad (2.9)$$

означає кількість потоків, які входять в кінцеву вершину, дорівнює числу R , взятому з мінусом.

Обмеження на сумарну тривалість усіх операцій циклу:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (t_{i,j} + h_{i,j}) \cdot x_{i,j} \leq t_{\Sigma},$$

означає, що, незалежно від кількості одночасно задіяних в процесі транспортних засобів, сумарна тривалість операцій не повинна перевищувати деякого значення t_{Σ} , яке задають в межах від деякого наперед великого значення до мінімального, при якому існує розв'язок задачі.

Величина $h_{i,j}$ – це затримки/випередження у виконанні замовлення, яке обчислюють за виразом:

$$h_{i,j} = \begin{cases} \theta_{0,i}^{b,l+1} - eb_{i,j} & \text{if } eb_{i,j} < \theta_{0,i}^{b,l} \\ eb_{i,j} - \theta_{0,i}^{e,l} & \text{if } \theta_{0,i}^{b,l+1} - eb_{i,j} \end{cases}, \quad (2.10)$$

де $\theta_{0,i}^{b,k} = (k-1) \cdot \tau_{0,i}$, $\theta_{0,i}^{e,k} = (k-1) \cdot \tau_{0,i} + \Delta_{0,i}$ – відповідно, момент початку і закінчення.

Критерій – максимальна кількість замовлень, яку можна виконати впродовж періоду T :

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{i,j} \rightarrow \max. \quad (2.11)$$

Спочатку задаємо наперед велике значення величини t_{Σ} . При такому значенні цього обмеження функція (2.9) набуде максимально можливого значення можливої кількості замовлень, які можна виконати в період T :

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left[\frac{Q_{i,j}}{q_k} \right],$$

де квадратні дужки означають ділення без остачі.

Вирази (2.8)-(2.11) показують, що ця задача має вигляд лінійного програмування. Для її розв'язання можна застосувати, наприклад, градієнтний метод. Нами застосовано метод градієнтного спуску, який використовується у прикладному пакеті Excel.

Розв'язок задачі при $t_{\Sigma} = t_{\max}$ є гарантованим, ініціюючим при заданому R . Він є забезпечений тим, що обмеження (2.7) є, практично, відсутнє. Фактично він є графом $A(G, U)$, у якому усі дуги U збережені. Цей граф може містити замкнуті контури, тому, згідно з відомою теоремою [13], однозначного оптимального за швидкодією розкладу за таким графом побудувати неможливо. Якщо ж є часове обмеження на виконання

транспортного циклу, тобто допустима максимальна тривалість періоду $T \leq t_{\max}$, то такий однозначний розклад не має змісту, оскільки, у якому б порядку не виконувались замовлення, усі умови оптимальності задачі виконуються. Період T в цьому графі є довільною величиною в цьому випадку.

Якщо тривалість $t_{\max}$ зменшити, то розв'язок задачі зміниться. Для цього у графі A буде знайдено такий підграф A' , у якому відсутні замкнені цикли і за ним можна побудувати однозначний розклад виконання деякої частини замовлень. Для того, щоб вибрати дуги графа A , які відповідають таким замовленням, використаємо показник h [22].

Вибравши з графа A такі дуги, які відповідають критерію (h) , виконуємо його впорядкування, тобто шукаємо критичний шлях і паралельні до нього ланцюги вершин за методикою, викладеною в праці [22]. Інший підграф $A'' = A / A'$ залишається без змін, тобто для нього однозначного розкладу виконання замовлень не потрібно, оскільки умови задачі виконуються. Саме граф A'' є об'єктом впорядкування на наступних кроках алгоритму. Алгоритм побудови розкладу є ітераційний. Зміст кожної ітерації полягає в тому, щоб упорядкувати невпорядковану частину графа вантажопотоків, якщо таку вдалося знайти згідно з виразом (2.11). Якщо ж жодної дуги, що відповідає умові (2.11), нема, то t_{Σ} більше зменшувати не можливо, отже розклад, для якого виконується максимальна кількість замовлень при дотриманні гранично мінімального терміну виконання усіх замовлень з врахуванням їх дозволеної періодичності, знайдено. Приклад побудови такого розкладу показано на рис. Тут представлено використання алгоритму на тестовій моделі. Було взято до розгляду граф, який містить 6 вершин, між кожною парою яких є дуга. Петлі у графі відсутні. Нульова і сьома вершини графа є фіктивними. Вони означають формальний початок і завершення циклу. Задано матриці $t_{i,j}$, $Q_{i,j}$, $eb_{i,j}$, ef_i , Δ_i . Вантажність автомобілів – q_k . Максимальна кількість транспортних засобів, які одночасно задіяні до

перевезення – $R=10$. Максимальне значення сумарної тривалості перевезень – $t_{\Sigma}=500$ год.

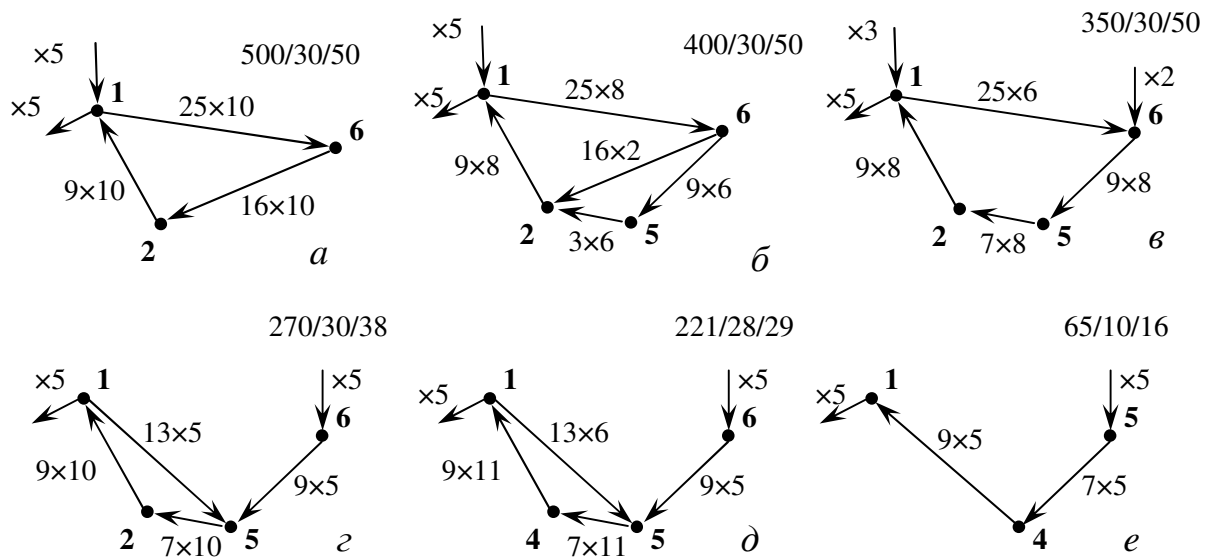


Рисунок 2.2 – Моделювання зміни структури транспортних циклів під впливом обмеження сумарної тривалості виконання замовлень

На рис. 2.2 показано приклад змін в структурі загального транспортного процесу для випадку, коли задіяно $R=5$ транспортних засобів. Кожна схема – це є підграф загального графа неупорядкованих зв'язків. Вершини графів – це є транспортні пункти $g_1 \dots g_6$, а дуги – це є циклічні потоки автомобілів з вантажами. Над кожною дугою вказано її вага – $\bar{t}_{i,j} \times z_{i,j}$. Наприклад, на схемі 2.2а дуга $q_{1,6}$ має вагу 25×10 . Це означає, що середня тривалість доставки вантажів з пункту 1 до пункту 6 становить 25 годин і здійснюється вона 10-и кратно. Оскільки на вході в таку схему є 5 транспортних засобів і стільки ж є на виході, то, очевидно, що кожен з них робить по два цикли. Максимальна кількість циклів, яка досягнута тут як критерій становить 30. Як видно зі схеми, усі її операції є синхронними, що забезпечує мінімум простоїв транспорту в очікуванні готовності відправки. Максимальне значення сумарної тривалості перевезень – $t_{\Sigma}=500$ год. Характеристики такої схеми подано у верхньому правому кутку рисунку: $t_{\Sigma}/Z/T$. Тривалість планового періоду T знайдена як довжина критичного

шляху в графі: 1–6–2–1. Виокремлений підграф однозначно визначає розклад роботи транспортних засобів. Уже на наступному рисунку 2.2 б обмеження на сумарну тривалість операцій приводять до скорочення кількості циклів 1–6–2–1 і додавання циклів 1–6–5–2–1. Розклад операцій стає більш напруженим, оскільки потрібно узгоджувати потоки автомобілів, які зливаються в пункті g_2 . Тут виникатимуть затримки часу. Тривалість планового періоду залишається такою ж. Подальше скорочення параметра t_Σ як обмеження задачі приводить до зменшення кількості циклів, отримання більш напруженого розкладу роботи автомобілів і до скорочення тривалості циклу. В кожній з поданих схем розклад є однозначним.

На рис. 2.3 показано залежність максимальної кількості замовлень, які можуть виконати транспортні засоби у циклічній транспортній системі від дозволеної максимальної сумарної тривалості процесів.

