

ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Кафедра управління експлуатаційною роботою

Т.В. Бутько, Д.В. Шумик

**СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
В УПРАВЛІННІ ЗАЛІЗНИЧНИМИ
ПІДРОЗДІЛАМИ**

Конспект лекцій

Харків - 2014

Буцько Т.В., Шумик Д.В. Сучасні інформаційні технології в управлінні залізничними підрозділами: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – 85 с.

Даний конспект лекцій розглядає загальні вимоги до формування СППР, особливості використання сучасних методик обробки інформації при взаємодії різних видів транспорту та організацію роботи в перевізному процесі. Описано використання інформаційно-керуючих систем при обробці оперативної інформації та формування СППР на АРМ оперативних працівників залізничної галузі.

Рекомендується для магістрів спеціальності 8.07010102 та слухачів ІПК.

Іл. 26, табл. 4, бібліогр.: 8 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри управління експлуатаційною роботою 13 серпня 2012 р., протокол № 1.

Рецензент

проф. О.М. Огар

Т.В. Буцько, Д.В. Шумик

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ ЗАЛІЗНИЧНИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ

Конспект лекцій

Відповідальний за випуск Шумик Д.В.

Редактор Буранова Н.В.

Підписано до друку 25.12.12 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 3,75. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

Факультет УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Кафедра «Управління експлуатаційною роботою»

**СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В
УПРАВЛІННІ ЗАЛІЗНИЧНИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ**

Конспект лекцій

Харків 2014

Буцько Т.В., Шумик Д.В. Сучасні інформаційні технології в управлінні залізничними підрозділами: Конспект лекцій. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – 86 с.

Даний конспект лекцій розглядає загальні вимоги до формування СППР, особливості використання сучасних методик обробки інформації при взаємодії різних видів транспорту та організацію роботи в перевізному процесі. Описано використання інформаційно-керуючих систем при обробці оперативної інформації та формування СППР на АРМ оперативних працівників залізничної галузі.

Рекомендується для магістрів спеціальності 8.07010102 та слухачів ІІПК.

Іл. 26, табл. 4, бібліогр.: 8 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Управління експлуатаційною роботою» 13 серпня 2012 р., протокол № 1.

Рецензент
проф. О.М. Огар

Зміст

Перелік умовних скорочень	5
Вступ.....	6
...	
1 Прийняття рішень як елемент управлінської діяльності.....	7
1.1 Поняття «рішення».....	7
1.2 Управлінське рішення.....	7
1.3 Проблема як ситуація, що вимагає ухвалення рішення. Особа, яка приймає рішення	9
.....	
1.4 Види рішень. Етапи прийняття рішень.....	9
2 Комп'ютерні системи підтримки прийняття рішень.....	12
2.1 Поняття системи підтримки прийняття рішень(СППР)	12
.....	
2.2 Види ситуацій прийняття рішень.....	14
2.3 Розвиток комп'ютерних технологій. Передумови виникнення СППР	15
.....	
2.4 Структура та функції СППР	16
.....	
2.5 Розвиток структури інформаційних систем. Місце СППР серед поколінь інформаційних систем	16
.....	
2.6 Класифікація СППР	18
.....	
2.7 Обмежені генератори підтримки прийняття рішень	19
.....	
2.8 Табличний процесор Excel як обмежений генератор підтримки прийняття рішень	20
.....	
3 СППР, орієнтовані на користувача	21

.....	
3.1 Поняття СППР, причини появи СППР, орієнтованих на користувача	21
.....	
3.2 Загальні закономірності мислення ОПР та їх підтримка в СППР	22
.....	
3.3 Типи мислення: візуальне, творче, критичне	23
.....	
3.4 Правопівкульні і лівопівкульні СППР	24
.....	
4 Підходи до формування СППР	25
.....	
4.1 Характеристика процесу прийняття рішень	27
.....	
4.2 Типи структурованості проблем, що вирішуються СППР...	29
5 Прийняття рішень в умовах невизначеності	29
.....	
5.1 Основні поняття теорії нечітких множин	29
.....	
5.2 Методи побудови функції приналежності	34
.....	
5.3 Основні оператори та арифметичні дії з нечіткими множинами	39
.....	
5.4 Методи вирішення задач нечіткої «оптимізації»	43
.....	
5.5 Вибір варіанта рішення при рівній важливості вимог	45
.....	
6 Класифікація та характеристика моделей логістичних технологій	48
.....	
6.1 Основні поняття в процесі формалізації логістичних технологій	48
.....	
6.2 Основні положення при моделюванні логістичних систем.	50

7 Формування СППР на АРМ логіста при транзитній формі постачання і організації перевезень повагонними партіями.....	51
8 Формування СППР на АРМ логіста при транзитній формі постачання і організації перевезень технологічними маршрутами	55
.....	
9 Формування моделей при відправленні вантажу за технологією «сухий порт»	58
.....	
10 Формування моделей виробничо-транспортного логістичного ланцюга при взаємодії залізничного та морського транспорту	67
.....	
Приклади контрольних тестових питань з дисципліни.	80
.....	
Список літератури.....	85

Перелік умовних скорочень

АЕІС – автоматизована електронна інформаційна система
АРМ – автоматизоване робоче місце
АСК – автоматизована система керування
АСК ВП УЗ – автоматизована система керування вантажними перевезеннями українських залізниць
АСК ПП УЗ – автоматизована система керування пасажирськими перевезеннями українських залізниць
ВТЛЛ – виробничо-транспортні логістичні ланцюги
ГППР – генератори підтримки прийняття рішень
ДЦУ – диспетчерський центр управління
ЕОМ – електронно-обчислювальні машини
ІКС – інформаційно - керуюча система
ІС – інформаційні системи
ЛЦСП – логістичний центр «сухий порт»
НДІ – нормативно-довідкова інформація
ОПР – особа, що приймає рішення
ОУ – об'єкт управління
ПЕОМ – персональна електронно-обчислювальна машина
ППВ – поїзна передавальна відомість
ПР – прийняття рішень
СППР – системи підтримки прийняття рішень
УЗ – державна адміністрація залізничного транспорту України (Укрзалізниця)

ВСТУП

Інформаційні технології сьогодні – це не просто засіб підтримки управління, а один із основних елементів інфраструктури залізничного транспорту. З розділу допоміжних засобів вони перейшли у розділ основних і перетворилися в один із головних механізмів удосконалювання управління перевезеннями. Сьогодні можна сказати, що інформаційні технології стали бізнес-утворюючим фактором для залізничного транспорту і багато в чому визначають, наскільки ефективно він може працювати на ринку перевезень.

Саме володіння достовірною й актуальною інформацією разом з умінням ефективно застосовувати адекватні методи та засоби її збору, перетворення, передачі і, головне, її використання є сучасною основою успішної діяльності будь-яких підприємств та організацій, у тому числі і системи залізничного транспорту України.

Конспект лекцій, що пропонується у даному виданні, не може розглядатися як повна заміна аудиторного лекційного курсу, а призначений переважно для допомоги студентам у більш якісному засвоєнні навчального матеріалу, а також при самостійному вивченні деяких тем курсу.

1 ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЯК ЕЛЕМЕНТ УПРАВЛІНСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

1.1 Поняття «рішення»

Рішення – це вибір альтернативи. З одного боку, під рішенням розуміють процес вибору найкращої (в певному сенсі) альтернативи дій з безлічі можливих альтернатив. З іншого боку, рішення – це результат вибору альтернативи.

Рішення як результат вибору є припис до дії (план роботи, варіант проекту тощо).

Рішення як процес характеризується тим, що він, відбуваючись у часі, здійснюється у кілька етапів.

Важливо також, що рішення є одним з видів розумової діяльності й проявом волі людини. Його характеризують такі необхідні ознаки:

- можливість вибору з безлічі альтернативних варіантів (якщо немає альтернатив, то немає вибору, отже, немає і рішення);

- наявність мети (безцільний вибір, тобто коли людині все одно, не розглядається як рішення).

Іншими словами, рішення характеризується необхідністю свідомої вольової дії людини. Вольова дія передбачає попереднє усвідомлення мети і засобів дії, уявне обговорення підстав, які говорять за чи проти, і нарешті, обґрунтована вибором найкращого можливого варіанта дій.

1.2 Управлінське рішення

Процес управління підприємством передбачає прийняття рішень за всіма сферами діяльності підприємства і на всіх його рівнях. Рішення, які приймаються і реалізуються в процесі управління (на відміну, наприклад, від інженерних або технологічних рішень), називаються управлінськими.

Управлінські рішення приймаються керівниками (різного рівня) та мають характер керуючих дій, спрямованих на досягнення цілей управління організацією. Важлива особливість управлінських рішень полягає в тому, що їх наслідки можуть

впливати на долі багатьох десятків і сотень людей, що мають відношення до функціонування конкретної організації.

Прийняття управлінських рішень слід розглядати не як окремий етап циклу управління, а як важливий сполучний процес, що пронизує всі сфери діяльності організації (виробництво, продажі, фінанси, кадри, маркетинг, склад, бухгалтерію) і всі функції управління (контроль, аналіз, прогнозування, планування).

При здійсненні кожної окремої функції управління керівниками приймаються певні «типові» види рішень.

В процесі Контролю приймаються, наприклад, такі рішення:

- як і за якими показниками слід оцінювати результати роботи;

- як часто слід вимірювати значення цих показників тощо.

В процесі Аналізу приймаються, серед іншого, такі рішення:

- як трактувати результати діяльності підприємства і його підрозділів;

- які методи аналізу слід використовувати;

- які зміни слід внести в роботу фірми для поліпшення результатів її діяльності.

В процесі Прогнозування приймаються такі рішення:

- які фактори зовнішнього середовища враховувати в процесі прогнозування;

- які управляючі дії слід застосувати до підприємства та його підрозділів.

В процесі Планування приймаються такі рішення:

- про місію і цілі організації;

- про стратегію взаємодії із зовнішнім середовищем;

- про розробку нових видів товарів та послуг.

Якість прийнятих рішень залежить:

- від наявності необхідної інформації (що визначається якістю функції поточного обліку та контролю);

- наявності доступу до архівних даних про діяльність підприємства;

- ефективності засобів аналізу, прогнозування та планування діяльності підприємства;

- досвіду і знань керівників і менеджерів підприємства.

1.3 Проблема як ситуація, що вимагає ухвалення рішення. Особа, яка приймає рішення

Проблема – це ситуація, яка вимагає прийняття рішення внаслідок наявності протиріччя між двома станами: існуючим і бажаним.

У кожному з цих станів є набір об'єктів, властивостей і зв'язків, які об'єднуються в процес. Для переходу від існуючого стану до бажаного необхідно існуючий набір об'єктів, властивостей і зв'язків якимось чином змінити.

Наприклад, існуючий стан – це криза на підприємстві, бажаний стан – його успіх і процвітання.

Вирішити проблему означає усунути розрив між існуючим і бажаним станами, здійснивши вибір одного з альтернативних варіантів переходу до бажаного.

Проблеми, що виникають на практиці, формулюються особою, що приймає рішення, у вигляді сумбурного комплексу симптомів і обмежень. Наприклад, «максимізувати прибуток без втрати престижу і репутації підприємства».

Особа, що приймає рішення (ОПР), – це індивід або колектив, який здійснює вибір на множині альтернативних варіантів дій, оскільки його не влаштовує існуючий стан справ (або їх перспектива) і він має бажання (обов'язок) і повноваження їх змінити.

1.4 Види рішень. Етапи прийняття рішень

Види рішень:

1 Залежно від способу обґрунтування:

–*інтуїтивні рішення* – це вибір, що не обґрунтовується, зроблений тільки на основі відчуття того, що він правильний. Особа, яка приймає рішення, не займається при цьому свідомим зважуванням «за» і «проти» щодо кожної альтернативи;

–*рішення, засновані на судженнях*, – це вибір, обумовлений накопиченим досвідом. Людина використовує знання про те, що відбувалося в подібних ситуаціях раніше, щоб спрогнозувати результат альтернативних варіантів вибору в існуючій ситуації.

Спираючись на здоровий глузд, він вибирає альтернативу, яка принесла успіх у минулому;

–*раціональне рішення* – вибір, який обґрунтовується за допомогою об'єктивного аналітичного процесу.

2 Управлінські рішення залежно від розробленості процедури прийняття рішень поділяються:

–*на запрограмовані* – рішення, процедура прийняття яких заздалегідь чітко визначена (як, наприклад, процедура розв'язання математичного рівняння). Число можливих альтернатив зазвичай обмежена, і вибір робиться в межах напрямків, заданих організацією;

–*незапрограмовані* – рішення, які потрібні в ситуаціях, у певній мірі нових, пов'язаних з невідомими факторами. Оскільки заздалегідь неможливо скласти конкретну послідовність необхідних кроків, керівник самостійно повинен розробити процедуру прийняття рішення.

Приклади незапрограмованих рішень: якими мають бути цілі організації; як поліпшити продукцію; як удосконалити структуру управлінського підрозділу; як посилити мотивацію підлеглих.

3 Залежно від характеру вихідної інформації (повна або неповна):

–*рішення в умовах визначеності* (тобто повної інформації);

–*рішення в умовах невизначеності* (неповної інформації).

4 Залежно від кількості альтернатив:

–*бінарне рішення* (дві альтернативи – «так» і «ні»);

–*стандартне рішення* (нечисленний набір альтернатив);

–*багатоальтернативне рішення* (дуже велика, але кінцева кількість альтернатив);

–*безперервне рішення* (нескінченне число станів безперервно мінливих керованих величин);

–*інноваційне (новаторське) рішення* (коли потрібно почати дії, але прийнятних альтернатив немає).

5 Залежно від рівня керівної інстанції:

–*рішення вищого рівня*;

–*рішення середнього рівня*;

–*рішення нижчого рівня*.

6 Залежно від розв'язуваних завдань:

–*інформаційні* (мають на меті оцінити отриману інформацію і відповісти на запитання «Що правда?»);

–*оперативні* (вони є рішення дії і відповідають на питання «Як діяти?»);

–*організаційні* (покликані встановити необхідну структуру управління, відповісти на питання «Яким бути?»).

Процес прийняття рішень з технологічної точки зору можна зобразити у вигляді ітеративної послідовності ряду етапів (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Етапи процесу прийняття рішень

Ітеративний характер процесу прийняття рішень означає, що після проходження деяких етапів виникає необхідність уточнення або коригування результатів попередніх етапів.

2 КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

2.1 Поняття системи підтримки прийняття рішень (СППР)

Системи підтримки прийняття рішень (СППР) являють собою різновид інформаційних систем. Інформаційні системи (ІС) – це системи, що здійснюють зберігання та обробку інформації про деяку проблемну галузь. Корпоративна ІС є важливим засобом інформаційної підтримки корпоративного управління.

Короткі визначення СППР:

СППР є інтерактивна прикладна система, яка забезпечує кінцевим користувачам, які приймають рішення, легкий і зручний доступ до даних і моделей з метою прийняття рішень у погано структурованих і неструктурованих ситуаціях у різних сферах людської діяльності.

СППР – інтерактивна людино-машинна система, призначена для підтримки різних етапів процесу прийняття рішень у слабоструктурованих і неструктурованих проблемних ситуаціях.

Розгорнуте визначення СППР:

СППР – це особливі інтерактивні ІС, що використовують обладнання, програмне забезпечення, дані, базу моделей і роботу менеджера з метою підтримки всіх стадій прийняття слабоструктурованих і неструктурованих рішень безпосередніми користувачами-менеджерами в процесі аналітичного моделювання на основі наданого набору технологій.

Специфіку систем підтримки прийняття рішень можна ясно побачити, якщо порівняти їх із звітними інформаційними системами:

а) підтримувані стадії прийняття рішень:

- звітні інформаційні системи узагальнюють і регулярно надають користувачам поточну регламентовану інформацію про основні функції ділової діяльності. Якщо розглянути три ключові стадії процесу прийняття рішень (аналіз ситуації, генерування альтернатив та безпосередньо вибір), то виявиться, що звітна система допомагає тільки на першій стадії, підтримуючи її за рахунок регламентованої інформації;

- СППР же обслуговують усі стадії вирішення – інформаційну, проектну та стадію вибору;

б) підтримувані види рішень:

- інформація, отримана із звітних ІС, побічно підтримує в основному структуровані рішення, які переважають на оперативному (нижньому) рівні управління, а також наявні на тактичному (середньому) рівні;

- СППР націлені на неструктуровані і слабоструктуровані проблеми, що зустрічаються на тактичному і стратегічному рівнях управління. Такі проблеми виникають внаслідок високого рівня різного роду невизначеностей ринкового середовища;

в) технологія обробки даних:

- регламентовані звіти, які менеджери отримують від звітної ІС, сформовані на основі заздалегідь розробленої, чітко визначеної технології, описаної в проектній документації ІС;

- при роботі з СППР технологію використання наявних ресурсів (програмних модулів, даних, моделей) повинен визначати сам менеджер. У процесі розробки специфічних, нетипових рішень часто потрібна додаткова, унікальна інформація, у зв'язку з чим менеджери за допомогою СППР самостійно формують інформацію в інтерактивному режимі. При цьому менеджер повинен відповісти не тільки на питання "Яка інформація необхідна?", а й на запитання "Яким чином її отримати?";

г) інтерактивність:

- призначення СППР – не автоматизація функцій ОПР, а підтримка його дій з пошуку хорошого рішення. Особливу увагу в СППР приділяється діалогу та "дружності" інтерфейсу.

СППР орієнтовані не на регламентований процес, а на набір можливостей, інтерактивно обраних керівником. Володіючи деяким набором потенційно можливих варіантів технології, а

також розуміючи, яку інформацію необхідно отримати, менеджер буде формувати інформацію, неформально оцінюючи її на кожному технологічному етапі рішення і залежно від цього вибираючи наступний крок чи метод або інший технологічний інструмент (програмний модуль).

Така творча робота з СППР вимагає від менеджера глибоких знань своєї ділової сфери, високого інтелекту і професійного оволодіння набором технологічних можливостей комп'ютерної підтримки рішень.

2.2 Види ситуацій прийняття рішень

Процес прийняття рішень має свої особливості для різних ситуацій (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Класифікація ситуацій, пов'язаних з прийняттям рішень

Клас ситуації	Категорії ситуацій	Характерні особливості	Приклади
ситуації закритих рішень	детерміновані ситуації	- добре визначені цілі - доступність необхідної інформації - детерміновані фактори	моделі лінійного програмування
	ситуації ризику	- добре визначені цілі - доступність необхідної інформації - змінні і післядії стохастичні	задачі управління запасами
ситуації відкритих рішень	ситуації невизначеності	- добре визначені цілі - невизначеність вхідної інформації (неповна інформація)	аналіз капітальних вкладень
	ситуації неясних цілей	- неясні цілі - невизначеність вхідної інформації - невизначеність післядії	соціально-економічний розвиток
кризові ситуації	посилені відкриті рішення	- неясні цілі - невизначеність вхідної інформації - невизначеність післядії - сильні часові обмеження	боротьба з терором

2.3 Розвиток комп'ютерних технологій. Передумови виникнення СППР

Ера комп'ютерних технологій пройшла у своєму розвитку три етапи і перебуває на четвертому:

- перший етап (1950 –1960 рр.) – характеризується використанням великих ЕОМ; орієнтований у своїй основі на економію машинних ресурсів;

- другий етап (1960 –1970 рр.) – характеризується широким випуском малих машин (міні-ЕОМ); орієнтований на економію праці програмістів;

- третій етап (1970 –1990 рр.) – характеризується масовим випуском персональних комп'ютерів (ПЕОМ); визначається як етап нової (безпаперової) інформаційної технології; орієнтований на економію праці користувача комп'ютерної технології;

- четвертий етап (1990 – ...) – характеризується об'єднанням комп'ютерів і комунікацій, бурхливим зростанням мережевих технологій та обробкою надвеликих обсягів інформації.

Зростання можливостей комп'ютерів, телекомунікаційних засобів, засобів введення-виведення і зберігання даних привів до експоненціального зростання обсягів інформації, яка стала доступною в системі управління підприємствами.

У той же час традиційні схеми прямого використання даних у процесах управління все виразніше показували свою недосконалість:

- традиційні способи обробки інформації виявилися непридатними при аналізі великих обсягів даних;

- процедури використання даних не передбачали облік нетипових випадків і не були орієнтовані на такі стратегічні категорії, як доцільність, результативність, адекватність рішень сформованим ситуаціям;

- великі обсяги даних, підтримувані сучасними апаратними засобами, не могли вже безпосередньо перетворюватися і доводитися до ОПР існуючими засобами ділової графіки та електронних таблиць.

Таким чином, основне завдання вдосконалення комп'ютерних технологій в управлінні підприємствами полягало

в перекладі інформаційних технологій із сфери простої кількісної обробки даних у сферу обліку змістовного аспекту процесів управління на основі досягнень теорії прийняття рішень. Ця ідея знайшла свою реалізацію в СППР.

2.4 Структура та функції СППР

На сьогодні існує велика кількість різних типів, форм і видів СППР. Незважаючи на це, всі СППР характеризуються чіткою однотипною структурою, яка включає три головні компоненти:

- підсистему інтерфейсу (діалогу) користувача;
- підсистему управління базою даних;
- підсистему управління базою моделей.

Для того щоб ефективно здійснювати підтримку прийняття рішень, компоненти СППР мають виконувати такі функції:

1 Підтримувати інформаційну модель проблемної області та забезпечувати швидкий і асоціативний доступ до її елементів. Це функція розширення пам'яті ОПР.

2 Зберігати знання про проблеми, що вирішувались раніше, а також про способи їх вирішення та забезпечення активної взаємодії з ОПР. Це функція збереження і активізації досвіду ОПР та експертів.

3 Підтримувати генерування ОПР цілей і нестандартних альтернатив. Це функція активізації інтуїції і творчості ОПР.

4 Забезпечувати побудову, зберігання і використання формальних моделей, що описують окремі аспекти проблемних ситуацій. Це функція підтримки математичного інструментарію.

2.5 Розвиток структури інформаційних систем. Місце СППР серед поколінь інформаційних систем

Інформаційні системи пройшли на сьогодні три покоління розвитку. Кожне покоління відрізняється структурою побудови інформаційної системи і властивостями окремих елементів.

