

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Донецький національний технічний університет

**В.О.Будішевський, В.О.Гутаревич, В.О.Кислун,
В.Є.Ніколайчук, А.О.Суліма**

ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЛОГІСТИКА ЕНЕРГОЄМНИХ ВИРОБНИЦТВ

Під редакцією А.О.Суліми, В.О.Будішевського

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний
посібник для студентів вищих навчальних закладів
(Гриф №14/18.2-522 від 12.03.02р.)*

Донецьк-2003

УДК 65.012.34
T65

Т 65 Транспортно-технологічна логістика енергоємних виробництв.
Під ред. В.О.Будішевського, А.О.Суліми, – Донецьк: РВА
ДонНТУ, 2003. – 302 с.

ISBN 966-7559-67-X

Розглянуті сучасні проблеми транспорту, транспортно-експедиційного забезпечення, розподілу товарів, управління запасами, дослідження і проектування логістичних систем.

Навчальний посібник призначений для студентів, які навчаються за напрямками: «Електромеханіка», «Інженерна механіка» «Гірництво», і «Менеджмент», а також для інженерно-технічних працівників, які займаються проектуванням і експлуатацією транспортно-складських логістичних систем.

Рис.46. Табл. 36. Бібліогр.: 66 назв.

Рецензенти: В.В.Суглобов, докт.техн.наук, проф., завідувач кафедри ПТМ і деталей машин Приазовського державного технічного університету, дійсний член Підйомно-транспортної академії наук України;

В.Г.Крупко, канд.техн.наук, доц., завідувач кафедри ПТМ Донбаської державної машинобудівної академії, дійсний член Підйомно-транспортної академії наук України

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів (Гриф №14/18.2-522 від 12.03.02р.)

ISBN 966-7559-67-X

© Донецький національний технічний університет, 2003

«Чистий аналіз дає у наше розпорядження багато прийомів, гарантуючи нам непогрішність; він відкриває нам тисячу різних шляхів, яким ми можемо сміливо довірятись; ми впевнені, що не зустрінемо там перешкод; але який із усіх цих шляхів найшвидше приведе нас до мети? Хто скаже нам, який варто вибрати? Нам потрібна здібність, яка дозволяла б бачити мету вдалині, і ця здібність є інтуїція. Вона необхідна для дослідника у виборі шляху. Вона не менш необхідна і для того, хто йде по його слідах і хоче знати, чому він обрав його».

Анрі Пуанкаре¹

ПЕРЕДМОВА

Перехід до вільних ринкових відносин дав початок багатьом глибинним змінам у житті суспільства. У складних умовах стало недостатнім вирішення проблем забезпечення економічного виробництва того чи іншого товару. Споживача на ринку товарів вже практично не хвилює їх собівартість, а цікавить асортимент, якість і ціна.

¹ Анрі Пуанкаре (1834-1912) - французький гірничий інженер, вчений, небесний механік, фізик-теоретик, філософ і методолог науки

Таким чином, виробник, у недалекому минулому замкнений лише на вирішенні питань виробництва, у сучасних умовах змушений комплексно, у суворо обов'язковому зв'язку вирішувати проблеми раціонального функціонування як систем постачання і виробництва, так і забезпечення руху товарів до споживача: систем збуту, складування, розподілу і доставки.

Наявність можливості комплексного управління рухом матеріалів, напівфабрикатів, готової продукції разом із супроводжуваними їх інформаційними потоками на підприємстві і на шляху до споживача, який забезпечує найбільш повне використання виробничих потужностей при мінімумі обігу коштів та авансового капіталу, дає логістичний підхід до практики підприємницької діяльності.

На думку багатьох учених із світовим іменем логістика відноситься до числа найбільш значущих наук XXI століття. Сьогодні фахівці, які володіють знаннями логістики, затребувані у всіх галузях виробництва і послуг.

На цей час логістика широко застосовується для вирішення практичних завдань державної діяльності у багатьох країнах із ринковою економікою. Універсальною методологією логістики є загальносистемна оптимізація наскрізних потокових процесів. При цьому критеріями оптимізації є необхідна кількість і номенклатура переміщуваного вантажопотоку, точність і мінімум часу доставки в потрібне місце, мінімум витрат на переміщення.

Основні принципові положення концепції полягають у тому, що об'єктами досліджень і перетворень у логістиці є нові матеріальні, енергетичні, фінансові і інформаційні процеси, що відповідають їм у галузі виробництва і обігу. Метою досліджень і перетворень є оптимізація потоків шляхом пошуку мобілізації наявних резервів із позиції системи. Базовим інструментом логістичної оптимізації служить теоретичний апарат ряду фундаментальних і спеціальних наук. Аналізом і синтезом розглянутих процесів, їх наступною оптимізацією повинні займатися фахівці-логісти, які володіють різносторонніми знаннями, широким кругозором і інтуїцією на відміну від фахівців вузького профілю, здатних оптимізувати лише окремі ланки потокових процесів.

У рамках універсальної концепції логістики, оптимізація не припускає досягнення екстремуму, а створює активний рух назустріч до нього. Інакше кажучи, у логістиці мова завжди йде про пошук і вибір вирішення кращого порівняно з тим, що вже є. Саме такий розгляд потокових процесів у економіці, ув'язаний із методологією їх вивчення, способами оптимізації й оцінки прийнятих рішень, повинен послужити універсальному тлумаченню понять “логістика” і “логістична діяльність”.

З наведеного вище випливає, що основою логістичної діяльності повинна бути методологія, властива аналізу і синтезу потокових процесів, що оптимізуються, а також оцінка прийнятих рішень.

Логістичний аналіз і синтез як метод пошуку резервів базується на прояві ініціативи і упередженості. Аналізу і синтезу повинні піддаватися у комплексі всі утворюючі логістичну систему взаємозалежні потокові процеси: матеріальні, енергетичні, інформаційні, транспортні, складські, фінансові та інші. Причому в їх єдності і взаємозалежності. Розподіл логістики на так звану заготівельну, транспортну, промислову, розподільну був би не коректним. Термін “транспортно-технологічна логістика”, винесений у назву навчально-практичного видання авторським колективом, включив усі ці поняття. Цей термін перенесений із назви спеціальних лекційних курсів, які автори читають у Донецькому національному технічному університеті для студентів електромеханічного, гірничого і економіко-управлінського напрямків. При цьому автори поставили мету розглянути особливості логістичної діяльності в умовах енергоємних виробництв гірничодобувної, металургійної, машинобудівної та інших галузей важкої промисловості і транспорту, створити основу методологічної бази для підготовки фахівців із логістичним нахилом.

Автори висловлюють особливу подяку Т.І.Овчаренко за коректування тексту цього посібника.

Зауваження і пропозиції з цього навчально-практичного видання просимо направляти на кафедру гірничозаводського транспорту і логістики ім. проф. І.Г.Штокмана Донецького національного технічного університету за адресою : Україна, 83000, м. Донецьк, вул. Артема, 58.

Глава 1. ПОНЯТІЙНИЙ АПАРАТ ЛОГІСТИКИ

1.1. Історія терміну

Місцем народження терміна є Стародавня Греція. У греків цей термін споконвічно означав мистецтво міркування: мислення, розрахунок, доцільність. Згодом термін одержав прикладне значення стосовно до державного управління. Так, за свідченнями Архімеда (IV ст. до н.е.), у той час у Стародавній Греції в органах державної влади функціонувало 10 логістів – вищих державних чиновників, які контролювали господарську, торгову і фінансову діяльність.

У древніх греків термін “логістика” був запозичений Стародавнім Римом, але мав уже інший зміст – “правила розподілу продуктів харчування”. Люди, які виконували ці функції в древніх поселеннях Римської імперії, називалися логістами.

У Візантії смислове навантаження терміну було змінене. Логістика існувала як складова частина військової науки. “Справою логістики є підтримка армії, відповідним чином озброювати й організовувати, постачати озброєнням, вчасно турбуватися про її потреби, кожен похід відповідним чином готувати. Це означає розраховувати час і простір, територію в зв'язку з переміщеннями армій, як правильно оцінити силу супротивника, і ці функції відповідно руху і поділу власних збройних сил”, - писав у своєму підручнику Цесар Леонас VI (866 – 912 р.р.). В армії Візантійської імперії існувала спеціальна посада – “логістас”. У коло обов'язків цих військовослужбовців входила підготовка військових походів, організація військових стоянок, забезпечення армії усіма видами постачання.

Першим автором предметних трудів із логістики прийнято вважати французького військового теоретика Антуана Анрі Джоміні (1779 – 1869 р.р.). Він є автором фундаментальної праці з історії

революційних воєн у 15 томах. А.А.Джоміні відводив логістиці широке коло питань, що включають планування, управління, матеріальне, технічне і продовольче забезпечення, визначення місця дислокації військ, а також будівництво шляхів, мостів, укріплень і т.д.

У найбільш широких масштабах принципи і підходи логістики у військовій справі одержали реальне втілення в роки другої світової війни в сфері організації матеріально-технічного забезпечення американської армії і військ союзників, дислокованих у Європі. Винятково завдяки погодженій взаємодії військово-промислового комплексу, транспортної системи і баз постачання вдалося організувати стабільне забезпечення союзних військ продовольством, зброєю, боєприпасами, військовою технікою. Велике значення у вирішенні цього складного завдання мало масове застосування прогресивної транспортної техніки і технології. Так, наприклад, у той час уперше були використані контейнерні перевезення, які істотно спростили процеси будь-якого забезпечення військ.

На цей час логістика інтенсивно розвивається в невійськовій галузі і розглядається фахівцями як сфера діяльності, що базується на глибокій інтеграції попиту, виробництва, обігу, транспорту й інформації. У сучасній економіці логістика набула статусу концептуальної стратегії її функціонування і розвитку.

На Заході логістична концепція в сучасному розумінні виникла наприкінці 50-х років ХХ сторіччя і спочатку була пов'язана з оптимізацією технологічного циклу виробництва продукції, зокрема скороченням ведучого виробничого часу і мінімізацією рівнів виробничих запасів. У цей період логістика базувалася на таких комплексних поняттях у сфері обігу, як матеріальний менеджмент і фізичний розподіл. До цього ж періоду відноситься поява перших логістичних товариств і асоціацій:

- Британського товариства контролю виробництва і запасів та Інституту логістики і менеджменту розподілу (Великобританія);
- Німецького товариства логістики й Асоціації логістики;
- Асоціації логістики в Іспанії, Італії, Франції й ін.

На цей час ці й інші центри логістики об'єднані в Європейську логістичну асоціацію (ЄЛА), що координує дослідження і розробки у галузі логістики.

У США виник ряд організацій і товариств логістики: Американське товариство проблем управління виробництвом і запасами, Національна рада з менеджменту фізичного розподілу, пізніше перетворена у Раду логістичного менеджменту (РЛМ).

РЛМ у той час визначала логістику таким чином: «Логістика – широкий діапазон діяльності, пов'язаний із ефективним рухом кінцевих продуктів від кінця виробничої лінії до покупця, у деяких випадках включає рух сировини від джерела постачання до початку виробничої лінії. Ця діяльність включає транспортування, складування, обробку матеріалів, захисне упакування, контроль запасів, вибір місця перебування виробництва і складів, замовлення на виробництво продукції, прогнозування попиту, маркетинг і обслуговування споживачів».

У 60-х роках основними тенденціями на ринку стали посилення уваги до покупців (зокрема, збільшення частки сервісних послуг) і поява великої кількості різноманітних товарів, що задовольняють однакові потреби конкурентних товарів. Це поставило перед логістикою нові проблеми, зокрема координацію попиту та пропозиції. На початку 60-х років була сформульована концепція так званої «бізнес-логістики» як інтегрального інструменту менеджменту. Основний зміст концепції виглядав так:

«Логістика – це менеджмент усіх видів діяльності, що сприяють руху і координації попиту та пропозиції на товари у визначеному місці й у заданий час».

Суттєвою рисою 70-х років став перехід від швидкого зростання засобів виробництва до відносної стабілізації цього процесу. У той же час у більшості компаній зростання логістичних витрат стало випереджати вклад інвестицій в основні кошти. Головним завданням більшості фірм стало зниження собівартості виробництва продукції, зокрема за рахунок раціонального використання сировини, матеріалів, напівфабрикатів, що комплектують вироби. Свій внесок зробила у цей процес і енергетична криза, що вибухнула. Ресурсний фактор – зниження енергоємності і матеріалоемності продукції – став одним із найбільш важливих у конкурентній боротьбі. Акцент у логістиці перемістився на виробництво, чому певною мірою сприяла поява комп'ютерних систем контролю й управління виробництвом. Широке поширення на Заході одержала внутрішньовиробнича мікрологістична система MRP (Material Requirements Planning) – система планування потреби в матеріалах. Концепція логістики багато в чому ототожнювалася з матеріальним менеджментом, що був визначений як «погляд і принципи, за допомогою яких здійснюється планування, організація і контроль матеріального потоку від сировини до кінцевого споживача».

У цей же період логістика з концепції перетворилася в практичний інструмент бізнесу як у виробництві, так і обігу, чому сприяли такі синтезовані системи, які вже згадувалися – MRP, а також DRP (Distribution Requirements Planning) – система управління розподілом продукції. До числа найважливіших функцій DRP, а потім її розширених модифікацій стали відноситись контроль за станом запасів, включаючи розрахунок точки замовлення, організацію перевезень, розподіл, формування зв'язків виробництва, постачання і збуту з використанням комплексу MRP.

У ті роки бурхливими темпами розвивається економіка Японії, що стала тіснити своїх американських і європейських конкурентів. Це відбувалося завдяки високій якості при низькій собівартості японських товарів, що забезпечувалося, зокрема, розробленими і застосованими вперше у світі логістичними системами організації поточкових процесів у сфері матеріального виробництва “just in time” (точно в термін) і КАНБАН. Наприкінці 70-х років фірма Toyota сформувала нову філософію управління якістю продукції – систему TQM (Total Quality Management). На цей час така система застосовується на більшості великих фірм розвинутих капіталістичних країн і є одним із фундаментів розвитку нового інтегрального підходу в логістиці.

До кінця 70-х років на Заході практично завершилася так звана «тарно-пакувальна» революція, що докорінно змінила складський процес, його операційний склад, організацію, технічне і технологічне забезпечення. Великий розвиток одержало виробництво тарно-складського устаткування, нових видів тари й упакування, сучасних автоматизованих складських комплексів, активно почали впроваджуватися контейнеризація вантажоперевезень. Значний економічний ефект дало застосування в дистрибутивних логістичних системах стандартизації тари й упакування.

У 80-і роки відбулася революція в інформаційних технологіях, яка найбільш безпосередньо торкнулась і логістики. Комп'ютери, у тому числі і персональні, стали основою адміністративно-керуючих і контролюючих систем (АСУ), що стали доступними для будь-якої, навіть найменшої компанії. Електронно-комп'ютерні системи зв'язку і телекомунікації відкрили нові можливості для логістики. Істотним при цьому стало розуміння того, що поряд із матеріальними, необхідно керувати супутніми інформаційними потоками. У 1985 році РЛМ визначила логістику таким чином:

«Логістика – процес планування, створення і контролю ефективного, з погляду зниження витрат і рівнів запасів матеріальних ресурсів, потоку в процесі управління запасами готової продукції і супутньою інформацією від точки зародження до точки споживання з метою повного задоволення запитів покупців».

80-і і початок 90-х років прийнято вважати епохою персональних комп'ютерів (ПК). Малогабаритні і відносно дешеві ПК стали невід'ємною приналежністю будь-якої організації бізнесу. Використання ПК, створення на їх основі локальних обчислювальних і телекомунікаційних мереж, автоматизованих робочих місць відкрили нові горизонти для логістики. Одночасно з цим відбувається усвідомлення того, що існує глибока інтеграція попиту, виробництва, обігу транспорту й інформації. При цьому для досягнення найбільш повного задоволення попиту необхідно раціонально організувати і керувати не тільки матеріальним потоком, але і всіма іншими, найтіснішим чином пов'язаними з ним поточковими процесами: інформаційними, енергетичними, фінансовими, кадровими і т.д. Управління поточковими процесами, їх перетворення й інтеграція є новою формою управління економічною діяльністю, що перевершує традиційні як за рівнем творчого потенціалу, так і за ступенем ефективності кінцевих результатів.

Проблема становлення професійної освіти і поширення знань у галузі логістики виникла перед вищою школою близько 30 років тому. Тоді, відгукуючись на вимоги часу, багато університетів й інститути Європи стали вводити у програми досліджуваних економічних і технічних дисциплін цикли лекцій з основ логістики. З'явилися перші навчальні посібники і монографії, в яких подавалися не тільки загальні теоретичні положення логістики, а і практичні аспекти її використання. Усі ці роки відчувався дефіцит кваліфікованих викладацьких кадрів у цій галузі знань. З часом практично у всіх країнах Західної Європи з'явилися вищі навчальні заклади, які стали відігравати провідну роль у підготовці кадрів логістів. До них, насамперед, можна віднести Дортмундський університет.

До країн Західної Європи, де вивчалась і аналізувалась практика вузівської підготовки логістів, відносяться Великобританія, Німеччина, Італія, Іспанія, Нідерланди, Франція, Швейцарія і Швеція.

Великобританія має три університети, які спеціалізуються на викладанні логістики. Вони розташовані в містах Хаддерсфілді, Плімуті і Кардіффі. Для кожного з них характерна специфічна орієнтація навчальних програм і різні терміни їх засвоєння

студентами. Навчання в університеті Хаддерсфільда ведеться у рамках спеціальностей “Менеджер із транспорту і логістики” і “Менеджер із організації зовнішньоторговельних товаропотоків”. Термін навчання від 4 до 5 років. Протягом одного семестру студенти проходять практику на зарубіжних підприємствах. Працюючі можуть одержати також другу освіту. Тривалість навчання два роки. Після його закінчення фахівці одержують сертифікат другої освіти.

Університет у Плімуті має аспірантуру із профілю “Морські перевезення і логістика”.

У Німеччині курс логістики читається у багатьох державних і приватних вищих навчальних закладах. У програму навчання він входить як обов'язковий і факультативний курс.

У Дортмундському університеті викладання логістики почалося в 1987 р. на факультеті “Машинобудування”, а після двох років – на факультеті “Економіка і соціальні науки”. Навчальний курс охоплює 8 семестрів. Ще один семестр – для виконання дипломної роботи. Система навчання передбачає обов'язкове знання студентами англійської мови, якою читаються лекції. Існує практика навчання студентів із логістики за індивідуальними програмами. Їх складають із урахуванням тих службових функцій, які повинен виконувати випускник на підприємстві, куди буде працевлаштований після завершення навчання в університеті.