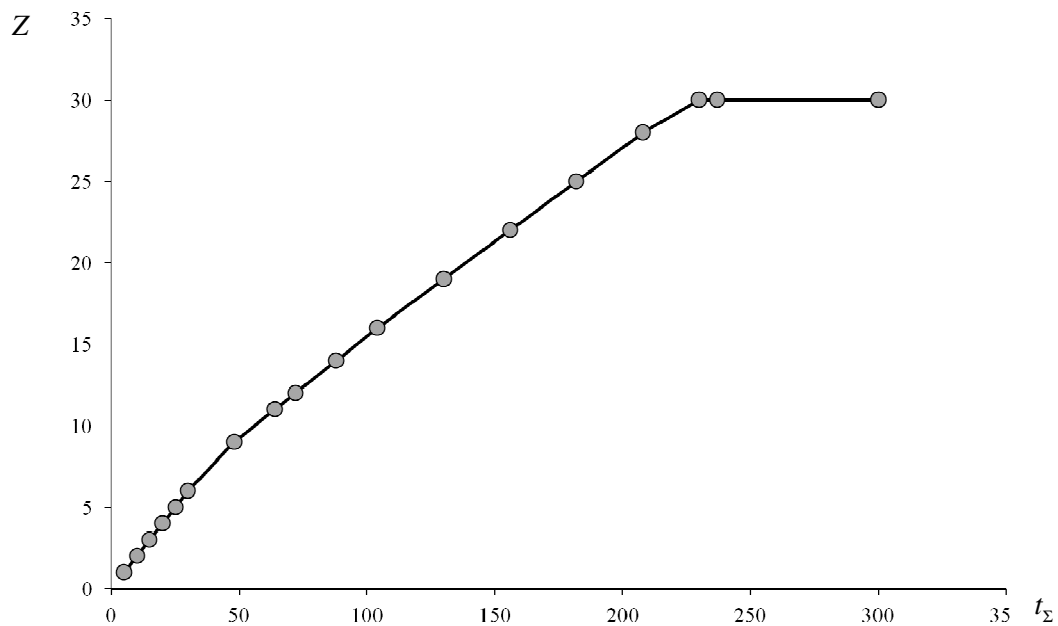


Рисунок 2.3 – Залежність сумарної кількості виконаних замовлень від сумарної дозволеної тривалості транспортного циклу для замовлень, які періодично виникають

Як видно із залежності, максимальна кількість замовлень, яку можуть виконати автомобільні транспортні засоби, які взаємодіють у транспортній

системі, асимптотично наближається до максимально можливого для даної системи значення при розширенні обмежень на сумарну тривалість перевезень. Це пов'язано з тим, що у малих транспортних системах (об'єднують 2-3 кільцевих маршрути), які на графіку відображені точками зі значенням $t_{\Sigma}=5...50$ виконуються короткі за тривалістю замовлення, а розклад їх виконання є напруженим і допускає чимало простоїв.

При збільшенні t_{Σ} понад 50 і до 210 год. кількість замовлень, які виконуються за один цикл, зростає пологіше. Тут беруться вже до уваги складніші за виконанням замовлення, які в менших системах ігнорувались. Зауважимо, що такий вид залежності не змінюється при зміні кількості задіяних транспортних засобів.

Подібні дослідження проведено і з додатковими обмеженнями на кількість замовлень, які можуть стосуватись одного транспортного пункту. Зокрема, якщо кількість заїздів в кожен пункт не більше одного, то задача набуває змісту задача комівояжера з багатьма маршрутами.

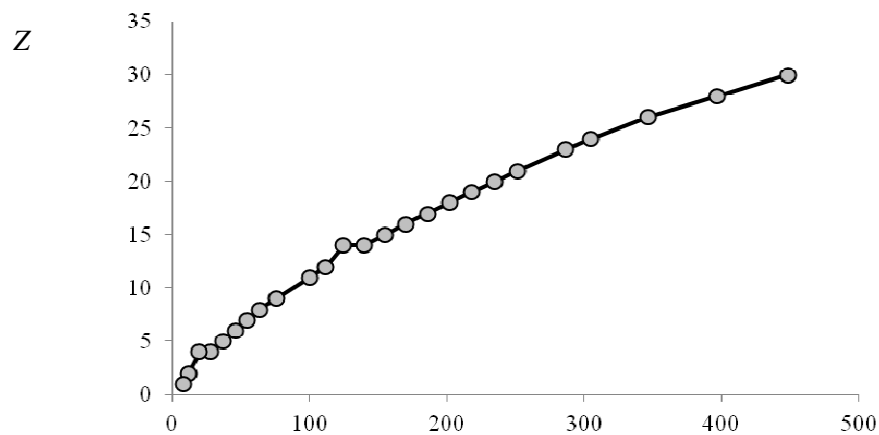


Рисунок 2.4 – Залежність сумарної кількості виконаних замовлень від сумарної дозволеної тривалості транспортного циклу для одноразових замовлень

Тут цю задачу нами розв'язано за викладеною вище методикою. В результаті отримано залежність максимальної кількості циклів від дозволеної сумарної тривалості виконання замовлень за аналогією. Як видно з рис. 2.4, ця залежність також асимптотично наближається до сталого значення Z . Залежність також не залежить від кількості наявних автомобілів R . Більш

того, реальна кількість автомобілів задіяних в процесі є меншою, як правило, від заданої (рис.2.5).

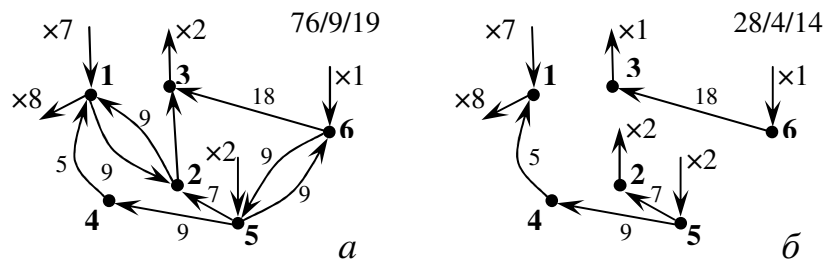


Рисунок 2.5 – Моделювання зміни структури транспортних циклів під впливом обмеження сумарної тривалості виконання замовлень при одноразовому замовленні у кожному пункті

На рис. 2.5а бачимо, що до перевезення задіяно 10 транспортних засобів. Однак за кількістю дуг, які виходять з початкових вершин, видно, що кількість засобів, які реально використовуються є 4. Кількість замовлень, що виконуються – 9. Шляхом обмеження на сумарну тривалість процесів перевезення було досягнуто схеми, що на рис. 2.5 б. Тут з десяти транспортних засобів використовується 3. кількість замовлень – 4. Якщо у цьому випадку вдалося скоротити сумарну тривалість циклу більш, як у 2,7 рази, то максимальна тривалість циклу зменшилась лише на 35%.

Задіяна кількість автомобілів впливає лише на максимальне значення t_{Σ} , за якого можна отримати розв'язок задачі (рис.2.6).

Важливе значення в організації розкладу роботи транспортних засобів в середніх і великих транспортних системах має тривалість транспортного циклу, яку ще називають тактом. Ця величина є мірою зібраної інформації, оскільки прогноз вантажопотоків залежить від тривалості періоду прогнозування. Крім того, за періодом прогнозування можна розрізняти середні і великі транспортні системи. У великих системах значення інформаційного забезпечення особливо зростає, оскільки автомобілі взаємодіють у складних транспортних циклах, обслуговується більша кількість транспортних пунктів.

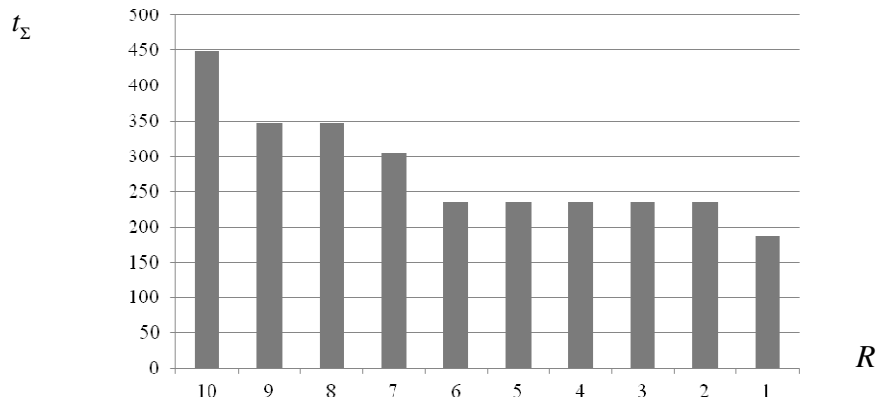


Рисунок 2.6 – Залежність максимальної сумарної тривалості операцій циклу від наявних транспортних засобів

Тому кількість інформації для таких систем є визначальною ознакою. У цьому можна переконатись на основі отриманої залежності (див. рис. 2.6). Тут спостерігається якісний перепад від тривалості циклу до 50 годин, який характерний для малих і середніх систем, до великих систем з тривалістю циклу понад 110 годин.

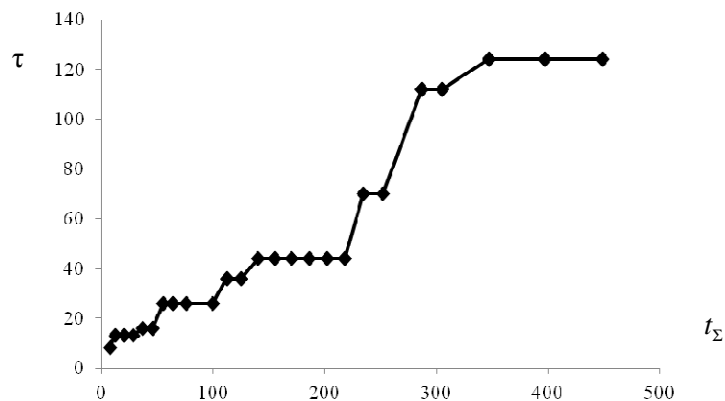


Рисунок 2.7 – Залежність тривалості періоду прогнозування від максимальної сумарної тривалості операцій

2.4 Розклад операцій у транспортних пунктах

У цій частині роботи ставилась задача виявити такі параметри транспортної системи (ТС), яка складається з пункту навантаження поштучних вантажів з паралельними постами відправлення АТЗ і декількох

маршрутів доставки, за яких сумарні затримки вантажопотоків, автомобілепотоків і простоювання НРМ є мінімальними і прямують до нуля.

Впорядкування та оптимізація взаємодії автомобілепотоків та вантажопотоків у пункті навантаження і на заданих маршрутах для середньої ТС розглядалось на прикладі такої задачі. Нехай транспортний пункт виконує завантаження автомобілів, які працюють на обслуговуванні j постійних замовників з доставкою поштучних вантажів по незалежних один від одного маршрутах, мінімальна гарантована тривалість руху по яких – відома – $t_{m,j}$. Оскільки час руху на кожному маршруті є відносно нетривалм (меншим, ніж період надходження і виконання замовлень), то можна вважати, що процеси споживання вантажів – стаціонарні. Процес доставки вантажів – дискретний. Однак попит кожного споживача можна оцінити середньою інтенсивністю μ_j , яка є змінною величиною. Оскільки вантажі – поштучні, доставляються гуртами у транспортних пакетах, то кожену з цих величин запишемо, як:

$$\mu_j = \frac{k_j}{\tau_j}, \text{ пакетів/год.}, \quad (2.12)$$

де k_j – розмір гурту (кількість транспортних пакетів на АТЗ), які доставляються j -му споживачеві;

τ_j – такт доставки вантажів, год.