В інформаційних системах першого покоління (відомих у США як «системи обробки даних», а в Україні – «АСК – позадачний підхід») для кожного завдання готувалися окремі дані у вигляді файлових структур, а також створювалася своя окрема модель. У таких системах база даних для підприємства, офісу, установи, об'єднана спільною ідеологією, відсутня. У кращому

випадку інформаційне забезпечення окремих задач будується як позадачна база даних.

Інформаційні системи другого покоління використовують загальне інформаційне забезпечення – загальну базу даних. У США такі системи дістали назву управлінських інформаційних систем (IMS), а в Україні – «АЕІС – концепція баз даних». У таких системах моделі, як і раніше, створюються для кожного завдання індивідуально. Самі ж завдання відрізняються досить високим ступенем формалізованості.

Інформаційні системи перших двох поколінь реалізовували, як правило, розрахункові, облікові функції, передачу повідомлень або функції найпростішої обробки. Збільшення продуктивності підприємства досягалося при цьому за рахунок того, що в полі зору системи менеджменту була значно більша кількість партнерів, клієнтів, процесів виробництва, товарів, одиниць зберігання та обліку.

Третє покоління інформаційних систем представляють системи підтримки прийняття рішень (СППР), для яких в англомовній літературі використовується позначення DSS (Decision Support Systems). Такі системи мають не тільки загальну базу даних, але і загальну базу моделей для розв'язання задач і орієнтовані не на автоматизацію функцій особи, яка приймає рішення, а на надання їй допомоги в пошуку хорошого рішення.

Особливості розвитку інформаційних систем можуть бути подані у вигляді схеми (рисунок 2.1).

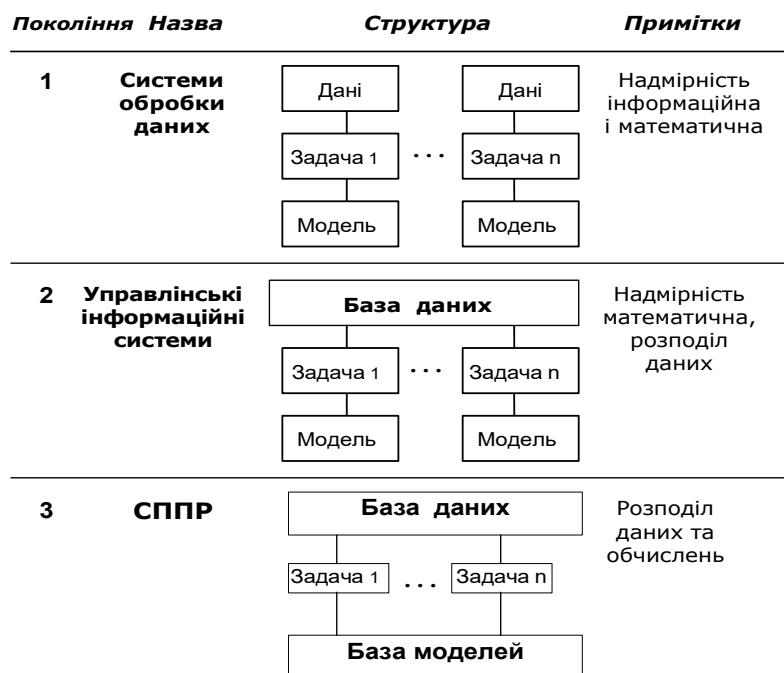


Рисунок 2.1– Схема розвитку інформаційних систем
2.6 Класифікація СППР

Для систематизації уявлень про СППР розглянемо підходи до їх класифікації. Аналіз існуючих точок зору на розробку і застосування систем, на способи отримання, подання та структуризації інформації, на можливості інтерфейсу «користувач-система», на специфічні відмінності СППР від інших типів автоматизованих систем дозволяє виділити як підстави класифікації СППР такі найбільш суттєві ознаки: концептуальні моделі; користувачі системи; вирішувані завдання ПР; забезпечувальні засоби; сфери застосування.

Підходи до класифікації СППР подані в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Класифікація СППР

Категорія класифікації	Ознака (основа) класифікації	Класифікаційні угруповання (типи систем)
Концептуальна модель	Інструментальний підхід	Спеціалізовані (прикладні) СППР. СППР - генератори. СППР - інструментарій
Користувачі	Ієрархічний рівень управління	Вища ланка управління. Середня ланка управління. Нижня ланка управління
	Спосіб взаємодії користувача з системою	Термінальний режим. Режим посередника. Автоматизований режим

	Ступінь залежності ОПР у процесі прийняття рішень	Термінальна підтримка. Групова підтримка. Організаційна підтримка
Задачі ПР	Новизна задачі	Унікальні проблеми. Повторювані проблеми
	Характер вибору	Цілісний вибір. Багатокритеріальний вибір
	Тип моделі	Об'єктивна модель. Суб'єктивна модель
Забезпечувальні засоби	Міра підтримки ПР	СППР, орієнтовані на дані. СППР, орієнтовані на моделі
Сфери застосування	Професійна сфера	Мікроекономіка. Макроекономіка. Офісна діяльність
	Тимчасовий горизонт	Стратегічне управління. Тактичне управління. Оперативне управління

2.7 Обмежені генератори підтримки прийняття рішень

Одним з видів СППР є обмежені генератори підтримки прийняття рішень (ГППР), до яких відносять програмні пакети електронних таблиць.

Обмежені генератори, як мінімум, підтримують:

- аналіз "що, якщо" ("What-if" аналіз);
- аналіз чутливості;
- оптимізаційний аналіз;
- аналіз цільової функції ("How can" аналіз);
- кореляційно-регресійний аналіз;
- аналіз і прогнозування на основі трендів.

Електронні таблиці дають можливість використовувати ці методи практично без застосування програмування, тобто на рівні користувача.

"What-if" аналіз дає можливість користувачеві змінювати значення одних перемінних (факторів) або їх зв'язку (формули), спостерігаючи простір зміни значень інших, залежних змінних.

Аналіз чутливості є варіантом аналізу "що, якщо". Цей вид аналізу ефективно реалізується також засобами спеціалізованих розвинених генераторів підтримки рішення, наприклад у програмі інвестиційного моделювання Project Expert.

"How can" аналіз призначений для виявлення такого значення незалежної змінної, яке доставляє певне значення результуючої змінної. Наприклад, менеджера може цікавити питання, скільки буде потрібно робочого часу (або будь-якого іншого виду ресурсу), якщо фірма бажає отримати конкретний розмір прибутку (припустимо, 1 млн. доларів). Методи "How can" аналізу широко застосовуються при пошуку ціни беззбитковості або, навпаки, при пошуку беззбиткового обсягу продажів конкретного товару при заданій ціні і витратах.

Оптимізаційний аналіз за змістом близький до аналізу цільової функції, але є значно більш складною технологією, яка зазвичай забезпечується застосуванням електронних таблиць або спеціальних пакетів лінійного програмування. Замість встановлення конкретного цільового значення змінної тут знаходять оптимальні значення (тобто максимум чи мінімум) декількох цільових змінних, на які накладено обмеження, – виробничі, фінансові, маркетингові.

Кореляційно-регресійний аналіз може допомогти менеджеру в перевірці деяких гіпотез щодо існування зв'язків між залежними змінними і чинниками, а також при пошуку статистично значущих моделей економічних об'єктів. Ця універсальна технологія особливо важлива для менеджерів з маркетингу та фінансів. Застосовується вона також і у виробничому менеджменті при контролі та управлінні якістю продукції.

Технологія аналізу та прогнозування на основі трендів (тобто аналіз динаміки розвитку з графічним і математичним моделюванням тенденцій) є повсякденним інструментом маркетолога, що досліджує хід продажів і оцінює їх перспективи. Вона може бути органічно включена у звітні системи, але може бути використана і в СППР для аналізу нових даних, відсутніх у регламентованих звітах ІС.

2.8 Табличний процесор Excel як обмежений генератор підтримки прийняття рішень

Широко відомим прикладом обмеженого генератора підтримки прийняття рішень є табличний процесор Excel. Excel

являє собою зручну платформу для створення СППР (таблиця 2.3).

Робочі листи Excel можуть бути наповнені різноманітними об'єктами (базами даних, формулами, сценаріями, таблицями підстановки тощо), що перетворюють їх в елементи системи підтримки прийняття рішень. Важливою перевагою Excel є потужна бібліотека інструментів аналізу даних, які можуть ефективно використовуватися в цілях проектування, оцінки і вибору альтернатив. Інструментарій аналізу даних в Excel включає функції робочого листа, метод підбору параметра, сценарії, таблиці підстановки і зведені таблиці.

Таблиця 2.3 – Відповідність можливостей електронних таблиць Excel вимогам СППР

Характеристики електронних таблиць Excel	Відповідність	Істотні ознаки СППР
- надання інструментарію для створення та аналізу баз даних	↔	- підтримка інформаційної стадії прийняття рішень
- надання потужної бібліотеки інструментів аналізу даних	↔	- надання набору аналітичних технологій; - підтримка основних стадій прийняття рішень: стадії проектування альтернатив і стадії вибору; - підтримка слабоструктурованих і неструктурованих рішень
- доступність програмного забезпечення (Excel входить у стандартний пакет Microsoft Office); - простота використання інструментарію кінцевим користувачем	↔	- пристосованість для використання безпосередніми користувачами-менеджерами

3 СППР, ОРІЄНТОВАНІ НА КОРИСТУВАЧА

3.1 Поняття СППР, причини появи СППР, орієнтованих на користувача

До найбільш перспективного класу СППР належать СППР, орієнтовані на особистість користувача.

СППР, орієнтовані на особистість користувача, – це такі СППР, в яких передбачені процедури регулювання процесу обміну інформацією між комп'ютерною системою і ОПР залежно від особистісних якостей користувача.

1 Рішення слабоструктурованої проблеми формується в результаті функціонування вирішальної системи, яка об'єднує СППР і ОПР.

СППР+ОПР → Рішення с/с проблеми

2 На процес прийняття рішення впливають такі фактори:

- фактори, що діють ззовні вирішальної системи (наприклад, надходить інформація про проблему);
- фактори, пов'язані з функціонуванням комп'ютерної складової (наприклад, склад бази моделей);
- фактори, пов'язані з діяльністю ОПР, у т.ч. загальні закономірності та індивідуальні особливості мислення ОПР.

Оскільки завдання прийняття рішення є творчими завданнями, то фактори, пов'язані з розумовою діяльністю ОПР, роблять сильний вплив на їх рішення.

3 Підвищення ефективності процесу прийняття рішень може бути досягнуто шляхом включення в СППР процедур, які враховують закономірності та індивідуальні особливості мислення ОПР.

3.2 Загальні закономірності мислення ОПР та їх підтримка в СППР

Мислення – це один з пізнавальних процесів особистості, до яких належать також відчуття, сприйняття, пам'ять і уява. Пізнавальні процеси являють собою різні види відображення навколишнього світу в корі головного мозку людини. Мислення – це процес відображення дійсності у формі понять, суджень і висновків, спрямований на виявлення істотних властивостей і зв'язків між об'єктами реального світу.

Висновок: З метою активізації мислення особи, що приймає рішення, СППР має керувати процесом формування того уявного відображення розв'язуваної задачі, яке конструюється у свідомості ОПР (це відображення називається суб'єктивним уявленням завдання).

Процес мислення здійснюється за допомогою таких операцій:

- порівняння;
- аналіз і синтез;
- абстрагування;
- узагальнення і конкретизація.

Висновок: СППР має підтримувати різні операції, за допомогою яких здійснюється мислення (тобто операції порівняння, аналізу, синтезу, абстрагування тощо).

Наприклад, для підтримки операції порівняння СППР має запропонувати користувачеві інформацію так, щоб у свідомості ОПР одночасно утримувалися образи всіх об'єктів порівняння.

3.3 Типи мислення: візуальне, творче, критичне

На різних етапах процесу прийняття рішень ОПР використовує такі типи мислення:

Візуальне мислення – це мислення за допомогою візуальних операцій.

Творче мислення – це мислення, результатом якого є відкриття принципово нового вирішення тієї чи іншої задачі. Творче мислення спрямоване на створення нових ідей. Важливим фактором творчого мислення ОПР виступає інтуїція, під якою розуміють:

- а) не цілком усвідомлюване використання раніше набутого досвіду;
- б) здатність абсолютно нового і несподіваного погляду на предмет.

Критичне мислення – це мислення, спрямоване на перевірку запропонованого(-них) рішення з метою визначення сфери його можливого застосування. Критичне мислення виявляє недоліки і дефекти вже запропонованих ідей і рішень.

Висновок: СППР має підтримувати й активізувати різні типи мислення ОПР (візуальне, творче, критичне).

Наприклад, для підтримки візуального мислення особи, що приймає рішення, СППР повинна запропонувати користувачеві різні засоби візуалізації інформації: можливості подання даних у вигляді таблиць, рисунків, графіків, піктограм і за допомогою засобів мультимедіа. Візуалізація є ефективним засобом стиснення інформації, що сприяє редукції складного до простого. Завдяки цьому, візуалізація є ефективним інструментом, який регулює подання ОПР про розв'язувану задачу.

У ході вирішення складних завдань в ОПР можуть проявитися такі властивості, що перешкоджають творчому мисленню:

1 Конформізм – бажання бути схожим на іншого і, як наслідок, страх висловлювати незвичайні ідеї.

2 Внутрішня цензура – боязнь власних ідей, схильність до пасивного реагування на навколишнє, небажання творчо вирішувати поставлені завдання.

3 Ригідність – утрудненість у зміні наміченої суб'єктом програми діяльності в умовах, що об'єктивно вимагають її перебудови.

4 Бажання отримати рішення негайно (дуже висока мотивація може сприяти прийняттю непродуманих, неадекватних рішень).

Крім цього, можливі деякі перешкоди і на шляху критичного мислення: побоювання бути занадто агресивним, боязнь відплати, переоцінка власних ідей, підвищена тривожність.

3.4 Правопівкульні і лівопівкульні СППР

У процесі обробки інформації людина застосовує дві півкулі головного мозку – ліве і праве. Спеціалізація півкуль мозку при обробці інформації полягає у такому (таблиця 3.1):

- ліва півкуля виконує раціональні, впорядковані і динамічні функції;
- права півкуля виконує інтуїтивні, паралельні дії, які мають якісний характер.

Таблиця 3.1 – Особливості обробки інформації правою і лівою півкулями мозку

Ліва півкуля мозку	Права півкуля мозку
Слова, числа	Уявлення
Аналітичний процес	Інтуїція
Упорядкованість	Паралельність
Активність	Враження
Реалістичність	Фантазія
Запланованість	Інтуїтивність

Висновок: СППР мають пропонувати користувачеві як кількісні, так і якісні методи подання та обробки інформації з

метою підтримки та активізації діяльності як лівої, так і правої півкулі мозку ОПР.

У даний час існують два класи СППР – лівопівкульні (кількісні) СППР і правопівкульні (якісні), які реалізують функції лівої і правої півкулі мозку людини.

Лівопівкульні СППР:

- мають справу переважно з числовими базами даних;
- виконують чисельне порівняння альтернатив і наслідків рішень;
- здійснюють статистичну обробку даних;
- виконують аналіз дисперсії.

Правопівкульні СППР:

- працюють зі словами, фразами і рішеннями;
- здійснюють якісний аналіз подібності тих чи інших об'єктів завдання;
- формують класифікації (досліджують питання обсягу і взаємного ставлення підлеглих груп і категорій);
- проводять аналіз змісту (сценаріїв, заходів, альтернатив).

У майбутньому планується поява «тотальної» СППР, що складається з двох модулів «лівопівкульної» і «правопівкульної» підтримки, а також деякої сполуки між ними. У такій системі структуровані завдання будуть автоматично направлятися в кількісний модуль, а слабоструктуровані – вирішуватися із застосуванням підтримки обох модулів.

4 ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ СППР

Як відомо, у структурі інформаційно-керуючих систем (ІКС), зокрема на залізничному транспорті (автоматизована система управління вантажними перевезеннями (АСК ВП УЗ), автоматизована система управління пасажирськими перевезеннями (АСК ПП УЗ)), основними елементами є автоматизовані робочі місця (АРМи) оперативного і диспетчерського персоналу, бази даних та телекомунікаційні зв'язки для проведення оперативного управління або регулювання. Оперативне управління або регулювання може відбуватися або у формі стабілізації, або програмного регулювання, або спостереження. Метою стабілізації є підтримка

заданого постійного значення вихідної величини об'єкта управління (ОУ). Програмне регулювання забезпечує змінення вихідної змінної ОУ згідно із заданою програмою. Спостереження відрізняється тим, що програма не розраховується заздалегідь, а визначається поведінкою ОУ. Будь-яке регулювання відбувається за допомогою регулятора та зворотного зв'язку. Більш ефективним є регулювання, при якому регулятор має властивості адаптації, тобто постійно має відбуватися його самонавчання.

Сьогодні, у час активного впровадження автоматизованих технологій більшість АРМів є інформаційно-довідковими, тобто людині, що приймає рішення, надається лише інформація. Це не забезпечує прийняття найкращого рішення при управлінні, на яке значною мірою впливає так званий «людський фактор», тобто кваліфікація персоналу та його суб'єктивне бачення ситуації. Світовий досвід доводить, що сучасні АРМи мають бути інформаційно-радницькими, тобто містити у собі системи підтримки прийняття рішень (СППР).

СППР є якісно новим рівнем системи автоматизації управлінських процесів у різних сферах. Вони розвивають управлінські інформаційні системи до високого рівня інтелектуалізації діяльності при прийнятті рішень у проблемних ситуаціях, які характеризуються значною складністю, невизначеністю та слабкою структурованістю. У діючих АСК не враховувалась сама психологія прийняття рішень.

Концептуальною основою формування СППР є:

1 СППР претендує на автоматизацію інтелектуальної діяльності людини, що приймає рішення, тобто вона спирається на досягнення когнітивної психології.

2 Центральними елементами СППР є база знань, яка формується на основі знань експертів, тобто спеціалістів у галузі прийняття рішень у конкретній предметній галузі.

3 СППР має бути притаманна властивість до самонавчання.

Відомо, що крім СППР, функції обробки людських знань та інформаційної підготовки рішень виконують експертні системи. Відмінність СППР від експертних систем полягає у тому, що: експертні системи завжди базуються на використанні експертних знань, тобто завжди є інтелектуальними. В СППР може

використовуватися різноманітна інформація, а для її обробки можуть використовуватися різні математичні методи, у тому числі методи дослідження операцій і теорія нечітких множин. У цьому сенсі експертні системи можна розглядати як специфічний підклас СППР. Експертні системи, як правило, є автономними, а СППР, як правило, є підсистемою більш складнішої технічної системи, що накладає свої обмеження на СППР і вимагає її узгодження з іншими експертними системами або АРМами. Експертні системи орієнтовані на широке коло користувачів; для СППР характерно спілкування із користувачем у гнучкій, індивідуальній манері.

4.1 Характеристика процесу прийняття рішень

Прийняття рішень людиною полягає в генерації можливих альтернатив рішень, їх оцінки та вибору найкращої альтернативи. Прийняти «правильне» рішення означає вибрати таку альтернативу на множині можливих, яка в максимальному ступені сприяє досягненню поставленої мети. При виборі альтернативи необхідно враховувати велику кількість суперечливих вимог, тобто оцінювати варіанти рішень за багатьма критеріями. Іншою особливістю прийняття рішень є невизначеності, які поділяються на три класи: невизначеності, що пов'язані з неповнотою знань щодо проблеми; неточне розуміння своїх цілей людиною, що приймає рішення; невизначеність реакції оточуючого середовища на прийняте рішення. Ці невизначеності не дозволяють точно сформулювати метод прийняття рішень.

Процес прийняття рішень доцільно розглядати як композицію трьох множин :

$$H = H_1 \cup H_2 \cup H_3, \quad (4.1)$$

де H_1 – сукупність операцій інформаційної підготовки;

H_2 – стан вибору рішення;

H_3 – дія, що веде до його реалізації.

Інтерактивна процедура прийняття рішень за допомогою СППР являє собою циклічний процес взаємодії людини і

комп'ютера. Цикл складається з фази аналізу та постановки задачі для комп'ютера, що виконує людина, і фази оптимізації і пошуку рішення, що виконує комп'ютер.

СППР виконує такі функції: 1) допомагає людині оцінити ситуацію, вибрати критерії та оцінити їх пріоритети; 2) генерацію можливих рішень (сценарії дії); 3) оцінювання сценаріїв та вибір найкращого з них; 4) забезпечує постійний обмін інформацією про хід прийняття рішень та допомагає узгодити групові рішення;

5) моделює рішення, що приймаються; 6) виконує динамічний комп'ютерний аналіз можливих наслідків рішень, що приймаються; 7) виконує збір даних щодо результатів реалізації прийнятих рішень та оцінку результатів; 8) на основі аналізу результатів прийнятих рішень та оцінки їх ефективності виконує донавчання. Подібна структура дозволяє уявити ПЕОМ та людину як двох партнерів, що одночасно беруть участь у вирішенні задачі.

СППР можуть бути зосередженими (локальними) та розподіленими. Зосереджені СППР являють собою систему, що встановлена на одній ПЕОМ.

Можливі такі типи зосереджених СППР:

а) рішення в автоматичному режимі приймає СППР, що складається з одного вузла;

б) рішення приймає спеціаліст, який має у своєму розпорядженні СППР (прикладом такої СППР може бути система, що керує рухомим об'єктом).

Просторові і функціонально розподілені СППР складаються з локальних СППР, що розташовані у зв'язаних між собою вузлах обчислювальної мережі (топология зірки). При цьому кожна локальна СППР може незалежно вирішувати свої особисті задачі, але для вирішення загальної проблеми необхідно об'єднання їх локальних можливостей та узгодження часткових рішень. Розподілені СППР реалізовано у системах управління повітряним рухом. В майбутньому диспетчерський центр управління (ДЦУ) на залізничному транспорті доцільно формувати на структурі розподілених СППР.

4.2 Типи структурованості проблем, що вирішуються СППР

1 Структуровані та кількісно сформульовані – це проблеми, в яких існуючі залежності виражено у числах або символах та мають числові оцінки.