Університетом імені Отто фон Герике в інституті транспортних, будівельних машин, металокопструкцій і логістики Магдебурга в 1997р. відкрита спеціальність “Інженерно-економічна логістика”. Термін навчання за цією спеціальністю 10 семестрів.

У Франції багато вищих навчальних закладів пропонують платні популярні однорічні курси навчання з логістики. У період навчання слухачі курсів здобувають професійні знання в галузі організації і управління закупівлями сировини і матеріалів, їх постачаннями для виробництва продукції, її складування і збуту. Вищий інститут промислової логістики й університет “Париж-Дофін” пропонує випускникам різних вузів Франції одержати другу освіту за однорічною і дворічною навчальною програмами з видачею сертифікатів “Менеджер із логістики”. Для одержання другої освіти всі здобувачі повинні скласти вступні іспити і проходити співбесіди. Це дозволяє оптимізувати формування навчальних груп здобувачів за ступенем їх підготовленості до засвоєння нових знань, а також індивідуалізувати навчання. До читання лекцій і практичних занять

залучаються висококваліфіковані фахівці в галузі логістики провідних європейських компаній.

При підготовці логістів вузи Франції координують свої навчальні програми з програмами національної асоціації логістики “ASLOG”.

Подібна система навчання з логістики як додаткової (другої) освіти практикується вищими навчальними закладами Нідерландів. Так, університет у м. Ейдховені пропонує своїм випускникам дворічну аспірантуру із профілю “Логістичні системи управління”. Лекції читаються з таких дисциплін, як: “Технологія і менеджмент матеріалопотоків”, “Математичні функції й інформатика”, “Сучасне виробництво”. Як і у Франції, навчальні програми координуються з освітньою діяльністю національної асоціації логістики VLM. Цією асоціацією створена мережа курсів для вивчення логістики. Лекції на курсах читають випускники аспірантур. Асоціацією VLM у 1986 р. утворена єдина екзаменаційна рада для оцінки засвоєння знань слухачами курсів.

У Швеції спеціальні курси і лекції з логістики пропонує університет м. Лінчепінга. Вони організуються разом з інститутом технологій. Заняття проводяться на факультеті “Управління і економіка”, де створена кафедра “Логістика і транспортні системи”.

Основні етапи навчальної програми: управління ланками постачань; аналіз споживчого попиту й управління постачанням; планування виробництва й інформаційні технології; транспортні й експедиторські послуги при організації внутрішніх товаропотоків. Програмою передбачена практика на шведських і зарубіжних підприємствах. В університеті Лінчепінга після чотирирічної аспірантури є можливість захисту докторської дисертації з логістики.

В Іспанії випускники технічних і економічних вузів можуть проходити в них додаткове річне навчання із одержанням сертифіката (звання) “Майстер інтегрованої логістики”. Програма навчання поєднує дві головні дисципліни: “Промислова логістика” і “Логістичні системи”. Перед проходженням такого навчання випускники вузів повинні скласти вступні іспити.

В Італії і Швейцарії немає можливості одержання спеціальної вищої освіти з логістики. Однак у багатьох технічних і економічних вузах цих країн для студентів факультативно читаються лекції із загальної теорії логістики.

Широкий загальноєвропейський ринок працевлаштування випускників вузів, які одержали основну чи додаткову вищу освіту з логістики, вимагає певної стандартизації рівня знань і умінь таких

випускників. Попит на фахівців у галузі логістики зростає у всіх країнах. До їх підготовки підключаються все нові й нові вищі навчальні заклади. Тому назріла гостра необхідність узгодження і нормалізації навчальних програм, приведення їх до єдиних еталонів відповідності. Вирішення такої важливої проблеми реалізується за двома напрямками. З одного боку, це загальний інтерес вузів до координації своїх зусиль щодо підготовки кадрів логістів, а з іншої – вимоги Європейської логістичної асоціації (ELA) із стандартизації кваліфікаційних характеристик випускників. Важливо враховувати, що ці кваліфікаційні вимоги диктуються через ELA підприємницькими структурами – майбутніми роботодавцями випускників. Більш доцільно про кваліфікаційні вимоги ELA до магістрів і бакалаврів вузів за фахом “Логістичний менеджмент” можна прочитати в статті В. Сергєєва ”Проблеми викладання логістики в російських вузах”, опублікованій у № 1/99 журналу “Логістика” (РФ).

Наприкінці 1994 р. кілька університетів Європи, що готують фахівців із логістики, підписали угоду про партнерство, яка під назвою “Європейська мережа університетів, які навчають логістиці” (“European University Network in Logistics” - EUNiL). Угоду підписали адміністрації провідних університетів шести країн Європи. Вони організують обмін лекціями, навчальними програмами, контакти викладачів, студентів і аспірантів, конференції. Засідання членів EUNiL проходять два рази на рік.

У 90-і роки до викладання логістики, теоретичних досліджень у цій галузі усе активніше підключаються вищі навчальні заклади ряду країн Східної і Центральної Європи, у тому числі Болгарія, Угорщина, Польща, Словаччина, Словенія, Чехія.

Так, в Угорщині дисципліна “Логістика” увійшла до навчальних програм чотирьох університетів Будапешта, Геделя, Мішкольца. Вартий уваги той факт, що Університет сільського господарства в Геделі орієнтував викладання логістики стосовно до потоків агропромислового комплексу.

Реакцією на зростаючу потребу логістів стало включення дисципліни “Логістика” у навчальні програми більше ніж 200 російськими вузами, а також відкриття у вищій школі нової спеціальності 06220 ”Логістика”.

Міністерство освіти РФ дозволило в 2000 році розпочати в експериментальному порядку набір абітурієнтів на цю спеціальність шести економічним і одному технічному вузу.

Були визначені шість вузів економічного профілю – три в Москві (Державний університет Вища школа економіки, Російська економічна академія ім. Плеханова, Державний університет управління), два в Санкт – Петербурзі (Державний університет економіки і фінансів і Державна інженерно-економічна академія), а також Ростовська економічна академія. Дозвіл на підготовку кадрів з нової спеціальності одержав Московський державний технічний університет ім. М.Е.Баумана.

Ряд транспортних, будівельних, машинобудівних, лісотехнічних, торгових вузів уже отримав досвід підготовки логістів у рамках спеціалізації на факультетах управління перевізними процесами. Так, у Московському автомобільно-дорожньому інституті (технічному університеті) успішно налагоджена на комерційній основі курсова система підготовки практиків-логістів за вже відпрацьованими навчальними програмами, які постійно вдосконалюються і зараз цілком задовольняють запити підприємців, бізнесменів, керівників підприємств, а також державних органів і структур. Про це можна судити з відсутності проблем щодо набору слухачів.

Тільки на курсах Московського транспортного інституту при МАДІ-ТУ за три роки пройшли навчання понад 300 фахівців, які одержали глибокі знання в галузі логістики і відповідні сертифікати (диплом і посвідчення), що дозволили більшості з них зайняти високі посади, переборовши конкурс у солідних підприємствах чи просунутися по службових сходинках у своїх компаніях.

Ряд російських технічних вузів протягом останніх трьох років через спеціалізації на факультетах менеджменту і комерції освоїв підготовку випускників з логістичним нахилом, у тому числі МАДІ, МДТУ ім. М.Е.Баумана, МХТУ ім. Д.М.Менделєєва, Ростовський і Новосибірський будівельні інститути, Московський державний університет шляхів сполучення, Саратовський політехнічний університет, Волгоградський, Північно-Кавказький, Тверський, Хабаровський технічні університети, Петербурзька, Далекосхідна морські академії, річкові академії Москви і Санкт-Петербурга, де склалися прекрасні наукові школи.

З ініціативи цих вузів була створена Всеросійська координаційна рада з логістики (КРЛ), під егідою якої випущені підручники і навчальні посібники, затверджені Міністерством освіти РФ.

З ініціативи КРЛ Академією транспорту РФ у 2000 р. була створена підсекція «Транспортна логістика», куди ввійшли більше ніж 20 дійсних членів і член-кореспондентів. У 2001 р. у складі секції

«Комунікації» Російської інженерної академії створюється підсекція «Промислова логістика», куди запрошені провідні інженери, які працюють у різних сферах операційної логістики, із галузевих інженерних вузів країни, НДІ, КБ підприємств, компаній і фірм.

Перші кроки здійснюються й у нас, в Україні. Так, Міністерством освіти і науки України затверджена навчальна програма «Логістика Приазов'я», реалізація якої доручена Приазовському державному університету.

Навчальні курси із логістики ведуться зараз за інженерними і економіко-управлінськими напрямками у багатьох вищих навчальних закладах, у числі яких Донецький національний технічний університет, Донецький національний університет, Одеський і Харківський технічні університети, Національний університет «Львівська політехніка», Східно-український національний університет, Національна гірнича академія, Донбаська державна машинобудівна академія та інші. У рамках діяльності Підйомно-транспортної академії наук була розроблена й схвалена навчальна програма «Логістика» для підготовки студентів у напрямку «Інженерна механіка» з підйомних, транспортних, транспортуючих, будівельних, дорожніх машин та обладнання.

Багатогалузеві інтегруючі функції логістики, постійно зростаюча потреба у висококваліфікованих кадрах – логістах вимагають від вузів активізації зусилля з метою підвищення якості викладання нової дисципліни.

Таким чином, логістика – наука про раціональну організацію, управління і техніко-технологічне забезпечення потокових процесів у сфері матеріального виробництва й обігу з метою максимального задоволення попиту.

1.2. Матеріальний потік

Поняття матеріального потоку (МП) відноситься до концептуальних понять логістики. Воно узагальнює безперервність руху і зміни продуктів праці у сфері матеріального виробництва й обігу в процесі їх керованого переміщення від джерел ресурсів через виробника до кінцевого споживача (рис.1.1).

Матеріальний потік – кероване явище, у процесі якого до визначеного матеріального об'єкта цілеспрямовано додають різні перетворюючі впливи (логістичні операції).

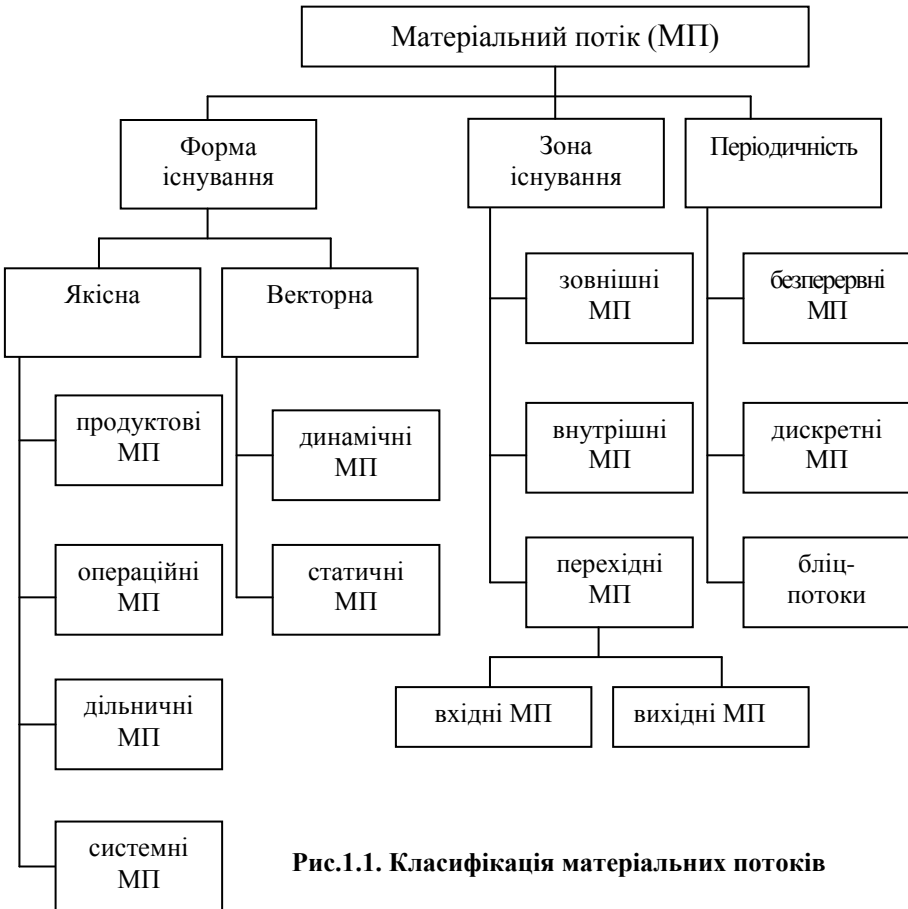


Рис.1.1. Класифікація матеріальних потоків

На практиці як матеріальні об'єкти виступають сировина, напівфабрикати, готова продукція, тобто товарно-матеріальні утворення, які відповідно до загальної стратегії і тактики ринку завантажують, транспортують, розвантажують, укладають і знімають із зберігання.

При розумному управлінні конкретний матеріальний потік від джерела-генератора до кінцевого споживача безперервний і залежно від етапу просування якісна і векторна форми існування МП змінюються.

У відношенні якісної форми існування МП можна відзначити, що, наприклад, для гірничо-видобувних підприємств, що виступають як генератори МП для багатьох галузей промисловості, матеріальний потік в основному поданий у вигляді сировини і тільки в рідких випадках у вигляді готової продукції, що викликає інтерес на ринку для кінцевого споживача. У цій ролі можуть виступати, наприклад, сіль, вугілля, що відвантажується населенню безпосередньо із шахти для побутових потреб.

Для переробних підприємств на етапі забезпечення виробничих процесів МП існує у вигляді сировини і матеріалів. На етапі виробництва – у вигляді заготовок, деталей та інших напівфабрикатів.

На етапі розподілу і збуту МП звичайно буває поданий у вигляді потоку готової продукції, запасних частин до продукції, що знаходиться у споживанні.

З позицій якісної форми існування матеріальних потоків їх підрозділяють на:

- продуктові;
- операційні;
- дільничні;
- системні.

Продуктові матеріальні потоки – це одна з форм існування МП, об'єктом управління в якій є конкретні види природних ресурсів, засобів і продуктів праці. Наприклад, потоки залізної руди і коксу в металургійному виробництві, вугільній продукції, мазуту і газу на ТЕС.

Операційні матеріальні потоки – це потоки, об'єктом управління в яких можуть виступати різні товарно-матеріальні утворення, але в межах одного окремого перетворюючого впливу (логістичної операції). Наприклад, МП на операції навантаження різноманітних матеріальних цінностей у залізничні вагони на оптовій універсальній базі, розвантаження товарів, що надходять, доставки їх на зберігання і т.п.

Дільничні матеріальні потоки – це сукупні матеріальні потоки, розглянуті на окремій ділянці об'єкта господарської діяльності, чи їх об'єднання. Наприклад, МП на складі сировини окремого підприємства, транзитний потік через транспортну систему однієї з держав у транснаціональній транспортно-експедиційній корпорації і т.п.

Системні матеріальні потоки – це сукупні матеріальні потоки, що циркулюють у цілому по об'єкту господарської діяльності або їх об'єднанню.

Векторна форма існування матеріального потоку визначається характером перетворюючих впливів, прикладених до матеріального об'єкта.

Так, якщо перетворюючий вплив приводить до фізичного переміщення матеріального об'єкта, то розглянутий МП називають динамічним. Приклади таких впливів – навантаження, транспортування, розвантаження і т.п.

У протилежному випадку МП називають статичним. Приклад – збереження матеріальних об'єктів на складі.

Як предмет досліджень матеріальні потоки можуть бути класифіковані і за іншими ознаками.

Стосовно до конкретного економіко-господарського об'єкта (логістичної системи) МП можна підрозділити на:

- зовнішні, існуючі в зовнішньому середовищі;
- внутрішні, існуючі винятково всередині розглянутого об'єкта господарювання;
- перехідні, які забезпечують зв'язок об'єкта господарювання із зовнішнім середовищем.

Перехідні МП можуть бути вхідними, тобто наявними потоками, що входять із зовнішнього середовища в розглянутий об'єкт, і вихідним, що виходять із даного об'єкта в зовнішнє середовище.

За періодичністю виникнення МП підрозділяють на:

- безперервні, існуючі в умовах масового виробництва;
- дискретні, виникаючі з установлюваною ринком чи іншими факторами періодичністю, наприклад, при дрібносерійному виробництві;
- бліц-потоки, разові потоки, характерні для одиничного виробництва.

За практикою матеріальні потоки характеризують, крім якісних, деякими кількісними показниками.

Основними з них є:

- вантажообіг;
- вантажопотік;
- матеріальний запас.

Вантажообіг – це кількість вантажу (товарно-матеріальних утворень), над яким виконуються ті чи інші логістичні операції, віднесені до часового інтервалу.

При цьому кількість вантажу може характеризуватися масовими (т), об'ємними (м³) або натуральними одиницями (шт.) .

Часовий проміжок, також з урахуванням специфіки аналізованого матеріального потоку, може бути, наприклад, річним, місячним, добовим, змінним і т.д.

Вантажообіг відповідно до якісної форми МП може бути продуктовим, операційним, дільничним або системним.

Вантажопотік – це кількість вантажу (т, м³, шт.), переміщуваного в одиницю часу (рік, місяць, добу, годину і т.д.) визначеним шляхом.

При цьому в логістиці для характеристики шляхів переміщення користуються поняттями “логістичний канал”, “логістичний ланцюг”, що будуть розглянуті далі.

Для характеристики внутрішніх матеріальних потоків використовують також такі поняття: русло МП, глибина русла, векторна спрямованість.

Русло МП – це шлях руху матеріальних ресурсів у рамках логістичної системи від джерела генерації до пункту призначення.

Глибина русла – це максимально можливий вантажопотік по даному руслу при існуючому технічному, технологічному й організаційному забезпеченні матеріального потоку.

Векторна спрямованість русла – це напрямок руху вантажопотоку всередині логістичної системи і може бути вертикальною чи горизонтальною.

Вертикальна векторна спрямованість русла характеризує вантажопотоки в напрямку “постачання – виробництво – збут”.

Горизонтальна векторна спрямованість русла характеризує вантажопотоки, які виникають між робочими місцями одного структурного підрозділу чи структурними підрозділами, що відносяться, наприклад, до постачання, виробництва чи збуту.

Для розв'язування важливих задач логістики використовують ще одну характеристику матеріальних потоків – матеріальний запас.

Матеріальний запас – це миттєве значення відповідного вантажообігу чи вантажопотоку.

Так, матеріальний запас на і-тій універсальній базі для конкретного моменту може характеризуватися, наприклад, миттєвим значенням операційного вантажообігу бази за операцією зберігання.

При перевезеннях залізничним транспортом миттєве значення вантажопотоку по i -му напрямку буде характеризувати матеріальний запас по шляху за даним напрямком і т.п.