Для досягнення сформульованої мети не ставилось завдання, щоб параметр k_j наближався до значення номінальної вантажності АТЗ, що задіяні у ТТС, навіть якщо це негативно впливає на вартість доставки одиниці товару. Однак, він має свої допустимі межі: $k_{\min} \leq k_j \leq k_{\max}$. Мінімальне значення завантаженості АТЗ приймалося $k_{\min} = 1$, максимальне – $k_{\max} = 34$, що відповідає максимальній кількості транспортних пакетів на стандартних піддонах в напівпричепі-фургоні. Номінальна вантажомісткість автотransпортних засобів – ціле число, що відповідає максимальній кількості стандартних пакетів, які можна в нього завантажити. Її вибрано з ряду

$k_{\min}^n \leq k_{\max}^n$, де $k_{\min}^n = 1$. При цьому фактична вантажомісткість автомобіля k_i може бути меншою, ніж номінальна. Це дає змогу довести тривалість окремих логістичних операцій до кратної такту тривалості. Тривалість навантаження АТЗ – нормоване значення, що залежить від кількості навантажених пакетів, тобто:

$$t_n = z \cdot k, \quad (2.13)$$

де z – норма часу для завантаження одного пакета, год.

Приймалося, що такт доставки τ_j також не обмежений вимогами споживачів. Головна умова ТС – щоб середня інтенсивність постачання вантажів за деякий період не перевищувала інтенсивності їх споживання. А, оскільки такт доставки є значно меншим, ніж тривалість зміни, то його числове значення не впливає на якість обслуговування споживачів. З іншого боку, такт відправлення транспортних пакетів τ_i повинен бути кратним такту попередньої логістичної операції – навантаження і наступної – розвантаження, для того, щоб були відсутніми затримки процесу. В окремих випадках може бути вирішено, що коли деякому g -му споживачеві, вантаж не постачається, то $\tau_g = nu$, де nu – достатньо велике число, таке, що, згідно з (2.12) $\mu_g \rightarrow 0$. Таким чином у цій задачі приймалось, що інтенсивність кожного вантажопотоку обмежена максимальним значенням інтенсивності його споживання, пропускнуою здатністю поста навантаження, через який він проходить, та потужністю автомобіле-поток, який його обслуговує.

У транспортному пункті може бути $i = 1 \dots p$ постів, кожен з яких характеризується різним значенням обсягу фактичного навантаження k_i , яке вибирається, виходячи з раціональної вантажності АТЗ, які заїжджають саме на цей пост – з одного боку, та тривалості навантаження t_n , яка повинна бути кратною такту τ_i – з іншого. Найкраще використання автомобілів за вантажністю і за часом є тоді, коли кількість постів i відповідає ряду номінальних вантажомісткостей парку АТЗ, що обслуговує транспортний

пункт. Якщо АТЗ випускають на маршрут з тактом τ_i , то, очевидно, що без затримок такий випуск здійснюватиметься, коли

$$\tau_i = t_{n,i} = z \cdot k_i, \quad (2.14)$$

де $k_i \approx k_i^n$ – вантажомісткість i -го АТЗ, яка наближується до свого номінального значення.

З іншого боку, $\tau_{n,i} = \tau_{m,i} = \tau_j$, або, враховуючи вирази (2.12) і (2.13): $\tau_{n,i} = k_i \cdot z = \tau_j$. Після перетворень отримаємо:

$$\mu_j = \frac{1}{z}. \quad (2.15)$$

Вираз (2.15) означає, що при сталій технології вантажних робіт інтенсивність вантажопотоків, які проходять через кожен незалежний пост повинна бути величиною сталою. Якщо ж деякі параметри ТС відрізнятимуться від тих, що відповідають виразу (2.15) то виникатимуть затримки процесу доставки (рис.2.8).

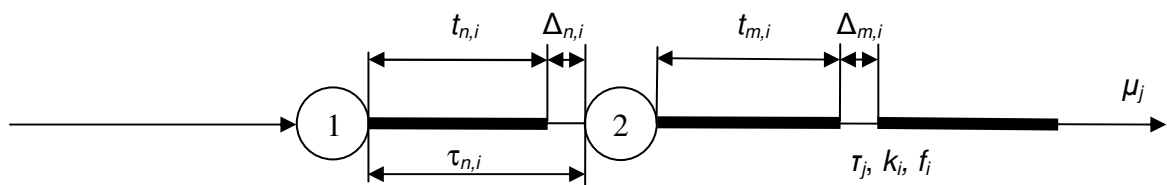


Рисунок 2.8 – Модель найпростішої малої ТС з одним постом і одним маятниковим маршрутом

Як видно з моделі, на кожному етапі змін матеріального потоку можуть існувати часові затримки процесу. На етапі транспортування, оскільки тривалість цих логістичних операцій є більшою ніж їх такт, вони визначаються за виразом:

$$\Delta_{m,i} = \tau_j - \frac{t_{m,i}}{f_i}, \text{ год.}, \quad (2.16)$$

де f_i – фронт АТЗ на i -му маршруті – кількість автомобілів, які одночасно відправлені до j -го споживача з i -го поста.

Фронт визначається як співвідношення величин:

$$f_i = \text{round} \left[\frac{t_{m,i}}{\tau_j} \right]. \quad (2.17)$$

Затримка (2.16) фактично виникатиме тоді, коли черговий завантажений транспортний засіб не зможе бути відправленим на маршрут, оскільки ще не відправлено попереднього, або ж тоді, коли він не зможе розвантажитись через зайнятість пункту кінцевої доставки вантажу попереднім автомобілем.

На етапі навантаження, якщо $f_i = 1$, то затримка визначиться:

$$\Delta_{n,i}^1 = \tau_{n,1} - t_{n,i}. \quad (2.18)$$

Причиною затримки (2.18) є нерівномірність тривалості навантаження різних транспортних засобів, які з різною кількістю пакетів k_i відправляються в рейс. У цій роботі приймалося, що затримки $\Delta_{n,i}^1$ є цілком відсутні, оскільки пости навантаження – спеціалізовані щодо обсягу навантаження на кожен автомобіль.

Якщо ж $f_i > 1$ (існує, щонайменше один пост очікування навантаження), то затримка процесу виникає внаслідок нерівномірності прибуття автомобілів в пункт навантаження, їх простоювання в черзі, і визначається за виразом:

$$\Delta_{n,i}^2 = \tau_{1-2} \cdot (f_n - 1). \quad (2.19)$$

Отже, критерій побудови злагодженої ТС – найменші сумарні затримки у ній, запишемо:

$$\Delta_{\Sigma} = \sum_i \Delta_{n,i}^1 + \sum_i \Delta_{n,i}^2 + \sum_j \Delta_{m,j} \cdot \quad (2.20)$$

Якщо на кожен фіксований j -й маршрут відправляти лише автомобілі вантажністю k_i з одного поста без черги, то такт відправлення τ_i лише за деяких значень k_i відповідатиме такту роботи АТЗ на маршруті τ_j без затримок (рис. 2.9).

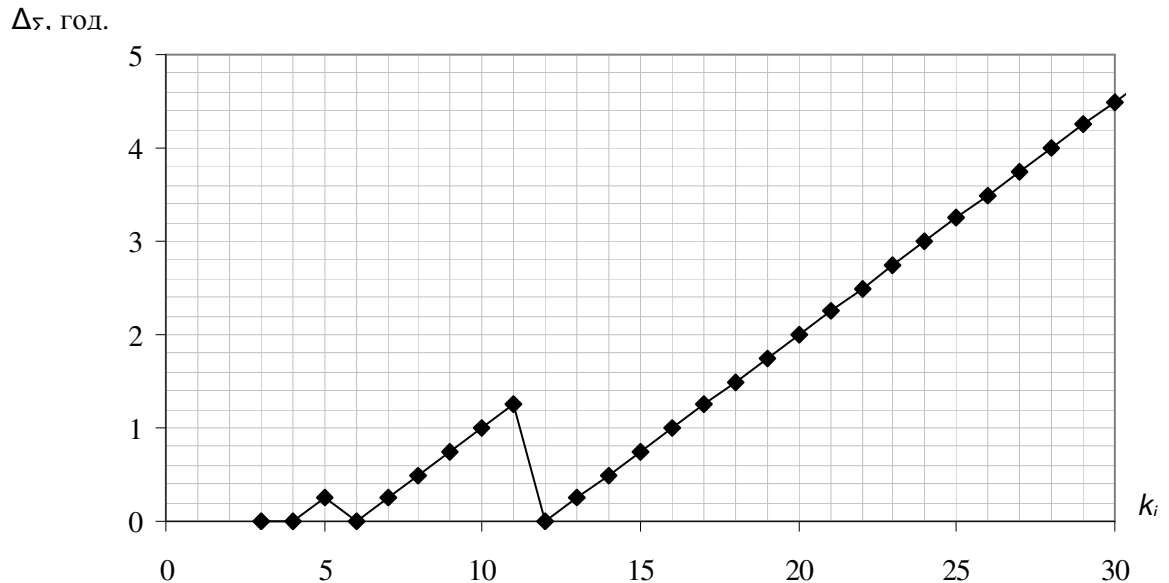


Рисунок 2.9 – Залежність сумарних затримок процесу доставки вантажів на одному маршруті через один пост навантаження за наявності АТЗ вантажомісткості k_i
авторська розробка

Саме при цих значеннях k_i витримується відношення (2.18) і зводяться до нуля затримки (2.20). Однак, це призводить до незадоволеного попиту споживачів. Адже тут висувається додаткова вимога (2.19). Якщо інтенсивність споживання μ_j зміниться, то за мінімумом затримок процесу споживачам доставлятиметься стільки вантажів, скільки це може забезпечити раціонально побудована ТТС. Якщо ж зорієнтуватись на повне задоволення споживача, то від цього зростатимуть затримки вантажопотоків на маршрутах. Розв'язок такої суперечності знаходимо розділенням автомобілепотоків на декілька різних, за фактичною вантажністю, використанням, відповідно, декількох паралельних постів навантаження, і