2 Слабоструктуровані проблеми – це ті, що містять як якісні, так і кількісні елементи, при цьому якісні та невизначені елементи мають тенденцію домінувати (наприклад, планування порожніх вагонів під навантаження).

3 Неструктуровані проблеми містять лише опис ознак і характеристик, кількісні залежності між якими невідомі.

Для вирішення структурованих задач доцільно використовувати методи дослідження операцій. Для вирішення слабоструктурованих задач використовується апарат нечітких множин та нечіткої логіки, що запропонував Лотфі Заде.

5 ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

При розробленні СППР доводиться мати справу з неповною або неточною інформацією, що взагалі характерно для експертної інформації. Як правило, джерелом невизначеності є недостатньо повні знання або недостатня інформація щодо конкретної ситуації. Традиційно для вирішення задач в умовах невизначеності використовувались імовірно-статистичні методи. Однак використання їх обмежуються такими обставинами: деякі фактори невизначеності мають нестатистичну природу (суб'єктивні оцінки, лінгвістичні невизначеності тощо); неможливість отримання імовірно-статистичних даних. Неврахування цих обмежень призводить до неадекватних рішень. Сучасним математичним апаратом, що враховує невизначеність експертної інформації, є теорія нечітких множин. Крім Лотфі Заде, значний внесок у розвиток цієї теорії зробили такі вчені, як Тагакі, Сугено, Мамдані.

5.1 Основні поняття теорії нечітких множин

Визначення нечітких множин. Нехай $X = \{x\}$ – універсальна множина, тобто множина, що охоплює усю проблемну область. Нечітка множина $A \subseteq X$ являє собою набір пар $\{(x, \mu^A(x))\}$, де $x \in X$ та $\mu^A: x \rightarrow [0,1]$ – функція приналежності, яка являє собою деяку суб'єктивну міру відповідності елемента x нечіткій множині $\mu^A(x)$ та може приймати значення від нуля, вказує на абсолютну неприналежність, до одиниці, що, навпаки, вказує на абсолютну приналежність елемента x нечіткій множині A . Нечітку множину позначають таким чином:

$$A = \mu^A(x_1)/x_1 + \mu^A(x_2)/x_2 + \dots + \mu^A(x_n)/x_n = \sum_{i=1}^n \mu^A(x_i)/x_i, \quad (5.1)$$

де $\mu^A(x_i)/x_i$ – пара функція приналежності/елемент, що називаються синглтоном; «+» сукупність пар.

Приклад

Нехай $X = \{1,2,\dots,9,10\}$, тоді нечітку множину «великі числа» можна уявити таким чином:

$$A = \langle\langle \text{великі числа} \rangle\rangle = 0,2/6 + 0,5/7 + 0,8/8 + 1/9 + 1/10.$$

Тобто 9 і 10 з абсолютною впевненістю відносимо до «великих чисел», 8 є велике число із ступеня 0,8 і т.д. 1,2...5 абсолютно не є «великими числами».

На практиці зручно використовувати кусково-лінійну апроксимацію функції приналежності нечіткої множини. Так, для значень a та \bar{a} функція приналежності $\mu^A(x)$ має вигляд, поданий на рисунку 5.1.

Якщо множина X неперервна, то використовується позначення:

$$A = X \int \mu^A(x)/x, \quad (5.2)$$

де \int – означає сукупність пар $\mu^A(x)/x$.

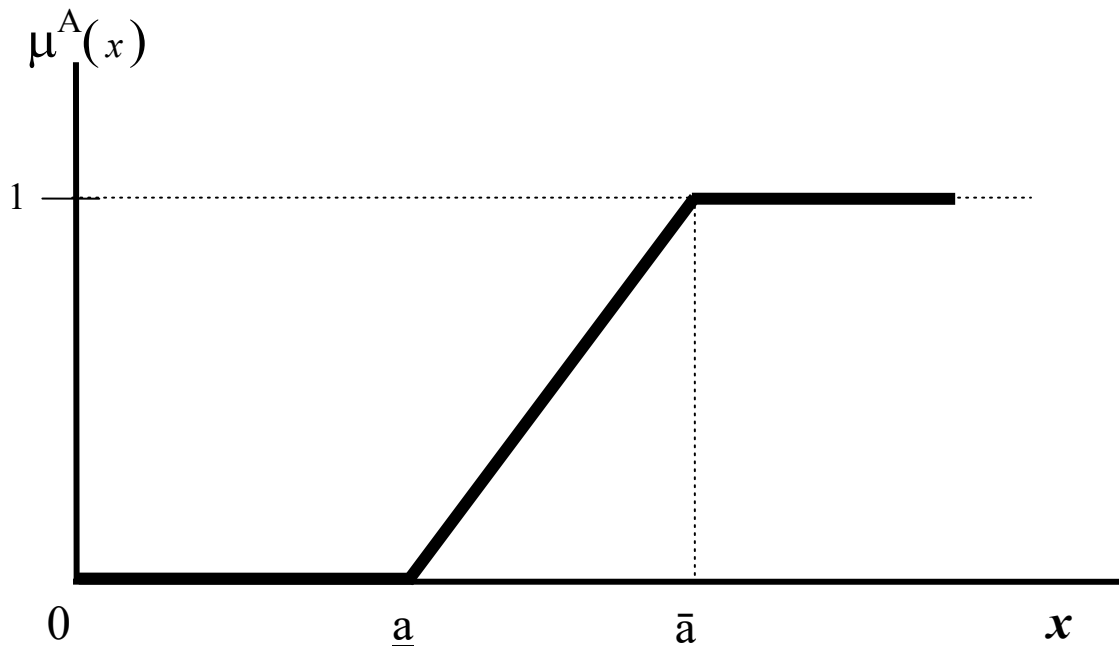


Рисунок 5.1 – Кусково-лінійна апроксимація функції приналежності

Властивості нечітких множин:

1 Нечітка множина $A \subseteq X$ є пустою, тобто $A = \emptyset$, якщо $\mu^A(x) = 0, \forall x \in X$.

2 Нечіткі множини A і $B \subseteq X$ еквівалентні, тобто $A = B$, якщо $\mu^A(x) = \mu^B(x), \forall x \in X$.

3 Нечітка множина $A \subseteq X$ є підмножиною нечіткої множини $B \subseteq X$, тобто $A \subseteq B$, якщо $\mu^A(x) \leq \mu^B(x), \forall x \in X$.

Приклад

Нехай $X = \{1, 2, 3\}$, $A = \{0, 3/1 + 0, 5/2 + 1/3\}$; $B = \{0, 4/1 + 0, 6/2 + 1/3\}$, тоді $A \subseteq B$.

Людина використовує нечіткі множини для оцінки стану систем на наближеному якісному рівні. Наприклад, без термометра можна користуватися шкалою наближених оцінок (рисунок 5.2).

Однак якісній оцінці не притаманна властивість адитивності, як для чисел: $1 \text{ см} + 1 \text{ см} = 2 \text{ см}$ і «невелика сума грошей» + «невелика сума грошей» = ? – це не завжди «велика сума грошей». Якісна оцінка може мати форму лінгвістичної змінної, або нечіткого числа.

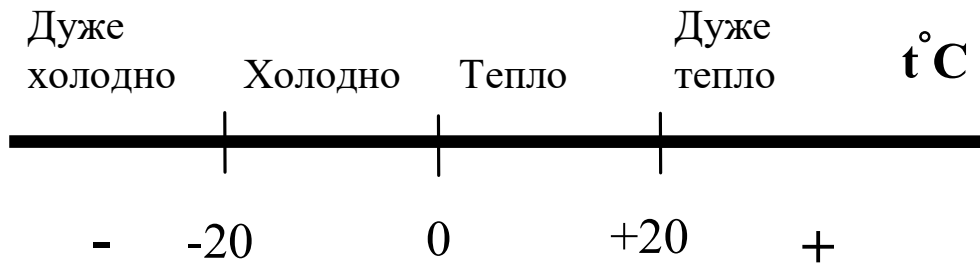


Рисунок 5.2 – Шкала наближених оцінок температури

Лінгвістичною змінною є змінна, яка може бути як вхідною інформацією (x), так і вихідною інформацією (y), з лінгвістичними значеннями, що виражає якісну оцінку у словесній формі, наприклад, температура: висока, нормальна, низька.

Лінгвістична терм-множина – це множина всіх лінгвістичних значень даної лінгвістичної змінної: $X_L = \{X_{L1}, X_{L2}, X_{L3}\}$.

Приклад нечіткого числа «близько 10» наведено на рисунку 5.3.

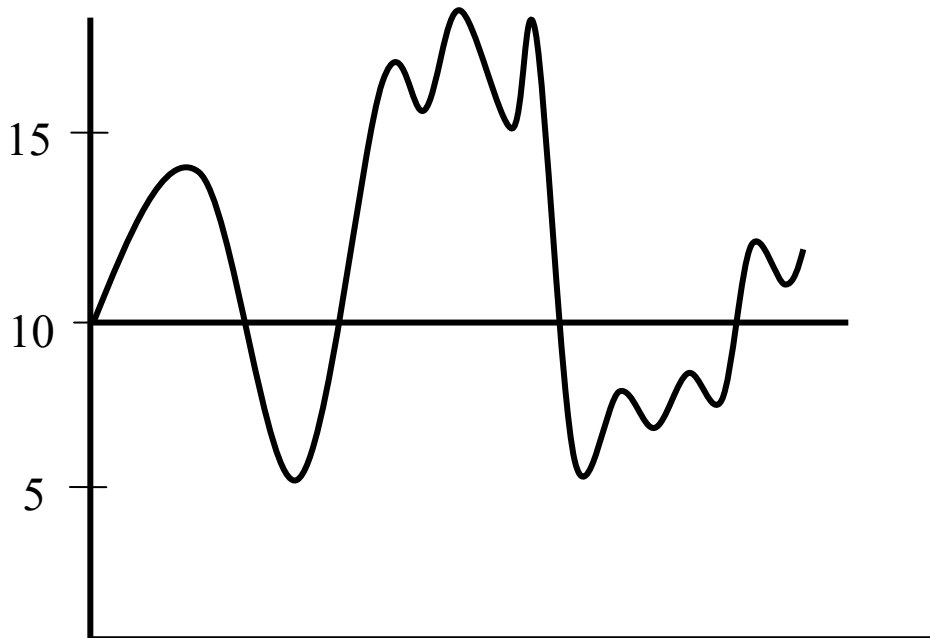


Рисунок 5.3 – Приклад нечіткого числа «близько 10»

Кардинальне число (потужність) нечіткої множини $A = \sum_{i=1}^n \mu^A(x_i)$ знаходиться таким чином:

$$\text{card } A = |A| = \sum_{i=1}^n \mu^A(x_i). \quad (5.3)$$

Приклад

Якщо $X = \{1, 2, 3, 4\}$ і $A = 0,1/1 + 0,4/2 + 0,7/3 + 1/4$, то $\text{card } A = 2,2$.

Операції над нечіткими множинами:

1 Доповненням нечіткої множини A називається нечітка множина \bar{A} , функція приналежності якої:

$$\mu^{\bar{A}}(x) = 1 - \mu^A(x), \quad \forall x \in X. \quad (5.4)$$

2 Перетинанням двох нечітких множин A і $B \subseteq X$ називається нечітка множина $A \cap B$, функція приналежності якої:

$$\mu^{A \cap B}(x) = \mu^A(x) \wedge \mu^B(x), \quad \forall x \in X, \quad (5.5)$$

де \wedge – знак операції мінімуму.

3 Об'єднанням двох нечітких множин A і $B \subseteq X$ називається нечітка множина $A \cup B$, функція приналежності якої:

$$\mu^{A \cup B}(x) = \mu^A(x) \vee \mu^B(x), \quad \forall x \in X, \quad (5.6)$$

де \vee – знак операції максимуму.

Приклад

$X = \{1, 2, \dots, 10\}$;

$A = \text{«малі числа»} = 1/1 + 1/2 + 0,8/3 + 0,5/4 + 0,3/5 + 0,1/6$;

$B = \text{«великі числа»} = 0,1/5 + 0,2/6 + 0,5/7 + 0,8/8 + 1/9 + 1/10$.

Тоді $\bar{A} = \text{«немалі числа»} =$

$= 0,2/3 + 0,5/4 + 0,7/5 + 0,9/6 + 1/7 + 1/8 + 1/9 + 1/10$.

$A \cap B = \text{«малі числа» та «великі числа»} = 0,1/5 + 0,1/6$.

$A \cup B = \text{«малі числа» або «великі числа»} =$

$= 1/1 + 1/2 + 0,8/3 + 0,5/4 + 0,3/5 + 0,2/6 + 0,5/7 + 0,8/8 + 1/9 + 1/10$.

При формуванні інтелектуальних систем управління використовується така послідовність набуття знань: нечіткі

множини – нечітка логіка – нечітка арифметика – нечітке моделювання – нечітке управління. При цьому, в основі цього процесу лежать різні операції над функцією приналежності. Нечітка логіка перекладає нечіткі якісні оцінки на мову математики, що лежить в основі створення штучного інтелекту при управлінні.

5.2 Методи побудови функції приналежності

Функцію приналежності може бути задано у графічному, аналітичному, табличному вигляді або у вигляді сукупностей «+» «∫».

Існують дві групи методів: прямі та непрямі. Прямі методи характеризуються тим, що експерт безпосередньо задає правила визначення значень $\mu^A(x)$. Ці значення узгоджуються з його перевагами на множині елементів X таким чином:

1 Для будь-яких $x_1, x_2 \in X$ $\mu^A(x_1) < \mu^A(x_2)$ тоді і тільки тоді, коли x_2 переважає над x_1 , тобто у більшому ступені характеризується властивістю A .

2 Для будь-яких $x_1, x_2 \in X$ $\mu^A(x_1) = \mu^A(x_2)$ тоді і тільки тоді, коли для x_1 та x_2 не притаманна властивість A . Однак недоліком цього методу є велика частка суб'єктивізму.

Непрямі методи.

1 Побудова функції приналежності з використанням статистичних даних. Нехай експерт спостерігає наявність факту A n -разів, при цьому у k -перевірках факт A мав місце. Тоді експерт реєструє частоту появи факту A , що дорівнює $P=k/n$ та оцінює її частоту за допомогою слів «часто», «рідко» і т. ін. На універсальній шкалі $[0,1]$ необхідно розмістити значення лінгвістичної змінної: дуже рідко; більш-менш рідко; більш-менш часто; дуже часто. Тоді ступінь приналежності деякого значення розраховується як відношення числа експериментів, в яких воно зустрічалося у визначеному інтервалі шкали, до максимального для цього значення числа експериментів по всіх інтервалах. Метод вимагає виконання умови, щоб у кожний інтервал шкали потрапляло однакове число експериментів.

2 Побудова функції приналежності на основі експертних оцінок. Розглянемо особливості побудови функції приналежності

для наближених точкових (наприклад, x дорівнює 10) та інтервальних оцінок (x приблизно розташовується в інтервалі від 8 до 11). При цьому виконуються такі умови:

якщо $\alpha \leq x \leq \beta$, то $\mu_{(\alpha, \beta)}(x) = 1$;

якщо $x < \alpha$, то $\mu_{(\alpha, \beta)}(x) = \mu_{(\alpha)}(x)$;

якщо $x > \beta$, то $\mu_{(\alpha, \beta)}(x) = \mu_{(\beta)}(x)$,

де $\mu_{(\alpha, \beta)}(x)$ – функція приналежності нечіткому інтервалу (α, β) ,

$\mu_{(\alpha)}(x)$, $\mu_{(\beta)}(x)$ – функції приналежності нечітким множинам чисел, приблизно рівних відповідно α та β (рисунок 5.4).

3 Побудова функції приналежності за зрізами.

Існує два способи визначення α -зрізів:

$$A^{>\alpha} = \{x : x \in X, \mu_A(x) > \alpha\}; \quad (5.7)$$

$$A^{\geq\alpha} = \{x : x \in X, \mu_A(x) \geq \alpha\}. \quad (5.8)$$

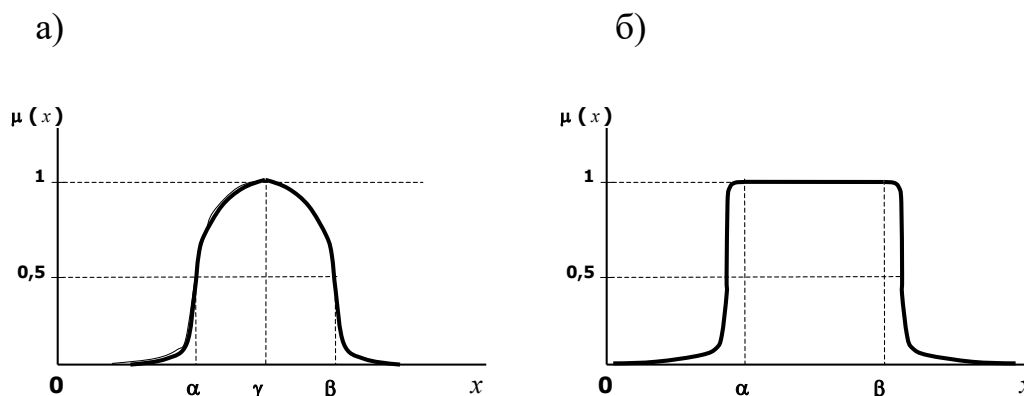


Рисунок 5.4 – Функції приналежності для наближеної точкової оцінки (а) та інтервальної оцінки (б)

При $\alpha = 0$ α -зріз збігається з носієм множини $S(A)$, а при $\alpha = 1$ – з його ядром $C(A)$ (рисунок 5.5).

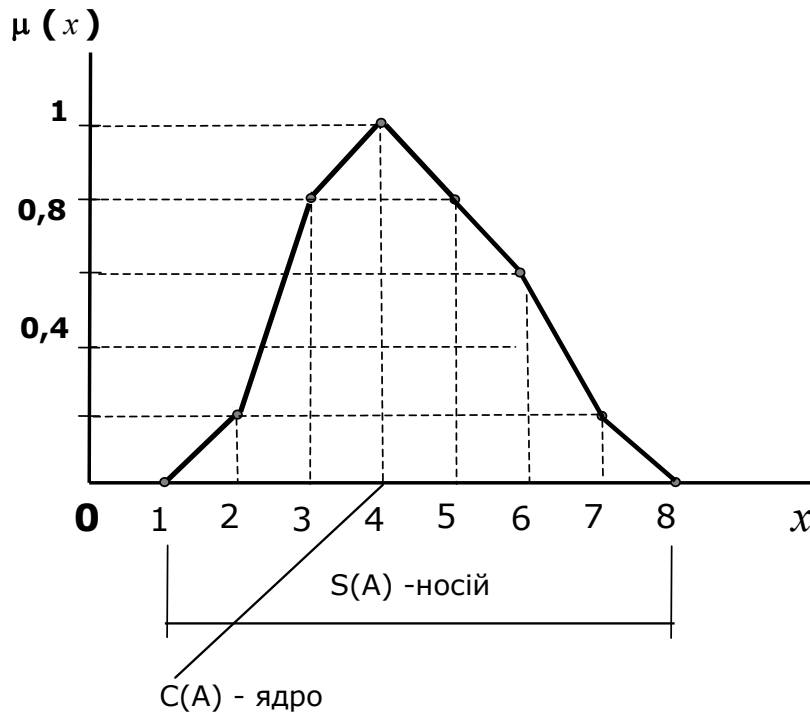


Рисунок 5.5 – Приклад процедури побудови функції приналежності за горизонтальними зрізами

Носій нечіткої множини представляє чітку підмножину області визначення X , яка містить усі елементи x , ступені приналежності яких множині A відрізняються від нуля, тобто:

$$S(A) = \{x : \mu_A(x) > 0, x \in X\}. \quad (5.9)$$

Ядро нечіткої множини A – це чітка підмножина області визначення X , яка містить всі елементи, що належать множині A зі ступенем, рівним 1:

$$C(A) = \{x : \mu_A(x) = 1, x \in X\}. \quad (5.10)$$

За множиною α -зрізів нечіткої множини можна із заданою точністю відтворити його функцію приналежності. Для дискретної множини кількість необхідних зрізів є скінченною величиною, для неперервної множини – в загальному випадку вона нескінченна.

Якщо на області визначення є відомими елементи окремих α -зрізів нечіткої множини A , то її функцію приналежності $\mu_A(x)$ можна апроксимувати таким чином:

$$\mu_A(x) = \sup_{\alpha \in [0;1]} (\alpha \cdot \mu_A(x) > \alpha(x)), \quad (5.11)$$

або

$$\mu_A(x) = \sup_{\alpha \in [0;1]} (\alpha \cdot \mu_A(x) \geq \alpha(x)), \quad (5.12)$$

де операція *sup* – це верхня межа, тобто максимальне значення.

Розглянемо приклад.

Нехай задано нечітку множину

$$A = \{0,1/1;0,4/2;0,9/3;1,0/4;0,8/5;0,6/6;0,3/7;0,1/8\}.$$

Побудуємо зрізи $A^{\geq \alpha}$:

$$A^{\geq 1} = \{1/4\};$$

$$A^{\geq 0,75} = \{1/3;1/4;1/5\};$$

$$A^{\geq 0,5} = \{1/3;1/4;1/5;1/6\}; \quad A^{\geq 0,25} = \{1/2;1/3;1/4;1/5;1/6;1/7\};$$

$$A^{\geq 0} = \{1/2;1/3;1/4;1/5;1/6;1/7;1/8\}.$$

Ступені приналежності елементів α -зрізам можуть приймати тільки значення 0 і 1.

Функція приналежності на основі α -зрізів буде мати вигляд:

$$\mu_A(x) = \sup_{\alpha \in [0;1]} (1 \cdot (1/4) + 0,75 \cdot (1/3;1/4;1/5) + 0,5 \cdot (1/3;1/4;1/5;1/6) + 0,25 \cdot (1/2;1/3;1/4;1/5;1/6;1/7) + 0 \cdot (1/1;1/2;1/3;1/4;1/5;1/6;1/7;1/8)) = (0/1;0,25/2;0,75/3;1/4;0,75/5;0,5/6;0,25/7;0/8).$$

На рисунку 5.5 наведено у графічному вигляді функцію приналежності $\mu_A(x)$.