1.3. Інформаційний потік

Поняття інформаційного потоку (ІП) також є ключовим у логістиці. Практично будь-який керований матеріальний потік супроводжується відповідним інформаційним потоком, що, у деяких випадках, може виникнути значно раніше матеріального потоку й існувати більш тривалий період часу.

Інформаційний потік – це кероване явище циркуляції в логістичній системі, а також між логістичною системою і зовнішнім середовищем повідомлень у процесі цілеспрямованого застосування до них перетворюючих впливів (логістичних операцій).

Аналогічно МП, ІП можуть мати різні якісні і векторні форми існування (рис.1.2).

Принципово можливі чотири форми існування ІП:

- паперовий документ: оформлений бланк замовлення, накладна, рахунок-фактура і т.п.;
- електронний документ: повідомлення, записані на магнітних дисках, лазерних дисках і т.п.;
- візуальний документ: фотографії, відеокасети, кіноплівки, телебачення;
- вербальні (усні) повідомлення: мова, радіо, телефон.

ІП, що забезпечують управління продуктових, операційних, дільничних і системних МП, також підрозділяють відповідно на:

- продуктові;
- операційні;
- дільничні;
- системні.

У процесі циркуляції ІП може змінювати векторну форму свого існування:

- бути динамічним: при передачі, обробці і т.п.;
- чи статичним: під час зберігання інформації.

До ІП може бути застосовна класифікація, використовувана при вивченні МП.

Стосовно логістичної системи ІП можуть бути:

- зовнішніми, існуючими в зовнішньому середовищі;
- внутрішніми, існуючими всередині логістичної системи;

- перехідними, що здійснюють зв'язок логістичної системи із зовнішнім середовищем.

Аналогічно МП перехідні ІІ можуть бути вхідними, тому що надходять у логістичну систему із зовнішнього середовища, і навпаки – вихідними.

З позицій часу виникнення ІІ стосовно супроводжуваного МП розглянутий ІІ може бути:

- випереджальним;
- синхронним;
- відстаючим.

Причому, залежно від векторної спрямованості, зазначені ІІ можуть бути:

- попутними;
- зустрічними.

Наприклад, пересилання покупцю бланка замовлення із вказівкою регламентованих параметрів виробу являє собою випереджальний попутний ІІ. Повідомлення виготовлювачу результатів приймання виробу – відстаючий зустрічний ІІ.

За періодичністю виникнення ІІ як і МП підрозділяють на:

- безперервні;
- дискретні;
- бліц-потоки (разові).

Інформаційні потоки характеризують якісними і кількісними показниками.

До числа основних якісних характеристик ІІ відносять:

- джерело виникнення;
- векторну спрямованість;
- пункт обробки;
- пункт зберігання.

Серед основних кількісних характеристик ІІ варто вказати:

- обсяг інформаційного потоку;
- швидкість передачі інформації;
- швидкість обробки інформації;
- час проходження інформаційного потоку.

Вивчення і вимірювання інформаційних потоків здійснюють залежно від якісної форми існування ІІ з урахуванням технічних засобів одержання, передачі, обробки і зберігання інформації.

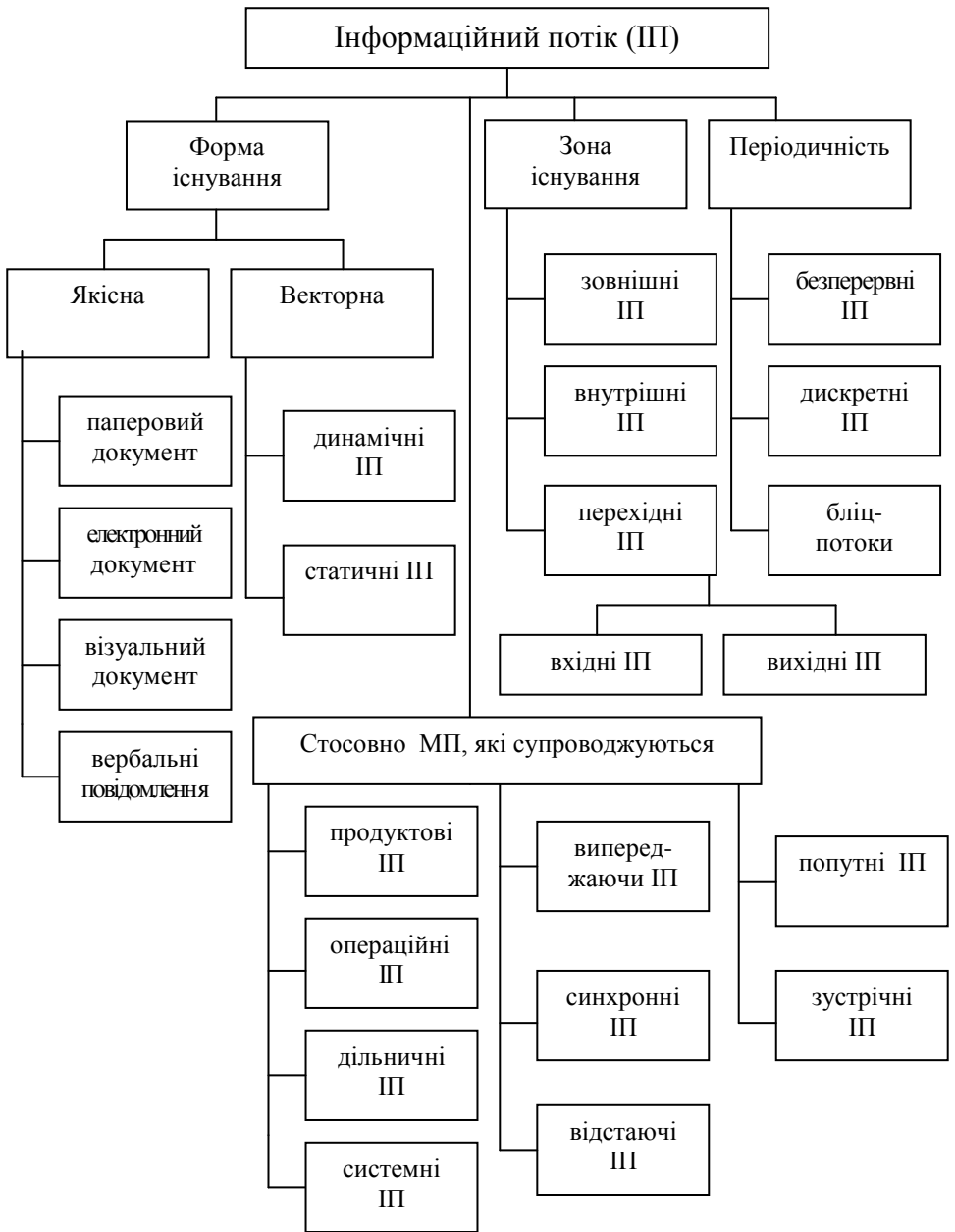


Рис.1.2. Класифікація інформаційних потоків

Так, наприклад, при використанні паперових документів обсяг ІІ може бути вимірний кількістю передаваних, оброблених чи збережених документів, кількістю в них документорядків.

Для візуальних документів, поданих у вигляді кіноматеріалів, обсяг ІІ може вимірюватися довжиною знятої кіноплівки (м), числом знятих кадрів.

Якщо для забезпечення ІІ використовується електронно-обчислювальна техніка, обсяг циркулюючої в системі інформації вимірюється байтами. Байт – це частина машинного слова, що складається з 8 біт (одиниця вимірювання кількості інформації).

Швидкість передачі і швидкість обробки інформації визначається обсягом відповідного ІІ, переданого або обробленого за одиницю часу.

Час проходження інформаційного потоку характеризує період часу існування ІІ у цілому або в тій чи іншій його формі.

1.4. Логістична операція

Новизна логістичного підходу в господарській діяльності полягає, насамперед, у зміні пріоритетів її результатів. За основу при цьому ставиться не стільки сам продукт, скільки процес у формі потоку (матеріального, інформаційного, фінансового, енергетичного і т.д.), у якому сам продукт є лише однією із складових частин. Цілеспрямована господарська діяльність, що базується на логістичній концепції, апріорі припускає чітке, постійне, наскрізне управління всіма поточковими процесами. При цьому суть управління полягає не тільки в пасивному контролі за проходженням поточкових процесів, а і в активному їх перетворенні з метою виконання конкретного, чітко встановленого завдання, підпорядкованого загальній меті логістики.

Логістична операція – відособлена сукупність дій, спрямована на перетворення логістичних потоків відповідно до конкретного завдання і загальної мети їх управління (рис.1.3).

Прикладами логістичних операцій (ЛО) з матеріальними потоками є:

- навантаження;
- транспортування;
- розвантаження;
- складування;
- комплектація;
- упакування і т.п.

- ЛО з інформаційними потоками:
- збір інформації;
 - передача інформації;
 - обробка інформації;
 - зберігання інформації і т.п.

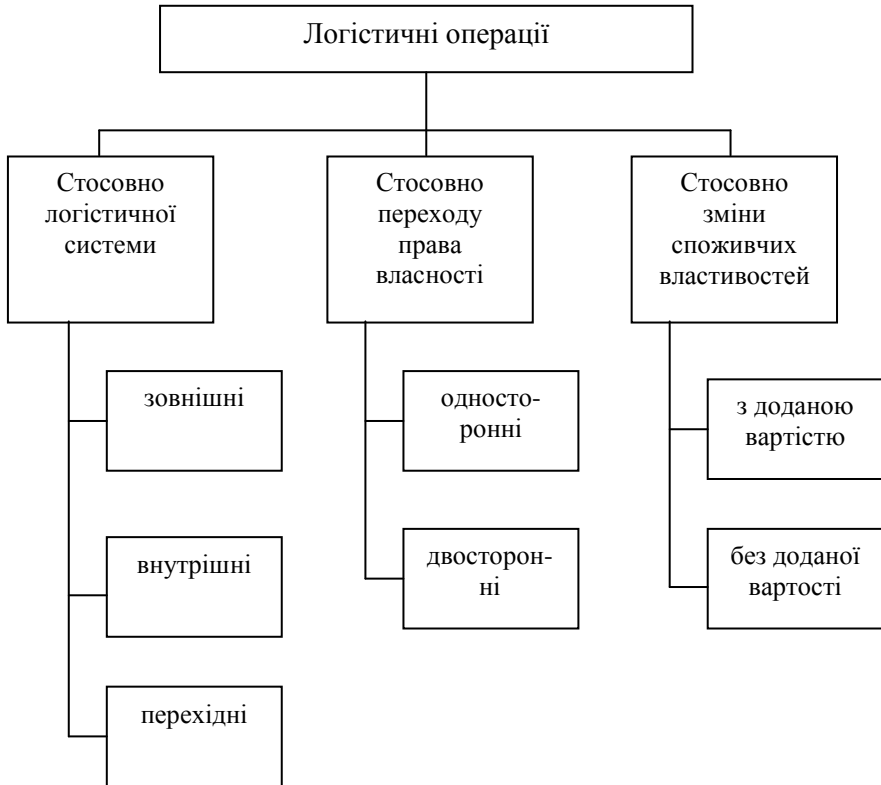


Рис.1.3. Класифікація логістичних операцій

Слід відзначити, що витрати на ЛО з інформаційними потоками складають істотну частку в логістичних витратах у цілому.

ЛО як об'єкт дослідження звичайно класифікують за деякими ознаками. Так, за орієнтацією щодо суб'єкта господарської діяльності (логістичної системи) вони можуть бути:

- зовнішніми: виконуються в зовнішньому середовищі (наприклад, збір даних про стан ринку);
- внутрішніми: виконуються із внутрішніми потоками;
- перехідними: виконуються з потоками, що надходять, чи залишають логістичну систему.

Цікавою особливістю ЛО є те, що вони можуть супроводжуватися переходом права власності на товар чи переходом страхових ризиків від однієї юридичної особи до іншої. За цією ознакою ЛО підрозділяють на:

- двосторонні: з передачею права власності на товар чи страхових ризиків;
- односторонні: без зазначених юридичних дій.

У процесі виконання ЛО може відбуватися зміна споживчих властивостей продукції, що формує той чи інший потік. За даною ознакою ЛО підрозділяють на операції:

- з доданою вартістю: при їх виконанні споживчі властивості продукції підвищуються (наприклад, розфасовка);
- без доданої вартості: операції, що носять чисто допоміжний з погляду технології характер (наприклад, подача заготовок зі складу в цех).

Однією з основних характеристик окремо взятих ЛО чи їх груп є пріоритетність.

Пріоритет - величина, яка характеризує значущість однієї логістичної операції стосовно іншої або однієї групи логістичних операцій стосовно іншої групи, якщо між ними можлива конфліктна ситуація.

Наприклад, постановка під розвантаження вагонів, що прибули одночасно з різнотипними вантажами, послідовність укладання на зберігання різних товарів і т.д.

У логістиці пріоритети можна розділити на :

- безумовні;
- динамічні.

Безумовний пріоритет припускає, що цей критерій для всіх розглянутих ЛО чи їх груп має рівні значення. У цьому випадку усі вимоги на виконання тих чи інших ЛО вважаються рівноцінними і встановлення черговості в порядку їх виконання є не обов'язковим.

Слід відзначити, що значно частіше на практиці зустрічаються господарські системи, у яких ЛО мають динамічні пріоритети.

Динамічний пріоритет припускає, що виконання тих чи інших ЛО визначається якісними і кількісними ознаками вимог, які надходять.

Якісними ознаками вимог на виконання ЛО можуть бути, наприклад, характерні риси замовника і т.п. Відомі випадки, коли господарські структури використовують, наприклад, інверсійний порядок обслуговування, тобто коли вимоги, які надійшли раніше, виконуються пізніше.

Кількісною ознакою може виступати, наприклад, маса. Так, відвантаження вугілля на баржу починають після надходження від постачальника на портовий склад кількості продукту, що відповідає вантажопідйомності баржі.

У свою чергу серед динамічних пріоритетів виділяють два їх види: абсолютний і відносний.

Абсолютний пріоритет означає, що при надходженні вимоги більш високого класу обслуговування вимог більш низького класу переривається. Наприклад, на базі вуглевидобувного холдингу в терміновому порядку роблять відвантаження устаткування і матеріалів, необхідних для ліквідації аварії на тому чи іншому підприємстві холдингу, перериваючи при цьому всі інші ЛО, що перешкоджають виконанню аварійної вимоги.

Відносний пріоритет означає, що обслуговування поточної вимоги доводиться до кінця, а потім вимога, яка надійшла, більш високого класу приймається до обслуговування позачергово. Наприклад, замовлення на транспортне обслуговування основних споживачів, що визначають постійно значну частину портфеля замовлень транспортно-експедиційного підприємства, виконуються звичайно позачергово, але після завершення обслуговування поточних замовлень, тобто вже прийнятих до виконання.

1.5. Загальна мета, основи і принципи логістики

В умовах ринкової економіки логістика є інструментом, який дозволяє суб'єктам підприємницької діяльності визначати загальну стратегію і тактику свого господарювання, що відповідає вимогам комплексу виробничих, управлінських, транспортних, торгових та інших ринкових процесів. При цьому основною стратегічною лінією

будь-якої підприємницької діяльності є постійна орієнтація на споживача.

Слід відзначити, що споживач – дуже складний об'єкт для вивчення. Його мотивації у придбанні товарів, послуг і т.п. дуже мінливі, їх прогнозування повною мірою в більшості випадків важко здійснити. Однак, серед різноманітності мотивів, згідно з якими споживач зупиняє свій вибір на тому чи іншому товарі, на тій чи іншій послугі, наданої тому чи іншому її виробнику, можна виділити:

- своєчасність виконання замовлення;
- строгу кількісну відповідність замовленню;
- гарантовану якісну відповідність замовленню;
- відносно мінімальний рівень витрат.

Так, своєчасність виконання замовлення не можна ототожнювати із швидкістю його виконання. Це різні критерії, і якщо споживач тільки в окремих випадках буде звертати особливу увагу на швидкість виконання свого замовлення, то завжди, при будь-яких обставинах для нього буде важливим виконання замовлення точно в термін.

Безсумнівно, загальною вимогою, що визначає дії споживача на ринку товарів і послуг, є строга відповідність кількісних характеристик постачань виробника замовленню споживача. Причому, негативний вплив на господарські відносини роблять не тільки кількісні відхилення у бік зменшення, що наносять очевидний прямий збиток споживачу, а і відхилення у бік збільшення кількісних характеристик постачань. Це звичайно приводить до порушення господарського ритму в споживача, який може виявитися, наприклад, не підготовленим до приймання завищеної кількості транспортних засобів, обсягу товарно-матеріальних цінностей, що у більшості випадків необхідно повертати, переадресувати і т.п.

Гарантована якісна відповідність замовленню не припускає досягнення вершин якості в тому чи іншому товарі чи послугі. Звичайно, якісні показники продукції тісно погоджені з її ціновими характеристиками. Тому споживач сам визначає розумний для себе компроміс між якістю і ціною. Виробник бере участь у цьому процесі лише пасивно, рекламою або іншим будь-яким засобом направляючи вибір покупця. Однак в обов'язковому порядку одним із основних критеріїв мотивації дій споживача буде гарантія тих якісних показників із отриманого продукту, які були замовлені.

Визначення прийнятного рівня витрат при відповідних кількісних, якісних і інших характеристиках товару є винятковою

прерогативою споживача. У цьому питанні мотивація його дій може мати дуже мінливий характер, може бути піддана впливу стихійних, випадкових параметрів. Тут варто підкреслити, що далеко не завжди споживач прагне здобувати найбільш дешеві товари і послуги, тобто абсолютно мінімізувати свої витрати. Це може викликати якщо і не прямі господарські втрати, та завдасть шкоди, наприклад, іміджу споживача, його престижу і т.п. Однак однозначно за інших рівних умов споживач буде прагнути до відносної мінімізації своїх витрат.

Мета логістики полягає в тому, щоб своєчасно доставити споживачу продукцію потрібної кількості і якості при оптимальних витратах на логістичні операції.

Мета логістики реалізується на основі вирішення ряду завдань, які за низкою охоплених питань прийнято підрозділяти на три групи:

- глобальні;
- загальні;
- локальні.

Так, глобальні завдання за своєю суттю визначають стратегію тієї чи іншої логістичної системи в умовах сформованої економічної ситуації з урахуванням прогнозу її розвитку на досить тривалий період часу (3...5 років).

В основі логістичної концепції лежать інтеграційні принципи, що дозволяють реалізовувати й удосконалювати потокові технології у всіх сферах господарської діяльності. Тому, до основних глобальних завдань слід, насамперед, віднести створення комплексних інтегрованих систем матеріальних, інформаційних, фінансових, енергетичних та інших потоків.