комбінуванням їх, залежно від зміни споживання вантажів. Комбінування передбачає можливість злиття автомобіле-потоків з різною вантажністю в одному напрямку руху з необхідною інтенсивністю. Таким чином, автомобілі на кожному маршруті є об'єднані завданням доставки, а в транспортному пункті – операціями навантаження. Тому можна говорити про синтез середньої, або великої ТС за означенням [12]. При цьому часові параметри зайнятості і простоювання автомобілів на різних маршрутах і під навантаженням є взаємозалежними. Для того, щоб показати ці зв'язки, ми застосували принцип нерозривності матеріальних потоків (вантажопотоків, автомобілепотоків) і відобразили систему з п'яти елементарних логістичних операцій: розділення, сполучення, прискорення, сповільнення, переміщення [4]. Модель обслуговування автомобілів у транспортному пункті можна відобразити графом (рис. 2.10), вершинами якого є dokonані події (1, 2, 3 – прибуття однакових за фактичною вантажністю автомобілів в транспортний пункт на відповідний їх вантажності пост; 4, 5, 6 – навантаження автомобілів і відправлення їх на різні маршрути доставки вантажів; I, II, III – об'єднання автомобілепотоків, різних за вантажністю у пункті призначення вантажів і розвантаження), а дуги – матеріальні потоки автомобілів, вантажів. Оскільки процес є циклічним і неперервним, то кожену дугу його моделі можна оцінити кількісно трьома параметрами: тактом $\tau_{i,j}$, розміром гурту матеріальних елементів k_i , які переміщуються разом, фронтом $f_{i,j}$, де i – номер попередньої операції, j – номер наступної. На рис. 2.10 позначено параметри лише тих дуг, які заходять до вершини I. Усі інші – спрощено не показані. Також дуги мають іншу часову оцінку – дійсну тривалість елементарної логістичної операції, наприклад, $t_{m,1} \dots t_{m,j}$ – тривалість руху для j -го маршруту, або ж t_n – тривалість навантаження. На рис. 2.10 ці тривалості показані суцільним потовщеним відрізком. Зрозуміло, вони можуть бути випадковими величинами, однак для отримання злагодженого розкладу процесу за принципом „саме вчасно”, відповідні такти мають бути величинами сталими і дорівнювати тривалостям операцій.

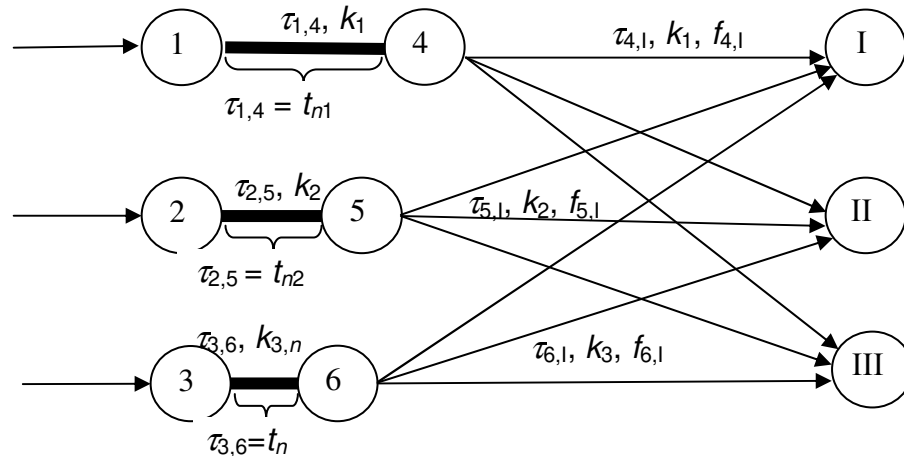


Рисунок 2.10 – Модель транспортно-технологічної схеми навантаження гурту автомобілів на трьох постах, які працюють на трьох різних маршрутах

Наприклад, до споживача I відправляють АТЗ з трьома обсягами завантажень: k_1 , k_2 , k_3 . Для того, щоб виконувалась умова доставки (2.18), потрібно, щоб виконувалась умова нерозривності потоку:

$$\mu_j = \sum_{i=1}^p \frac{k_i}{\tau_{i,j}}, \quad (2.21)$$

де i – номер вершини, з якої відправлені автомобілепотоки (пости навантаження і розділення автомобілепотоків $i=1\dots p$; j – номер вершини, у яку вантажопотоки скеровані.

З іншого боку поділ автомобілепотоків за напрямками відбувається з дотриманням співвідношенням параметрів:

$$\frac{1}{\tau_{x,i}} = \sum_{j=1}^M \frac{1}{\tau_{i,j}}, \quad (2.22)$$

де $\tau_{x,i}$ – такт роботи x -го поста навантаження;

$\tau_{i,j}$ – такт відправлення АТЗ з i -го поста навантаження на j -й маршрут.

Описана задача відносно тестової моделі на рис. 2.10 має таке формулювання. Задано: Z – норма часу навантаження одного пакета; μ_j –

середня інтенсивність споживання пакетів на трьох маршрутах; $t_{m,j}$ – тривалість циклу АТЗ від навантаження до j -го споживача, й у зворотному напрямку. Знайти цілі, невід’ємні значення фактичних вантажностей АТЗ – k_1, k_2, k_3 , фронтів АТЗ – $f_{i,j}$, за яких $\Delta_\Sigma \rightarrow 0$, при виконанні умов (2.20), (2.21), (2.22), а також максимуму продуктивності АТЗ, що практично можливо, коли сумарний фронт АТЗ на усіх автомобілепотоках – мінімальний: $f_\Sigma \rightarrow \min$. Такт руху АТЗ на кожному маршруті підбирався таким, щоб задовольнити вираз (2.22). Він повинен бути таким, щоб, наблизити до нуля, з одного боку, затримки часу (2.18), з іншого – затримки (2.20). Оскільки за своїм змістом вони є суперечними, то й задача носить оптимізаційний зміст. Обмеження накладаються на числові значення k_i . В такому формулюванні задача відноситься до задач цілочислового випуклого програмування. Для її розв’язання було застосовано метод градієнтів. Програмне розв’язання забезпечено прикладними пакетами електронних таблиць *Excel*. Проте не для усіх числових значень початкових даних було можливим знайти розв’язки. Ті з них, що були знайдені, характеризуються різною структурою парку АТЗ, який обслуговує задані маршрути.

Так, наприклад, при сумарній інтенсивності $\mu_\Sigma = 12$ пакетів/год., нормі часу для навантаження одного пакета $z = 0,25$ год., і тривалості циклів на трьох маршрутах, відповідно, $t_{m,1} = 1$ год., $t_{m,2} = 3$ год., $t_{m,3} = 5$ год. оптимальний розв’язок стосувався сумарного фронту автомобілів $f = 3$, які завантажуються до значення, відповідно, 4, 12 і 20 пакетів. При цьому працюють усі три пости навантаження. Автомобілі відправляються на усі три маршрути з однаковою середньою інтенсивністю вантажопотоків $\mu_i = 4$ пакети/год. Відрізняється робота постів тривалістю навантаження і, відповідно, тактом. Але при цьому кожен пост обслуговує автомобілепотік на один маршрут. Тобто маємо три незалежні малі ТС. Сумарна вантажомісткість парку АТЗ, що задіяні в цих схемах – 36 пакетів. Маршрути можна оцінити сукупним коефіцієнтом нерівномірності тривалості транспортного циклу:

$$\eta_{t_u} = \frac{t_{m,\max}}{t_m}, \quad (2.23)$$

де $t_{m,\max}$ – максимальна тривалість циклу, год.,

$\bar{t}_m$ – середня тривалість циклу, год.

Коефіцієнт нерівномірності тривалості циклу для вказаного випадку становить 1,67.

Якщо задати іншу тривалість циклів, де коефіцієнт нерівномірності (2.23) є значно більшим, наприклад, $t_{m,1}=1$ год., $t_{m,2}=2$ год., $t_{m,3}=9$ год. ($\eta_{t_u}=2,25$), то оптимальний розв'язок – це парк АТЗ, що складається з автомобілів однакової вантажності – 8 пакетів. Автомобілі при цьому навантажуються на трьох постах, а на маршрути відправляються з однаковим тактом – 2 год. Автомобілепотоки з кожного поста розділяються на два потоки і скеровуються на різні маршрути з різним тактом. Коефіцієнт нерівномірності тривалості циклів – 2,25, а сумарна вантажомісткість парку АТЗ – 144 пакети. Сумарний фронт – 5 одиниць. Таким чином оптимальна ТТС при іншому співвідношенні тривалостей циклів і сталому сумарному вантажопотоку уже стає середньою за згаданою класифікацією [19]. Отже, розмір сумарного вантажопотоку не є доцільним показником класифікації. Змінюючи властивості маршрутів, а саме тривалість циклів їх обслуговування, ми отримали залежність показника сумарної вантажомісткості парку АТЗ – k_{Σ} , які обслуговують ТТС від коефіцієнта нерівномірності (рис. 2.11). Як видно з діаграми, ці залежності є дискретно прямо-пропорційними. Це означає, що саме структура циклів є визначальною ознакою класифікації ТТС. Для того, щоб виявити сприятливі для розв'язку задачі початкові дані, було досліджено їх вплив на оптимальний розв'язок. Так із збільшенням сумарного вантажопотоку сумарна вантажомісткість автомобілів у ТС зростає дискретно (рис. 2.12).