Найбільш поширені види функцій приналежності наведено на рисунку 5.6. На рисунку 5.6, а подано симетричну Гаусову функцію.

$$\mu(x) = \exp\left[-\left(\frac{x-b}{a}\right)^2\right], \quad (5.13)$$

де b – модальне значення;

a – ширина.

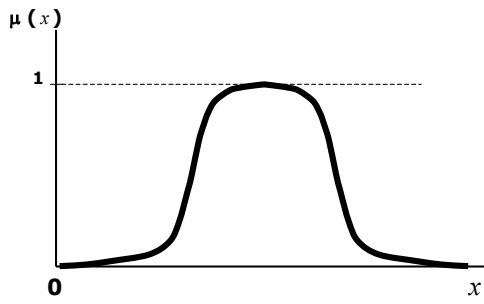
На рисунку 5.6, б функція приналежності має форму трикутника:

$$\mu(x) = \begin{cases} (x-a)/(b-a), \text{ якщо } x \in [a; b] \\ (c-x)/(c-b), \text{ якщо } x \in [b; c] \\ 0, \text{ інакше} \end{cases}, \quad (5.14)$$

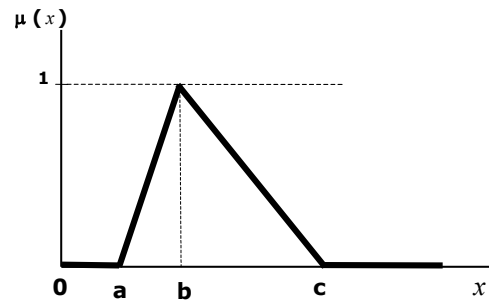
де a, b, c – числові параметри, що приймають дійсні значення і впорядковані відношенням $a \leq b \leq c$.

a)

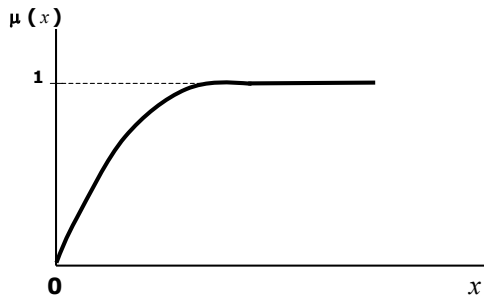
b)



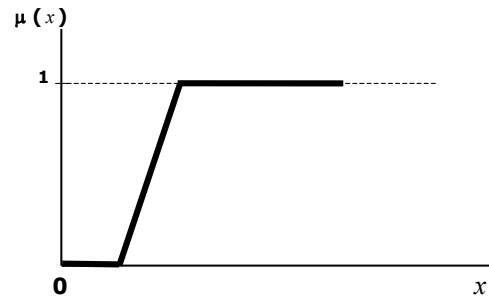
c)



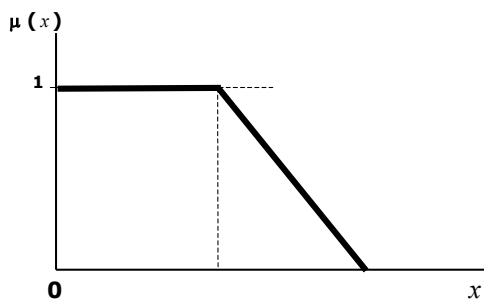
d)



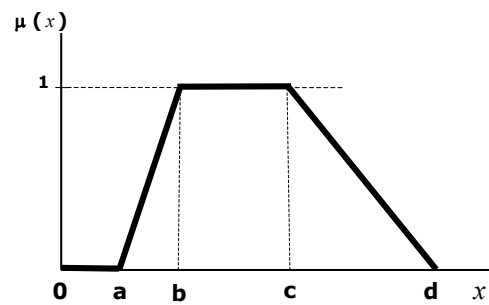
e)



f)



g)



i)

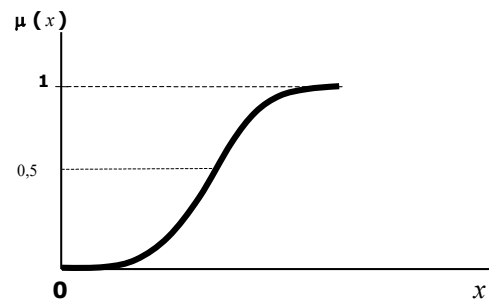
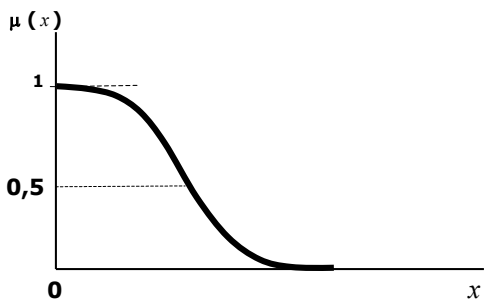


Рисунок 5.6 – Типи функції приналежності

На рисунку 5.6, d, 5.6, e, 5.6, f подано різні види багатокутних функцій приналежності, які в аналітичному вигляді описуються кусково-лінійними залежностями, зокрема на рисунку 5.6, f наведено трапецеїдальну функцію приналежності:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } x < [a; b] \\ 1, & \text{якщо } x \in [a; b] \\ 0, & \text{якщо } x > [a; b] \end{cases} \quad (5.15)$$

На рисунку 5.6, г, 5.6, і наведено відповідно ліву і праву сигмоїдальні функції приналежності.

Ліва сигмоїдальна приналежність (рисунок 5.6, г) задається виразом:

$$\mu(x) = 1 - \frac{1}{1 + \exp[-a(x-b)]}, \quad (5.16)$$

де a, b – параметри сигмоїди, а саме коефіцієнт a визначає тангенс кута нахилу функції в точці перегину k , параметр b задає координату точки k , що належить нечіткій множині із ступенем 0,5.

Права сигмоїдальна функція приналежності має вигляд:

$$\mu(x) = \frac{1}{1 + \exp[-a(x-b)]}. \quad (5.17)$$

5.3 Основні оператори та арифметичні дії з нечіткими множинами

З метою інтелектуалізації управління технологічними процесами постає задача проведення різних операцій над нечіткими множинами. Такі операції виконуються за допомогою операторів і арифметичних дій.

Оператор концентрування

Якщо A – нечітка множина, що відповідає лінгвістичному значенню l_i , то даний оператор дозволяє отримати похідне значення «дуже l_i ». Дія оператора виконується за формулою:

$$\mu_{con(A)}(x) = con(\mu_A(x)) = \mu_A(x)^2, \forall x \in X. \quad (5.18)$$

Результат дії оператора на лінгвістичне значення «середній» з трикутною формою функції приналежності наведено на рисунку 5.7.

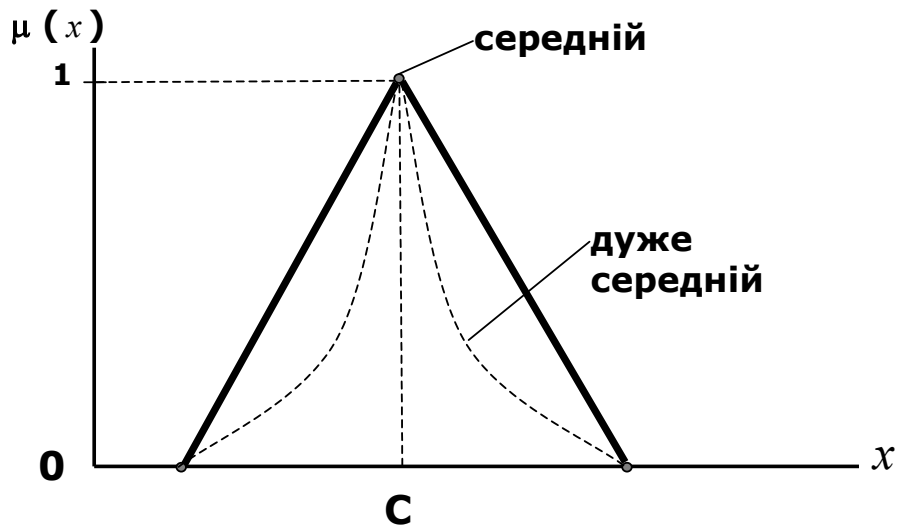


Рисунок 5.7 – Приклад дії оператора концентрування

Оператор розтягнень

Даний оператор перетворює нечітку множину A , що відповідає лінгвістичному значенню l_i , у множину, яка відповідає лінгвістичному значенню «більш або менш l_i ». Його дія протилежна дії оператора концентрування.

$$\mu_{DIL(A)}(x) = DIL(\mu_A(x)) = \sqrt{\mu_A(x)}, \forall x \in X. \quad (5.19)$$

Приклад його дії наведено на рисунку 5.8.

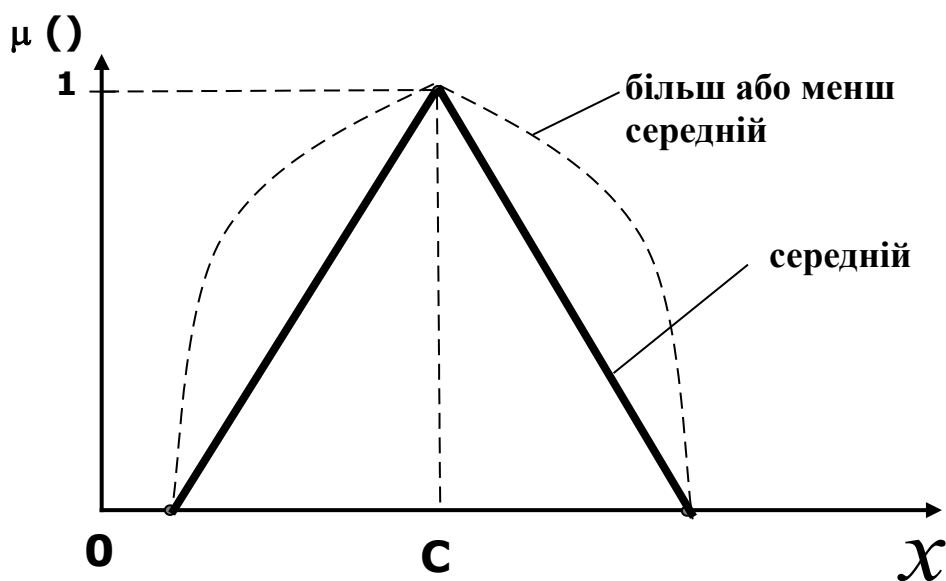


Рисунок 5.8 – Приклад дії оператора розтягнення

Нечітка арифметика

Нечіткі числа можуть бути використані при моделюванні систем, для яких залежність між вхідними та вихідними сигналами подано традиційною математичною моделлю $y=f(x)$, однак вхідні сигнали представлено у вигляді наближеної оцінки, тобто нечіткого числа, наприклад x_1 =«приблизно 9»; x_2 =«приблизно 10»; $y=x_1+x_2$.

У цьому випадку вихід системи y може бути отримано у формі нечіткого числа (рисунок 5.9), що потребує визначення арифметичних дій над нечіткими числами.

Додавання нечітких чисел

Для визначення суми нечітких чисел A_1 і A_2 достатньо визначити функцією приналежності

$$\mu_{A_1+A_2}(y) = \max_{y=x_1+x_2} [\mu_{A_1}(x_1) \min \mu_{A_2}(x_2)], \quad (5.20)$$

де $\forall x_1, x_2, y \in R$.

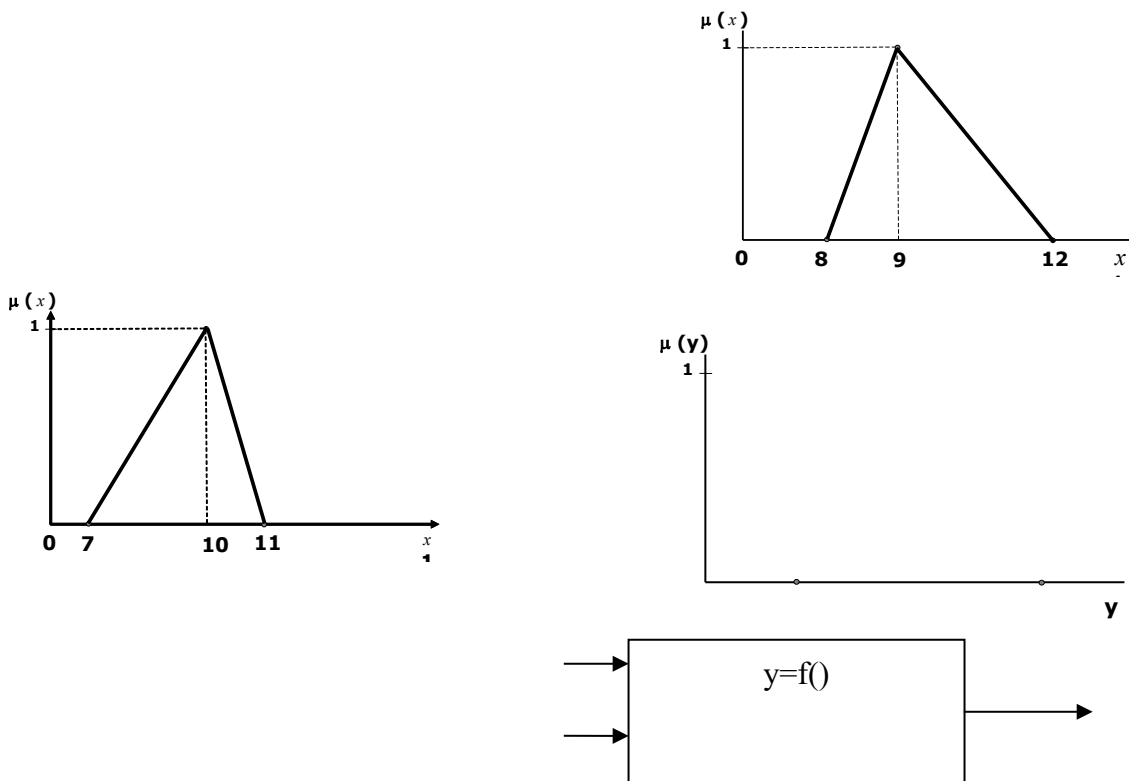


Рисунок 5.9 – Процедура знаходження нечіткого вихідного сигналу моделі

Приклад

Нехай задано нечіткі числа $A_1 = \text{«приблизно 5»}$,

$A_2 = \text{«приблизно 7»}$, знайдемо нечітке число $y = A_1 + A_2$:

$A_1 = \{0/2; 0,33/3; 0,66/4; 1/5; 0,5/6; 0/7\}$,

$A_2 = \{0/5; 0,5/6; 1/7; 0,66/8; 0,33/9; 0/10\}$.

Нечітке число

$$(A_1 + A_2) = \{0/7; 0/8; 0,33/9; 0,5/10; 0,66/11; 1/12; 0,66/13; 0,5/14; 0,33/15; 0/16; 0/17\}.$$

Віднімання нечітких чисел

Якщо $A_1(x_1)$ і $A_2(x_2)$ – нечіткі числа, то їх різницю може бути отримано за формулою для її функції приналежності:

$$\mu_{A_1 - A_2}(y) = \max_{y=x_1 - x_2} [\mu_{A_1}(x_1) \min \mu_{A_2}(x_2)], \quad (5.21)$$

де – $\forall x_1, x_2, y \in R$.

Множення нечітких чисел

Знаходження добутку нечітких чисел зводиться до знаходження його функції приналежності за формулою:

$$\mu_{A_1 \cdot A_2}(y) = \max_{y=x_1 \cdot x_2} [\mu_{A_1}(x_1) \min \mu_{A_2}(x_2)], \quad (5.22)$$

де – $\forall x_1, x_2, y \in R$.

Ділення нечітких чисел

$$\mu_{A_1 / A_2}(y) = \max_{y=x_1 / x_2} [\mu_{A_1}(x_1) \min \mu_{A_2}(x_2)], \quad (5.23)$$

де – $\forall x_1, x_2, y \in R, x_2 \neq 0$

5.4 Методи вирішення задач нечіткої «оптимізації»

При виборі методу вирішення необхідно враховувати такі особливості задач: 1) багатокритеріальність задачі вибору; 2) не тільки кількісний, але і якісний (нечіткий) опис показників якості рішень; 3) при нечіткій постановці задачі необхідно враховувати вплив експертної інформації, що визначає перевагу того чи іншого показника.

Загальна постановка задачі багатокритеріальної оптимізації має такий вигляд: нехай \bar{X} вектор оптимізованих параметрів деякої системи S .

$$\bar{X} = (x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n), \quad (5.24)$$

де деяка j -та властивість системи характеризується величиною j -го показника $q_j(\bar{X})$; $j = \overline{1, m}$.

Тоді система в цілому характеризується вектором показників:

$$\bar{Q} = (q_1, q_2, \dots, q_j, \dots, q_m). \quad (5.25)$$

Задача багатокритеріальної оптимізації зводиться до того, щоб на множині M_s варіантів системи вибрати такий варіант (систему S_0), який відповідає найкращому значенню вектора \bar{Q} .

Для вирішення багатокритеріальних задач використовуються метод головного показника або метод результуючого показника.

Метод головного показника заснований на виборі одного головного показника, а інші показники переводяться у розряд обмежень типу рівностей або нерівностей. Таким чином, задача зводиться до однокритеріальної задачі вибору систем $S \in M_s$, якій відповідає мінімальне значення показника, наприклад, $q_1(S)$, тобто: $\min q_1(S)$ при обмеженнях:

$$S \in M_s; \quad (5.26)$$

$$q_j(S) = q_{j0}; j = 2, \dots, l; \quad (5.27)$$

$$q_k(S) \leq q_{k0}; k = l+1, \dots, p; \quad (5.28)$$

$$q_r(S) \geq q_{r0}; r = p+1, \dots, m. \quad (5.29)$$

Недоліком методу є те, що немає достатньої основи, щоб вибрати один і притому визначений показник якості як головний. Метод результуючого показника якості заснований на формуванні одного узагальненого показника якості $q_1, \dots, q_2, \dots, q_m$, що характеризує функціонування системи. Узагальнений

показник може бути представлений як адитивний, мультиплікативний або максимінний показник.

Адитивний показник являє собою суму зважених нормованих показників:

$$Q = \sum_{j=1}^m \omega_j \overline{q_j}, \quad (5.30)$$

де $\overline{q_j}$ – нормоване значення j -го показника;

ω_j – ваговий коефіцієнт, який має тим більшу величину, чим більше j -й показник впливає на якість системи;

$$\sum_{j=1}^m \omega_j = 1; \omega_j \geq 0; j = \overline{1, m}. \quad (5.31)$$

Мультиплікативний показник якості утворюється як добуток часткових показників з урахуванням їх вагових коефіцієнтів:

$$Q = \prod_{j=1}^m \overline{q_j}^{\omega_j}. \quad (5.32)$$

Максимінний показник задає право вибору оптимальної системи S_0 у такому вигляді:

$$S \in M_s^{\max} \quad 1 \leq j \leq m \quad \{\overline{q_1}(S), \dots, \overline{q_j}(S), \dots, \overline{q_m}(S)\}. \quad (5.33)$$

Якщо вагові коефіцієнти відсутні і якщо ω_j визначено, то показник має вигляд:

$$S \in M_s^{\max} \quad 1 \leq j \leq m \quad \{\overline{q_1}^{\omega_1}(S), \dots, \overline{q_j}^{\omega_j}(S), \dots, \overline{q_m}^{\omega_m}(S)\}. \quad (5.34)$$

Максимінний показник забезпечує найкраще (найбільше) значення найгіршого (найменшого) з часткових показників якості.

5.5 Вибір варіанта рішення при рівній важливості вимог

Нехай є множина з m варіантів рішення $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$. Для деякої вимоги C (критерію оцінювання) розглянемо нечітку множину.

$$C = \{\mu_c(a_1)/a_1; \mu_c(a_2)/a_2; \dots; \mu_c(a_m)/a_m\}, \quad (5.35)$$

де $\mu_c(a_i) \in [0;1]$ – оцінка варіанта a_i за критерієм C , яка характеризує ступінь відповідності варіанта визначеному критерію C .

Якщо є n - вимог (критеріїв) C_1, C_2, \dots, C_n , то кращим вважається варіант, що задовольняє усі вимоги C_1, C_2, \dots, C_n . Тоді правило для вибору найкращого варіанта записується як перетинання відповідних множин: $D = C_1 \cap C_2 \cap \dots \cap C_n$. Операції перетинання нечітких множин відповідає операція \min , що виконується над їх функціями приналежності:

$$\mu_D(a_j) = \min_{i=1, n} \mu_{C_i}(a_j), j = \overline{1, m}. \quad (5.36)$$

Як найкращий варіант обирається варіант a^* , який має максимальне значення функції приналежності:

$$\mu_D(a^*) = \max_{j=1, m} \mu_D(a_j). \quad (5.37)$$

Розглянемо приклад вибору варіанта рішення при однаковій важливості критеріїв: нехай є три варіанти рішення, які оцінюються за чотирма критеріями C_1, C_2, C_3, C_4 . В результаті експертної оцінки отримано такі дані, що характеризують ступінь відповідності варіантів рішень критеріям:

$$C_1 = \{0,9/a_1; 0,7/a_2; 0,8/a_3\}, \quad (5.38)$$

$$C_2 = \{0,8/a_1; 0,9/a_2; 0,6/a_3\}, \quad (5.39)$$

$$C_3 = \{0,7/a_1; 0,8/a_2; 0,9/a_3\}, \quad (5.40)$$

$$C_4 = \{0,8/a_1; 0,6/a_2; 0,7/a_3\}, \quad (5.41)$$

$$\begin{aligned} D &= \{\min(0,9; 0,8; 0,7; 0,8/a_1); \min(0,7; 0,9; 0,8; 0,6/a_2); \min(0,8; 0,6; 0,9; 0,7/a_3)\} = \\ &= \{0,7/a_1; 0,6/a_2; 0,6/a_3\}. \end{aligned} \quad (5.42)$$

Найкращим варіантом буде варіант $a_1 = \{0,9;0,8;0,7;0,8\}$.

Приклад вибору найкращого рішення в графічному випадку задання функції приналежності.

Необхідно знайти автомобілі, що є одночасно дешевими і комфортабельними.