Створення таких систем припускає не тільки їх організаційне становлення, але, насамперед, стратегічне узгодження, планування і загальний наскрізний контроль над використанням логістичних потужностей сфер виробництва й обігу.

Ринкова економіка припускає існування конкурентної боротьби між її суб'єктами, у тому числі виробниками товарів і послуг. Тому другим за порядком, а не за значенням, може бути назване наступне із розряду глобальних завдань логістики, а саме досягнення з мінімальними витратами максимальної пристосованості суб'єктів господарювання до ринкової кон'юнктури й одержання переваг перед конкурентами, тобто збільшення на ринку своєї частки участі.

Необхідність вирішення названих глобальних завдань вимагає постійного вдосконалювання логістичної концепції в рамках обраної

стратегії в ринковому середовищі, що припускає вирішення таких загальних завдань:

- загальний прогноз обсягів виробництва, вантажообігу і вантажопотоків, матеріальних запасів;
- раціональне формування господарських зв'язків;
- розробка й удосконалювання способів управління потоковими процесами;
- оптимізація технічної і технологічної структури логістичної системи.

На відміну від глобальних завдань вирішення загальних завдань визначає мотивацію комерційних, виробничо-технологічних і управлінських дій у рамках логістичної системи на більш короткий відрізок часу відповідно до прийнятих періодів аналізу діяльності господарської структури в цілому, наприклад, за рік.

Локальні завдання в логістиці мають яскраво виражений локальний характер, визначають тактику функціонування і методологію управління окремими процесами. До числа цих завдань відносяться:

- оперативна оптимізація запасів у всіх ланках логістичної системи;
- скорочення часу зберігання готової продукції;
- скорочення відстаней і часу перевезень;
- підвищення швидкості реакції системи на вимоги споживачів;
- зниження витрат у всіх ланках логістичних ланцюгів;
- виявлення центрів втрат часу, матеріальних, трудових та інших ресурсів (усунення «тромбів», «тупиків», «чорних дір») і т.д.

Для вирішення завдань усіх названих груп у логістиці широко використовують як математичні методи, так і евристичні, які базуються на інтуїтивних експертних оцінках, про що більш докладно піде мова далі.

Практично із найбільш ранніх періодів розвитку людства його економічна діяльність була пов'язана з організацією, реалізацією матеріальних потоків, їх управлінням. Однак, лише на певному рівні формування ринкової економіки були створені об'єктивні передумови для появи нової, логістичної концепції управління різноманітними потоковими процесами на всіх стадіях матеріального виробництва і обігу, починаючи від сировинних джерел, через продуцентів товарно-матеріальних цінностей, до кінцевих споживачів. Пануюча до цієї пори економічна ідеологія, в основу якої були покладені принципи пасивного нагромадження капіталу на тих чи інших розрізнених

пунктах загального матеріалоруку, на певній стадії ринку себе вичерпала. Була затребувана техніко-економічна концепція, яка має могутній сучасний фундамент, що спирається на нові принципи – концепції логістики.

Основа логістики – триєдина і складає три рівнозначні, взаємопов'язані складові:

- наукові;
- соціально-економічні;
- техніко-технологічні.

Наукова складова основи логістики припускає, що теорія і практика господарської діяльності логістичної концепції базується на могутньому математичному апараті: системному аналізі, теорії дослідження операцій і прийняття рішень і т.п. При цьому широко використовується наукова методологія економіко-математичних і економіко-статистичних досліджень, математичного (рідше – фізичного) моделювання, евристики.

Соціально-економічна складова основи логістики визначає об'єктивне затребування нової концепції господарської діяльності, яка виникає за умови наявності на ринку:

- незалежних товаровиробників;
- природного ціноутворення;
- вільної кон'юнктури ринку.

Техніко-технологічна складова основи логістики, на відміну від наукової, що визначає теоретичне забезпечення логістичної концепції, є фундаментом для практичної реалізації стратегічних ідей і тактичних завдань логістики. При цьому варто виділити такі важливі техніко-технологічні аспекти, як:

- наявність розвинутої інфраструктури;
- постійне удосконалювання транспортної техніки і технологій;
- широке використання досягнень інформаційних технологій.

Логістичні принципи – це узагальнення, що визначають якісний характер механізму функціонування логістичної системи в цілому і взаємодії окремих її елементів.

До числа основних принципів логістики варто віднести принципи:

- синергічності;
- динамічності;
- комплексності;
- гнучкості;
- ініціативності;

- доцільності.

Принцип синергічності найбільш яскраво виражає результат системного підходу у вирішенні конкретних завдань і досягнення корпоративної мети. У реальних умовах він проявляється в тому, що за рахунок погоджених дій у всіх взаємопов'язаних процесах руху вдається досягти більшого економічного ефекту в цілому за структурою, ніж при поліпшенні функціонування окремих елементів логістичної системи.

Принцип динамічності визначає таку особливість будь-якої логістичної системи, при якій вона не може бути «застиглим» і статичним організаційно-економічним утворенням. Будь-яка логістична система споконвічно припускає необхідність постійного розвитку, прагнення до удосконалювання.

Принцип комплексності означає необхідність побудови логістичних систем як сукупності тісно взаємопов'язаних декількох чи безлічі елементів. Цей принцип припускає об'єднання дискретності постачальницько-збутових, виробничих і інших операцій у безупинному русі. Тривале автономне функціонування окремих елементів системи є деструктивним. Його можливість сигналізує про руйнування логістичної системи або про відсутність об'єктивних передумов її створення.

Принцип гнучкості пов'язаний із вирішенням одного із глобальних завдань логістики, що вимагає від господарських структур досягнення максимальної пристосованості до кон'юнктури ринку. При цьому потрібне як забезпечення постійного контролю стану ринку і підвищення швидкості реакції на вимоги споживачів, так і забезпечення техніко-технологічної можливості взаємозамінності, перебудови структурних елементів і логістичної системи в цілому.

Принцип ініціативності припускає прояв господарськими структурами обґрунтовано коректної попереджувальної реакції на ймовірні зміни внутрішнього і зовнішнього середовищ протікання потокових процесів. При цьому важливе значення має створення суб'єктивних умов, які позитивно впливають на процес господарської діяльності.

Принцип доцільності орієнтує фахівців-логістів на залучення до вирішення господарських завдань лише того потенціалу і ресурсів, які сприяють досягненню мети логістичної системи. Тим самим передбачається вибірковість у визначенні організаційних, технічних, технологічних структурних складових, спрямованих і

працюючих на єдиний корпоративний результат за мінімізацією усіх видів витрат (матеріальних, тимчасових, фінансових і т.д.).

1.6. Основні вимоги логістичного управління

Зазначені раніше мета, завдання і принципи логістики визначають ряд вимог, що ставляться до управління господарською діяльністю логістичних систем у цілому й окремих їх ланок. Ці вимоги можуть бути досить численними і різноманітними. Їх кількісний і якісний склад визначається практичною реальністю функціонування логістичної системи, факторами зовнішнього і внутрішнього середовищ, що діють у конкретній ситуації.

Разом із тим, можна виділити ряд вимог, що мають загальний характер, виконання яких затребуване постійно. Їх фундаментальність визначена тим, що ці вимоги практично відбивають суть логістичної концепції в організації господарської діяльності. Таких загальних основних вимог логістичного управління шість.

Перша вимога – безперервна увага до раціоналізації інформаційних і інших задіяних у логістичній системі потоків. Ця вимога найбільш тісно пов'язана з принципами динамічності, комплексності і доцільності.

Друга вимога – постійна готовність логістичної системи до виконання замовлень. Вона продиктована принципами гнучкості й ініціативності.

Третя вимога – мінімізація відносних і сукупних витрат.

Остання з названих вимог найбільшою мірою пов'язана із принципом доцільності і спрямована на вирішення одного із глобальних завдань, пов'язаного з досягненням із мінімальними витратами максимальної пристосованості логістичної системи до кон'юнктури ринку.

Четверта вимога – забезпечення збереження матеріально-речовинних утворень при їх складській переробці і транспортуванні. Виконання цієї вимоги базується на розробці і виконанні технологічних і організаційних заходів.

До технологічних заходів варто віднести строге виконання вимог складської переробки товарів, застосовуваних при їхньому перевезенні транспортних технологій, що забезпечують збереження споживчих властивостей цих товарів. Наприклад, вимога

вертикального розташування вантажних одиниць, їх перебування в охолоджену середовищі при транспортуванні і складському зберіганні, неприпустимість впливу атмосферних опадів і т.п.

Крім того, має місце на цей час ще і складна криміногенна обстановка. Це вимагає додаткових організаційно-технічних заходів для запобігання розкраданню товарів під час транспортування і складської переробки. До таких заходів відноситься, наприклад, організація позавідомчої охорони об'єктів складування, їх обладнання засобами охоронної сигналізації і т.п.

П'ята вимога – можливість одержання, обробки і передачі актуальної і достовірної інформації. Ця вимога практично не має потреби в коментарях, оскільки очевидно, що лише його строге виконання сприяє досягненню в логістичних системах мети логістики – своєчасної доставки споживачу потрібного товару погодженої кількості і якості. Актуальність циркулюючих у логістичних системах інформаційних потоків забезпечує своєчасність одержання, обробки і виконання замовлень, їх достовірність, кількісну і якісну адекватність.

Шоста вимога – сумісність логістичних елементів. Очевидно, що вирішення одного з глобальних завдань, пов'язаного із створенням комплексних інтегрованих поточкових систем, можливе лише при використанні в цих системах сумісних елементів, взаємодія яких у процесі функціонування не носить безконфліктний характер, але і не виражається через непереборюваний антагонізм інтересів. У реальних умовах господарської діяльності характер взаємодії окремих елементів системи звичайно не є безконфліктним. Однак важливо, щоб неминуче виникаючі розходження інтересів могли б розв'язуватись і були б одним із мотивів розвитку й удосконалювання системи в цілому. Включення елементів з ворожими інтересами в єдину логістичну систему неможливе і є прямим порушенням принципу доцільності.

1.7. Логістична функція

Формування і протікання різноманітних поточкових процесів в економіці і, насамперед, матеріальних потоків у сферах матеріального виробництва і споживання реалізується в результаті діяльності різних суб'єктів господарської діяльності.

Основних можна назвати:

- підприємства-виробники сировини, що є джерелами значного числа різноманітних потоків;
- підприємства-виготовлювачі, що виконують комплекс перетворюючих операцій як безпосередньо з предметами праці, змінюючи при цьому споживчі властивості дискретних одиниць товарно-матеріальних утворень, так і з потоками цих матеріальних цінностей;
- комерційно-посередницькі організації;
- підприємства оптової і роздрібної торгівлі;
- транспортно-експедиційні підприємства, що забезпечують потоковий зв'язок між зазначеними вище суб'єктами господарювання і споживачем.

Кожний із перерахованих учасників логістичного процесу звичайно спеціалізується на здійсненні будь-якої однієї чи декількох логістичних функцій. При цьому термін «функція» будемо ототожнювати із сукупністю дій, різноманітних за змістом, але однорідних з погляду досягнення в результаті їх реалізації вирішення визначеного завдання. Ця сукупність формується так, що вона помітно відрізняється від іншої сукупності дій, спрямованих на вирішення іншого завдання. У той же час, стосовно до логістичної концепції ці вирішувані завдання повинні бути підпорядковані єдиній логістичній меті.

Логістична функція – група логістичних операцій, спрямована на реалізацію конкретних завдань логістичної системи.

Найбільш важливими сферами прояву логістичних функцій щодо формування і управління матеріальними потоками є основні складові матеріального виробництва: постачання, виробництво, розподіл і збут.

Глава 2. ФІЗИЧНИЙ РОЗПОДІЛ

2.1. Інтегроване логістичне управління

Інтегроване логістичне управління забезпечує точний облік часових і просторових факторів з метою вдосконалення управління фінансовими, інформаційними, а також внутрішніми і зовнішніми матеріальними потоками через центри економічної діяльності, де здійснюються операції передачі товарів.

Інтегрована логістика охоплює не менше трьох центрів економічної діяльності і включає такі функції:

- організацію постачань;
- визначення оптимальної кількості продукції, виробленої за один виробничий цикл;
- фізичний розподіл;
- інформаційне забезпечення.

Основною умовою ефективності товароруку є вдосконалення системи його фізичного розподілу. Тут у розрахунки повинна закладатися ієрархічна схема економічних пріоритетів.

В основі концепції інтегральної логістики лежать такі принципи.

Перший принцип відноситься до організації і формування мереж і каналів розподілу в сфері торгівлі, маркетингу, збуту. Усе це вимагає застосування різних стратегій і розробки ряду спеціальних методик. Головним моментом є виявлення й організація ефективної роботи точок зіткнення між кінцевим споживачем і

продукцією, а також галузей на всіх логістичних ланцюгах, де буде здійснюватися перевезення товарів.

Другий принцип також пов'язаний із організацією і формуванням мереж і каналів розподілу, але в сфері фізичного розподілу за умови мінімальних витрат на логістику. Цей принцип дуже складний і багатогранний у своїй реалізації. Для цього необхідно, насамперед, ліквідувати технологічний розрив за рахунок використання сучасної технології (ноу-хау) і відновлення засобів виробництва. При цьому вплив логістики буде позначатися в основному на географії розміщення і в потужності засобів виробництва в масштабах усього світового ринку, тому що економічна взаємодоповнюваність у світовому масштабі базується на надзвичайній гнучкості, спеціалізації, децентралізації виробництва, потужностей і механізмів їх розподілу.

Такий підхід для нас новий, тому що ніколи не ставилося питання узгодження між пошуком ефекту масштабу, обумовленого виробництвом, і ефекту масштабу, створюваного ним у сфері логістики. Така погодженість базується на порівняно новій концепції, що передбачає обмеження діапазону виробничих витрат (собівартості) і перенесення центра ваги в сферу економічної діяльності, що протікає між виробництвом і збутом.

Інтегрована логістика приведе насамперед до істотних структурних змін в організації фірм, компаній і т.д., тому що функції логістики за ступенем важливості стають в один ряд із функціями виробництва, маркетингу, збуту, фінансів і управління.

Логістичні функції містять у собі, зокрема, функції управління:

- постачанням і закупівлею;
- плануванням виробництва;
- фізичним розподілом (сировини, комплектуючих і товарів).

Об'єднання цих трьох видів діяльності приводить до нових зв'язків і взаємодії підрозділів управління, а також, можливо, і до переорієнтації функціональної діяльності фірм, компаній і т.д. Адміністрація і підрозділ фінансів передадуть функцію контролю підрозділу логістики, основною функцією якого буде управління матеріальним потоком на основі використання специфічної стратегії, аудиту і технологій.

Однією із найбільш складних функцій логістики є фізичний розподіл, що включає в себе обробку й управління товарними потоками, а також інформаційні потоки, пов'язані з переміщеннями товарів.

Інтегрована логістика робить спробу оптимізувати логістичний ланцюг повністю. Це важко, тому що в ланцюзі здійснюється багаторазова передача права власності, а також ризику, при цьому такі передачі відбуваються не в тих місцях, у яких ланки ланцюга пов'язані фізично один із одним.

Логістичний ланцюг - лінійно упорядкована безліч фізичних або юридичних осіб (виробників, дистриб'юторів, складів загального користування і т.п.), що здійснюють логістичні операції для доведення матеріального потоку від однієї логістичної системи до кінцевого споживача.

Логістичні ланцюги являють собою взаємозалежні шляхи руху матеріальних та інформаційних потоків на товарному ринку.

Іншим дуже важливим моментом є той факт, що оптимізація логістичного ланцюга починається з кінця і переміщується в зворотну сторону фізичного руху товару. При цьому вплив вартості розподілу кожної одиниці товару буде більший у кінці ланцюга, ніж на початку його. Тому оптимізувати кінцеву точку продажу необхідно до того моменту, коли почнеться оптимізація торгівлі, що забезпечує останню точку продажу, тобто іншими словами, в оптимізації на рівні постачальника, який є передостанньою точкою збуту. Визначальним буде той момент, коли вже оптимізована остання точка збуту. Найбільше помилок виробники допускають під час закупівлі сировини і комплектуючих виробів, коли дані закупівлі здійснюються без проведення оптимізації останньої точки реалізації товару. Виробники, а також продавці відразу включають у кінцеву вартість товару суму, що покриває їх витрати внаслідок вказаних помилок. Це також свідчить про їх небажання або невміння оптимізувати логістичний ланцюг.

Звідси випливає головний висновок - контроль якості товару повинен здійснюватися на рівні обслуговування. Це обумовлює тісний зв'язок торгівлі з фізичним розподілом. При цьому необхідно враховувати, що споживач завжди знаходиться на ринку, де він буде мати можливість вибору товару у ряді виробників. Тому для того,

щоб залучити споживача, необхідно вибрати спосіб дії на ринку, взаємодіючи або з торговими фірмами, або з фірмами, які забезпечують фізичний розподіл.

Експедитори управляють товарними запасами, групують і розподіляють товари, включаючи упакування. Вони є агентами із перевезення, тому що перевезення - це функція, яка найчастіше передається ними в оренду транспортним підприємствам.

2.2. Фізичний розподіл товарів

Фізичний розподіл товарів є об'єктом дослідження логістики. Суть фізичного розподілу полягає в обробці, зберіганні і доставці. Доставка (перевезення) є лише одним із елементів фізичного розподілу. При цьому необхідна гармонізація і надійність усієї транспортної мережі, що вимагають економічний контроль не окремих транспортних компаній, які переслідують власні інтереси, а насамперед споживача логістичних послуг (виробника або споживача продукції).

Основа системи розподілу товарів складає матеріально-технічна база (транспортна мережа, технічні засоби, комунікації й обладнання, склади і термінали, інформаційно-управляючі системи) промислових, торгових, посередницьких і інших компаній, стивідорських, брокерських і агентських фірм, транспортних, експедиційних підприємств, лізингових компаній.

Одна із складностей фізичного розподілу полягає в тому, що доставка організовується, як правило, з ініціативи виробничого підрозділу, а обсяг товару, що замовляється, встановлюється споживачем.

У фізичний розподіл як складові частини входять управління виробничими запасами, перевезення товарів, складування і зберігання, вантажно-розвантажувальні роботи й упакування.

Управління запасами дозволяє встановити оптимальний розмір замовлення (партії постачання); контроль над запасами; гарантований запас; вартість формування і зберігання виробничих запасів; моральне і фізичне старіння запасів.

Перевезення включає такі функції:

- вибір між перевезеннями власними транспортними засобами або з використанням транспорту зовнішнього перевізника на контрактній основі;

- аналіз характеристик кожного виду транспорту і їх ефективності для системи розподілу;

- оптимізацію витрат на транспорт;

- вирішення питань безпеки, дотримання законодавства;

- експлуатацію рухомого складу транспорту;

- розробку розкладу руху і маршрутизацію.