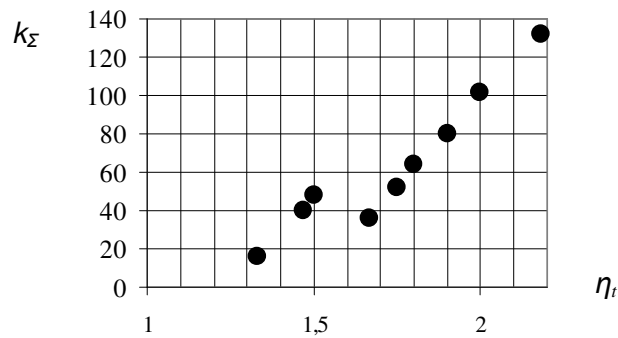


Рисунок 2.11 – Залежність сумарної вантажомісткості транспортних засобів, які обслуговують задану ТТС від коефіцієнта нерівномірності циклів, що входять до неї

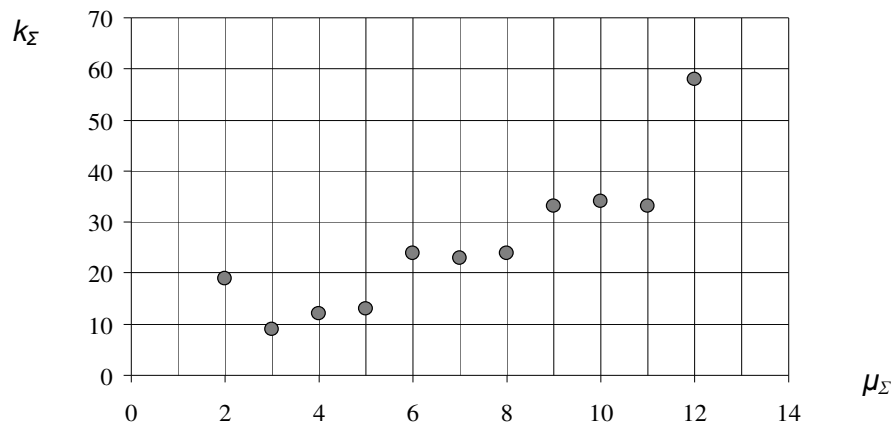


Рисунок 2.12 – Залежність сумарної вантажомісткості АТЗ від сумарного вантажопотоку

При заданій інтенсивності споживання $\mu_\Sigma = 5$ пакетів/год. розподіл її по трьох різних маршрутах з тривалостями руху по них, відповідно, $t_{m1} = 2$ год., $t_{m2} = 3$ год., $t_{m3} = 5$ год., становив би: $\mu_1 = 2,5$, $\mu_2 = 1,0$, $\mu_3 = 1,0$ пакетів/год. Тобто дійсна сумарна інтенсивність є меншою – $\mu_{\Sigma, \partial} = 4,5$ пакетів/год. А вже при $\mu_\Sigma = 12$ пакетів/год. розподіл змінився: $\mu_1 = 0$, $\mu_2 = 1,0$, $\mu_3 = 11$ пакетів/год. Відхилення дійсного від запланованого обсягу перевезень немає. Однак бачимо, що перший, найменш тривалий маршрут не обслуговується. Це можна пояснити значною відмінністю коротких транспортних циклів, яка підсилюється, коли зростають вантажопотоки і потрібно використовувати автомобілі з більшою вантажністю. Такі дослідження показали і те, що умову максимально виконати запланований обсяг перевезення при максимальній

продуктивності АТЗ (мінімальній їх кількості) і без затримок часу фактично неможливо. Так, у першому випадку при $\mu_{\Sigma,0} = 4,5$ пакетів/год., використовується парк АТЗ з вантажностями 1 і 3 пакети у кількості, відповідно, 10 і 1 автомобілів. У другому, при $\mu_{\Sigma,0} = 12$ пакетів/год. – з вантажностями 1, 4, 5 пакетів у кількості, відповідно, 18, 4 і 4 одиниці. Сумарна вантажомісткість АТЗ у першому випадку становить 13 пакетів, у другому – 58 (див. рис. 2.11).

Якщо кількість постів навантаження, а отже – типів автомобілів за вантажністю збільшити, то обсяг незадоволеного попиту на перевезення значно скорочується. Так при трьох постах максимальне відхилення заданої інтенсивності від дійсної становило 1 пакет/год. А вже при чотирьох постах – лише 0,3 пакети/год.

Також було досліджено вплив норми часу навантаження одного пакета на дійсну сумарну інтенсивність вантажопотоків (рис. 2.13). Як видно з діаграми, залежність є обернено-пропорційною. При значенні $z < 0,2$ розв'язок оптимізаційної задачі відсутній. При $z > 0,55$ інтенсивність вантажопотоків суттєво не змінюється. Парк автомобілів, які при цьому використовуються, характеризується мінімальною кількістю, а структура його для усього діапазону області значень $\mu_{\Sigma,0}$ залишається незмінною: використовуються три типи АТЗ з середніми фактичними вантажомісткостями, відповідно, 3, 6, 18 пакетів.

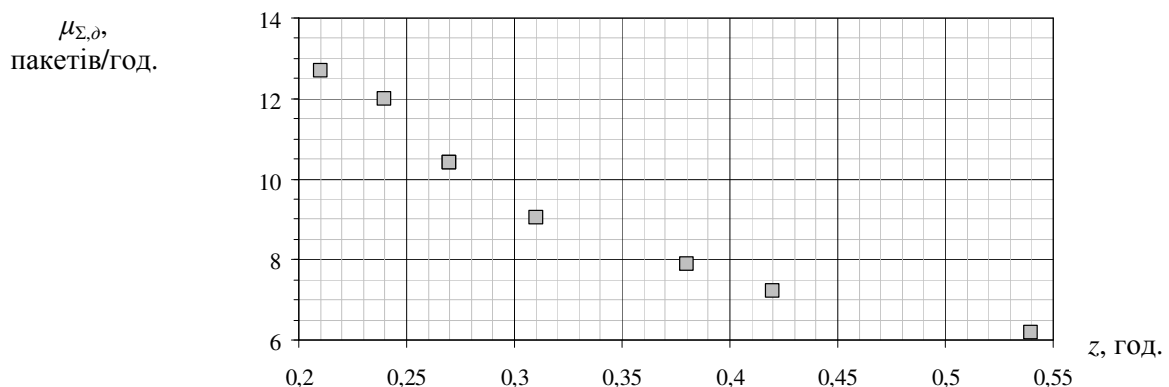


Рисунок 2.13 – Залежність дійсної сумарної середньої інтенсивності вантажопотоків від норми часу для навантаження одного пакета

Таким чином, досліджений параметричний ряд ТС з трьома постами окреслює технологічні особливості процесу доставки вантажів у пакетах: продуктивність НРМ, вантажність АРЗ.

Відобразивши ТС у вигляді моделі детермінованих залежностей організаційних параметрів логістичних операцій, які утворюють ланцюги постачання пакетів, вперше вдалося розв'язати задачу побудови гарантованого оптимального розкладу роботи задіяних АРЗ і НРМ за критерієм мінімальних сумарних затримок процесу, при умові максимальної продуктивності відповідних засобів.

3 ТЕХНІЧНІ УМОВИ ДЛЯ АРМ ДИСПЕТЧЕРА АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА

3.1 Загальні риси диспетчерської служби

Диспетчеризація є заключним етапом оперативно-календарного планування і являє собою централізоване безперервне спостереження і контроль (в тому числі попереджувальний), поточний облік, аналіз і оперативне регулювання ходу виробництва, а так само оперативну підготовку наступних змін і організацію перевезень.

Метод безперервного нагляду, контролю та регуляції виробничого процесу, який заснований на календарних планах і який використовує технічні засоби для збору і аналізу інформації, отримав названі диспетчеризації.

Завдання диспетчеризації:

- попередження негативних відхилень. Чим точніше будуть виявлені причини, тим швидше будуть вжиті заходи щодо їх усунення, тим вище рівень диспетчеризації;
- оперативний облік ходу виконання встановленого графіка роботи і змінних завдань;
- виявлення, аналіз і усунення причин відхилень, від встановлених графіків;
- прийняття оперативних заходів для попередження і усунення відхилень
- координація поточної діяльності;
- забезпечення робочих місць заготовками, оснащенням, необхідним інструментом.

Основні принципи роботи диспетчерської служби – оперативність і профілактика. Оперативність передбачає постійну, всебічну інформацію.

Профілактика полягає в попередженні появи негативних відхилень.

Як правило, будь-який автотранспортне підприємство має диспетчерську службу, за допомогою якої здійснюються

вантажоперевезення. Диспетчерська служба простежує потоки проходять вантажів і враховує всі вантажоперевезення. Крім того, диспетчерська служба забезпечує укладання договорів щодо вантажоперевезення, стежить за дотриманням договірних зобов'язань щодо вантажоперевезення, забезпечує водіїв виконують вантажоперевезення необхідною документацією та інструкціями, враховуючи при цьому характеристики транспортних засобів, що здійснюють вантажоперевезення.

Диспетчерська служба крім контролю над процесом вантажоперевезення, забезпечує виробництво вантажно-розвантажувальних робіт, виконує операції пов'язані з експедиторськими і складськими службами, також задіяними в процесі вантажоперевезення. У разі якщо автотранспортне підприємство має кілька підрозділів, які здійснюють вантажні перевезення, організовується централізована диспетчерська служба, тим самим забезпечується одне загальне керівництво над діяльністю всіх підрозділів, що здійснюють вантажоперевезення. У діяльності автотранспортних підприємств, диспетчерська служба відіграє значну роль, здійснюючи контролюючі та коригувальні функції.

Вантажоперевезення укупі з диспетчерською службою - це значна економія коштів і часу, полегшення праці водіїв транспортних засобів, своєчасна зв'язок із замовником і споживачем. Будь-яке автотранспортне підприємство, зацікавлене в раціональному виробництві транспортних робіт, в обов'язковому порядку повинно мати диспетчерську службу, тим більше це стосується автотранспортних підприємств, які здійснюють вантажні перевезення.

Виробничо-диспетчерський відділ є самостійним структурним підрозділом підприємства, створюється і ліквідується наказом директора підприємства, підпорядковується директору підприємства або заступнику директора з виробництва, очолює начальник, який призначається на посаду наказом директора підприємства.

Фахівці виробничо-диспетчерського відділу призначаються на посади і звільняються з посад наказом директора підприємства за поданням начальника відділу.

Відповідальність за якість і своєчасність виконання функцій виробничо-диспетчерського відділу несе начальник відділу. На начальника виробничо-диспетчерського відділу покладається персональна відповідальність за: дотримання чинного законодавства в процесі керівництва відділом; складання, затвердження та надання достовірної інформації з координації діяльності структурних підрозділів підприємства; своєчасне і якісне виконання доручень керівництва.

Відповідальність інших працівників виробничо-диспетчерського відділу встановлюється посадовими інструкціями.

Принципи диспетчеризація виробництва є централізація, плановість, оперативність, профілактика відхилень від заданого графіка робіт.

Централізація диспетчерської діяльності означає здійснення її з єдиного центру – ПДО і обов'язкових розпоряджень головного або змінного диспетчера для всіх начальників цехів і відділів.

Плановість виражається у веденні диспетчеризація на основі місячних змінно-добових планів, в дотриманні термінів запуску-випуску, підтримці ходу виробничого процесу в заданому ритмі і відповідно до заданого змінним планом.

Контроль рівномірності ходу виробництва протягом зміни здійснюється централізовано з ПДО, де чергують диспетчера і оператори, що підтримують постійний зв'язок з диспетчерами.

1. Забезпечення ритмічної роботи підприємства і рівномірного випуску продукції.

2. Забезпечення виконання робіт відповідно до виробленими програмами, договірними зобов'язаннями, календарними графіками та змінно-добових завдань.

3. Максимальне використання виробничих потужностей підприємства.