Нехай задано дві нечіткі множини А і В, де А – множина дешевих автомобілів і В – множина комфортабельних автомобілів:

$$A = \{1/x_1; 0,8/x_2; 0,6/x_3; 0,4/x_4; 0,2/x_5; 0/x_6\}; \quad (5.43)$$

$$B = \{0/x_1; 0,2/x_2; 0,4/x_3; 0,6/x_4; 0,8/x_5; 1/x_6\}; \quad (5.44)$$

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)), \forall x \in X. \quad (5.45)$$

Рішенням є автомобіль x_4 .

Відповідні функції приналежності наведено на рисунку 5.10.

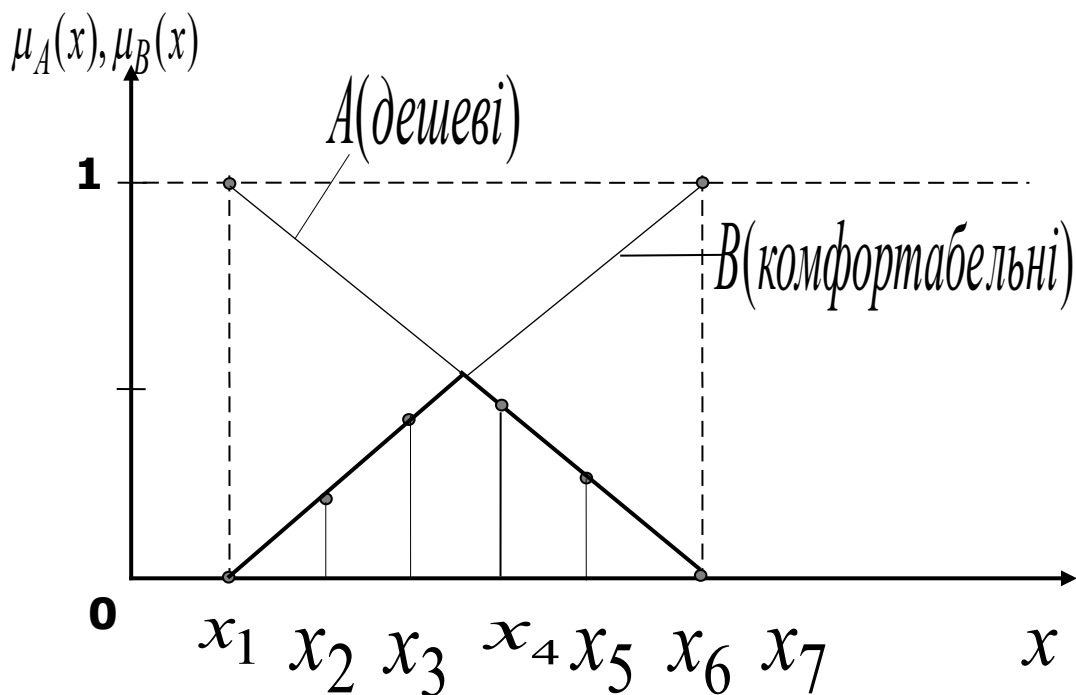


Рисунок 5.10 – Вибір варіанта автомобіля, що є одночасно дешевим і комфортабельним

6 КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА МОДЕЛЕЙ ЛОГІСТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

6.1 Основні поняття в процесі формалізації логістичних технологій

Як відомо, логістика – це наука про планування, контроль і управління операціями транспортування, розподілу, зберігання та іншими матеріальними і нематеріальними операціями, які виконуються в процесі доведення сировини і матеріалів від виробника до споживача. Головна ідея логістики полягає в організації в мережах єдиного потокового процесу переміщення матеріалів та інформації по всьому ланцюгу від виробника до споживача. Об'єктом логістики є складні динамічні виробничо-комерційні комплекси, які включають організаційно-економічну і виробничо-технологічну діяльність у сфері постачання, основного виробництва, транспортування і збутових операцій. Логістичне управління базується на виборі найкращого рішення щодо вищенаведених технологічних операцій на множині можливих. Цей процес відбувається на основі формування автоматизованих логістичних технологій, що в свою чергу потребує його формалізації у вигляді оптимізаційних математичних моделей. Інтеграція сформованих моделей, що адекватно відтворюють логістичні технології, на АРМі відповідного персоналу, зокрема логістів, дозволяють практично в режимі on–line управляти процесом переміщення вантажів, тобто виконувати роль СППР. При формуванні таких моделей будемо спиратись на основні логістичні поняття і визначення.

Ключовим поняттям у логістиці є поняття матеріального потоку.

Матеріальний потік – це віднесена до часового інтервалу сукупність товарно-матеріальних цінностей у процесі застосування до нього різних логістичних операцій. Матеріальний потік характеризується інтенсивністю, ритмічністю, детермінованістю.

Інформаційний потік – це сукупність повідомлень, необхідних для управління і контролю логістичними операціями. Інформаційний потік характеризується джерелом виникнення, напрямом, періодичністю, обсягом, швидкістю передачі.

Логістична операція – це сукупність дій, що спрямовані на перетворення матеріального або інформаційного потоку. До логістичних операцій з матеріальним потоком належать: зберігання на сховищі, транспортування, комплектація, навантаження, вивантаження та інші. До логістичних операцій з інформаційним потоком належать: збирання інформації, зберігання та обробка інформаційного потоку.

Логістична функція – це укрупнена група логістичних операцій, а саме: постачання, виробництво, збут.

Логістичний ланцюг – це лінійно упорядкована множина фізичних або юридичних осіб, що виконують операції з доведення зовнішнього матеріального потоку від однієї логістичної системи до іншої або кінцевого споживача.

Логістична система – це адаптивна система із зворотним зв'язком, яка виконує логістичні операції або функції, що складається з підсистем і має розвинуті внутрісистемні зв'язки і зв'язки із зовнішнім середовищем. У логістичній системі синтезуються постачально-збутові, розподільчі і транспортні процеси. Логістична система включає в себе матеріальні засоби, що забезпечують рух товарів по логістичному ланцюгу (сховища, розподільчі центри, навантажувально-розвантажувальні механізми, транспортні засоби, комп'ютерну техніку і засоби зв'язку).

Для аналізу і управління будь-якою логістичною системою основою є концепція загальних логістичних витрат, відповідно до якої всі елементи системи: складське господарство, запаси, транспорт та інші – залежать один від одного. Тобто за критерій

ефективності управління логістичною системою приймається мінімум суми витрат у всіх елементах системи, а не сума мінімумів витрат за кожним елементом окремо. Різниця в цих витратах забезпечується системним підходом і складає синергетичний ефект.

6.2 Основні положення при моделюванні логістичних систем

В основі формування і управління логістичними системами лежать такі положення: реалізація принципу системного підходу, який проявляється в інтеграції і чіткій взаємодії всіх елементів; мінімізація сукупних витрат упродовж всього логістичного ланцюга. Послідовність формування логістичної системи передбачає складання карти матеріальних потоків з урахуванням замовлень на виробництво і доставку продукції споживачам і складання відповідної схеми інформаційних потоків, яка визначає топологію інформаційно-керуючої мережі. Управління логістичною системою спирається на її математичну модель. Для оперативного управління логістичними технологіями на основі моделювання визначаються оптимальні партії постачання матеріалів і складається календарний розклад формування, навантаження і відправлення готової продукції та отримання сировини і матеріалів. На стратегічному рівні математична модель виконує процедуру прогнозування параметрів матеріальних потоків у часі.

Основні положення при формуванні моделей оперативного управління в логістичних системах.

Виробничо-транспортні логістичні ланцюги (ВТЛЛ) формуються для перевезення сировини, палива, промислової і сільськогосподарської продукції і включають до себе, крім «суто» транспортних підсистем, які можуть належати різним видам транспорту, також сховища для постачання і збуту на підприємствах, транспортно-вантажні центри і торговельні підприємства. Основні завдання ВТЛЛ – це доставка вантажів «точно в строк», «в повній схоронності» та «від дверей до

дверей». Ці вимоги мають виконуватись із мінімальними питомими витратами, що припадають на одиницю матеріального потоку по всьому логістичному ланцюгу. Така технологічна постановка спричиняє формування оптимізаційної математичної моделі, де як цільова функція виступають сумарні питомі експлуатаційні витрати по всьому ВТЛЛ (системний підхід), а система обмежень відповідає за виконання умов «точно в строк» та «від дверей до дверей». На вид цільової функції впливає технічна і технологічна структура ВТЛЛ, а саме: форма матеріально-технологічного постачання (транзитна або за участю посередника – логістичного центру), номенклатура продукції, вид магістрального транспорту, методи організації перевезень (технологічні маршрути, повагонні партії), особливості технології виробництва. Враховуючи, що матеріальні потоки через ВТЛЛ характеризуються детермінованістю, для формування математичної моделі доцільно використовувати методи дослідження операцій, а саме методи математичного програмування.

7 ФОРМУВАННЯ СППР НА АРМ ЛОГІСТА ПРИ ТРАНЗИТНІЙ ФОРМІ ПОСТАЧАННЯ І ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПОВАГОННИМИ ПАРТІЯМИ

Сформуємо модель функціонування ВТЛЛ, коли виробництво, транспортування і споживання відбуваються синхронно, що відповідає принципам функціонування японської логістичної системи «Канбан». Для формування математичної моделі в аналітичному вигляді сформуємо графоаналітичну модель процесів накопичення на сховищі у виробника, навантаження у вагони, надходження і споживання на підприємстві вантажоотримувача (рисунок 7.1).

Відповідно до рисунка 7.1 позначення мають такий зміст:

$t_{\text{нак}}$ – час на накопичення партії продукції на сховищі виробника;

$t_{\text{н}}$ – час на навантаження продукції у вагони;

$T_{\text{п}}$ – час на перевезення;

$t_{\text{спож}}$ – час на споживання продукції вантажоотримувачем.

Крім того, введемо додаткові позначення: Q_n – виробнича потужність підприємства-виробника; Q_c – виробнича потужність підприємства-споживача; C_x – вартість схоронності одиниці вантажу(тонна) при накопиченні на сховищах вантажовідправника та вантажоодержувача (для спрощення моделі прийнято однаковою); f_x – витрати на доставку партії продукції споживачу, що включають початкові і кінцеві операції та інформаційне забезпечення.

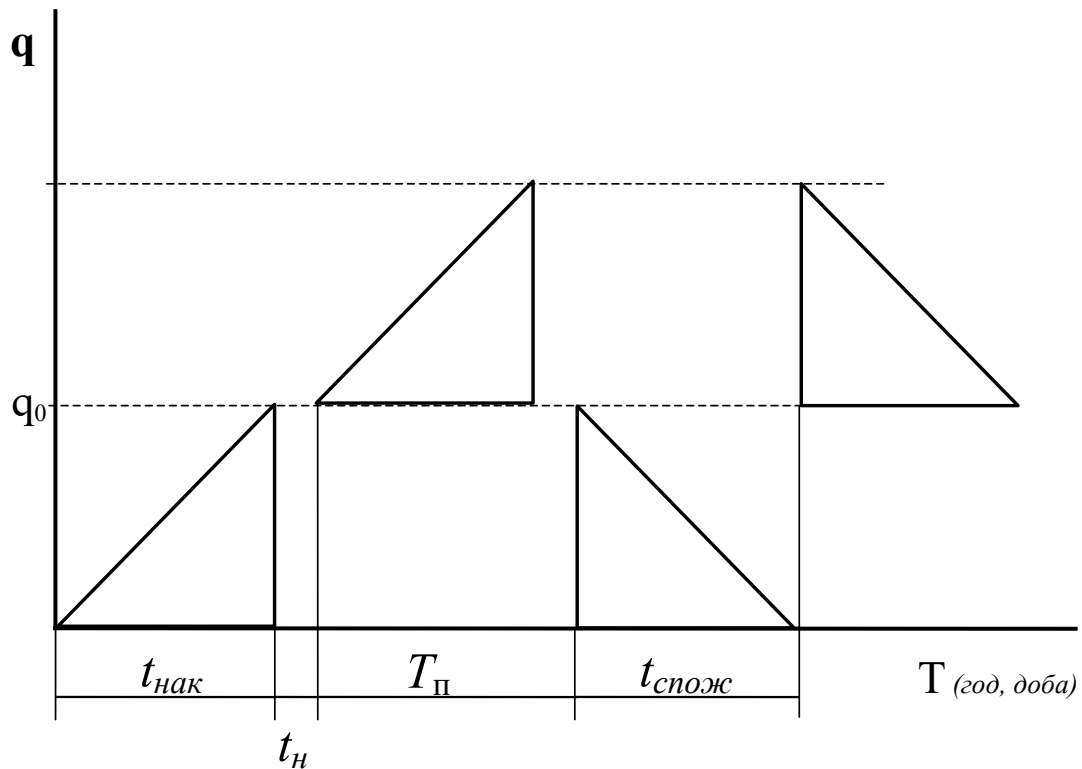


Рисунок 7.1 – Графоаналітична модель процесів накопичення, навантаження, перевезення та надходження продукції на сховище вантажоотримувача

Задача оптимізації функціонування ВТЛЛ полягає в необхідності визначення такого значення величини партії q_0 , яке б відповідало мінімальному значенню сумарних питомих витрат на всі логістичні операції або функції в межах ВТЛЛ при виконанні логістичних умов: «точно в строк», «в повній схоронності». Вимогу «від дверей до дверей» у даному випадку будемо вважати такою, що виконується в умовах наявності під'їзних колій на підприємствах вантажовідправника та вантажоотримувача. В більш загальному випадку в сумарні

питомі логістичні витрати необхідно включити витрати на перевезення і доставку автотранспортом або іншим видом транспорту.

На основі вищезазначеного сформуємо цільову функцію оптимізаційної моделі шляхом послідовного додавання окремих складових. При рівномірному характері надходження готової продукції для навантаження на сховищі виробника і споживання питоми витрати на одиницю вантажу при зберіганні на сховищах складуть величину

$$C_1 = \frac{C_x \cdot q}{2} (1/Q_n + 1/Q_c). \quad (7.1)$$

Витрати на транспортування вантажу (вагон розглядається як сховище на колесах):

$$C_2 = C_B \cdot T_{II}, \quad (7.2)$$

де C_B – витрати на зберігання вантажу при перевезенні;

$$T_{II} = (a + b/q), \quad (7.3)$$

де a і b – коефіцієнти, що визначаються на основі аналізу статистичних даних і побудові кореляційних залежностей.

Витрати на тарифи:

$$C_3 = \frac{f}{q}. \quad (7.4)$$

Таким чином, цільова функція буде мати вигляд:

$$C(q) = \sum_{i=1}^3 C_i = \frac{C_x \cdot q}{2} (1/Q_n + 1/Q_c) + C_B (a + b/q) + f/q \Rightarrow \min. \quad (7.5)$$

Сформуємо систему обмежень:

$$\begin{cases} q/Q_n + t_n + T_{II} \leq T_{sz}^{**} \\ q \leq P^{***} \end{cases},$$

де * – умова доставки «точно в строк»;

** – умова доставки «в повній схоронності»;

T_g – час доставки;

P – фактична вантажопідйомність вагонів.

Сформована модель являє собою модель нелінійного програмування і є основою при формуванні СППР на АРМ логіста. Знаходження оптимального значення величини партії вантажу q_0 доцільно виконувати чисельним методом на ПЕОМ. Результат моделювання можна зобразити в графічному вигляді (рисунок 7.2).

Сформована модель інтегрується як СППР на АРМ логіста в локальній інформаційно-керуючій системі (ІКС) (рисунок 7.3).

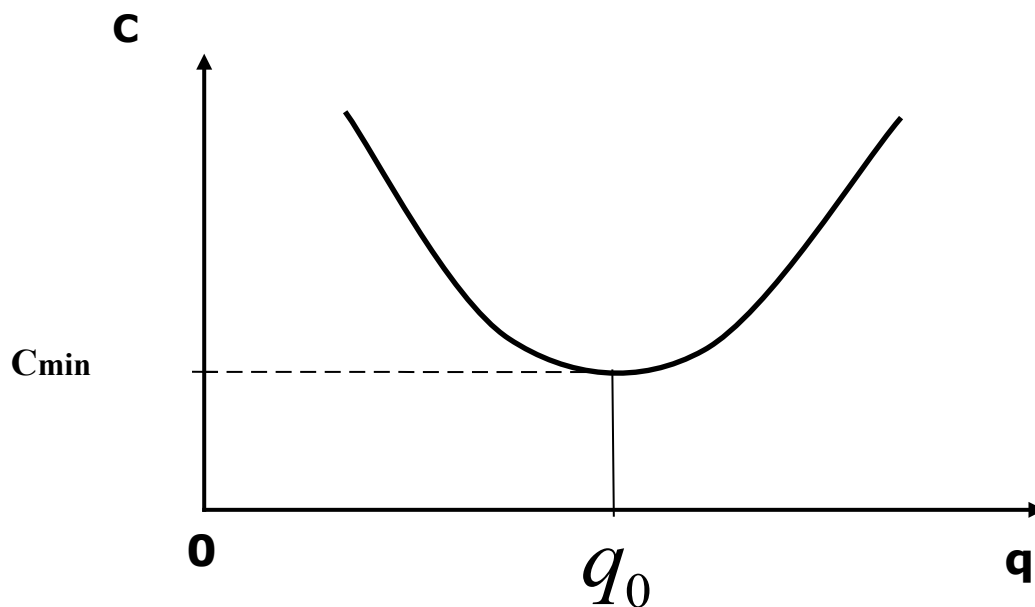


Рисунок 7.2 – Графічна інтерпретація для визначення оптимальної партії вантажу q_0

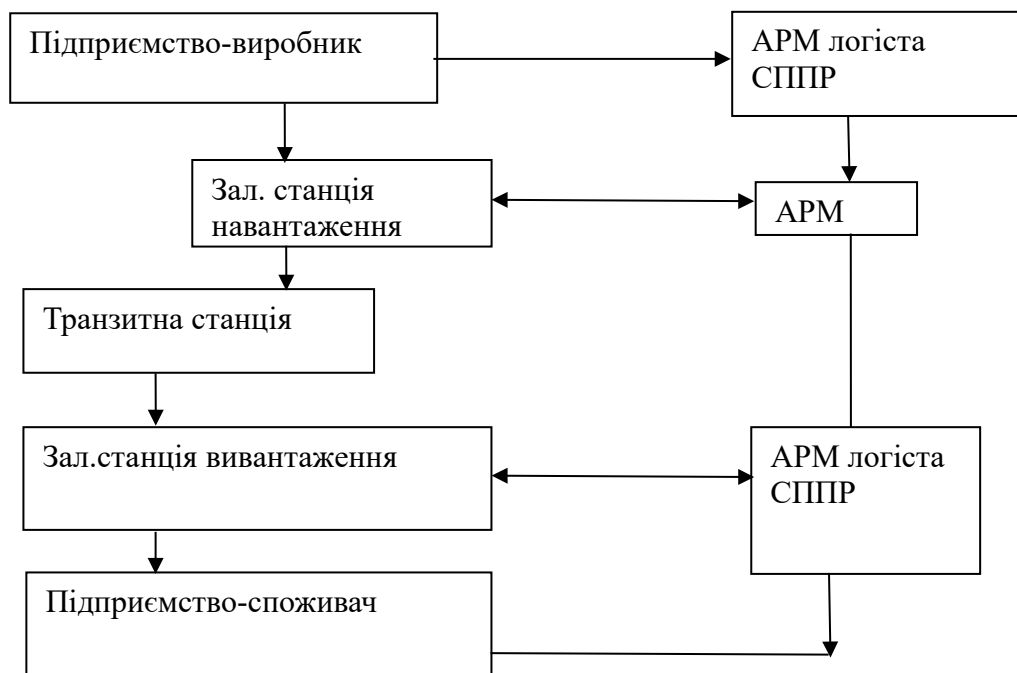


Рисунок 7.3 – Структура ІКС для реалізації функціонування ВТЛЛ

8 ФОРМУВАННЯ СППР НА АРМ ЛОГІСТА ПРИ ТРАНЗИТНІЙ ФОРМІ ПОСТАЧАННЯ І ОРГАНІЗАЦІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МАРШРУТАМИ

При управлінні вагонопотоками за участю СППР логіста в умовах перевезення масових видів вантажів (вугілля, руда та ін.) технологічними маршрутами в основу також доцільно покласти принципи японської системи «Канбан», яка передбачає і забезпечує синхронний режим роботи з випуску продукції, її навантаження, перевезення та споживання.

Формалізацію цих процесів проведено в умовах, що в пункті навантаження є постійний запас порожніх вагонів. Математичну модель сформуємо в рамках задач нелінійного програмування, спираючись на властивість детермінованості матеріального потоку. З урахуванням вищенаведених особливостей представимо цільову функцію у вигляді сумарних питомих витрат, що припадають на одиницю вантажу (т) по всьому виробничо-транспортному логістичному ланцюгу.

Питомі витрати на зберігання вантажів у вагонах при накопиченні на технологічний маршрут:

$$C_1 = q \cdot C_x / (2Q_{II}), \quad (8.1)$$

де q – маса вантажів у маршруті;

Q_{II} – виробнича потужність підприємства-виробника;

C_x – вартість збереження 1 т вантажу.

Витрати вагоно-годин простою при навантаженні партії вантажу q :

$$C_2 = q^2 \cdot C_B / (q_{cm} \cdot Q), \quad (8.2)$$

де C_B – грошовий еквівалент 1 вагоно-години простою;

q_{cm} – середнє статистичне навантаження вагона.

Витрати на початкові та інформаційні операції:

$$C_3 = f_n / q, \quad (8.3)$$

де f_n – витрати на початкові та інформаційні операції, що віднесено до всієї транспортної партії вантажу.

Витрати на переміщення вантажу до пункту призначення:

$$C_4 = f_n / q, \quad (8.4)$$

де f_n – витрати на переміщення вантажу, що віднесено до всієї партії.

Витрати на маневрову роботу при розвантаженні технологічного маршруту в пункті призначення при подаванні та прибиранні вагонів на вантажному фронті:

$$C_5 = t_{III} \cdot C_{ЛГ} \cdot q / (q_{cr} \cdot l_{\Phi}), \quad (8.5)$$

де t_{III} – час на подавання-прибирання вагонів;

$C_{ЛГ}$ – вартість однієї локомотиво-години маневрової роботи;

l_{ϕ} – довжина вантажного фронту у вагонах.