Для складування і зберігання необхідно правильно встановити: місцезнаходження і конструкцію складу; методи зберігання і застосовуване устаткування; ступінь використання складського простору і рівень автоматизації.

На ефективність системи розподілу значною мірою впливає ступінь урахування взаємовпливу зазначених функцій.

2.3. Тенденції в розподілі товарів

Ступінь зміни асортименту товарів, поданих на ринку, набуває все більш динамічного характеру. Одні товари якомога швидше змінюються іншими. Життєвий цикл виробів - проміжок часу від розробки виробу до зняття його з виробництва і продажу, постійно скорочується.

У логістиці і маркетингу прийнято розглядати такі стадії життєвого циклу:

- зародження - розробка, конструювання, експерименти, створення дослідної партії, а також виробничих потужностей;

- зростання - початкова стадія (поява виробу на ринку, формування попиту, остаточне налагодження конструкції з урахуванням експлуатації дослідної серії виробу);

- зрілість - стадія серійного і масового виробництва, найбільш широкого продажу;

- насичення ринку;

- загасання продажу і виробництва виробу.

Розширення асортименту і скорочення життєвого циклу привели до того, що ступінь передбачуваності продажу товарів знизився. Відповідно знизилася передбачуваність потреби в

комплектуючих і запасних частинах. Ризик нагромадження запасів виріс, кількість різних товарів і запасних частин до них, яких не вистачає в управлінні, також зростає. З розширенням асортименту товарів, які постачаються на ринок, збільшується ймовірність того, що попит на їх запаси впаде або вони будуть продані за зниженими цінами. Тому в сучасних умовах рівень наявних запасів повинен бути якомога більш низьким.

Необхідно також враховувати, що поведінка партнерів на ринку стає все більш непередбаченим. Це стосується як споживачів, так і конкурентів. Така тенденція також сприяє зниженню рівня передбачуваності ринкового попиту на конкретний товар.

Іншою тенденцією є все більше зростання витрат виробництва. Справа в тому, що запас являє собою оборотний капітал, який не може бути використаний для розширення виробництва шляхом інтенсивного використання капіталовкладень (як, наприклад, розробка нових товарів, автоматизація адміністративних і виробничих процесів, утворення). Це той капітал, що несе на собі витрати. Зниження цих витрат може стати серйозною перевагою перед конкурентами.

Багато фірм розширюють свою діяльність на міжнародному ринку. Процес виробництва все більше децентралізується, наприклад, для того, щоб обійти протекціоністські заходи. Виробництво запасних частин здійснюється, наприклад, централізовано, а кінцеве збирання виробу відбувається в країні продажу. Обидві тенденції висувають нові вимоги до логістики, особливо до розподілу товарів на ринках.

Ці тенденції впливають на сучасну логістику. З одного боку, мова йде про низький ступінь передбачуваності продажу товарів на ринку, що вимагає наявності великих запасів. З іншого боку, виникає ризик і підсилюється тенденція зменшення капіталу, поданого розміром запасів.

Для ефективної діяльності фірми рекомендується вирішити завдання аналізу матеріальних потоків, раціоналізації тари й упакування, уніфікації вантажних одиниць, введення ефективної системи складування, оптимізації рівня запасів, вибору оптимальних маршрутів перевезень на транспорті і раціоналізації транспортно-складських робіт на складах підприємств.

Глава 3. ТРАНСПОРТНА ЛОГІСТИКА

3.1. Мета і завдання транспортної логістики

Транспорт є частиною економічної діяльності, яка пов'язана із збільшенням ступеня задоволення потреби людей, організацій і підприємств за допомогою зміни у просторі розташування товарних та людських ресурсів. Це розширює корисний простір, звільняючи природні, штучні і трудові ресурси з місць, де вони приносять мало користі і, переміщуючи їх у місця, де користь може бути реалізована. Задоволення потреб відбувається за допомогою перевезення вантажів і пасажирів.

З економічної точки зору транспорт є істотним елементом виробничого процесу, оскільки «товар» не є цілком «готовим», доки він фактично не доставлений кінцевому споживачу, який повинен його використовувати.

Розрізняють два типи розривів між виробниками та споживачами:

- у часі;
- у просторі.

Розрив у часі впливає з того, що виготовлені товари можуть бути потрібними через якийсь час, а просторовий розрив обумовлений тим, що виробництво та споживач рідко перебувають в одному місці. Розриви намагаються усувати, використовуючи складування, пов'язану з цим технологію і техніку. Однак транспорт і складська техніка самі по собі є чинником

створення розривів, оскільки їм властива залежність від зовнішніх впливів і можливі простої.

У багатьох випадках транспорт виступає як ініціатор підвищення активності економіки. Зв'язуючи виробників і споживачів, він дозволяє розширити масштаби як виробництва, так і споживання.

Характерними рисами функціонування транспорту в умовах ринкової економіки є такі об'єктивні обставини, як нові економічні умови роботи транспорту і споживачів його послуг, формування ринку послуг транспорту, посилення конкуренції між підприємствами транспорту і різних видів транспорту.

Без урахування вимог ринку не може нормально розвиватися жодне підприємство. Кінцевою метою будь-якого підприємства транспорту, що функціонує в умовах ринку, є одержання прибутку на основі надання послуги, необхідної споживачу.

Працівникам підприємств транспорту необхідно чітко уявляти роль і місце транспорту в ринковій економіці. Ті підприємства, які швидше від інших пристосуються до ринку, займуть лідируючі позиції і будуть мати міцне економічне становище.

Логістичні системи не можуть розкрити свій потенціал без вирішення комплексу транспортних проблем, оскільки реалізація логістичних каналів із просування матеріальних потоків (матеріальних ресурсів на етапі заготівель, товарних потоків на етапі розподілу і збуту) неможлива без участі транспорту. Рішення про вибір каналів просування матеріальних потоків у значній мірі залежить від елементів транспортної системи, участь яких передбачається в тому або іншому варіанті вантажно-розвантажувальних, складських і транспортних робіт.

Сукупність вищевказаних елементів утворить транспортну мережу, яка являє собою одну із складових макрологічних мереж. Управління матеріальними потоками на регіональному, національному чи міжнародному рівні є головним напрямком макроекономічної політики будь-якої держави. Навіть у слаборозвинених країнах, де мова не йде про створення мікрологістичних систем, держава починає із створення макрологістичної системи, основними складовими якої є транспорт, зв'язок та їх об'єкти інфраструктури (шляхи, термінали, лінії зв'язку). В економічно розвинених країнах управління поточковими процесами

часто визначає спрямованість економічної політики держави. Таким чином, стає очевидним, що транспорт є не просто елементом логістики, а виступає основним засобом, через який логістика, незалежно від її масштабів, прагматично виражається в існуючій реальності.

В умовах ринкових відносин логістичні процеси характеризуються великим ступенем невизначеності. Відправники вантажу користуються послугами транспортних структур при виникненні визначеної потреби. У той же час керованість макро- та мікрологістичними процесами припускає як планування перевезень, так і виробництво продукції. Транспорт стає інтегрованою частиною управління випуском і реалізації товарів як процес відтворення, направлений на задоволення поточних потреб покупців. Розвиток ринкових відносин стимулює розвиток процесів виробництва, а це веде до мультиплікаційного зростання кількості транспортних зв'язків.

Виходячи з цього, у структуризації макрологістичних систем пріоритетна увага приділяється транспорту, управління яким виділяється в самостійний блок, що одержав назву «транспортної логістики». Транспортна логістика ґрунтується на раціональному поєднанні економічних інтересів:

- відправника, який формує матеріальні потоки;
- одержувача;
- перевізника.

Однією з особливостей транспортної логістики є коопероване використання транспортних засобів усіх учасників процесу просування матеріальних потоків. Логістичний підхід у створенні і функціонуванні комплексних транспортних систем обумовлює організацію робіт із сумісних технологій, легко адаптованих до конкретних динамічних умов. Локальні технологічні процеси, які протікають у макрологістичних системах, мають низку особливостей і залежать від стану елементів логістичного процесу – виду вантажу і транспортних засобів. Для реалізації функції логістики на цьому рівні необхідно, щоб різноманітні логістичні технології могли бути об'єднані в єдиний технологічний процес загальними моментами з дотриманням єдиних логістичних принципів (комплексності, гнучкості, доцільності, синергізму) і однакових вимог.

Головною функцією транспортної логістики є управління матеріальними потоками за всією довжиною логістичних каналів від джерела генерації до місця призначення.

Мета транспортної логістики полягає в забезпеченні просування матеріальних потоків до одержувача у встановлений час і з мінімальними витратами. Для досягнення вказаної мети необхідно, щоб потокові процеси були об'єднані на основі інтеграції постачання, виробництва, транспорту, збуту, споживання та інформаційного середовища.

Реалізація концепції логістики на транспорті допомагає знайти раціональні вирішення складних соціально-економічних поточних та перспективних завдань: коли, де й у якому обсязі повинні бути вироблені ресурси і куди доставлені для споживання. Ресурси, які утворюють відповідні потоки, являють собою матеріали, товарну продукцію, енергію, робочу силу, кошти або інформацію.

Однак, якщо методологія логістики не підкріплюється матеріально-технічною базою, то витрачені в цьому напрямку зусилля будуть малоефективними.

Предметом транспортної логістики є сукупність завдань, пов'язаних із оптимізацією процесів, таких як:

- вибір транспортних засобів;
- комплексне планування виробничих і транспортно-складських процесів;
- розробка маршрутів і графіків просування;
- інтеграція транспортних і складських операцій у єдиний процес.

Продукція транспорту являє собою перевезення вантажів і пасажирів. У зв'язку з тим, що продукцією транспорту є не конкретний матеріальний предмет, а комплекс визначених дій під узагальнюючою назвою – перевезення, в транспортній логістиці завжди актуальною є проблема якості управління. Комплексним критерієм якості управління логістичними процесами в сфері транспорту вважається ступінь раціоналізації сукупних перевезень. Часто на практиці роз'єднаність дій учасників транспортних процесів приводить до появи нераціональних перевезень. До них відносяться зустрічні, надмірно далекі, зайві, кругові і повторні перевезення.

Діяльність із управління вантажними потоками в транспортній логістиці ґрунтується на всебічному аналізі і плануванні (прогнозуванні) відповідних процесів:

- проведення комплексного аналізу використання транспортних засобів;
- вивчення споживачів продукції;
- складання дислокаційних карт по споживачах і всіх транспортних структурах;
- визначення відстаней за великим числом варіантів перевезення;
- встановлення середніх обсягів постачання продукції за одиницю часу (добу, місяць, рік) і їх узгодження зі споживачами;
- групування споживачів за напрямками, обсягами перевезення й іншими характеристиками на підставі наявних та прогнозованих замовлень;
- обґрунтування і вибір транспортних засобів;
- маршрутизація;
- формування комплексу логістичних послуг, які супроводжують вантажопотоки;
- розробка алгоритмів і технологічних карт для виконання логістичних робіт і операцій;
- вибір стратегії і тактики ціноутворення;
- розробка заходів економічного стимулювання транспортних працівників;
- визначення і деталізація ключових моментів взаємовідношень із державними структурами.

Виходячи з вищесказаного, серйозною проблемою є розробка методології проектування доставки вантажів на основі принципів логістики з урахуванням обмежень, які накладаються на систему доставки з боку споживачів, зокрема умов контрактів на постачання товарів.

3.2. Елементи транспортної логістики

Основними елементами транспортної логістики є: вантажі, що утворюють відповідні потоки, шлях, термінали, тягові засоби і рухомий склад, тара та упакування. Крім перерахованих до

найважливіших елементів варто віднести учасників логістичного процесу.

Вантажі – це прийнята до перевезення продукція, а також різне майно фізичних або юридичних осіб. Вони є предметом праці на транспорті. Сукупність властивостей вантажів, яка визначає його транспортабельність, умови перевезення, перевантаження і зберігання, називається характеристикою вантажного потоку. Вона включає: фізико-хімічні властивості; спосіб упакування, перевезення, перевантаження; режим зберігання; габарити; форму подання до перевезення та ін.

У процесі переміщення вантажних потоків і в місцях їх трансформації виникає необхідність контролю стану самого вантажу та його тари. Цей контроль здійснюється за допомогою органів чуттів, з використанням простих приладів чи лабораторного обладнання.

Усі вантажі стосовно транспортних і вантажно-розвантажувальних властивостей можна розділити на такі групи: навалочні; штучні масові; штучні одиничні; великовагові; довгомірні; пакетні; порошкоподібні; пластичні; рідкі; небезпечні.

Навалочні вантажі мають здатність змінювати форму штабеля залежно від кута природного нахилу й обмежуючих поверхонь. Наприклад, вугілля, руда, ґрунт, пісок, щебінь, гравій, шлак, зола і т.п. Навалочні вантажі характеризуються насипною масою, розміром шматків, вологістю, злежуваністю, замерзанням, липкістю й абразивністю. Їх перевозять і зберігають насипом без урахування займаних місць, але із вказівкою маси чи займаного об'єму.

Штучні масові вантажі являють собою різноманітні, негроміздкі матеріали у вигляді окремих одиниць (зубки, різці, болти, цегла і т.д.). Вони приймаються від відправника вантажу за кількістю штук або із вказівкою маси.

Штучні одиничні вантажі можуть бути тарні і безтарні. Їх перевозять і зберігають з урахуванням займаних місць, із вказівкою маси одиниць – шухляд, мішків, бочок, банок, блоків, вузлів і т.п. Штучні вантажі власною масою понад 200 кг називають великоваговими, а великою довжиною і малим поперечним перерізом – довгомірними. Одиницями виміру довгомірних вантажів ще можуть бути метри.

Пакетні вантажі звичайно складаються із значної кількості окремих місць, об'єднаних в один загальний за габаритними розмірами вантаж. До пакетного можна віднести пачки металопрокату, аркового кріплення, пакети з цеглою, контейнери і т.д. Вони приймаються від відправника вантажу і передаються споживачу за кількістю місць, штук із вказівкою маси чи кількості одиниць у пакеті.

До порошкоподібного відносять вантажі з розміром часток до 0,5 мм. Це цемент, мелена крейда, гіпс, борошно. Часто такі вантажі називають пилоподібними. Як правило, їх передають споживачу із вказівкою маси. Для транспортування пилоподібних вантажів застосовують спеціальні транспортні засоби, а для зберігання – покриті склади, елеватори. У випадку фасування в герметичні мішки, пакети чи бочки порошкоподібні вантажі відносять до штучних вантажів.

Окремою рисою групи пластичних вантажів є в'язкість, що викликає труднощі при навантаженні-розвантаженні внаслідок налипання часток на стінки і втрати плинності. Так, деякі бітуми та асфальтова маса, твердіють при низьких температурах, а бетонний розчин – при тривалому транспортуванні, що вимагає дотримання особливих методів транспортування і вивантаження.

До рідких вантажів відносять рідини, що перевозяться у великій тарі – цистернах, спеціальних ємностях. Їх перевозять і зберігають у налитому стані із вказівкою маси або обсягу. Рідини, перевезені в банках, суліях чи бідонах, чіпляють до штучних вантажів.

Особливу групу становлять небезпечні вантажі. До неї відносять речовини і предмети, що при транспортуванні можуть послужити причиною пожежі, вибуху, опромінення і мають шкідливість для людей, залучених на їх навантаженні чи розвантаженні. Небезпечні вантажі перевозяться за спеціальними правилами з обов'язковими позначками про безпеку.

Залежно від коефіцієнта використання вантажопідйомності транспортних засобів, що дорівнює

$$\kappa_u = \frac{m_{ep}}{G},$$

де m_{ep} - маса вантажу, т;

G - вантажопідйомність транспортного засобу, т.

Усі вантажі поділяють на класи (табл.3.1). Клас вантажу залежить від його об'ємної маси і від способу упакування. Цей фактор поряд із відстанню перевезення й іншими параметрами враховується при встановленні провізної плати.

Таблиця 3.1

Класифікація вантажів залежно від коефіцієнта використання вантажопідйомності транспортних засобів K_u

Клас вантажу	1	2	3	4
K_u	1,0	0,71...0,99	0,51...0,70	0,4...0...0,50

Шлях являє собою середовище, за допомогою якого рухається транспортний засіб, виконуючи свою функцію.

За видами шляхи поділяються на:

- природні (моря, ріки, повітряний простір, пішохідні і в'ючні стежки);
- штучні (автомобільні і залізничні, виробітки, монорельсові і канатні дороги та ін.);
- поліпшені природні шляхи.

За приналежністю вони поділяються на:

- шляхи загального користування;
- приватні шляхи, створені приватними особами або окремими підприємствами для власних потреб.

За видом транспортних засобів їх поділяють на автомобільні, залізничні, трубопровідні, водяні і повітряні шляхи.

Одним із основних показників, що характеризують шляхи сполучення, є пропускна здатність. Під пропускною здатністю слід розуміти кількість вантажів, що може бути пропущена за одиницю часу по ділянці шляху при відповідному рівні технічної озброєності та організації просування матеріальних потоків.

Термінал – це комплекс будов, обладнання тощо, розташованих у початковому, кінцевому чи проміжному пунктах транспортної мережі. Він забезпечує взаємодію різних видів транспорту в процесі просування потоків.

Основними функціями терміналу є забезпечення:

незалежності ведення навантажувальних, розвантажувальних і перевантажувальних робіт;

можливості транзитного руху і виконання маневрів без зупинки робіт;

акумуляування і трансформації потоків.

Основні характеристики терміналу: наявність складських площ, види і кількість підйомно-транспортного устаткування, а також вибір місця розташування терміналів, – обумовлюються техніко-економічними дослідженнями вантажопотоків і пасажиропотоків.

Важливим елементом транспортної логістики є тягові засоби, що надають рух складу або безпосередньо вантажу. Тягові засоби можуть бути пересувними (самохідними) або встановленими стаціонарно, з можливістю впливу на потоки за допомогою тягового органу (наприклад, каната, ланцюга або стрічки).

Рухомий склад складається з окремих одиниць і являє собою частину транспортної системи, що дозволяє перевозити конкретні вантажі або пасажирів. Причому, в окремих видах транспорту рухомий склад і тягові засоби сполучені.

Для рейкового транспорту рухомий склад складається з вагонів або вагонеток. Їх поділяють на вантажні і пасажирські. Вантажні вагони можуть бути універсальними і спеціалізованими. До універсальних відносять криті або відкриті вагони; напіввагони; платформи; цистерни, а до спеціалізованих – цистерни для нафтопродуктів, цементу, кислот; вагони-самоскиди; рефрижераторні вагони, платформи для перевезення автомобілів і т.д.

Рухомий склад автомобільного транспорту включає автомобілі, тягачі, причепа або напівпричепа. Автомобілі поділяють на автофургони, самоскиди, автоцистерни й ін.