3.2 Функції диспетчерської служби

1. Організація раціональної виробничих потужностей.
2. Організація заходів щодо підвищення коефіцієнта змінності і створення умов для ефективної роботи персоналу.
3. Оперативно-виробниче планування і диспетчеризація.
4. Регулярний оперативний контроль за ходом виробництва і інших видів основної діяльності підприємства.
5. Вживання заходів щодо попередження та усунення порушень ходу виробничого процесу.
6. Залучення допоміжних служб підприємства до ліквідації порушень ходу виробничого процесу.
7. Координація забезпеченості цехів і діляниць необхідною сировиною, матеріалами, конструкціями, комплектуючими виробами, устаткуванням, а також транспортом і вантажно-розвантажувальними засобами.
8. Проведення нормативно-планових розрахунків по визначенню розмірів партій запуску, термінів подач і норм запасів.
9. Систематичний контроль за наявністю заділів на рівні встановлених нормативів у цехах і на ділянках, безперебійним просуванням виробів у виробничому потоку, виконанням графіків здачі готової продукції або закінчених робіт (послуг).
10. Забезпечення своєчасного отримання необхідної планової документації для здійснення оперативного контролю за ходом виробництва.

Виробничо-диспетчерський відділ має право:

- Отримувати виробничу інформацію від структурних підрозділів підприємства.
- Видавати вказівки з питань виконання плану виробництва.
- Вносити оперативні зміни в плани і графіки діяльності структурних підрозділів підприємства.
- Вимагати від керівників виробничих підрозділів:
 - якісного і своєчасного виконання планів і графіків виробництва;

- надання на погодження планів проведення виробничих, профілактичних і ремонтних робіт.

- Контролювати виконання виробничих планів і графіків.
- Приймати рішення про тимчасове перерозподіл трудових ресурсів.
- Залучати фахівців підприємства для вирішення питань за тематикою відділу.
- Представляти підприємство в сторонніх організаціях з питань діяльності відділу.

3.3 Програма маршрутизації

Нехай потрібно визначити найкоротший маршрут в орієнтованому графі. Для цього написано і будемо використовувати delphi-програму, яка буде необхідний маршрут, від вершини під номером один, до всіх інших вершин заданого графа і використовує для цього алгоритмом Дейкстри [7].

Після запуску програми необхідно вказати кількість вершин графа, для якого будемо шукати маршрут і натиснути кнопку «Створити матрицю». Тобто граф на екрані відображатиметься у вигляді матриці суміжності. Далі, необхідно заповнити її даними, які відповідатимуть за відстані між вершинами. Також відмітимо, що не існуючі ребра позначаються символом «-». Пошук найкоротшого маршруту здійснюється за допомогою кнопки «Побудувати маршрут». Результатом роботи програми є вивід в нижній частині форми списку вершин, через які проходить мінімальний шлях, а також вивід його довжини (рис. 3.1).

3.4 Формування бази даних

Процедура перетворення баз даних видів транспорту в матриці транспортних кореспонденцій. Процедурі перетворення баз даних видів транспорту в матриці кореспонденцій розглянемо на спрощеному прикладі ТМ, яка задана у вигляді неорієнтованого графу (рис. 3.1) [6,7].

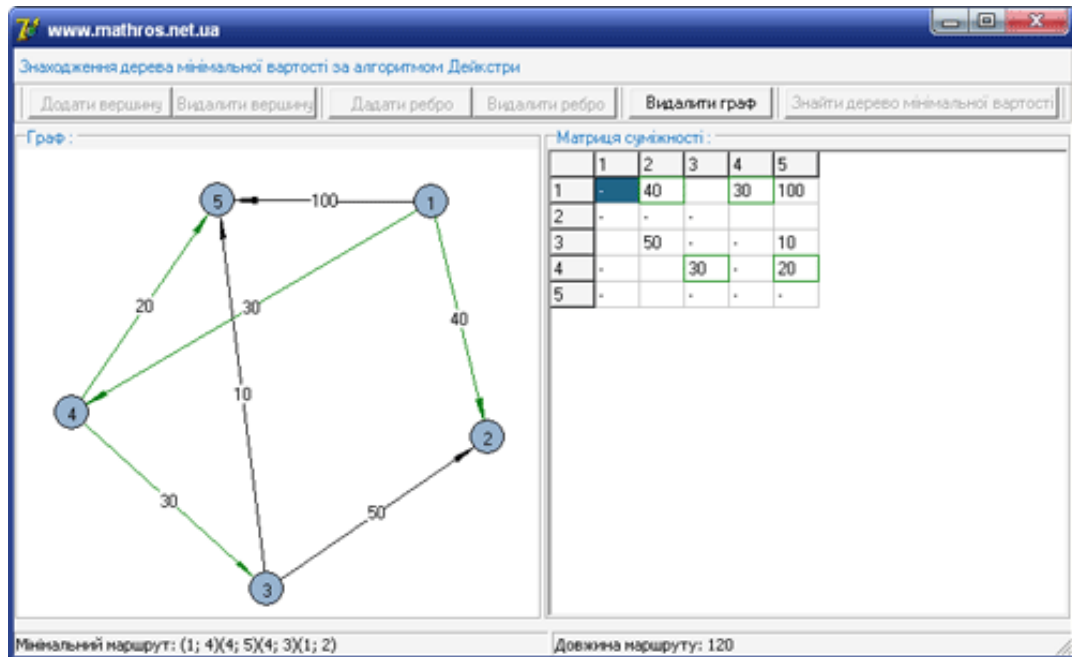


Рисунок 3.1 – Програма визначення найкоротших відстаней на маршруті за алгоритмом Дейкстри

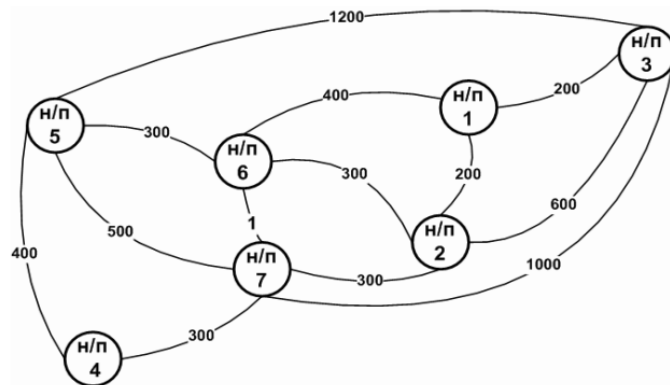


Рисунок 3.2 – Приклад транспортної мережі

Після виклику відповідної процедури й натискання на клавішу «Завантажити» у відповідних вікнах форми (рис. 3.3) з'являються списки населених пунктів (н/п) і ділянок автомагістралей, що з'єднують їх у єдину транспортну мережу (ТМ). Ці дані завантажуються відповідно з файлів N_p і Marsh_avto системи керування базами даних MS Access.

Процедура формування початкових даних для розв'язання СТЗ (Access -> Delphi -> Excel)

Кількість постачальників: Кількість споживачів:

Список н/п:

Kod	Naim	Kol_g
1	н/п 1	5000
2	н/п 2	16500
3	н/п 3	9000
4	н/п 4	2800
5	н/п 5	34500
6	н/п 6	56700
7	н/п 7	990000

Загрузити

Ввести

Список ділянок:

Kod	I_N	P_O	P_N	L
1	M-1	н/п 3	н/п 1	200
2	M-1	н/п 1	н/п 6	400
3	M-1	н/п 6	н/п 7	100
4	M-1	н/п 7	н/п 4	300
5	E-1	н/п 3	н/п 2	600
6	E-1	н/п 2	н/п 7	300
7	E-1	н/п 7	н/п 5	500
8	P-1	н/п 3	н/п 5	1200
9	P-2	н/п 3	н/п 7	1000
10	Г-1	н/п 1	н/п 2	200
11	Г-2	н/п 2	н/п 6	300
12	Г-3	н/п 5	н/п 6	300
13	Г-4	н/п 4	н/п 5	400

Зберегти

Вихід

Матриця зв'язків

Матриця обсягів вантажу

Рисунок 3.3 – Операція «завантажити»

Процедура формування початкових даних для розв'язання СТЗ (Access -> Delphi -> Excel)

Кількість постачальників: Кількість споживачів:

Список н/п:

Kod	Naim	Kol_g
1	н/п 1	5000
2	н/п 2	16500
3	н/п 3	9000
4	н/п 4	2800
5	н/п 5	34500
6	н/п 6	56700
7	н/п 7	990000

Загрузити

Ввести

Список ділянок:

Kod	I_N	P_O	P_N	L
1	M-1	н/п 3	н/п 1	200
2	M-1	н/п 1	н/п 6	400
3	M-1	н/п 6	н/п 7	100
4	M-1	н/п 7	н/п 4	300
5	E-1	н/п 3	н/п 2	600
6	E-1	н/п 2	н/п 7	300
7	E-1	н/п 7	н/п 5	500
8	P-1	н/п 3	н/п 5	1200
9	P-2	н/п 3	н/п 7	1000
10	Г-1	н/п 1	н/п 2	200
11	Г-2	н/п 2	н/п 6	300
12	Г-3	н/п 5	н/п 6	300
13	Г-4	н/п 4	н/п 5	400

Зберегти

Вихід

Матриця зв'язків

Матриця обсягів вантажу

Вікно вводу пункту призначення

Введіть номер н/п і через пробіл об'єм одержуваного вантажу

47

OK Cancel

Рисунок 3.4 – Операція «ввести дані»

Процедура формування початкових даних для розв'язання СТЗ (Access -> Delphi -> Excel)

Кількість постачальників: Кількість споживачів:

Список н/п:

Kod	Naim	Kol_g
1	н/п 1	5000
2	н/п 2	16500
3	н/п 3	9000
4	н/п 4	2800
5	н/п 5	34500
6	н/п 6	56700
7	н/п 7	990000

Загрузити

Ввести

Список ділянок:

Kod	I_N	P_O	P_N	L
1	M-1	н/п 3	н/п 1	200
2	M-1	н/п 1	н/п 6	400
3	M-1	н/п 6	н/п 7	100
4	M-1	н/п 7	н/п 4	300
5	E-1	н/п 3	н/п 2	600
6	E-1	н/п 2	н/п 7	300
7	E-1	н/п 7	н/п 5	500
8	P-1	н/п 3	н/п 5	1200
9	P-2	н/п 3	н/п 7	1000
10	Г-1	н/п 1	н/п 2	200
11	Г-2	н/п 2	н/п 6	300
12	Г-3	н/п 5	н/п 6	300
13	Г-4	н/п 4	н/п 5	400

Зберегти

Вихід

Матриця зв'язків

	н/п 2	н/п 6	н/п 3	н/п 4	н/п 5	н/п 7
н/п 2	300	600		200	300	
н/п 6	300			400	300	100
н/п 3	600			200	1200	1000
н/п 4					400	300
н/п 1	200	400	200			
н/п 5	300	1200	400			500
н/п 7	300	100	1000	300		500

Матриця обсягів вантажу

	н/п 3	н/п 4	н/п 1	н/п 5	н/п 7
н/п 25	3	7	0	0	0
н/п 65					

Microsoft Excel

Сохранить изменения в файле 'T_TC_U.xls'?