Витрати вагоно-годин при розвантаженні технологічного маршруту в пункті призначення:

$$C_6 = q^2 \cdot C_B / (Q_B \cdot q_{ct}), \quad (8.6)$$

де Q_B – потужність вантажного фронту у вантажоотримувача.

Витрати на інформаційні та кінцеві операції:

$$C_7 = f_k / q, \quad (8.7)$$

де f_k – витрати на кінцеві та інформаційні операції, що віднесено до всієї партії вантажу.

Витрати на зберігання вантажу до моменту надходження його у виробництво:

$$C_8 = q \cdot C_x / (2Q_B), \quad (8.8)$$

Витрати від схоронності вантажу в вагоні як у складі на колесах під час переміщення:

$$C_9 = T_{II} \cdot C_x / q, \quad (8.9)$$

де T_{II} – час на переміщення.

Таким чином, загальний вираз цільової функції моделі для управління логістичним ланцюгом має вигляд:

$$C = \sum_{i=1}^9 C_i \Rightarrow \min, \quad (8.10)$$

а система обмежень:

$$\begin{cases} q/Q_{II} + T_{nep} \leq T_{доет} \\ q_{min} \leq q \leq q_{max} \end{cases}.$$

9 ФОРМУВАННЯ МОДЕЛЕЙ ПРИ ВІДПРАВЛЕННІ ВАНТАЖУ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ «СУХИЙ ПОРТ»

Об'єднання типу «сухий порт» являє собою різновид регіонально-розподільчого центру, який доцільно створювати поблизу великих міст країни у випадку доставки багатомономенклатурної продукції з використанням логістичних технологій.

Створення таких структур дозволить мінімізувати або зовсім виключити будівництво складів у виробників продукції і доставляти вантажопотоки у вигляді повагонних або контейнерних відправлень. Об'єднання типу «сухий порт» мають стати елементами логістичної системи України в цілому. Доцільність створення таких об'єднань і привабливість їх для клієнтів обумовлено можливістю: прискорення доставки вантажів отримувачу, скорочення часу накопичення і схоронності транспортної партії вантажу, а також зменшення експлуатаційних і капітальних витрат на утримання складів.

Технологія функціонування логістичного центру «сухий порт» (ЛЦСП) передбачає, що вантажі від вантажовідправника спочатку надходять у логістичний центр автомобільним транспортом, а після формування відправлення доставляються вантажоотримувачу у вагонах. Така технологія буде конкурентоспроможна на транспортному ринку, якщо внаслідок її використання буде досягтися економія часу на всьому шляху прямування вантажу в порівнянні з транзитним способом доставляння у вагонах та забезпечувати виконання логістичних принципів «доставка точно в строк», «в повній схоронності» та «від дверей до дверей». Технологія за участю ЛЦСП може бути реалізована на структурі у вигляді графа типу лангранжеве дерево, тобто всі гілки якого мають спільну вершину (рисунок 9.1).

При використанні логістичних технологій за участю ЛЦСП виникають додаткові витрати, що пов'язані з переробкою і накопиченням вантажів на транспортну партію. Крім того, формування ЛЦСП потребує значних інвестицій, а його обслуговування – додаткових експлуатаційних витрат. Тому при створенні та експлуатації ЛЦСП, як регулятора вантажопотоків, виникає низка задач:

- визначення доцільності використання ЛЦСП при обслуговуванні вантажопотоків з точки зору виконання принципу доставки «точно в строк»;

- визначення економічної доцільності участі ЛЦСП при обслуговуванні вантажопотоків з метою економії експлуатаційних витрат;
- визначення оптимальної партії вантажу, що сформована на ЛЦСП;
- визначення умов доцільності створення ЛЦСП залежно від потужності вантажопотоків.

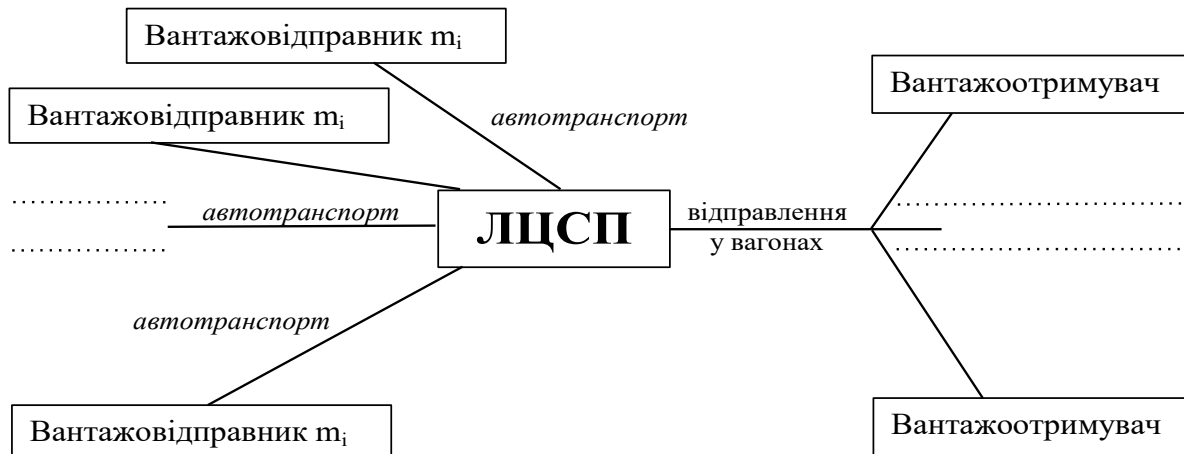


Рисунок 9.1 – Структура макрологістичної системи за участю ЛЦСП

З метою визначення доцільності використання ЛЦСП в умовах дотримання принципу доставки вантажів «точно в строк» необхідно порівняти час на доставки транспортної партії при транзитному варіанті перевезення у вагонах T_T і час з використанням послуг ЛЦСП – T_L . При цьому за умови привабливості послуг ЛЦСП для клієнтів має виконуватись нерівність:

$$T_T \geq T_L. \quad (9.1)$$

Визначимо час T_T за умови формування повагонних транспортних партій на сховищах у виробника при застосуванні логістичних технологій за допомогою графоаналітичної моделі (рисунок 9.2).

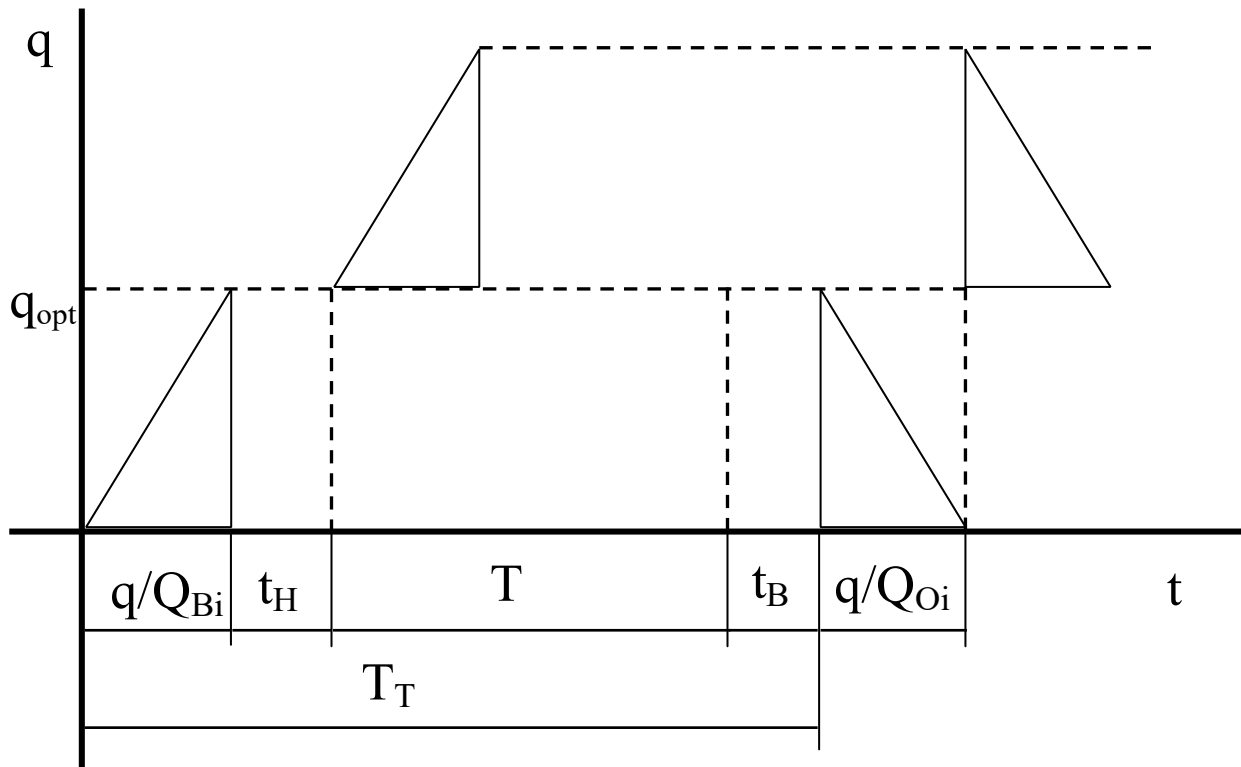


Рисунок 9.2 – Графоаналітична модель логістичного ланцюга при відправленні вантажів повагонними партіями за транзитним способом

Відповідно до рисунка 9.2 час T_T містить такі складові:

t_H – час навантаження вантажів у вагони;

T – час на перевезення, який у загальному випадку залежить від величини транспортної партії вантажу q_0 ;

t_B – час вивантаження вантажів з вагонів на склад вантажоотримувача;

t_o – час на виконання операцій з відправлення та прибуття в пункт призначення;

$T_{нак}$ – час накопичення на транспортну партію (визначається за формулою 9.2):

$$T_{нак} = \frac{q_0}{Q_B}, \quad (9.2)$$

де q_0 – величина транспортної партії;

Q_{Bi} – потужність вантажопотоку у i -го виробника.

Для дрібних, контейнерних, повагонних відправлень час на перевезення є різним, тому можна використовувати такий вираз:

$$T = a + b/q_0, \quad (9.3)$$

де a і b – коефіцієнти, які визначаються на основі аналізу статистичних даних при побудові гіперболічної кореляційної залежності.

Таким чином,

$$T_T = \frac{q_0}{Q_B} + t_H + T + t_B + t_0 = \frac{q_0}{Q_B} + T + t_0 + \tau, \quad (9.4)$$

де $\tau = t_H + t_B$.

Якщо в регіоні, що обслуговує «сухий порт», налічуються m вантажовідправників, які можуть скористатися послугами ЛЦСП, а такі складові, як T і τ , можна прийняти однаковими для них, то середній час доставки вантажів за транзитним варіантом складе:

$$\bar{T}_T = \frac{q_0}{m} \sum_{i=1}^m \frac{1}{Q_{Bi}} + T + \tau + t_0. \quad (9.5)$$

Визначимо час T_L при обслуговуванні і регулюванні вантажопотоку за участю ЛЦСП як суму таких складових:

- $T_{нак}$ – час на накопичення вантажів на транспортну партію у ЛЦСП (формула (9.6)):

$$T_{нак} = \frac{q_0}{\sum_{i=1}^m Q_{Bi}}, \quad (9.6)$$

- $t_{ЛЦСП}$ – середній час виконання додаткових технологічних операцій з прибуття і відправлення у ЛЦСП для вантажів, що надходять від виробників, який припадає на одне відправлення q_0 (формула (9.7)):

$$t_{ЛЦСП} = \frac{q_0}{q_A} \cdot \tau_{ПВ}, \quad (9.7)$$

де q_A – вантажопідйомність автомобіля;

$\tau_{ПВ}$ – середня тривалість виконання операцій з прибуття та відправлення з однією партією від виробника;

- τ_A – середній час виконання вантажно-розвантажувальних операцій з вантажами, що прибули у ЛЦСП від виробників автотранспортом (формула (9.8)):

$$\tau_A = \frac{2q_0}{mQ_{\Phi A}}, \quad (9.8)$$

де 2 – коефіцієнт, що враховує дві вантажні операції;

$Q_{\Phi A}$ – продуктивність вантажного фронту при розвантаженні-навантаженні автотранспорту;

m – кількість вантажовідправників;

- τ – час навантаження та вивантаження вагонів, прийнято як за транзитним варіантом;

- T – час на перевезення у вагонах.

Таким чином,

$$T_A = \frac{q_0}{\sum_{i=1}^m Q_{Bi}} + \frac{q_0}{q_A} \tau_{ПВ} + \frac{2q_0}{Q_{\Phi A}} + T + \tau. \quad (9.9)$$

Тоді умова доцільності використання ЛЦСП з обмеженням доставки вантажів «точно в строк» має такий вигляд:

$$\bar{T}_T \geq T_A, \quad (9.10)$$

або

$$\bar{T}_T - T_A = \Delta t \geq 0, \quad (9.11)$$

$$\begin{aligned} & \frac{q_0}{m} \sum_{i=1}^m \frac{1}{Q_{Bi}} + T + \tau + t_0 - \frac{q_0}{\sum_{i=1}^m Q_{Bi}} - \frac{q_0}{q_A} \tau_{ПВ} - \frac{2q_0}{Q_{\Phi A}} - T - \tau = \\ & = \frac{q_0}{m} \sum_{i=1}^m \frac{1}{Q_{Bi}} + t_0 - q_0 \cdot \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^m Q_{Bi}} + \frac{\tau_{ПВ}}{q_A} \right) - \frac{2q_0}{Q_{\Phi A}} = \Delta t \geq 0. \end{aligned} \quad (9.12)$$

З метою визначення економічної доцільності використання ЛЦСП необхідно порівняти експлуатаційні витрати за двома варіантами перевезень, а також врахувати відсутність капітальних вкладень на будівництво складів у виробника, можливість отримання виробниками додаткового прибутку від оренди частини виробничих площ, складських приміщень та складського устаткування.

З метою визначення оптимальної партії вантажу q_0 , що сформований на ЛЦСП, доцільно скласти цільову функцію приведених витрат і систему обмежень, яка враховує логістичну вимогу – доставка „точно в строк”. Величина q_0 являє собою транспортну партію вантажу, що може складатися із декількох вагонів, які навантажуються на спеціалізованій ділянці вантажного фронту ЛЦСП.

Відповідно до графоаналітичної моделі, що зображує технологію роботи логістичного центру «сухий порт» (рисунок 9.3), сформовано цільову функцію як суму приведених витрат на одиницю вантажу.

Цільова функція C має включати такі витрати:

- на схоронність вантажу у процесі накопичення до величини q_0 на складі у ЛЦСП:

$$C_1 = \frac{C_x \cdot q_0}{2 \sum_{i=1}^m Q_{Bi}}, \quad (9.13)$$

де C_x – вартість схоронності одиниці вантажу при накопиченні на транспортну партію;

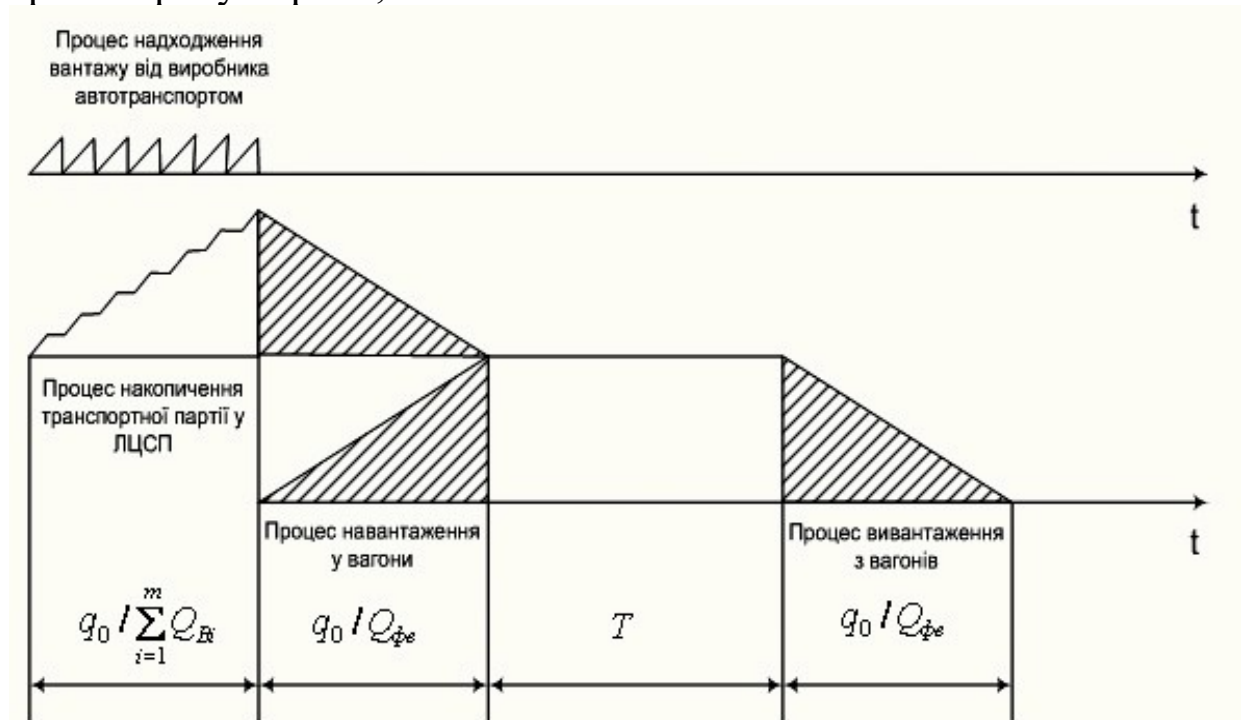


Рисунок 9.3 – Графоаналітична модель логістичного центру «сухий порт»

- на виконання вантажних операцій при навантаженні-вивантаженні з вагонів:

$$C_2 = \frac{2C_B \cdot q_0}{q_{cm} \cdot Q_{фв}}, \quad (9.14)$$

де 2 – коефіцієнт, що враховує простої вагонів при виконанні вантажних операцій у пункті призначення та в ЛЦСП;

q_{cm} – статичне навантаження вагона;

C_B – грошовий еквівалент однієї вагоно-години простою;

$Q_{фв}$ – перероблювальна спроможність вантажного фронту ЛЦСП, що виражена у вагонах;

- на виконання початкових, кінцевих та інформаційних операцій (оформлення перевізних документів, приймання вантажу, подавання, прибирання вагонів та ін.):

$$C_3 = 2 \cdot \tau_{пв} \cdot C_0 \left(\sum_{i=1}^m \frac{Q_{Bi}}{q_A} \right) / q_0, \quad (9.15)$$

де C_0 – вартість виконання початкових і кінцевих операцій із транспортною партією у ЛЦСП та в пункті призначення;

q_A – вантажопідйомність автомобіля;

- на перевезення вантажу в пункт призначення:

$$C_4 = f / q_0, \quad (9.16)$$

де f – вартість перевезення;

- на перевезення автомобілем від виробника до ЛЦСП:

$$C_5 = \frac{q_0}{q_A} \cdot C_A, \quad (9.17)$$

де C_A – витрати на перевезення автомобілем.

Таким чином, цільова функція має вигляд:

$$C = \sum_{i=1}^5 C_i. \quad (9.18)$$

Модель для визначення оптимальної партії вантажу, що відправляється з ЛЦСП, має остаточний вигляд:

$$C(q_0) = \frac{C_x \cdot q_0}{2 \sum_{i=1}^m Q_{Bi}} + \frac{2C_B \cdot q_0}{q_{CT} \cdot Q_{\phi\delta}} + 2 \cdot \tau_{ПВ} \cdot C_0 \cdot q_A / q_0 + f / q_0 + \frac{q_0}{q_A} C_A \Rightarrow \min \quad (9.19)$$

при виконанні системи обмежень

$$\begin{cases} 0 \leq q_0 \leq l_0 \\ T_{\phi} - \frac{q_0}{\sum_{i=1}^m Q_{Bi}} + \frac{q_0}{q_A} \cdot \tau_{ПВ} + \frac{2q_0}{Q_{\phi\delta}} + T + \tau \leq T_{\phi} \end{cases},$$

де l_0 – довжина вантажного фронту;

$T_{\phi} \leq T_{\phi}$ – умова для виконання вимоги «доставка точно в строк».

Функція $C(q_0)$ – неперервна і диференційована по q_0 , тоді оптимальне значення q_{0opt} можна знайти з рівняння $C'(q_0)=0$ при виконанні системи обмежень або чисельним методом. Спростимо вираз для $C(q_0)$:

$$C(q_0) = q_0 \left(\frac{C_x}{2 \sum_{i=1}^m Q_{Bi}} + \frac{2C_B}{q_{CT} Q_{\phi\delta}} \right) + \frac{1}{q_0} \left(2 \cdot \tau_{ПВ} \cdot C_0 \left(\sum_{i=1}^m \frac{Q_{Bi}}{q_A} \right) + f \right) = A q_0 + \frac{B}{q_0}, \quad (9.20)$$

де

$$A = \frac{C_x}{2 \sum_{i=1}^m Q_{Bi}} + \frac{2C_B}{q_{CT} Q_{\phi\delta}}, \quad (9.21)$$

$$B = 2 \cdot \tau_{ПВ} \cdot C_0 \cdot \sum_{i=1}^m \frac{Q_{Bi}}{q_A} + f, \quad (9.22)$$

$$C'(q_0) = A - \frac{B}{q_0^2} = 0, \quad (9.23)$$

$$q_{opt} = \sqrt{\frac{B}{A}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \tau_{PB} \cdot C_0 \cdot \sum_{i=1}^m \frac{Q_{Bi}}{q_A} + f}{\frac{C_x}{2 \sum_{i=1}^m Q_{Bi}} + \frac{2C_B}{q_{CT} Q_{\phi e}}}} . \quad (9.24)$$

Отриману модель можна інтегрувати до АРМ логіста в ЛЦСП як основу для СППР. Топологія локальної інформаційно-керуючої мережі ЛЦСП представляє граф типу лагранжеве дерево, що пов'язаний інформаційними зв'язками з АСК ВП УЗ. В загальному вигляді структуру ІКС ЛЦСП наведено на рисунку 9.4.