Рухомий склад водяного транспорту утворює флот, що являє собою сукупність суден. Для повітряного транспорту рухомий склад складається із літаків, вертольотів та планерів.

Тара й упакування мають велике значення в організації руху матеріальних потоків. Так, використання різної тари забезпечує зберігання вантажів, скорочує час при виконанні операцій із переробки вантажів. Тара може бути твердою (шухляди, бочки, банки), напівтвердою (кошки, картонні коробки) і м'якою (сітки, мішки, тюки). Крім цього виділяють тару-устаткування (стелажі і піддони), а також контейнери.

За приналежністю та умовами використання поділяються на: виробничу, призначену для внутрішньозаводських або міжзаводських перевезень;

інвентарну (оборотну), що належить конкретному власнику і підлягає поверненню;

складську, необхідну для приймання, розташування і зберігання продукції.

Розрізняють тару одноразового та багаторазового застосування. Найбільш часто для її виготовлення використовують деревину, картон, пластмасу, скло, метал і різні тканини.

На відміну від тари упакування, як правило, є носієм інформації: найменування товару і його виробника, інструкції з експлуатації, штрихового коду, маркування і реклами. Витрати на упакування є частиною логістичних витрат і можуть складати до декількох десятків відсотків від собівартості продукції.

Всі учасники логістичних процесів за фізичним просуванням матеріальних потоків поділяються на три групи: відправник вантажу; вантажоодержувач та перевізник.

Відправник вантажу – це фізична чи юридична особа, яка діє від свого імені і виконує певні обов'язки, що обумовлені договором перевезення для доставки в місце призначення та передачі вантажоодержувачу.

Вантажоодержувач – це фізична чи юридична особа, яка правочинна прийняти в місці призначення доставлений перевізником вантаж.

Перевізник – це фізична чи юридична особа, яка використовує власні чи взяті в оренду засоби для транспортування вантажів чи пасажирів. Послуги перевізника надаються на підставі договору перевезення чи на інших умовах, що передбачають права, обов'язки і відповідальність сторін.

При виборі перевізника можуть використовуватися різні критерії, найважливішими з яких є якість обслуговування і ціна.

3.3. Основні логістичні операції на транспорті

Серед безлічі логістичних робіт і операцій, здійснюваних у транспортній логістиці, необхідно виділити маркування і пакування

вантажів, вантажно-розвантажувальні роботи, розташування і кріплення вантажів на рухомому складі.

Для всіх вантажів, які приймаються до перевезення в тарі або упакуванні, застосовують маркування, що являє собою нанесення встановлених знаків, написів та умовних позначок. Маркування дозволяє встановити порядок із обліком, заходи для зберігання при транспортуванні, зберіганні і перевантажувальних роботах. Воно допомагає встановити зв'язок між вантажем і перевізним документом, а також відрізнити одну партію вантажу від іншої. При її нанесенні доцільно вказувати основні дані про контракт, пункт призначення, найменування відправника вантажу, наводити дані про масу й об'єм вантажного місця, позначати спосіб обертання з вантажем, вид вантажу і його пакування.

За призначенням маркування вантажу поділяють на:

- фабричне, що має дані про найменування виробу, виробника, його адресу, заводську марку, ТУ чи ДСК і інші дані;

- відправницьке, що вказує номер місця, число місць, відправника й одержувача, пункт відправлення і призначення;

- спеціальне, що вказує спосіб зберігання, поводження в дорозі, а також при вантажно-розвантажувальних роботах;

- транспортне, у вигляді дробу, де в чисельнику вказується порядковий номер, за яким певне відправлення прийняте до перевезення, а у знаменнику – число місць цього відправлення, поруч із цим дробом наводиться номер вантажної накладної.

Показниками якості перевезення вантажів є їх збереженість і своєчасність доставки. Значною мірою збереженість вантажу залежить від його розміщення на транспортному засобі. Вантаж необхідно розташовувати рівномірно за всю площу рухомого складу.

Штучні вантажі, які не вимагають особливих умов перевезення, вкладають з таким розрахунком, щоб не залишалася вільного простору між окремими місцями і виключалася можливість зсуву під час руху. Під час перевезення вантажів різної маси найбільш важкі одиниці вкладають внизу. Великогагові вантажі розміщують таким чином, щоб забезпечити їх стійкість і рівномірний розподіл на ходову частину. Як правило, вони повинні кріпитися розпірками чи замками.

Вантажі в шухлядах, коробках, пачках, мішках або рулонах необхідно пакувати, наприклад, на плоских піддонах. Умовою для

формування пакета є однотипність штучного вантажу за родом тари, розміром і масою. Щоб зберегти пакети під час перевезення, їх необхідно скріплювати. Збереженість пакета, сформованого з дерев'яних шухляд, забезпечується скріпленням між собою шухляд металевою стрічкою і цвяхами, а сформованого з картонних коробок, мішків – клейкою стрічкою. Для скріплення тарно-штучних вантажів, покладених у пакет, застосовують пластмасові плівки, що розтягуються. Часто засоби кріплення вантажів у пакети мають пломби з найменуванням вантажовідправника чи контрольні стрічки.

Вантажі, що не допускають стиск або штабелювання, повинні розміщуватися в ящикових піддонах.

Довгомірні матеріали пакетують без застосування піддонів, а з використанням дроту, стрічки або напівтвердих стропів багаторазового застосування.

Для виконання логістичних операцій за розміщенням вантажів доцільно використовувати в а н т а ж н и й п л а н , що дозволяє більш раціонально заповнювати корисний об'єм. Цей план являє собою схематичний розріз, на якому позначаються найменування і кількість вантажів, пункти призначення й інші дані. Як правило, план складається до початку завантаження, а після його закінчення уточнюється.

Вантажно-розвантажувальні роботи під час перевезення вантажів є невід'ємним елементом логістичного процесу. У загальному обсязі витрат із просування матеріальних потоків їх трудомісткість складає до 40%.

Процес навантаження на транспортні засоби або його вивантаження складається з основних і допоміжних операцій. До основних відносять захоплення, підйом, переміщення й опускання вантажу та його вкладання, а до допоміжних – застроплення та відстроплення, надягання і зняття захоплюючих пристроїв, передачу сигналів кранівникам, напрямок, розміщення і кріплення вантажів, підготовку рухомого складу й інші операції.

З а с п о с о б о м виконання вантажно-розвантажувальні роботи поділяють на ручні, механізовані й автоматизовані.

При механізованому способі всі основні операції з вантажем виконуються машинами або пристроями, а допоміжні – вручну. Причому, якщо допоміжні операції виконуються не вручну, то такі вантажно-розвантажувальні роботи відносяться до комплексно-

механізованих. Для комплексно-механізованого способу усі функції працівників зводяться тільки до управління машинами.

При автоматизованому способі усі вантажно-розвантажувальні роботи виконуються системою машин за заздалегідь розробленою програмою без особистої участі працівників логістичних служб.

Для оцінки і розробки відповідних заходів визначають коефіцієнт механізації або комплексної механізації вантажно-розвантажувальних робіт, що дорівнює

$$K_m = \frac{U_m}{U_{об}},$$

де U_m – обсяг вантажно-розвантажувальних робіт у тонно-операціях, виконаний машинним способом;

$U_{об}$ – загальний обсяг вантажно-розвантажувальних робіт у тонно-операціях.

При виконанні вантажно-розвантажувальних робіт використовують норми навантаження-вивантаження, що визначають, яка кількість одиниць маси або об'єму вантажу підлягає навантаженню-вивантаженню за одиницю часу. Дані норми встановлюються різними директивними актами.

На різних видах транспорту вантажно-розвантажувальні норми мають свої особливості. Вони можуть встановлюватися в цілому для транспортного засобу, його частини і фіксуватися в чартерах, одиницях маси чи об'єму за годину або добу. Причому, тут необхідно враховувати особливості конструкції і вантажопідйомність транспортних засобів, вид перевезеного вантажу, його пакування, а також функціональні можливості вантажопідйомного устаткування.

Для аналізу вантажно-розвантажувальних робіт часто використовують показник інтенсивності вантажних робіт, що характеризує швидкість обробки транспортних засобів у вантажно-розвантажувальних пунктах. Розрізняють технічну і валову інтенсивність.

Технічна (чиста) інтенсивність визначається як відношення подвоєної кількості переробленого вантажу до часу вантажно-розвантажувальних робіт, а валова – як відношення подвоєної кількості переробленого вантажу до загального часу простою для виконання логістичних робіт.

При змішаних перевезеннях часто має місце перевантаження або перевалка, коли відбувається передача вантажу з одного транспортного засобу на інший. Передача може здійснюватися із вивантаженням або без вивантаження на склад. З позицій логістики найбільш доцільним способом є перевалка вантажів без вивантаження на склад, оскільки при цьому зменшується час просування матеріального потоку по логістичних ланцюгах. Деталізація порядку виконання перевалки встановлюється угодами, статутами, правилами перевезення й іншими нормативними актами. Раціональна організація перевалки передбачає взаємне інформування учасників логістичного процесу про просування матеріальних потоків, комплексне планування вантажопідйомних робіт, складання наскрізних розкладів руху для різних видів транспорту з урахуванням особливостей технологічних процесів терміналів.

3.4. Транспортно-експедиційні послуги в логістиці

Найбільш поширеними в транспортній логістиці є транспортно-експедиційні послуги. Їх суть полягає в тому, що відправники вантажу і вантажоодержувачі, а також транспортні підприємства виконують низку робіт, пов'язаних із перевезеннями: складання заявок і оформлення перевізних документів, навантаження і доставка вантажів, супровід і охорона, здавання-одержання вантажів.

Для ефективної роботи транспорту недостатньо наявності транспортних підприємств і споживачів їх послуг, необхідна також широка мережа транспортно-експедиційних, лізингових, інформаційно-посередницьких та інших підприємств.

Для країн із розвинутою ринковою економікою характерна спеціалізація діяльності підприємств транспорту, що дозволяє кожному окремому учаснику процесу доставки домагатися високого рівня якості обслуговування при менших витратах у тому сегменті ринку послуг транспорту, який він займає. Спеціалізація виявляється насамперед у різному статусі підприємств, тобто в запропонованому їм на підставі отриманого дозволу (ліцензії) виді діяльності. Підприємства транспорту поділяються на такі групи: транспортні, експедиційні, інформаційно-посередницькі, стивідорські, лізингові, за ремонтом транспортного устаткування.

Крім спеціалізації за видом діяльності, існує також спеціалізація територіальна, тобто право на обслуговування визначеного регіону, спеціалізація за видом перевезених вантажів, за характером маршрутів.

Експедиційні підприємства поряд із обслуговуванням споживачів роблять послуги транспортним підприємствам, пропонуючи і виконуючи оптимальні варіанти доставки вантажу, зокрема у змішаному сполученні.

Інформаційно-посередницькі підприємства здійснюють функцію пошуку вантажу для тих чи інших перевізників пошуку перевізника для визначених відправників вантажу. На відміну від перевізників або експедиційних підприємств, посередники не несуть відповідальності за організацію і виконання доставки.

Лізингові і стивідорські фірми представляють власники рухомого складу, складських комплексів і вантажно-розвантажувального устаткування (транспортні, стивідорські фірми, приватні власники рухомого складу і т.п.).

Посилення інфляційних процесів, зниження купівельної спроможності споживачів, перенасичення ринку товарами і твердою конкуренцією викликають серйозні труднощі для виробників, торгових і збутових підприємств у реалізації товарів. Для зберігання обсягів продажів виробники йдуть не тільки на зниження цін, зменшення партій товарів, які продаються, масову рекламу, надання сезонних знижок, організацію розпродажів за зниженими цінами, а й на розширення ринку збуту через розгортання дистрибуторської і дилерської мережі.

При виконанні доставки товарів у змішаному сполученні транспортно-експедиційні підприємства стикаються з такими проблемами, як: відсутність інформації про ступінь надійності перевізників, необхідність обліку особливостей умов контрактів на постачання і, особливо, з проблемою забезпечення надійності доставки.

Специфіка виконання контракту на постачання пов'язана з передачею товару від продавця до покупця не безпосередньо, а звичайно через третю особу - е к с п е д и т о р а (перевізника).

Таким чином, фізична передача товару займає встановлений, а іноді значний проміжок часу. Тим самим утворюється складна система взаємин між виробниками товарів і їх споживачів через

систему доставки, що повинна забезпечити дотримання умов контракту на постачання.

Підвищення уваги до питань планування доставки товарів зумовлюється скороченням тривалості циклів торгівлі, збільшенням вартості зберігання і необхідністю прискорення реакції на споживчий попит. На важливість цього аспекту вказує той факт, що з деяких товарів витрати на виробництво складають лише близько 10% вартості товару, що значно менше витрат на розподіл, у тому числі на доставку. Отже, оптимізація вантажопотоків, транспортно-складських і торгово-посередницьких операцій є однією з найважливіших проблем.

При виконанні доставки товарів у змішаному сполученні транспортно-експедиційні підприємства стикаються з проблемами обмеженості часу на планування доставки, відсутності оперативної інформації про ступінь надійності перевізників, необхідності врахування особливостей умов контрактів на постачання і особливо з проблемою забезпечення надійності доставки.

Одним із шляхів підвищення ефективності доставки товарів у змішаному сполученні є оптимізація проектування доставки. Аналіз світового і вітчизняного досвіду вирішення цієї проблеми показав відсутність сучасних розробок, а також системного підходу і методології проектування доставки товарів. Це змушує експедиторів приймати суб'єктивні рішення для планування доставки без урахування впливу численних факторів, що в цілому приводить до зниження ефективності процесу фізичного розподілу товарів.

3.5. Альтернативи транспортного обслуговування

Доставка продукції в потрібний час і в потрібній кількості спричиняє ряд проблем для вибору рішень. Прийняття вигідного поєднання параметрів матеріального потоку є метою оптимізації логістичних процесів. Реалізація вказаної мети залежить від транспортної логістики, що припускає ряд альтернатив. Вибір поєднання параметрів повинен враховувати комплексну оцінку наслідків логістичного ланцюга, викликаних дією учасників логістичного процесу, і, в першу чергу, – відправником вантажу і перевізником.

Кількісні, вартісні, часові і якісні параметри матеріальних потоків визначаються договорами постачання, купівлі-продажу чи договорами транспортно-експедиційного обслуговування. Їх реалізація відбувається в сфері транспортної логістики, де однією з головних проблем є вибір каналу і виду транспортних засобів для просування матеріального потоку.

У галузі збуту товарів (рис.3.1) виробничі і торгові підприємства використовують такі канали розподілу:

- виробник – споживач;
- виробник – оптовий продавець – споживач;
- виробник – оптовий продавець – дрібнооптовий продавець-споживач.

Канали розподілу можуть бути найрізноманітнішого типу: від прямого зв'язку “виробник – споживач” (рис.3.1,*a*) до зв'язку через безліч комбінацій різних посередників (рис.3.1,*б,в,г*). Варіанти розподілу характеризуються різним кількісним складом і якісною структурою суб'єктів розподілу.

На вибір каналів розподілу впливають такі фактори:

- обсяг продажу товарів;
- наявність знання, досвіду і методів торгівлі;
- споживчі властивості товару;
- географічна віддаленість районів перебування і споживання товарів;
- ефективність послуг посередників;
- кон'юнктура ринку збуту.

Чим менша кількість елементів системи розподілу, тобто посередників між виробником і кінцевим споживачем, тим швидше відбувається реалізація товару за часом. Але в той же час, виробникам доводиться нести значні витрати на складування і забезпечення продажу товарів. Тому вибір оптимальної форми розподілу товарів необхідно здійснювати на основі аналізу ефективності транспортно-експедиційного забезпечення.

Ефективність каналу розподілу показує так званий коефіцієнт ланок товароруку, під яким розуміють середнє число торгових ланок, де проходить товарна маса при прямуванні від виробника до кінцевого споживача товарів. Коефіцієнт показує, скільки разів товар був проданий у сфері обігу. Він розраховується як відношення валового товарообігу торгової фірми до чистого

товарообігу за певний період. Зменшенню значення коефіцієнта сприяють прямі зв'язки між виробництвом і торговими фірмами.

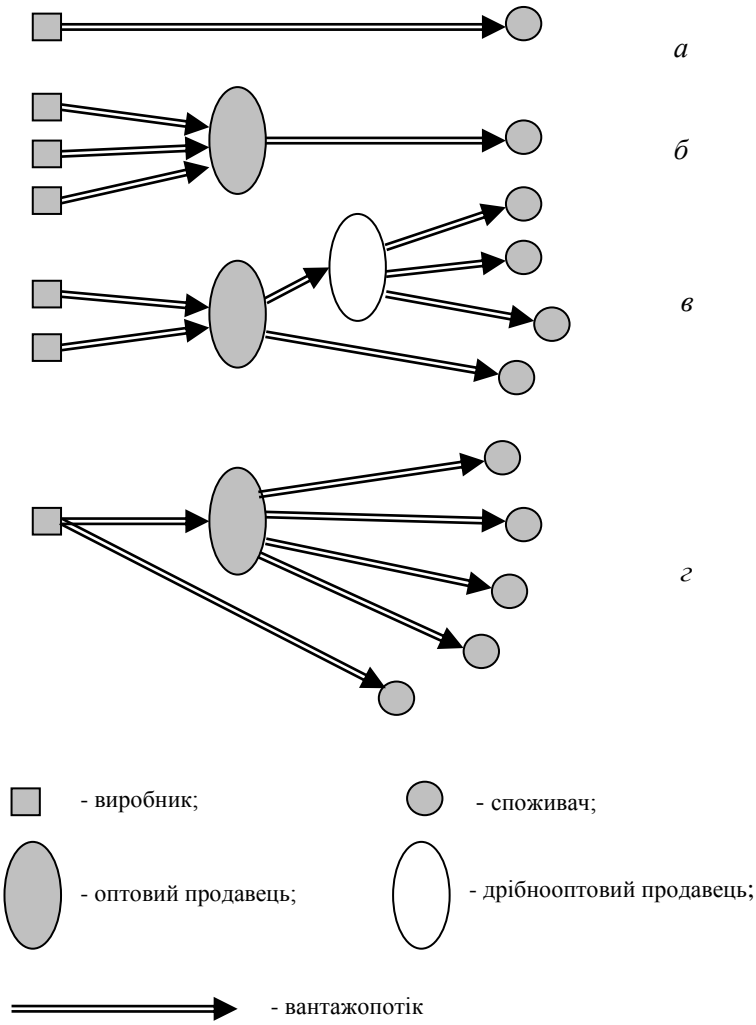


Рис.3.1. Варіанти каналів розподілу

Вибір транспорту, що відповідає вимогам перевезення, ґрунтується на характерних рисах різних видів транспорту: автомобільного, рейкового, конвеєрного, трубопровідного, водяного чи повітряного [15,36,60].