Да Нет Отмена

Рисунок 3.5 – Процедура збереження початкових даних в БД диспетчера

В класичній транспортній задачі Хічкока [15] перевезення здійснюються від пунктів, які виробляють або зберігають продукцію (пунктів постачання), або безпосередньо до пунктів, які споживають товари (пунктів споживання): перевезення між пунктами постачання або між пунктами споживання, а також від пунктів споживання до пунктів постачання в ній не розглядаються.

Але на практиці перевезення можуть фактично здійснюватися і через декілька проміжних пунктів, в якості яких можуть виступати як пункти постачання, так і пункти споживання (рис. 3.6).

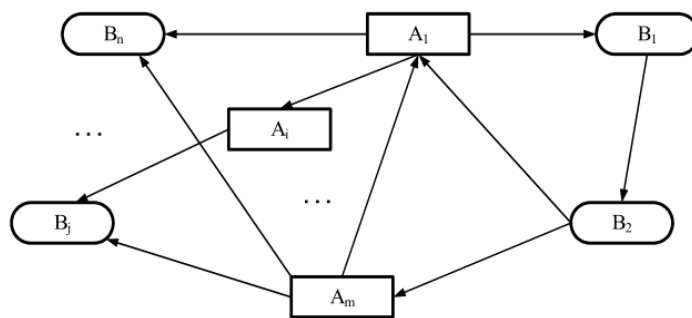


Рисунок 3.6 – Загальна схема транспортної мережі

При цьому передбачаються, що перевезення від кожного пункту виробництва до кожного пункту споживання завжди здійснюються по найдешевшим маршрутах, де величина затрат c_{ij} може виражати час, відстань або вартість перевезення.

Це припущення про найкоротші шляхи не завжди можливо виконати, так як в деяких випадках об'єм допустимого перевезення на ділянці між двома пунктами, які входять до цього найкоротшого шляху, може бути обмеженим. Інша обставина полягає в тому, що визначення найкоротших шляхів від кожного з пунктів постачання до кожного пункту споживання, як того потребує формулювання Хічкока, може саме по собі здатися досить нелегкою справою. Бажано знайти такий алгоритм, який буде оброблювати таку інформацію автоматично. А. Ордер запропонував узагальнену транспортну модель, в якій допускаються перевезення через проміжні пункти [6]. В цій моделі для кожного пункту ТМ складається з рівняння

матеріального балансу, яке виражає, що об'єм вивезеного вантажу мінус кількість завезеного вантажу рівний чистому об'єму вантажу, виробленого в цьому пункті (якщо різниця додатна), або чистому об'єму споживання в ньому вантажу (якщо різниця від'ємна).

Позитивні відзиви на публікації [15,16] описаних нових методів, а також результати їх апробації на більшій кількості практичних прикладів, реалізованих у середовищі спеціально створеного програмного комплексу, дозволяє зробити висновок про наявність нового підходу до організації перевезень вантажів на транспортній мережі з обмеженнями на пропускні здатності її вузлів і комунікацій. Основні етапи реалізації цього підходу:

- корегування обсягів вантажу в його постачальників і споживачів з урахуванням реальних пропускних здатностей транспортних вузлів аналізованої ТМ [11];
- балансування сумарних обсягів поставки й одержання вантажу пропорційним методом [10];
- зведення перевезень на ТМ до матричного виду – транспортної таблиці модифікованим методом Дейкстри [9];
- оптимізація перевезень у ТТ методом диференційних рент [12];
- покроковий розподіл вантажу по маршрутам його транспортування з урахуванням пропускних можливостей ділянок цих маршрутів [13];
- представлення результатів рішення ТЗ.

Комп'ютерна система (КС), яка реалізована на основі мультимодальної моделі оптимізації перевезень у ТСУ, крім комбінованого перевезення вантажів, враховує пропускні здатності транспортних вузлів і комунікацій ТСУ. Також КС може вирішувати транспортні задачі за умови незбалансованості обсягів перевезення неоднорідних вантажів. КС функціонує у двох режимах оптимізації перевезення вантажів – за критерієм вартості й за критерієм часу. Природно в обох випадках результатом оптимізації є мінімальне значення відповідної величини.

Етап фізичного проектування бази даних передбачає прийняття розробником остаточного рішення про способи реалізації створюваної бази. Тому фізичне проектування обов'язково проводиться з урахуванням всіх особливостей обраної БД [19]. В якості БД обрана Н2, як найбільш відповідає вимогам продуктивності.

Процес побудови інфологічної моделі складається з наступних кроків:

- а) визначення сутностей;
- б) визначення залежностей між сутностями;
- в) завдання первинних і альтернативних ключів;
- г) визначення атрибутів сутностей;
- д) приведення моделі до необхідного рівня нормальної форми.

Логічний рівень представлення моделі – це абстрактний погляд на дані, на ньому дані представляються так, як виглядають в реальному світі. Логічна модель даних є універсальною і ніяк не пов'язана з конкретною БД.

Фізична модель даних, навпаки, залежить від конкретної СУБД, фактично будучи відображенням системного каталогу. У фізичній моделі міститься інформація про всі об'єкти Бази даних. Оскільки стандартів на об'єкти БД не існує (наприклад, немає стандарту на типи даних), фізична модель залежить від конкретної реалізації БД. Отже, одній і тій ж логічній моделі можуть відповідати кілька різних фізичних моделей. У проектованій моделі використовувалася логіко-фізична модель.

У системі, можна виділити наступні сутності та їх атрибути:

- Користувач (User), містить атрибути: логін, пароль, роль.
- Session (Зміна): дата (Date),
- Brigade (бригада): назва Session_brigade (змінa_бригади
- Driver (Водій): найменування, табельний номер, № бригади
- Technics (техніка): вантажність, найменування, серійний номер, тип
- Status: найменування, причина
- Technicsdriver (водій): № зміни, № водія, № статусу, № техніки

- Haul (рейс): вага, № місця розвантаження, № місця навантаження, № статусу, № водія самоскида
 - Cleanhaul (дороги): повідомлення, № водія навантажувача,
- Діаграма розроблюваної системи представлена на рис. 3.7.

Користувач має можливість вибору функцій системи. Користувач бачить перед собою вміст бази даних у вигляді екранного документа, в якому значення реквізитів (полів) відповідають найменуванням з його предметної області, а не умовним позначеннями полів БД. Граф переходів екранних форм (дерево діалогу) представлений на рис. 3.7. На даному графі представлені тільки основні екранні форми, що представляють найбільшу важливість.

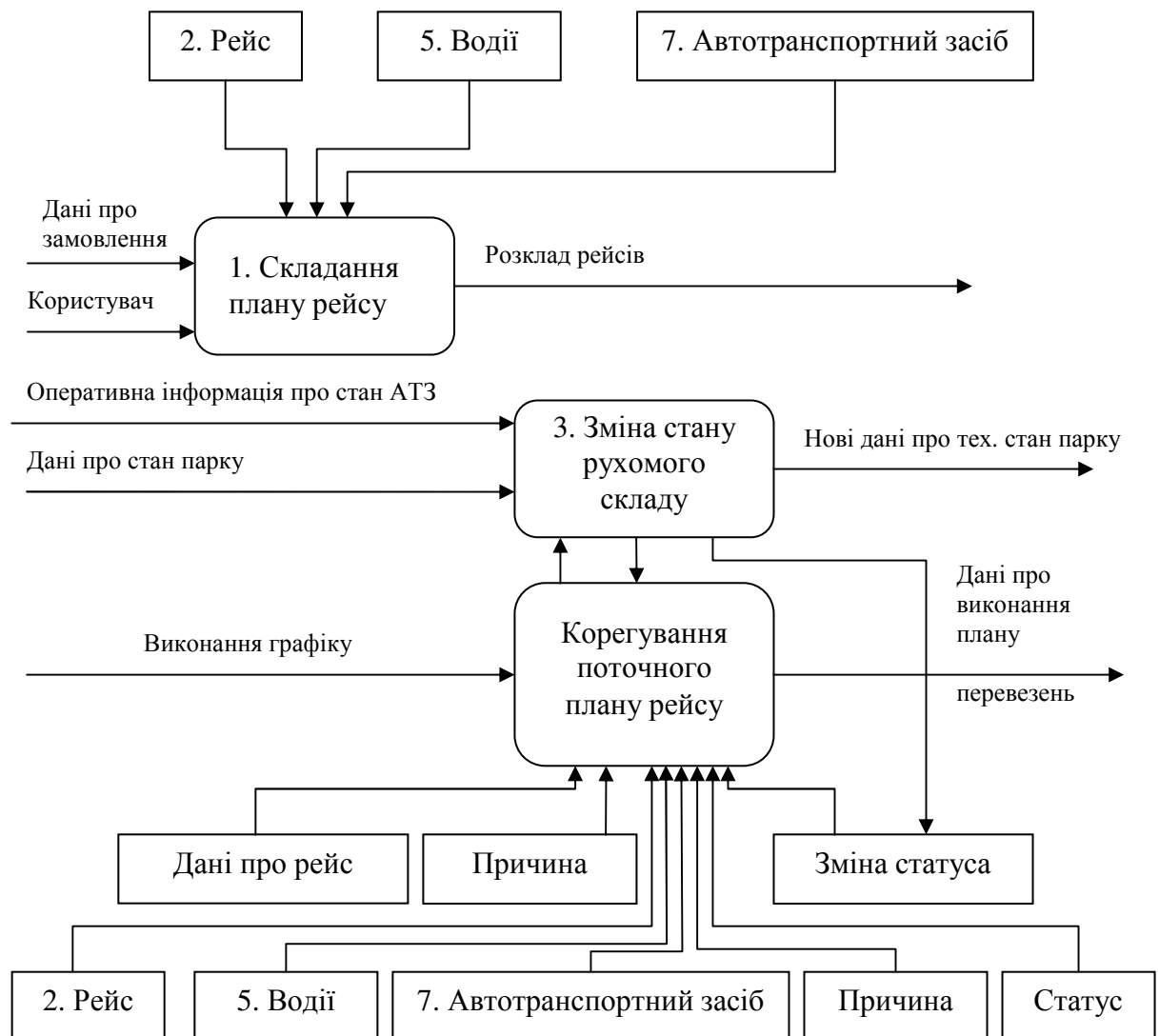


Рисунок 3.7 – Контекстна композиція бази даних

ВИСНОВКИ

1. Ефективність системи доставки на підприємстві визначається на основі розрахунку ряду окремих показників або коефіцієнтів, але їх використання не дозволяє у повній мірі оцінити ефективність системи у цілому. Тому необхідно використати узагальнену оцінку основних показників перевезень, їх вплив на кінцевий результат, значимість для вантажовласників, вони повинні відбивати ефективність ресурсозбереження, а також служити основою для обґрунтування управлінських рішень.