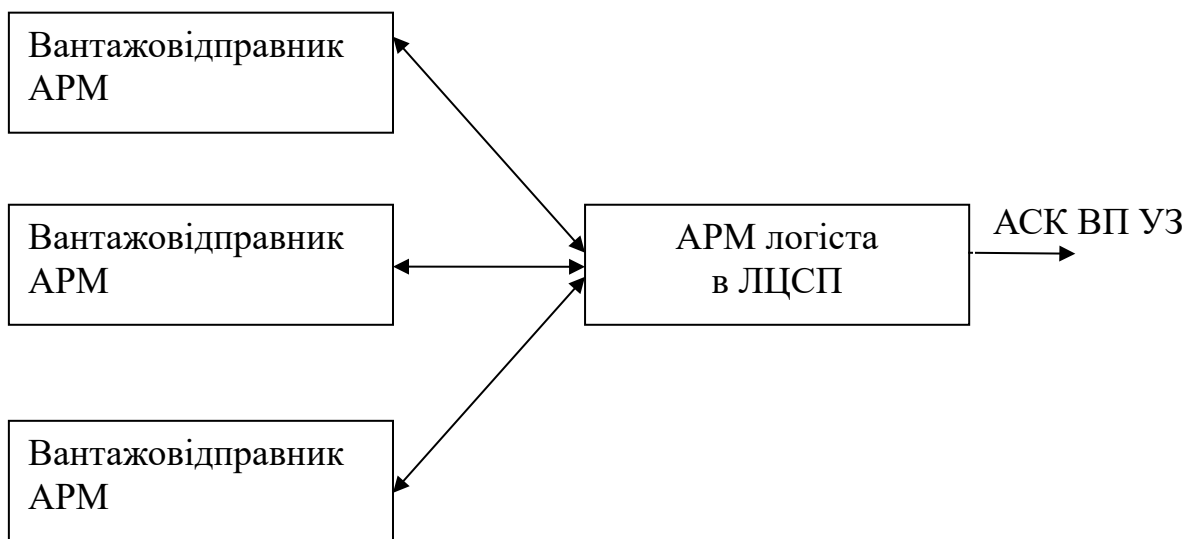


Рисунок 9.4 – Структура інформаційно-керуючої системи ЛЦСП

10 ФОРМУВАННЯ МОДЕЛЕЙ ВИРОБНИЧО-ТРАНСПОРТНОГО ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА ПРИ ВЗАЄМОДІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТА МОРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Одним з важливих факторів покращення роботи залізниць і всього транспортного комплексу України є удосконалення взаємодії залізничного, морського та річкового транспорту. Через недоліки організації транспортної ланки “вантажовідправник – експедитор – порт – трейдер” усі витрати через таку неузгодженість припадають на залізницю. Наслідком

цього є значне накопичення перетворених у сховища на колесах „кинутих” поїздів у напрямку портів. Тому в умовах зростання обсягів перевезень транспортними коридорами України в експортно-імпортному сполученнях особливої актуальності набуває задача з удосконалення сумісної роботи портів та залізничних вузлів.

Підвищення конкурентоспроможності транспортної системи України та міжнародних транспортних коридорів, які проходять через її територію, в значній мірі залежить від чіткості взаємодії залізничного та морського транспорту на основі сучасних логістичних та інформаційних технологій. До числа задач, одночасне вирішення яких сприяє цій взаємодії, слід віднести:

- підведення вагонів до транспортного вузла відповідно до навантажувально-розвантажувальних спроможностей порту за усією номенклатурою вантажів;

- підведення суден до моменту накопичення судової партії для даного судна у порт;

- відповідність місткості складських приміщень порту обсягам вантажів, які потребують перевантаження.

Вирішення цих задач можливе за умови реалізації системного підходу, відповідно до якого усі учасники перевізного процесу (вантажовідправники, залізничні та морські перевізники, морські порти) функціонують комплексно, як єдина логістична система.

Однією з особливостей, яка безпосередньо пов'язана із часом перебування вагонів та вантажів на станціях і в портах, є узгодженість процесів переробки вагонів з підходом суден, на який нерідко впливають кліматичні умови. Тому виникає необхідність формалізації процесу створення виробничо-транспортного логістичного ланцюга (ВТЛЛ) “підприємство – залізничний транспорт – порт – судно”.

У системі з фіксованим інтервалом часу між надходженнями суден перевантаження здійснюється у визначені моменти часу з періодом $(t_{n+1} - t_n)$.

З використанням логістичних методів узгодженість ритмів роботи залізничного та морського транспорту можна зобразити у вигляді таких моделей:

- вивантаження вантажу з вагонів у місця тимчасового зберігання вантажу (сховища, причали та ін.) (рисунок 10.1,а);
- вивантаження відбувається за прямим варіантом “вагон – судно” (рисунок 10.1,б).

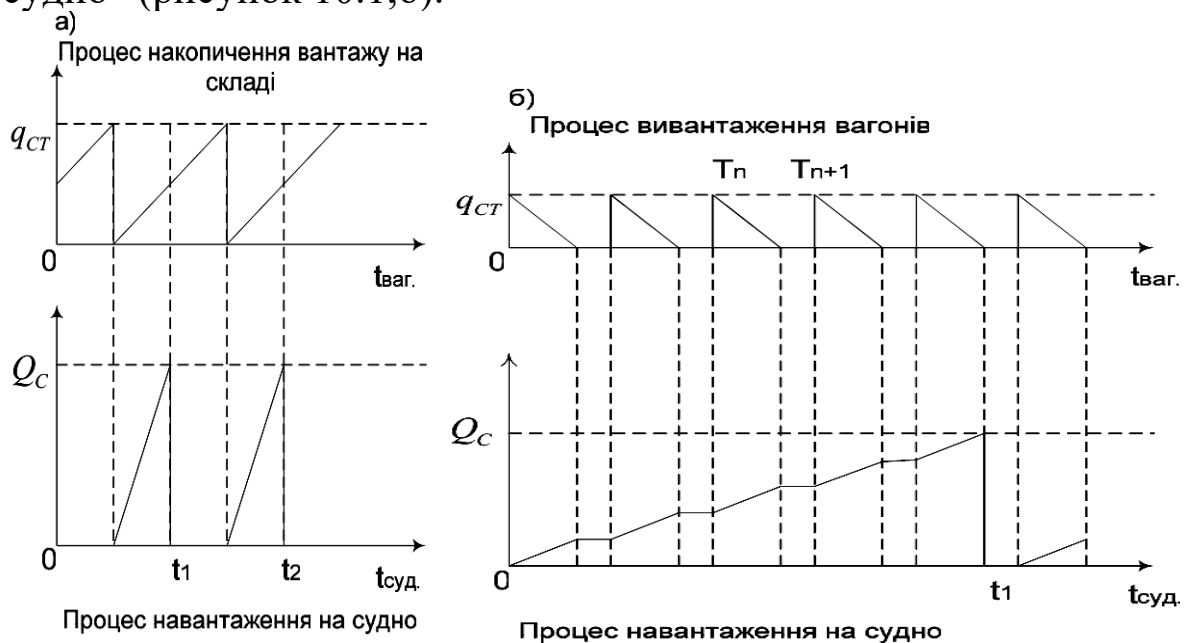


Рисунок 10.1 – Модель узгодженості залізничного та морського транспорту:

при безперервному завантаженні вантажів зі складів в судно(а): $q_{ст}$ – місткість вагонів або місткість вантажних ємностей, Q_c – ємність суден; за прямим варіантом «вагон-судно» (б): $(T_{n+1} - T_n)$ – час на підготування вагонів до перевантаження у судно

На доставку вантажів як з боку залізничного транспорту, так і з боку морського транспорту впливає багато випадкових суб'єктивних факторів: часових, погодних, техногенних та ін. Ідеальним варіантом є пряме перевантаження із судна у вагони і навпаки, ця операція найбільш економічна, але не завжди здійсненна, бо залежить від номенклатури вантажу і наявності відповідних технічних засобів (вагоноперекидачів).

Реальні умови підведення суден не завжди збігаються з даними попередньої інформації, тому виникає деяка неузгодженість між роботою залізничного та морського транспорту. В цих умовах зростає простій вагонів, а також збільшується термін зберігання вантажу. На рисунку 10.2,а наведено випадок, коли водотоннажність судна є меншою, ніж

місткість терміналу, тоді на терміналі створюються залишки – Q_T . На рисунку 10.2,б – прибуття судна пізніше визначеного часу, в цьому випадку термінал завантажений у період t_{np} .

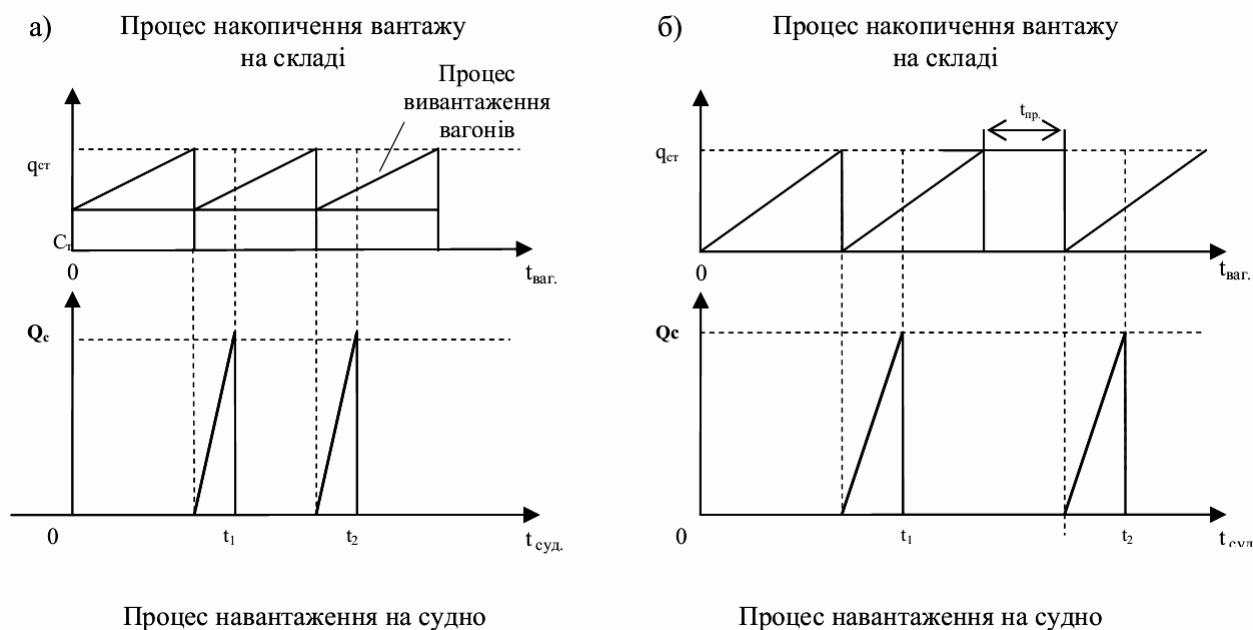


Рисунок 10.2 – Модель роботи залізничного та морського транспорту:
 при недостатній водотоннажності судна (а);
 при запізненні судна (б)

Все це знижує ефективність використання перевізних засобів, рівень безпосереднього перенавантаження вантажів із вагонів в судно і навпаки, погіршує процес їх завчасної підготовки та вимагає додаткових вантажно-розвантажувальних операцій.

Виходячи з попереднього аналізу, побудованого на логістичних методах, можна зробити висновок, що залежно від ситуації, яка складається у портах, робота виконується за однією зі схем, наведених вище. При цьому приведення інфраструктури залізнично-водного вузла у відповідність із зростанням вантажопотоків базується на узгодженні організації роботи залізничного та водного транспорту як однієї цілісної системи, спрямованої на поліпшення одного з основних показників роботи залізниці – скорочення часу простою вагонів та перебування вантажів у терміналі. Розроблені графічні моделі є основою для створення аналітичних моделей сумісної роботи залізничного та

водного транспорту, які можуть бути представлені у вигляді додаткового комплексу задач, що вирішуються в інформаційно-керуючій системі логістичного ланцюга.

В умовах, коли підприємство укладає довгострокові договори на поставку своєї продукції на експорт з використанням залізничного і водного видів транспорту, доцільно створювати ВТЛЛ «підприємство – залізничний транспорт – порт – судно».

Розробка ВТЛЛ передбачає виконання умов – «доставка вантажів точно в строк» і «при повному його збереженні». Крім того, цю доставку необхідно виконувати з мінімальними витратами трудових, матеріальних і фінансових ресурсів. Відповідно до цих вимог необхідно визначити технологічні і технічні параметри ВТЛЛ, зокрема: рівень запасів вантажів на складах, масу транспортної партії вантажу, потужності технічного оснащення вантажних фронтів, складів, ємність під'їзних колій, на яких перебувають вагони як «сховища на колесах» та ін.

Виходячи із цього модель ВТЛЛ має складатись із цільової функції, що виражає витрати, які припадають на одиницю вантажу упродовж всього логістичного ланцюга, і систему обмежень, яка включає виконання технічних, технологічних, логістичних і правових умов при перевезеннях. Тобто формально модель ВТЛЛ є моделлю математичного програмування.

Формування цільової функції графоаналітичної моделі ВТЛЛ при прямому варіанті вивантаження „вагон–судно” в графічному вигляді подано на рисунку 10.3.

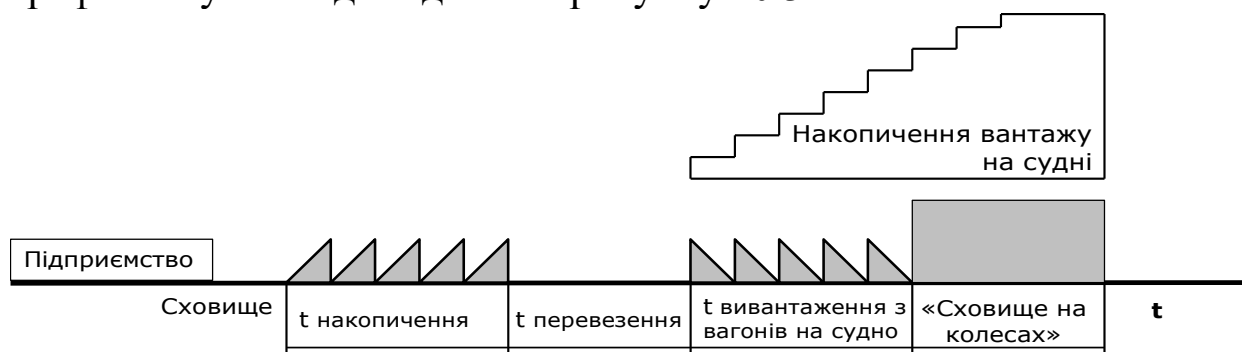


Рисунок 10.3 – Графічна модель ВТЛЛ «підприємство – залізничний транспорт – морський порт – судно»

Розглянуто варіанти, коли вантаж неперервно надходить у вагони в процесі видобутку або виготовлення на підприємстві. Припустимо, що виробництво, транспортування і вивантаження на судно відбувається синхронно, що відповідає функціонуванню логістичної системи “Канбан” і характеризується мінімальною потребою у запасі готової продукції (вантажі).

Тоді витрати на утримання вантажу у вагонах при накопиченні на маршрут складають

$$C_1 = C_x \cdot q / (2Q_{\Pi}), \quad (10.1)$$

де C_x – вартість схоронності одиниці вантажу у вагоні за добу;
 q – маса вантажу у маршруті;
 Q_{Π} – продуктивність підприємства.

Витрати вагоно-годин простою при навантаженні партії вантажу q дорівнюють

$$C_2 = q^2 \cdot C_B / (q_{ст} \cdot Q_{\Pi}), \quad (10.2)$$

де C_B – вартість вагоно-годин простою;
 $q_{ст}$ – середнє статистичне навантаження на вагон.

Витрати на початкові та інформаційні операції:

$$C_3 = f_n / q, \quad (10.3)$$

де f_n – витрати на початкові та інформаційні операції, на усю транспортну партію.

Витрати на переміщення вантажу:

$$C_4 = C_{\Pi} / q, \quad (10.4)$$

де C_{Π} – витрати на переміщення всієї партії вантажу, включаючи витрати на схоронність вантажу як у „сховищі на колесах” і збитки від його „омертвлення”.

Витрати на подавання-прибирання вагонів у порти:

$$C_5 = C_{лп} \cdot q \cdot t_{п} / (q_{ст} \cdot l_{ф}), \quad (10.5)$$

де $C_{лп}$ – вартість однієї локомотиво-години маневрової роботи;

$l_{ф}$ – довжина фронту вивантаження;

$t_{п}$ – час на подавання-прибирання однієї подачі.

Витрати на інформаційні та кінцеві операції:

$$C_6 = f_k / q, \quad (10.6)$$

де f_k – витрати на інформаційні та кінцеві операції, на усю партію вантажу.

Витрати вагоно-годин при вивантаженні технологічного маршруту в пункті призначення в порту:

$$C_7 = q^2 \cdot C_B / (Q_{ф} \cdot q_{ст}), \quad (10.7)$$

де $Q_{ф}$ – продуктивність вантажного фронту у порту.

Витрати на утримання вантажу у вагонах при вивантаженні у судно

$$C_8 = q \cdot C_x / (2Q_{ф}), \quad (10.8)$$

Витрати, що пов'язані із простоем судна у порту під навантаженням,

$$C_9 = C_c \cdot Q_c / Q_{ф}, \quad (10.9)$$

де C_c – вартість судно-години простою, яка залежить від класу і водомісткості судна;

Q_c – водотоннажність судна з урахуванням дедвейту.

Якщо час навантаження на судно партії вантажу q складає $T_n = q / Q_{ф}$ і дорівнює часу накопичення партії вантажу q у виробника $T_{п} = q / Q_{п}$, тобто якщо $T_n = T_{п}$, тоді $q / Q_{ф} = q / Q_{п}$.

У випадку, коли $T_n > T_{II}$, судно може додатково простоювати протягом часу $\Delta T = (T_{II} - T_n) \cdot Q_c / q$, якщо не створити у припортовому вузлі резерв вантажу у вагонах як у “сховищі на колесах” і якщо вантаж надходить з одного підприємства-виробника.

Для безперебійної роботи фронту навантаження величина такого резерву у вагонах має складати

$$Q_{рез.у.ваг} = \frac{q}{q_{ст}} \cdot \left(\frac{1}{Q_{II}} - \frac{1}{Q_{Ф}} \right) \cdot Q_{Ф} \cdot \frac{Q_c}{q} = \frac{Q_{Ф} \cdot Q_c}{q_{ст}} \cdot \left(\frac{1}{Q_{II}} - \frac{1}{Q_{Ф}} \right). \quad (10.10)$$

Витрати, що пов’язані з простоєм резерву у “сховищі на колесах”, які припадають на одиницю вантажу,

$$C_{10} = \frac{Q_{рез.у.ваг}}{q} = \frac{C_B \cdot Q_{Ф} \cdot Q_c}{q_{ст} \cdot q} \cdot \left(\frac{1}{Q_{II}} - \frac{1}{Q_{Ф}} \right). \quad (10.11)$$

Вартість “омертвлення” партії вантажу при створенні резерву, що припадають на одиницю вантажу,

$$C_{11} = C_{рез} \cdot Q_{Ф} \cdot Q_c \cdot \left(\frac{1}{Q_{II}} - \frac{1}{Q_{Ф}} \right) / q, \quad (10.12)$$

де $C_{рез}$ – вартість “омертвлення” одиниці вантажу.

Витрати на схоронність вантажу у судні під час його навантаження у порту при наявності резерву:

$$C_{12} = C_{BC} \cdot Q_c / (2 \cdot q \cdot Q_{Ф}), \quad (10.13)$$

де C_{BC} – вартість “омертвлення” одиниці вантажу, включаючи вартість схоронності одиниці вантажу на судні.