Для однакових умов просування матеріальних потоків кожному з видів відповідають свої транспортні витрати. Під транспортними витратами розуміють витрати на перевезення продукції від місця виробництва до безпосередніх споживачів. Будучи додатковими витратами, пов'язаними з продовженням процесу виробництва, вони включають оплату витрат на утримування власного транспорту, вартість вантажно-розвантажувальних робіт, тарифів і зборів транспортно-логістичних організацій.

Слід відзначити, що вирішення про доцільність перевезення тим чи іншим видом транспорту не повинне базуватись тільки на транспортних витратах, оскільки необхідно враховувати інші фактори, які можуть бути вирішальними. Наприклад, відсутність під'їзних колій у споживача, швидкість доставки або надійність постачання.

Вигідність перевезення вантажів різними видами транспорту встановлюється шляхом зіставлення сумарних витрат підприємства на переміщення й утримування виробничих запасів. Розміри останніх багато в чому залежать від застосування того чи іншого виду транспорту.

Важливим фактором, що впливає на вибір виду транспорту, є час доставки

$$T_{\partial} = T_{нк} + \frac{L}{V_e} + T_{\partial\partial\partial}, \text{ год}$$

де $T_{нк}$ – час на початково-кінцеві операції, год;

L – відстань перевезення, км;

V_e – експлуатаційна швидкість, км/год;

$T_{\partial\partial\partial}$ – час на додаткові операції чи маневри, год.

Для транспорту періодичної дії в транспортній логістиці розрізняють велику, вантажну і пасажирську категорії швидкості. За цією ознакою формують вантажні потоки. У випадку, коли відправлення будь-якого вантажу допускається тільки певною швидкістю, відправник повинен зробити про це позначку в транспортно-супровідному документі.

Під відправленням розуміють партію вантажу, прийнятого до перевезення за одним документом від конкретного відправника вантажу до конкретного вантажоодержувача. Прийнята партія повинна бути неподільною, але при необхідності вона може бути переадресованою.

Розрізняють такі категорії відправлень: пакетна, контейнерна, вагонна, маршрутна, групова, суднова, збірна і дрібна.

В основу відправлення закладають транзитні норми, які встановлюються залежно від виду продукції, вантажомісткості і вантажопідйомності транспортних засобів. Транзитна норма – це мінімальна кількість вантажу, прийнятого до перевезення транспортом чи перевізником.

Вантажомісткість являє собою об'єм, що може бути використаний для розташування і перевезення. Для аналізу ступеня заповнення розраховують коефіцієнт використання вантажомісткості, що дорівнює відношенню фактичного об'єму вантажу до повного (геометричному) об'єму.

Під вантажопідйомністю розуміють кількість вантажів у масових одиницях, що можуть бути прийняті до перевезення. На практиці часто використовується коефіцієнт питомої вантажопідйомності, який дорівнює відношенню частини вантажопідйомності до одиниці повного об'єму транспортного засобу. Якщо питома вантажопідйомність більша, ніж щільність прийнятого до перевезення вантажу, то вантажомісткість транспортного засобу використовується повністю. Якщо ж питома вантажопідйомність менша, ніж щільність вантажу, то вантажомісткість транспортного засобу недовикористовується.

Перед кожним виробником стоїть проблема вибору – самостійно перевозити продукцію або скористатися послугами стороннього перевізника. Це завдання МОВ (Make-or-Buy Problem), що полягає в обґрунтованому вирішенні цієї проблеми.

При її вирішенні необхідно враховувати ряд факторів. Наявність власних транспортних засобів, достатні і стабільні обсяги перевезень змушують виробника самостійно перевозити вантажі. Формалізувати вирішення завдання МОВ часто не вдається, оскільки доводиться враховувати велику кількість факторів, значення яких у заданому інтервалі часу можуть змінюватися (падіння попиту, розробка нових

технологій і ін.). Тому вирішення може виявитися неправильним із усіма наслідками.

У сучасних умовах на ефективність результатів діяльності підприємств якомога більше впливає вибір ефективного перевізника, який в умовах планової економіки диктувався, в основному, абстрактними розрахунками транспортних витрат, без урахування впливу параметрів якості транспортно-експедиційного обслуговування. У ринкових умовах споживачі вільні в межах своїх фінансових ресурсів купувати послуги транспорту в такому наборі, які вони вважають найбільш придатними для задоволення своїх потреб.

В умовах ринкової конкуренції спостерігається тенденція диференціації послуг перевізників, тому що споживачам пропонується широка низка рівнів якості будь-якої послуги й у будь-який момент. Це для споживача означає відчутні переваги. Діапазон вибору розширюється. У той же час розширення номенклатури послуг може досягти такого рівня, при якому споживач почне плутатися, вибір стане важким і буде забирати багато часу. Таким чином, виникає не менш складна проблема вибору транспортних послуг.

Ця проблема з особливою гостротою постає на ринку змішаної міжміської і міжнародної доставки товарів, де послуги перевізника або складського терміналу окремо не мають цінності для фірм. І тільки експедитори, об'єднавши ці послуги, виставляють на продаж систему послуг, які можуть задовольнити реальні потреби покупця. Таким чином, експедитори, по суті, займаються перепродажем послуг перевізників і складських терміналів.

Вибір і оцінка перевізника (експедитора) виробничим чи торговим підприємством полягає в пошуку і доборі потенційних перевізників сировини, матеріалів і готової продукції. Якщо підприємству не вигідно робити перевезення власними силами, то доцільно пошук перевізника здійснювати шляхом оголошення конкурсу.

Параметри добору можуть бути різні. Звичайно, їх кількість може складати кілька десятків. У різних галузях, незалежно від специфіки, найважливішими є надійність обслуговування і прийнятна ціна обслуговування. До інших додаткових параметрів відносяться терміни виконання поточних і термінових перевезень, наявність

резервних потужностей у перевізника, організація управління якістю обслуговування у перевізника, психологічний клімат персоналу перевізника, кредитоспроможність і фінансове становище перевізника.

Надійність обслуговування слід розуміти як дотримання перевізником зобов'язань за термінами доставки, відповідність умовам договору доставки.

З метою підвищення рівня об'єктивності оцінки потенційного постачальника фірми нерідко вдаються до послуг спеціалізованих агентств, які можуть дати оцінку фінансового становища перевізника за такими показниками: відношення ліквідності до суми боргових зобов'язань перевізника; відношення обсягу продажів послуг до дебіторської заборгованості; відношення чистого прибутку до обсягу продажів; рух готівки й ін. За умов конфіденційності така оцінка призначена для використання винятково замовником і не підлягає передачі іншим фірмам.

При вирішенні завдання вибору та оцінки перевізника використовуються методи дослідження операцій. Залишковий вибір перевізника є вольовим актом. Для вирішення завдання вибору перевізника й оцінки якості обслуговування застосовуються різного роду автоматизовані системи. Можливе застосування й експертних систем. Фірми, які працюють за системою Kanban, звичайно користуються послугами одного перевізника. Часто фірми крім основного перевізника мають, як правило, резерв перевізників-дублерів.

Оцінка рівня якості обслуговування вже відібраного перевізника (експедитора) здійснюється за підсумками його діяльності обчисленням рейтингу перевізника. Якщо рейтинг обраного перевізника нижчий від рейтингу інших перевізників, то договір на обслуговування не продовжується чи підлягає розірванню.

Відомо кілька методів вибору перевізника.

У методі, запропонованому Feddin J.H., при аналізі витрат і результатів доставки вантажу оцінка прибутку проводиться як стохастична випадкова перемінна. Ця оцінка використовується для ймовірного ствердження щодо очікуваних прибутків і дозволяє виявити причини зниження прибутків, а також визначити шляхи її підвищення.

У методі матриць вирішення завдання вибору перевізника зв'язується з аналізом кон'юнктури ринку (ступеня дефіцитності і вартості послуг, наявності альтернативних каналів придбання і частоти пропозиції). Для формалізації процедур вибору перевізників за критерієм мінімуму витрат застосовується матриця, по рядках якої вказуються обсяги замовлення й умови постачання (розмір партії, частота, гарантовані періоди, транспортні засоби, упакування і додаткові послуги), по стовпцях – виробники однойменних послуг (перевізники), а на перетинанні рядків і стовпців – вартості послуг і тарифи. Визначаючи найменші витрати по стовпцях, покупець може вибрати потенційного перевізника. Остаточний вибір здійснюється з урахуванням характеристик рівня якості обслуговування, які можуть бути оцінені за бальною системою. Недоліком даного методу є складність формалізації.

Суть методу вартісної оцінки полягає в тому, що вибір перевізника передбачається обумовленим прагненням фірми до оптимізації вартості товару і визначається прибутком. Таким чином, вибір обумовлюється прагненням торгової фірми максимально збільшити прибуток за рахунок оптимального поєднання параметрів перевезення і товарного ринку.

Метод абстрактного перевізника описує абстрактний товар у вигляді вектора параметрів, який перевізник пропонує відправнику вантажу. Метод базується на мінімізації вартості кожного параметра і на прирівнюванні маргінальної вартості до маргінального прибутку як умови рівноваги:

$$C = rT - ut + a/S + WST/2,$$

де C - очікувана річна вартість перевезень;

T - кількість товарів, перевезених за рік;

r - вартість доставки за одиницю товару (включаючи тарифи на перевезення, навантаження, розвантаження, страхівку і т.п.);

t - середній час, необхідний для завершення доставки, роки;

S - середній час між перевезеннями товару, роки;

u - вартість доставки одиниці товару на рік (з урахуванням процентної ставки, штрафів за псування і дрібну крадіжку і т.п.);

a - вартість оформлення замовлення за одне вантажоперевезення;

W - річна вартість складування.

Очікувана річна вартість доставки певної кількості товарів дорівнює сумі вартості перевезення і складування. Абстрактний

перевізник визначається за трьома його параметрами, що характеризують вартості перевезення, вартості перевезеного товару і часу перевезення. Вартості оформлення замовлення, складських перевезень і перевезення повної кількості товарів є екзогенними параметрами. Модель методу розширена для того, щоб вона могла враховувати деякі інші фактори, такі як невизначеність попиту і часу доставки.

Вибір перевізника в методі обліку технологічних параметрів базується на зв'язках між фізичними параметрами вантажу (маса, обсяг, здатність псуватися, відношення його вартості до ваги) і системами перевезення (швидкість, частота перевезень і т.п.), тобто вибір визначається технологічними параметрами. Добір параметрів здійснюється, виходячи з емпіричних міркувань. Найбільш часто використовуваними параметрами є: маса відправлення вантажу, відстань перевезення, вартість за тонну, вид предмета торгівлі, річний тоннаж перевезеного предмета торгівлі, тариф за перевезення, час перевезення, ступінь надійності. Більшість із цих параметрів відноситься до товару, ніж до ефективності діяльності фірми. У цьому полягає відмінність такого методу від попередніх. Жоден із перерахованих вище параметрів, узятих окремо, не допомагає розкрити джерело прибутку. Таким чином, концепція первинного зв'язку вибору перевізника з товаром як предмета перевезення є центральною. Метод не розглядає, на відміну від методу вартісної оцінки, тариф на перевезення як параметр, який допомагає відправнику вантажу здійснювати вартісний аналіз. Для методу це всього лише один із параметрів, що описує процес перевезення і тому тариф перевізника не є визначальним параметром при виборі.

У розглянутих методах вибору перевізника передбачається, що кожен споживач розглядає всі альтернативи. Однак, на практиці це допущення є нереалістичним, особливо у відносно складних ситуаціях вибору, коли споживач не може спробувати спростити завдання вибору. Одним із методів, що допускає виключення параметрів, є метод елімінування за параметрами. Замість одночасного розгляду всіх параметрів для оцінки перевізника, споживач здійснює пошук параметрів послідовним чином, встановлюючи їх вагу. Головним чином розглядаються час

перевезення, надійність часу прибуття в пункт призначення, частота перевезення, тариф на перевезення, виключення пошкоджень і витрат.

3.6. Планування вантажопотоків у транспортних системах

Планування вантажопотоків у транспортних системах ґрунтується на встановленні раціонального обсягу і напрямків перевезень. Основною математичною моделлю є так зване транспортне завдання лінійного програмування (Т-задача).

У загальному вигляді задача має таке формулювання. Однорідний продукт виробляється в m пунктах A_1, A_2, \dots, A_m (рис.3.2), причому обсяг виробництва в пункті A_i складає a_i одиниць ($i= 1, 2, 3, \dots, m$). Цей продукт необхідно доставити в n пунктів B_1, B_2, \dots, B_n . Обсяг споживання в пункті B_j складає b_j одиниць ($j= 1, 2, 3, \dots, n$). Транспортні витрати щодо перевезення одиниці продукції з пункту A_i в пункт B_j дорівнюють C_{ij} і наведені в матриці транспортних витрат:

$$C = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & \dots & C_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{m1} & C_{m2} & \dots & C_{mn} \end{bmatrix}$$

Потрібно скласти такий план вантажопотоків, при якому весь продукт вивозиться з пунктів виробництва, задовольняються запити всіх споживачів і транспортні витрати мінімальні. Вантажопотік, переміщуваний з пункту A_i в пункт B_j , приймаємо таким, що дорівнює X_{ij} . Потрібно визначити значення $X_{ij} \geq 0$, переміщуваного від i -го пункту генерації до j -го пункту призначення так, щоб

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = a_i, \text{ де } i = 1, 2, 3, \dots, m;$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = b_j, \text{ де } j = 1, 2, 3, \dots, n;$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_j^n C_{ij} X_{ij} \rightarrow \min .$$

Необхідна і достатня умова розв'язку задачі може бути записана як

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_j^n b_j .$$

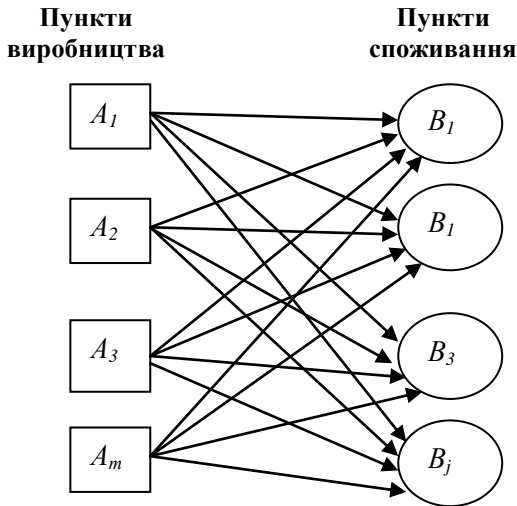


Рис.3.2.Схема вантажопотоків між пунктами виробництва і споживання

Одним із розповсюджених методів розв'язку Т-задачі є метод потенціалів.

Потенціалами називається система чисел, приписаних відповідно кожному рядку i і кожному стовпцю j . За ціну продукту в пункті його виробництва приймається потенціал V_i , а в пункті споживання V_j .

$$\text{У найпростішому випадку } V_j = V_i + C_{ij}; \quad V_i = V_j - C_{ij} .$$

Використовуючи теорему лінійного програмування про те, що завжди можна знайти оптимальний базисний розв'язок Т-задачі, у якій число перевезень не буде перевищувати $(m + n - 1)$, можна побудувати оптимальний план вантажопотоків. У табл.3.2 наведений розрахунок оптимального плану, де, крім ресурсів постачальників, потреби споживачів, транспортних витрат, додатково містяться у стовпець і рядок для запису потенціалів.

Якщо умова виконується $\sum a_m = \sum b_n$, то розв'язок транспортної задачі називають закритим, а якщо не виконується, то відкритим. Коли $\sum a_m \geq \sum b_n$, то визначають, якому постачальнику і яку кількість продукції необхідно залишити з урахуванням мінімуму транспортних витрат. У протилежному випадку встановлюють, хто із споживачів і в якій кількості повинен недоодержати продукцію.

Таблиця 3.2

Розрахунок плану вантажопотоків методом потенціалів

Постачальники		Споживачі				Усього ресурсів
		1	2	3	4	
номер	V_i	V_j				
1		C_{11}	C_{12}	$X_3 C_{13}$	$X_6 C_{13}$	$\sum b_1$
2		C_{21}	$X_2 C_{22}$	$X_4 C_{23}$	C_{24}	$\sum b_2$
3		$X_1 C_{31}$	C_{32}	$X_5 C_{33}$	C_{34}	$\sum b_3$
Усього потреба		$\sum a_1$	$\sum a_2$	$\sum a_3$	$\sum a_4$	$\sum a_m = \sum b_n$

Для розв'язування відкритої транспортної задачі методом потенціалів використовують фіктивного споживача, якщо ресурси перевищують потребу або фіктивного постачальника, коли потреба перевищує ресурси. Тут витрати на перевезення приймаються надмірно завищеними, щоб свідомо виключити вибір фіктивного постачальника чи споживача під час пошуку оптимального варіанта плану.

Подана вище модель транспортної задачі застосовується для планування й управління в транспортній логістиці прямими вантажопотоками. Однак, на практиці часто вантажопотоки просуюються від джерела генерації до кінцевого пункту через проміжні. У цьому випадку використовується Т-задачі в сітвовій постановці.

Для розв'язку цього типу задач усі пункти, між якими здійснюються перевезення, нумерують у визначеному порядку і з'єднують дугами або стрілками, які вказують напрямки перевезення. У результаті виходить мережа з безліччю вершин (точок). Потім встановлюють такі характеристики логістичної мережі: d_i –

інтенсивність вантажопотоків у i -му пункті (кількість відвантаженого чи відправленого вантажу з i -го пункту).

Якщо $d_i > 0$, то вантаж з i -го пункту відправляється кількістю d_i . Якщо $d_i = 0$, то кількість вантажу, що прибуває в i -й пункт, дорівнює кількості спадного вантажу. Якщо $d_i < 0$, то i -й пункт одержує вантаж для споживання кількістю d_i .

Позначимо: d_{ij} – пропускна здатність відрізка шляху (i, j) ; C_{ij} – вартість перевезення одиниці вантажу за відрізком шляху (i, j) ; X_{ij} – кількість вантажу, перевезеного від пункту i до пункту j .

Тоді Т-задачу можна сформулювати таким чином.

Знайти такі потоки $X_{ij} > 0$, $(i, j = 1, 2, \dots, n)$, при яких досягається мінімум витрат на перевезення $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} X_{ij} \rightarrow \min$, коли

повинні виконуватися умови перевезень $\sum_{j=1}^m X_{ij} - \sum_{i=1}^n X_{ji} = d_i$, $(i = 1, 2, \dots, n)$ і умови пропускної здатності $X_{ij} < d_{ij}$, $(i, j = 1, 2, \dots, n)$.