2. При вантажних перевезеннях одним з головних планових показників лий є загальний обсяг доходів , прибуток, загальний обсяг вантажів, що відправляються в тоннах і обсяг перевезень для затвердженого переліку основної клієнтури.

3. На деякий період часу відомі замовлення. Диспетчерська система повинна оптимізувати цей період, тобто економічно і ефектно використати наявні АТЗ для виконання замовлень на перевезення. Якщо буде малий період прогнозування – не буде досягнуто найкращих техніко-експлуатаційних показників. Якщо буде великий період – не вистарчить провізної спроможності парку.

4. Розв'язання сформульованої задачі з допомогою запропонованого удосконалення дає чіткий розклад виконання пробігів, розкриває комбінацію маршрутів, у тому числі – з використанням збірних вантажів. Крім того, є можливість вибрати найбільш раціональну транспортну схему, при якій за заданого періоду прогнозування транспортні засоби використовуються найбільш ефективно.

5. Користуючись описаною методикою оптимізації розкладів взаємодії автомобілів в транспортному пункті, можна побудувати параметричний ряд оптимальних ТС, які характеризуються мінімальними сумарними затримками. Можна вибрати параметри схем, задаючись сумарним вантажопотоком μ_{Σ} , який вони обслуговують. При цьому можна вибрати необхідну кількість автомобілів з раціональною номінальною

вантажомісткістю. Кожна зі схем є компромісним рішенням стосовно ритмічності навантажувальних і транспортних операцій. Так, якщо фактична вантажність автомобілів має бути великою, то зростають втрати часу на маршрутах, що компенсується більш щільним графіком під навантаженням. Можливі і обернені ситуації.

6. Наявність постів підпору в пункті навантаження не є негативним фактором при формуванні продуктивності системи. Такі ситуації характерні для великих за розміром вантажопотоків. На практиці можна застосовувати дублювання оптимальних ТТС для того, щоб обробляти ще більші вантажопотоки.

7. Оптимізація розкладу взаємодії навантажувальних і автотransпортних засобів у транспортно-технологічних схемах, у яких відбувається циклічне розділення, злиття матеріальних потоків за критерієм мінімальних сумарних затримок процесу полягає в тому, що розв'язується суперечність між нерівномірністю тривалості відповідних операцій, тактом навантаження і тактом відправлення і руху транспортних засобів. Вона вирішується підбором оптимального розміру гурту вантажів до відправки. Тому існує параметричний ряд оптимальних розкладів цих операцій.

8. Критерій сумарних затримок – суперечний за своїми елементами. Підвищення інтенсивності використання АТЗ на маршрутах приводить до збільшення простоїв їх під навантаженням-розвантаженням. Тому задача побудови розкладу автомобілепотоків має оптимізаційний характер і відноситься до задач нелінійного типу. Не усі оптимальні за складом автомобілепотоки можуть забезпечити заданий попит на перевезення, що оцінюють середньою інтенсивністю. Цей недолік зменшується при зростанні кількості паралельних автомобілепотоків, які взаємодіють. Технічно це уможлиблюється застосуванням декількох паралельних постів, що спеціалізуються на певній вантажності АТЗ.

9. Чим більше відрізняються параметрами маршрути, які обслуговуються комбінованими автомобілепотокami, тим більша їх

вантажомісткість при сталій сумарній інтенсивності вантажопотоків. Якщо деякий маршрут має значно меншу тривалість циклу, ніж інші, то його не доцільно включати в єдину ТТС. Для покращення якості і повноти доставляння вантажів споживачам і зниження непродуктивних затримок цього процесу доцільно при збільшенні інтенсивності вантажопотоків підвищувати продуктивність НРМ з обернено пропорційною залежністю.

10. Виконані дослідження були обмежені розглядом одного навантажувального пункту, в якому є 1...4 пости навантаження. Використана методика детермінованих ланцюгів постачань дає змогу змодельовати ширшу транспортну мережу і отримати глобальніші розв'язки на ній.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Артамонова Ю. В., Гармаш О. Г., Хрипуненко Г. В. Підвищення ефективності доставки швидкопсувних вантажів автомобілями шляхом мінімізації часу руху від постачальника до споживача. Наук. вісн. ХДМІ. 2011. № 1. С. 110-118.
2. Барановський Д. М. Підвищення ефективності вантажних перевезень автомобільним транспортом. Вісн. Донец. акад. автомоб. трансп. 2010. № 3. С. 4-12.
3. Беленький А.С. Применение моделей и методов теории расписаний в задачах оптимального планирования на грузовом транспорте / А. С. Беленький, Е. В. Левнер // Автоматика и телемеханика. – 1989. – №1. – С. 3-77.
4. Вільковський Є. К. Методика визначення необхідної кількості автотранспортних засобів на маятникових маршрутах. Вісник НТУ. 2006, №13. Ч.2. С.68-72.
5. Воркут Т. А. Проектування систем транспортного обслуговування в ланцюгах постачань. К. НТУ, 2002. 248 с.
6. Воркут Т. А., Грисюк Ю.С., Методичні аспекти визначення постачальників транспортних послуг за субконтрактами проектно-орієнтованими підприємствами логістичних провайдерів. Управління проектами, системний аналіз і логістика. 2008. №5. С. 251 – 258.
7. Горяинов А. Н., Малик Е. О. Изменение числовых значений показателей работы автотранспорта во времени в логистической системе. Вестн. ХНАДУ. 2008. Вып. 41. С. 96-99.
8. Давідіч Ю. О. Розробка графіка руху транспортних засобів при організації вантажних перевезень: навч. посіб. / Ю. О. Давідіч. — Х.: Харк. нац. акад. міськ. госп-ва, 2010. — 345 с.
9. Денисенко Т. И. Проблемы многокритериальной оптимизации/Т.И. Денисенко // Сборник научных трудов СевКавГТУ. 2006. № 2. С. 9-11.

10. Заборський Л.О. Методичні основи транспортно-технологічних процесів у системах доставки вантажів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.01 „Транспортні системи”. – Одеса: Одеськ. нац. морськ. ун-т, 2008. – 20 с.
11. Кунда Н.Т. Дослідження операцій у транспортних системах. навчальний посібник для студентів напрямку „Транспортні технології”. К. Вид. дім „Слово”, 2008. 408 с.
12. Крикавський Є. В. Логістична система. Львів: Вид-во Національного університету «Львівська політехніка», 2009. 264с.
13. Нагорний Є. В., Шраменко Н. Ю. Визначення технологічних параметрів функціонування термінального комплексу в умовах ринку транспортних послуг. Вестн. ХНАДУ. 2011. Вып. 53. С. 51-55.
14. Наумов В. С. Визначення залежності показника якості транспортно-експедиційного обслуговування від параметрів потоку заявок Автомоб. трансп: Сб. науч. тр. 2008. Вып. 23. С. 39-42.
15. Подоляка О. О. Алгоритми і моделі послідовно-паралельного упорядкування та призначення робіт в системах управління транспортом: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук. Харків, 2000. 19с.
16. Павленко О. В. Вибір раціональної транспортно-технологічної схеми доставки тарно-штучних вантажів у міжрегіональному сполученні Вост.-Европ. журн. передових технологій. 2011. № 6/4. С. 55-58.
17. Притула Н. Нелінійні транспортні задачі на зважених графах / Н. Притула, Я. Єлейко, М. Притула // Вісник Львів. ун-ту. – Сер. прикл. матем. та інформ. – 2006. Вип. 11. – С. 244-254.
18. Прокудін Г. С. Організація вантажних перевезень на транспортних мережах з обмеженням їх пропускної здатності / Г. С. Прокудін // Електроніка та системи управління. Київ, – НАУ– 2011. №1(27) – С. 115-121.

- 19.Прокудін Г. С. Розв'язання нестандартних транспортних задач про призначення / Г.С. Прокудін // Оптимизация производственных процессов: Сб. науч. трудов. –СевНТУ. – 2007. – № 10. – С. 111–115.
- 20.Смрковская В. Ю. Моделирование процесса формирования схем доставки грузов / В. Ю. Смрковская // Вестник ОНМУ. Сб. науч. трудов. – Одесса: ОНМУ, 2007. – № 21. – С. 155-171.
- 21.Тригуба А. М. Параметри транспортно-заготівельної інфраструктури молокопереробного підприємства: автореф. дис... канд. техн. наук. Львів. держ. аграр. ун-т. Л. 2004. 17 с.
- 22.Шраменко Н. Ю. Визначення обсягу партії постачання при доставці дрібнопартійних вантажів. Вост.-Европ. журн. передових технологій. 2010. № 3/6. С. 18-20.
- 23.Шраменко Н. Ю. Вибір оптимальної стратегії обслуговування вантажовласників на розвізних маршрутах. Вестн. ХНАДУ. 2009. Вып. 44. С. 78-82.
- 24.Dorit S. Hochbauma, Asaf Levinb Cyclical scheduling and multi-shift scheduling: Complexity and approximation algorithms Discrete Optimization 3 (2006) 327–340 Available online 13 July 2006 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1572528606000454>
- 25.Paweł Wojakowski* and Dorota Warżolek. The classification of scheduling problems under production uncertainty http://www.research.logistyka-produkcja.pl/images/stories/Numer_14/6.pdf Published online: 09 July 2014 Vol. 4, No. 3, pp. 245-255 Джерело: <https://trademaster.ua/logistic/312491>