Таким чином, цільова функція моделі ВТЛЛ має вигляд:

$$C = \sum_{i=1}^{12} C_i. \quad (10.14)$$

Система обмежень, що забезпечує виконання технічних, технологічних, логістичних і правових умов, має такий вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l} q_{\min} \leq q \leq q_{\max} - ** \\ \frac{Q_{\phi}}{q_{\text{CT}}} + t_{\text{направлення}} + \frac{Q_{\Pi}}{q} = T_{\text{доставки}} - *** \\ \frac{Q_{\phi}}{q_{\text{CT}}} \cdot C_{\text{CT}} \cdot \left(\frac{1}{Q_{\Pi}} - \frac{1}{Q_{\phi}} \right) - **** \\ \frac{Q_{\phi}}{q} \leq T_{\text{зупин}} - ***** \end{array} \right. \quad (10.15)$$

де * – партія вантажу, що не повинна перевищувати максимально допустиму вагову норму щодо вантажних поїздів на даному напрямку;

q_{\max}, q_{\min} – відповідно максимальна і мінімальна вагова норма;

** – виконання логістичного принципу «доставка точно в строк», включаючи час простою судна у порту;

*** – кількість вагонів у резерві, що не повинна перевищувати місткість припортової станції;

**** – термін простою судна, що не повинен перевищувати норми простою у порту.

В остаточному вигляді модель функціонування ВТЛЛ має такий вигляд:

$$\begin{aligned} C(q) = \sum_{i=1}^{12} C_i = & \frac{C_x \cdot q}{2Q_{\Pi}} + \frac{C_B q^2}{q_{\text{CT}} Q_{\Pi}} + \frac{f_{\text{н}}}{q} + C_{\Pi}/q + \frac{C_{\text{ЛГ}} q t_{\Pi}}{q_{\text{CT}} l_{\phi}} + \frac{f_k}{q} + \\ & + \frac{C_B \cdot q^2}{q_{\text{CT}} \cdot Q_{\phi}} + \frac{C_x \cdot q}{2Q_{\phi}} + \frac{C_C \cdot Q_C}{Q_{\phi}} + \frac{C_B \cdot Q_C \cdot Q_{\phi}}{q_{\text{CT}} \cdot q} \left(\frac{1}{Q_{\Pi}} - \frac{1}{Q_{\phi}} \right) + \\ & + \frac{C_{\text{рез}} \cdot Q_C \cdot Q_{\phi}}{q} \left(\frac{1}{Q_{\Pi}} - \frac{1}{Q_{\phi}} \right) + \frac{C_{\text{BC}} Q_C}{2q Q_{\phi}} \Rightarrow \min . \end{aligned} \quad (10.16)$$

Спростимо вираз для цільової функції:

$$\begin{aligned} C(q) = & q^2 \left(\frac{C_B}{2Q_{\Pi}} + \frac{C_B}{q_{\text{CT}} Q_{\phi}} \right) + q \left(\frac{C_x}{2Q_{\Pi}} + \frac{C_{\text{ЛГ}} \cdot t_{\Pi}}{q_{\text{CT}} l_{\phi}} + \frac{C_x}{2Q_{\phi}} \right) + \\ & + \frac{1}{q} \left[f_{\text{н}} + f_k + C_{\Pi} + \frac{C_B Q_C Q_{\phi}}{q_{\text{CT}}} \left(\frac{1}{Q_{\Pi}} - \frac{1}{Q_{\phi}} \right) + C_{\text{рез}} Q_C Q_{\phi} \left(\frac{1}{Q_{\Pi}} - \frac{1}{Q_{\phi}} \right) \right] + \\ & + \frac{C_C Q_C}{Q_{\phi}} + \frac{C_{\text{BC}} Q_C}{2q Q_{\phi}} . \end{aligned} \quad (10.17)$$

Введемо позначення:

$$A = \frac{C_B}{2Q_{II}} + \frac{C_B}{q_{CT} Q_{\phi}}; \quad (10.18)$$

$$B = \left(\frac{C_X}{2Q_{II}} + \frac{C_{ЛГ} \cdot t_{II}}{q_{CT} l_{\phi}} + \frac{C_X}{2Q_{\phi}} \right); \quad (10.19)$$

$$C = f_n + f_k + C_{II} + \frac{C_B Q_c Q_{\phi}}{q_{CT}} \left(\frac{1}{Q_{II}} - \frac{1}{Q_{\phi}} \right) + C_{рез} Q_c Q_{\phi} \left(\frac{1}{Q_{II}} - \frac{1}{Q_{\phi}} \right) + C_n; \quad (10.20)$$

$$D = \frac{C_C Q_C}{Q_{\phi}} + \frac{C_{BC} Q_C}{2Q_{\phi}}. \quad (10.21)$$

Таким чином, отримано:

$$C(q) = Aq^2 + Bq + Cq^{-1} + D. \quad (10.22)$$

Сформована модель ВТЛЛ являє собою модель нелінійного програмування на опуклій множині обмежень і може бути вирішена чисельними методами на ПЕОМ для визначення оптимальної партії відправлення вантажу q_{opt} (рисунок 10.4).

На підставі досліджень потоку суден, які надходять до великого морського порту було виявлено, що інтервали між їх надходженнями є випадковими величинами, що підпорядковуються закону розподілу $f(t) = 0.88e^{-0.88t}$ (рисунок 10.5, а). Водомісткість суден, що надходять на адресу порту під усі види вантажів, також є випадковою величиною, що підпорядковується закону $f(Q_c) = 5 \cdot 10^{-3} e^{-5 \cdot 10^{-3} Q_c}$ (рисунок 10.5, б), відповідно час простою суден під навантаженням розподіляється за законом $f(t_{np}) = 9.86t_{np} e^{-3.14t_{np}}$ (рисунок 10.6).

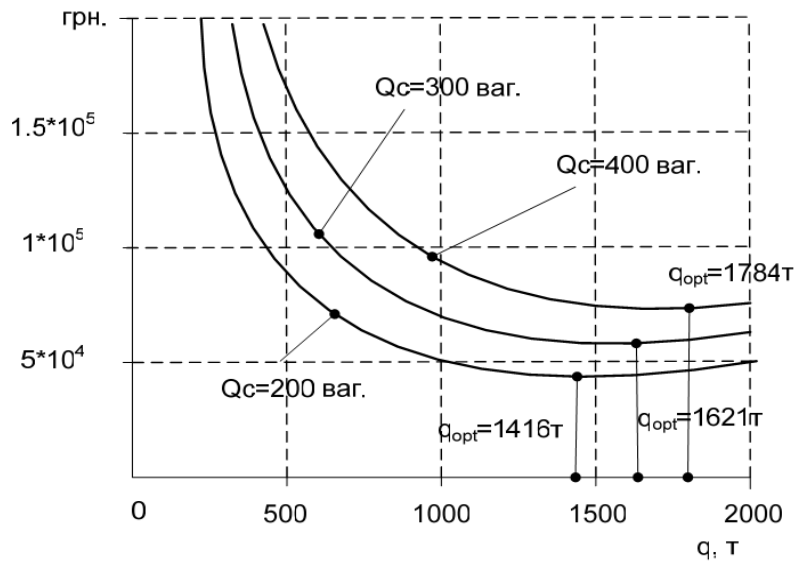


Рисунок 10.4 – Розрахунок оптимальної маси вантажу у маршруті q_{opt} залежно від водотоннажності судна з урахуванням дедвейту

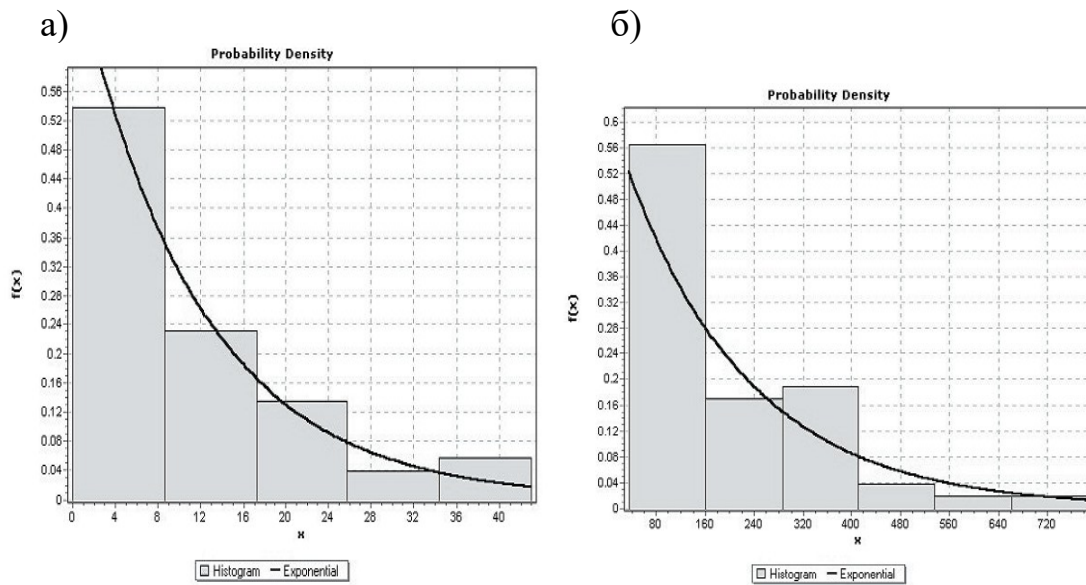


Рисунок 10.5 – Закон розподілу: інтервалів між надходженням суден (а); водомісткості суден (б)

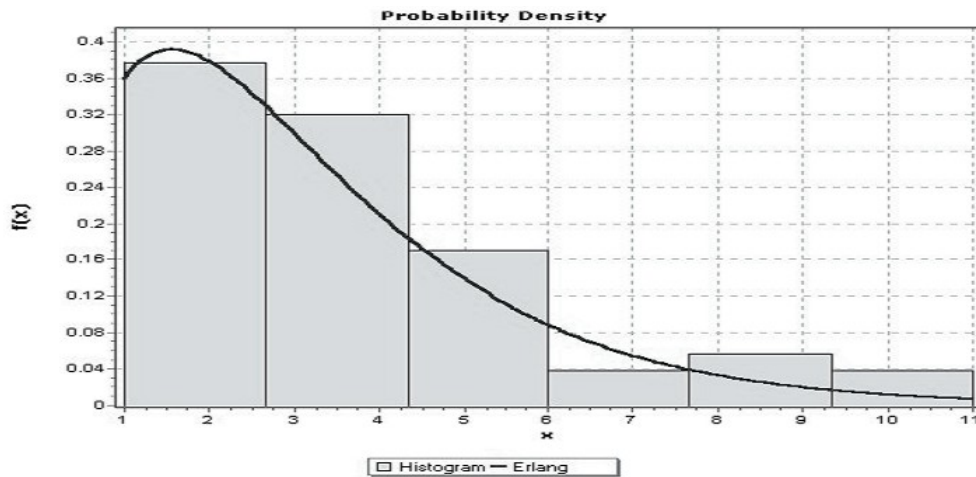


Рисунок 10.6 – Закон розподілу часу простою суден під навантаженням

У цих умовах виникають два випадки функціонування ВТЛЛ.

Судна різної місткості надходять у порт нерівномірно з інтервалом часу t , \bar{t} – середній інтервал між надходженням суден. Якщо $t < \bar{t}$, виникає випадок, коли у порту недостатньо вантажу для безперервного навантаження і потрібен резерв вантажу у “сховищі на колесах”. Функціонування ВТЛЛ у цьому випадку описується моделлю нелінійного програмування, що сформовано вище. Аналіз структури отриманої цільової функції доводить, що величина резерву вагонів як “сховища на колесах” у припортових станціях не залежить від величин партії вантажу q , а визначається співвідношенням потужності підприємства-виробника Q_n , вантажного фронту портової станції Q_ϕ і водотоннажністю судна Q_c .

Враховуючи, що прогноз про підхід суден до порту надходить не пізніше двох діб, є можливість розрахувати і створити відповідний резерв у вагонах як “сховища на колесах” і запустити у дію відповідний логістичний ланцюг у середовищі інформаційно-керуючої мережі “підприємство – виробник – вантажна станція – припортовий вузол – припортова станція – порт”.

Під конкретний рід вантажу вантажоотримувач, як правило, фрахтує судна одного типу або близьких за водотоннажністю, тому що він також зацікавлений у більш рівномірному надходженні вантажу до його складів і далі на виробництво. Наслідком цього є мінімізація величини його запасів. Це означає, що величина резерву в припортовій станції не буде коливатися в значних межах. При значному відхиленні водотоннажності судна

від середнього підприємству-виробнику доцільно переорієнтувати свої виробничі потужності на виготовлення товару (вантажу) в адресу порту і скористатися логістичним ланцюгом. Ці заходи підприємства-виробника сприятимуть зменшенню часу накопичення на партію вантажу в адресу порту і тим самим позитивно вплинуть на зменшення величини резерву у вагонах як “сховищах на колесах” у портовій станції.

Якщо за погодними чи іншими умовами час між надходженням суден до порту $t > \bar{t}$, то при відсутності гнучкого логістичного ланцюга буде спостерігатися збільшення кількості часу простою вагонів у припортовому вузлі і, як наслідок, буде ефект “кинутих поїздів”.

В цьому випадку через інформаційно-керуючу мережу має надійти повідомлення в адресу підприємства-виробника про тимчасову переорієнтацію виробника на інших клієнтів або про доцільність накопичення вантажу на своїх особистих складах без використання вагонів залізниць.

На рисунку 10.7 показано структурно-функціональну схему інформаційно-керуючої системи ВТЛЛ з вказівкою місця відповідних АРМ.

При цьому у вигляді документів процес зовнішньоторговельного вантажоперевезення супроводжують такі потоки:

- вантажо- і товаросупроводжувальних документів;
- митних документів і інших дозволів, різного роду рознарядок і вказівок;
- технологічні повідомлення про експлуатаційні події, які пов’язані з рухом транспортних коштів у штатних і позаштатних ситуаціях;
- спеціальні повідомлення для вантажовласників (характеристики, місце розташування, стан вантажу).

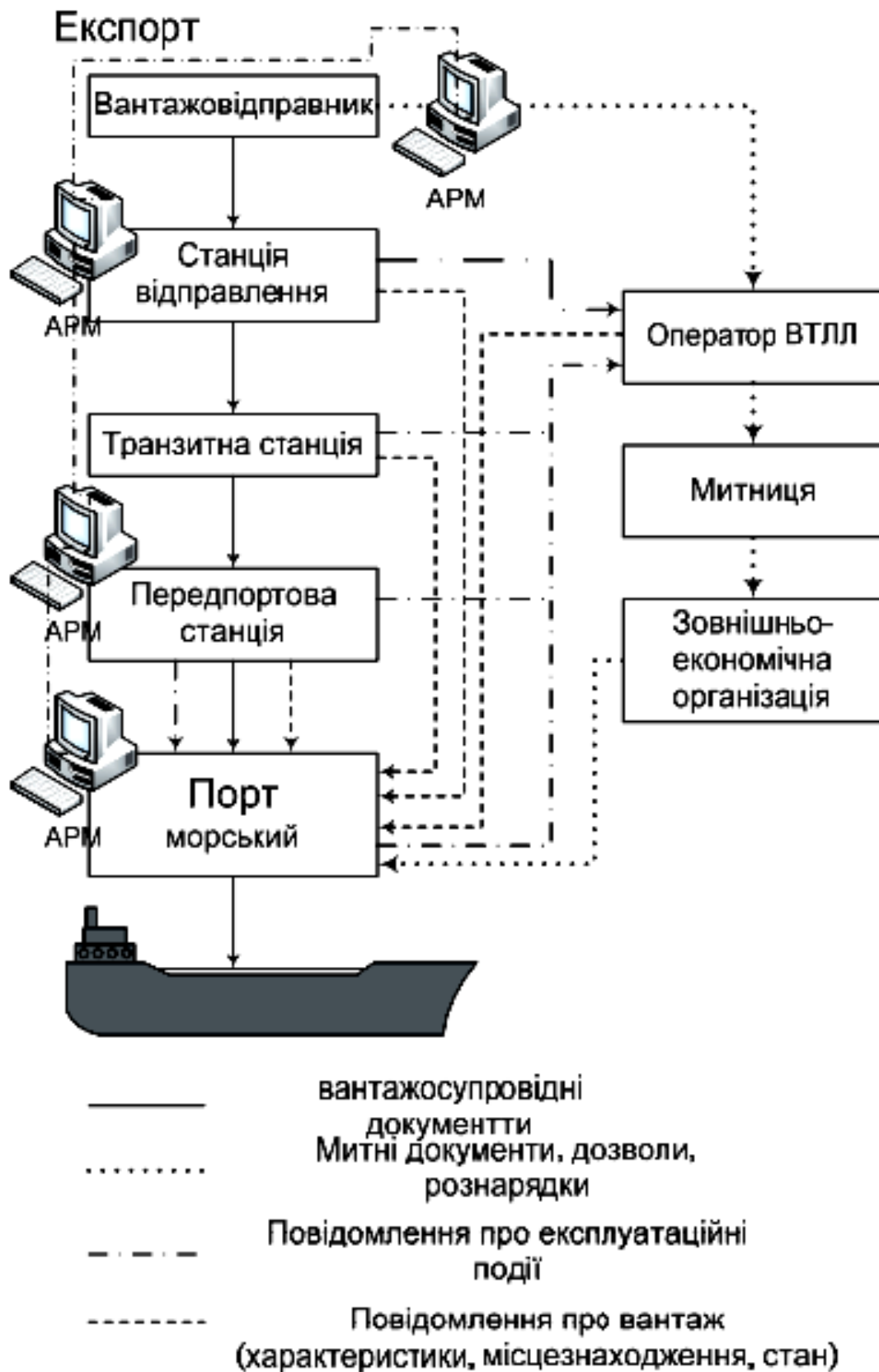


Рисунок 10.7 – Структурно-функціональна схема інформаційно-керуючої системи ВТЛЛ

ПРИКЛАДИ КОНТРОЛЬНИХ ТЕСТОВИХ ПИТАНЬ З ДИСЦИПЛІНИ

1 СППР не претендує:

- а) на автоматизацію інтелектуальної діяльності людини;
- б) постановку задачі або проблеми;
- в) використання бази знань;
- г) на моделі з властивістю до самонавчання.

2 Слабоструктуровані проблеми містять:

- а) тільки числові оцінки;
- б) кількісні оцінки та невизначені елементи;
- в) тільки опис ознак;
- г) структуру системи.

3 Неструктуровані проблеми містять:

- а) тільки числові оцінки;
- б) кількісні оцінки та невизначені елементи;
- в) тільки опис ознак;
- г) структуру системи.

4 Нечітка множина—це:

- а) універсальна множина;
- б) набір пар $(x, \mu^A(x))$, де $\mu^A(x)$ – функція приналежності;
- в) набір пар $(x, P(x))$, де $P(x)$ – імовірність;
- г) набір пар (x_1, x_2) , де $x_1 x_2 \in X$.

5 Поняття «рішення» визначає:

- а) вибір припущень;
- б) немає правильної відповіді;
- в) інтуїтивний вибір;
- г) вибір альтернативи.

6 Функція приналежності приймає значення в інтервалі:

- а) $[0;2]$;
- б) $[1;2]$;
- в) $[0;3]$;
- г) $[0;1]$.

7 Головна ідея логістики:

- а) організація збуту продукції;
- б) організація постачання продукції;
- в) контроль за просуванням вантажів;
- г) організація єдиного потокового процесу переміщення матеріалів та інформації від виробника до споживача.

8 Що є ознакою логістичної системи управління:

- а) забезпечення надійності;
- б) забезпечення гнучкості;
- в) забезпечення стійкості;
- г) забезпечення керованості.

9 Що є предметом дослідження логістики:

- а) процеси збуту продукції;
- б) процеси виробництва продукції;
- в) матеріальні та відповідні їм інформаційні потоки;
- г) форми транспортно-логістичного обслуговування.

10 Які операції з матеріальним потоком не є логістичними:

- а) транспортування;
- б) навантаження;
- в) митні операції;
- г) розвантаження.

11 Концепція логістичних витрат забезпечує мінімум витрат:

- а) у виробника;
- б) у споживача;
- в) у всьому логістичному ланцюзі сумарно;
- г) у перевізника.

12 В основу формування логістичних систем покладено:

- а) системний підхід;
- б) дослідження структури;
- в) дослідження матеріальних потоків;
- г) дослідження інформаційних потоків.

13 Модель логістичної системи формалізує:

- а) слабоструктуровані задачі;
- б) структуровані задачі;
- в) неструктуровані проблеми;
- г) імовірнісні задачі.

14 Критерій оптимізації логістичного ланцюга доцільно представляти:

- а) у мультиплікативній формі;
- б) в адитивній формі;
- в) як максимінний показник;
- г) як критерій Байєса – Лапласа.

15 В СППР на АРМ логіста визначається:

- а) станція відправлення партії вантажу;
- б) станція призначення партії вантажу;
- в) оптимальна величина транспортної партії постачання;
- г) вид транспорту для перевезення.

16 СППР на АРМ логіста в процесах навантаження на судна враховує формування:

- а) резерву локомотивів;
- б) резерву порожніх вагонів;
- в) резерву навантажених вагонів;
- г) резерву потужностей виробника.

17 Які потоки не надходять до АРМ логіста:

- а) інформаційні потоки митних дозволів;
- б) інформаційні потоки щодо експлуатаційних подій з вагонами;
- в) інформаційні потоки щодо місця знаходження вантажу;
- г) потоки вантажосупровідних документів.

18 При яких умовах сумісної роботи портів та залізничних вузлів цільова функція моделі СППР на АРМ логіста має мінімальне значення:

- а) при запізненні судна;
- б) при недостатній водотоннажності судна;
- в) при реалізації умов системи „Канбан”;
- г) при неперервній роботі вантажного фронту.

19 СППР на АРМ логіста в процесах вивантаження судна враховує формування:

- а) резерву локомотивів;
- б) резерву порожніх вагонів;
- в) резерву навантажених вагонів;
- г) резерву потужностей виробника.

20 Оператор ВТЛЛ при взаємодії залізничного та водного транспорту має доступ:

- а) в локальну мережу підприємства;
- б) локальну мережу митниці;
- в) локальну мережу залізничної станції;
- г) АСК ПП УЗ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Борисов, А.Н. Диалоговые системы принятий решений на базе мини-ЭВМ: информационное, математическое, программное обеспечение [Текст] / А.Н. Борисов, Э.Р. Вилюмс, Л.Я. Сукур. – Рига: Зинатие, 1986. –195 с.

2 Деннинг, В. Диалоговые системы «человек-ЭВМ». Адаптация к требованиям пользователя [Текст] / В. Деннинг, Г. Эссиг, С. Маес; пер. с англ. – М.: Мир,1984. –112 с.

3 Интеллектуальные системы поддержки принятия решений: теория, синтез, эффективность [Текст] / В.А. Тарасов, Б.М. Герасимов, И.А. Левин, В.А. Корнейчук; под ред. В.А. Тарасова. – К.: МАКНС, 2007. – 336 с.

4 Ларичев, О.И. Проблемы взаимодействия человек – ЭВМ в системах поддержки принятия решений [Текст] / О.И. Ларичев // Процедуры оценивания многокритериальных объектов. – М.: ВНИИСИ, 1984. –С. 20–28.

5 Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление [Текст]: пер. с англ./А. Пегат.– М.: БИНОМ Лаборатория знаний, 2009. – 798 с.

6 Системы автоматизации и информационные технологии управления перевозками на железных дорогах [Текст]: учебн. для вузов ж.-д. трансп. / В.А. Гапанович, А.А. Грачев [и др.]; под ред. В.И. Ковалева, А.Т. Осьминина, Г.М. Грошева. – М.: Маршрут, 2006. – 544 с.

7 Ульяницкий, Е.М. Информационные системы взаимодействия видов транспорта [Текст]: учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / Е.М. Ульяницкий, А.И. Филоненков, Д.А. Ломаш – М.: Маршрут, 2005. – 264 с.

8 Управление и информационные технологии на железнодорожном транспорте [Текст]: учебн. для вузов ж.-д. трансп. / Л.П. Тулупов, Э.К. Лецкий, И.Н. Шапкин, А.И. Самохвалов; под ред. Л.П. Тулупова. – М.: Маршрут, 2005. – 467 с.