Критерієм оптимальності плану сітьової транспортної задачі є існування чисел (потенціалів) u_1, u_2, \dots, u_n .

Причому

$$u_j - u_i = C_{ij} \text{ при } 0 < X_{ij} < d_{ij}, (i, j = 1, 2, \dots, n);$$

$$u_j - u_i \leq C_{ij} \text{ при } X_{ij} = 0, (i, j = 1, 2, \dots, n);$$

$$u_j - u_i \geq C_{ij} \text{ при } X_{ij} = d_{ij}, (i, j = 1, 2, \dots, n).$$

Таким чином, розв'язок транспортної задачі в сітьовій постановці проводиться за допомогою методів потенціалів (за аналогією з розв'язком транспортної задачі в матричній формі).

Сітьова постановка транспортної задачі виявляється зручною у тих випадках, коли вартість перевезень є адитивною, тобто дорівнює сумі вартості ділянок $C_{ij} = C_{ik} + C_{ki}$. Тоді формування загальної вартості перевезень між пунктами можна проводити за допомогою ЕОМ. Наприклад, при розв'язуванні задачі на мінімум собівартості перевезень можна вважати, що загальна собівартість складається із суми вартості ділянок. При використанні критерію тарифної плати

це не так у зв'язку з тим, що тарифна плата не адитивна $C_{ij} \neq C_{ik} + C_{ki}$.

У великих макрологістичних системах, при плануванні вантажопотоків доводиться вирішувати транспортні задачі великого розміру, з великою кількістю учасників каналів. При цьому виникають труднощі в інформаційному забезпеченні і безпосередньо в проведенні розрахунків. Тому для зменшення розмірності задачі проводять агрегацію, тобто всі джерела генерації матеріальних потоків і всіх споживачів поділяють на групи. Кожна група вважається одним джерелом генерації чи споживачем. Як пункт групування можна брати районний, обласний центри або умовний пункт.

Введемо позначення:

i - номер джерела генерації (споживача) вантажопотоків ;

X_i, Y_i - коефіцієнти i -го джерела генерації (споживача) вантажопотоків ;

b_i - кількість вантажу, що відправляється i -м джерелом генерації (кількість вантажу, отриманого i -м споживачем);

n - число джерел генерації (споживачів), що входять у пункт агрегації ;

X, Y - координати умовного групування пункту;

l_{ij} - відстань між i -м і j -м джерелами генерації (споживачами) вантажопотоків, що входять у пункт агрегації.

Тоді коефіцієнти умовного пункту агрегації обчислюють за формулами центра ваги

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n b_i X_i}{\sum_{i=1}^n b_i} ; \quad Y = \frac{\sum_{i=1}^n b_i Y_i}{\sum_{i=1}^n b_i} .$$

Якщо умовний пункт агрегації знаходиться далеко від кожного з реальних джерел генерації (споживачів) вантажопотоків, то серед них можна вибрати такий i_0 , для якого врахована сума відстаней буде найменшою, тобто:

$$\min_i \sum_{j=1}^n l_{ij} b_j = \sum_{j=1}^n l_{i_0 j} b_j .$$

Реальний пункт агрегації i_0 має властивість, при якій сумарна потужність вантажопотоків у тонна-кілометрах від нього до всіх інших групових пунктів буде найменшою.

У транспортній логістиці дуже часто виникає необхідність просування матеріальних потоків до кінцевого споживача декількома видами транспорту. Це припускає перевалку вантажів у декількох пунктах і у певній послідовності. Такий логістичний процес обумовлений тим, що багато вантажів неможливо доставити споживачу одним видом транспорту. У зв'язку з цим, на етапі планування вантажопотоків варто заздалегідь визначити оптимальну послідовність перевалок вантажів на відповідні види транспорту. Розв'язуючи задачі про найкращі способи розподілу вантажу, необхідно врахувати спрямовані вантажопотоки, що виключають зустрічні перевезення однакових вантажів. Тут логістичні ланцюги необхідно розбивати на ланки відповідно до використовуваного виду транспорту.

Проміжні пункти, як правило, являють собою термінал, а точніше трансформаційні центри, які мають пристрої і забезпечують зберігання вантажу під час перевалок. У транспортній логістиці для управління матеріальними потоками в подібних випадках використовують кілька моделей задач. Розглянемо модель вантажопотоків з однією перевалкою.

Просування вантажопотоку до кінцевого споживача здійснюється двома видами транспорту з однією перевалкою у будь-якому пункті.

Ця модель має такі позначення:

i - джерело генерації вантажопотоків;

n - число джерел генерації вантажопотоків;

j - пункт призначення вантажопотоків;

m - число пунктів призначення вантажопотоків;

k - пункт перевалки (трансформаційний центр);

K - число пунктів перевалки (трансформаційних центрів);

r - вид вантажу;

R - число видів вантажу;

d_{ir} - кількість r -виду вантажу в i -му джерелі генерації;

d_{kr} - пропускні здатності k -го перевалочного пункту для

перевезення i -го виду вантажу;

b_{jr} - потреба в r - виді вантажу в j -му пункті призначення;

C_{ijk_r} - вартість перевезення одиниці r -виду вантажу з i -го джерела генерації в j -й пункт призначення через k -й пункт перевалки;

X_{ijk_r} - потужність r -го виду вантажопотоку з i -го джерела генерації в j -й пункт призначення через k -й пункт перевалки.

Математична модель цієї задачі полягає у знаходженні $X_{ijk_r} \geq 0$, $i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m$; $k = 1, 2, \dots, K$; $r = 1, 2, \dots, R$, при яких забезпечуються мінімальні витрати

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^K \sum_{r=1}^R C_{ijk_r} X_{ijk_r} \rightarrow \min$$

і виконуються умови для генерації вантажопотоків

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^K X_{ijk_r} = d_{ir}, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad r = 1, 2, \dots, R,$$

для пропускних здатностей пунктів перевалки

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_{ijk_r} \leq d_{kr}, \quad k = 1, 2, \dots, K; \quad r = 1, 2, \dots, R,$$

для доведення вантажопотоків до пунктів призначення

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^K X_{ijk_r} = b_{jr}, \quad j = 1, 2, \dots, m; \quad r = 1, 2, \dots, R.$$

Задача розв'язується як індексна транспортна задача. Результатом розв'язку є оптимальний план вантажопотоків із вказівкою пунктів перевалки. Слід відзначити, що у вартість перевезення вантажу C_{ijk_r} входять безпосередні витрати на його перевезення, а також витрати на навантаження і розвантаження.

Розглянемо модель вантажопотоків із декількома перевалками. На практиці дуже часто виникає потреба в просуванні матеріальних потоків більше ніж двома видами транспорту. Тоді при плануванні вантажопотоків з позицій їх оптимізації необхідно враховувати кілька перевалок на шляху просування вантажопотоків.

Ця модель задачі має такі позначення:

t - етап перевалки вантажопотоку;

T - число всіх етапів перевалки;

u - номер пункту перевалки (трансформаційного центру) t -го

етапу;

u_t - число всіх пунктів перевалки t -етапу;

K - номер пункту перевалки $(t + 1)$ -го етапу;

n_{t+1} - число всіх пунктів перевалки $(t + 1)$ -го етапу;

d_{ir}^u - пропускна здатність u -го пункту перевалки t -го етапу із перевезення r -виду вантажу;

$d_{(t+1)r}^k$ - пропускна здатність k -го пункту перевалки $(t + 1)$ -го етапу для перевезення r -виду вантажу;

C_{ir}^{ik} - вартість перевезення одиниці r -виду вантажу з i -го джерела генерації в k -й пункт перевалки 1-го етапу;

C_{tr}^{uk} - вартість перевезення одиниці r -виду вантажу з u -го пункту перевалки t -го етапу в k -й пункт перевалки $(t + 1)$ -го етапу;

C_{tr}^{uj} - вартість перевезення одиниці r -виду вантажу з u -го пункту перевалки останнього етапу в j -й пункт призначення;

X_{or}^{ik} - шукана потужність r -виду вантажопотоку з i -го джерела генерації в k -й пункт перевалки 1-го етапу;

X_{tr}^{uk} - шукана потужність (обсяг перевезення) r -виду вантажопотоку з u -го пункту перевалки t -го етапу в k -й пункт перевалки $(t + 1)$ -го етапу;

X_{tr}^{uj} - шукана потужність (обсяг перевезення) r -виду вантажопотоку з u -го пункту перевалки останнього етапу в j -й пункт призначення.

Математична модель цієї задачі полягає в тому, щоб знайти мінімум загальної вартості перевезень

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{r=1}^R C_{or}^{ik} X_{or}^{ik} + \sum_{t=1}^{T-1} \sum_{u=1}^{u_t} \sum_{k=1}^{n_{t+1}} \sum_{r=1}^R C_{tr}^{uk} X_{tr}^{uk} + \sum_{j=1}^m \sum_{u=1}^{n_{t+1}} \sum_{r=1}^R C_{tr}^{uj} X_{tr}^{uj} \rightarrow \min$$

при таких умовах:

- для генерації вантажопотоків

$$\sum_{k=1}^{n_i} X_{or}^{ik} = d_{ir}^u, \quad i = 1, 2, \dots, u; r = 1, 2, \dots, R;$$

- для пропускних здатностей пунктів перевалки

$$\sum_{u=1}^{n_t} X_{tr}^{uk} \leq d_{(t+1)r}^k, \quad k = 1, 2, \dots, n_{t+1}; \quad t = 1, 2, \dots, T-1; \quad r = 1, 2, \dots, R;$$

$$\sum_{k=1}^{n_{t+1}} X_{tr}^{uk} \leq d_{tr}^n, \quad u = 1, 2, \dots, n_t; \quad t = 1, 2, \dots, T-1; \quad r = 1, 2, \dots, R;$$

- для балансу перевезення вантажів у кожному пункті перевалки

$$\sum_{u=1}^{n_t} X_{tr}^{uk} = \sum_{u=1}^{n_{t+1}} X_{(t+1)r}^{ku}, \quad k = 1, 2, \dots, n_{t+1}; \quad t = 1, 2, \dots, T-1; \quad r = 1, 2, \dots, R;$$

- для потреби у вантажах у кінцевих пунктах

$$\sum_{u=1}^{n_t} X_{tr}^{uj} = b_{jr}, \quad j = 1, 2, \dots, m; \quad r = 1, 2, \dots, R;$$

- для виконання умов сумісності

$$\sum_{u=1}^{n_t} d_{tr}^u \geq \sum_{k=1}^{n_m} d_{(t=1)r}^k \geq \sum_{j=1}^m b_{jr}, \quad t = 1, 2, \dots, T; \quad r = 1, 2, \dots, R..$$

Така модель управління вантажопотоками із урахуванням декількох перевалок відноситься до задач лінійного програмування і розв'язується за допомогою ЕОМ.

Нерідко в транспортній логістиці для оптимізації просування матеріальних потоків по логістичних ланцюгах на етапі планування доводиться розв'язувати задачі про найкоротший шлях. З погляду математичного програмування, це задача про перебування на орієнтованому графі шляху найменшої довжини між двома заданими його вершинами. Довжиною шляху такого графа називається сума довжин дуг, що складають цей шлях. Задача про найкоротший шлях у логістиці виникає як при розв'язуванні транспортних задач, так і при розв'язуванні дискретних задач динамічного програмування. У задачах сітьових методів планування і управління алгоритм розв'язування задачі про найкоротший шлях використовують для знаходження критичного шляху. Відомо кілька ефективних методів їх розв'язування. Для логістичного аналізу транспортних мереж застосовують алгоритм, що базується на методі послідовного аналізу варіантів.

Велику роль в управлінні матеріальними потоками відіграє маршрут і зація транспортних засобів. Визначення раціональних

маршрутів руху транспортних засобів дозволяє розв'язати три найважливіші задачі:

- оптимізувати вантажопотоки в логістичних ланцюгах ;
- забезпечити максимальну продуктивність рухомого складу;
- установити мінімізацію собівартості транспортних витрат.

Особливо актуальною проблема маршрутизації є в автомобільному транспорті. Це пояснюється тим, що автомобільний транспорт найбільш мобільний і гнучкий за транспортними характеристиками. Саме на нього припадає близько 70% усіх транспортних зв'язків між підприємствами.

Розвиток централізованих автомобільних перевезень, укрупнення автотранспортних підприємств логістики, збільшення потужності вантажопотоків, удосконалення процесу управління логістикою вимагають застосування таких способів організації просування матеріальних потоків, які ґрунтувалися б не на суб'єктивних якостях окремих працівників, а на принципах логістики, що мають об'єктивний характер. Ці способи відображають математичні й економічні підходи до управління потоковими процесами.

У ринкових умовах у виборі найбільш оптимального варіанта організації роботи автомобільного транспорту вже не можна покладатися на найпростіші арифметичні способи. Складність вибору оптимального варіанта пересування транспортних засобів дуже показова на простому прикладі. Так, якщо є три постачальники і три споживачі, то число можливих варіантів просування вантажопотоків може бути 90, при чотирьох постачальниках і чотирьох споживачах - уже 6256.

Стосовно до автомобільного транспорту методом лінійного програмування можна:

- відшукати оптимальну кількість поїздок автомобілів на маршрутах при встановленому часі перебування в наряді (задача на мінімальні втрати робочого часу);
- визначити оптимальний варіант просування однорідних вантажопотоків від джерел їх генерації до пунктів призначення (задача на мінімум транспортних витрат);
- розробити оптимальну стратегію для орієнтації перевізників на визначену групу клієнтів або виділений сегмент ринку логістичних послуг (задача на мінімум нульових пробігів);

- скласти раціональні маршрути роботи рухомого складу - ув'язування поїздок (задача на мінімум холостих пробігів);
- виділити раціональні розвізні і складальні маршрути (задача на визначення мінімального пробігу при об'їзді пунктів);
- ефективно розподілити транспортні і вантажно-розвантажувальні засоби за маршрутами логістичних ланцюгів (задача на максимальне використання робочого часу автомобілів і робочого часу вантажно-розвантажувальних механізмів).

Ці й інші подібні задачі можна також розв'язати і стосовно інших видів транспорту. Висока точність розрахунків при розв'язуванні задач логістики ґрунтується на математичному моделюванні досліджуваного процесу.

У загальному випадку маршрути руху являють собою шляхи переміщення рухомого складу при транспортуванні будь-яких вантажів. Залежно від повторень вони можуть бути маятникові і кільцеві.

Маятникові маршрути, при яких шлях переміщення транспортних засобів між двома логістичними пунктами повторюється неодноразово, поділяється на такі види:

- маятникові маршрути із зворотним холостим пробігом, коли коефіцієнт використання рухомого складу на маршруті $\beta = 0,5$ (рис.3.3 ,а);
- маятникові маршрути із зворотним неповністю навантаженим пробігом, коли $0,5 < \beta < 1,0$ (рис. 3.3,б);
- маятникові маршрути із зворотним навантаженим пробігом, коли $\beta = 1,0$ (рис.3.3,в).

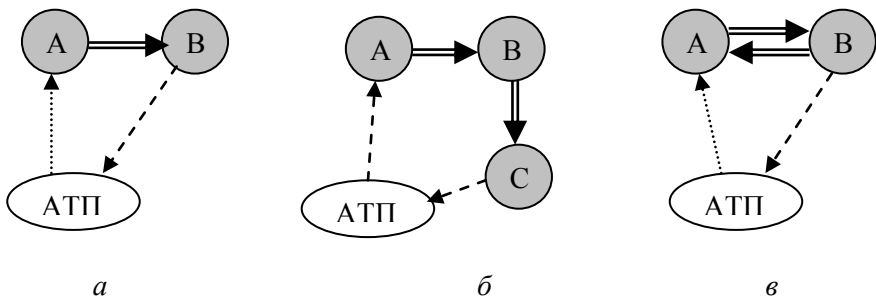


Рис.3.3. Варіанти маятникових маршрутів

Кільцеві маршрути являють собою шлях транспортних засобів у вигляді замкнутого контуру, що з'єднує декількох одержувачів або постачальників (рис.3.4). Різновидом кільцевих маршрутів є складальні маршрути, при прямованні по яких здійснюється поступове вивантаження чи завантаження.

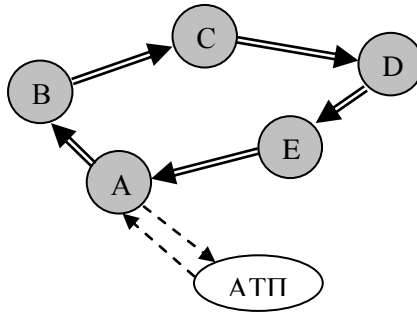


Рис.3.4. Схема кільцевого маршруту

Маршрутизація перевезень - це найбільш ефективний спосіб організації просування вантажопотоків по логістичних ланцюгах. Формування раціональних маршрутів дозволяє точно визначити обсяг перевезень вантажів у територіальному і часовому розрізі, розрахувати кількість транспортних засобів, необхідних для забезпечення вантажопотоків, сприяє значному скороченню простоїв рухомого складу під навантаженням і розвантаженням. Маршрутизація перевезень розширює можливості підвищення продуктивності транспортних засобів. Одночасно знижується чисельність активного рухомого складу із зберіганням обсягів перевезення і поліпшенням якості транспортно-експедиційного обслуговування.

Роль маршрутизації полягає також у тому, що споживачі, виробники і торгові посередники одержують можливість складання реальних проектів поточних планів і оперативних заявок на транспорт загального користування. У зв'язку з цим можна сказати, що правильна маршрутизація вантажопотоків зміцнює взаємодію всіх учасників логістичного процесу і сприяє більш тісній інтеграції виробничо-господарської діяльності учасників логістичних ланцюгів.

При масових перевезеннях вантажів відповідно до концепції логістики необхідно розробити такі маршрути, щоб забезпечити мінімум порожніх пробігів і повернення транспортних засобів. У транспортній логістиці задачі даного типу розв'язуються за критерієм мінімуму експлуатаційних витрат або тонна-кілометрового пробігу. Нижче подана модель подібної задачі при однорідних вантажопотоках. Задача маршрутизації з урахуванням повернення транспортних засобів розв'язується в три етапи.

На першому етапі розв'язується звичайна транспортна задача без урахування повернення транспортних засобів

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} X_{ij} \rightarrow \min ;$$

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} = d_i, \quad i = 1, 2, \dots, n;$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = b_j, \quad j = 1, 2, \dots, m;$$

де C_{ij} - витрати на перевезення одиниці продукції від i -го джерела генерації до j -го пункту призначення;

d_i - потужність вантажопотоку i -го джерела;

b_j - потужність вантажопотоку, що надходить j -му споживачу;

X_{ij} - потужність вантажопотоку від i -го джерела генерації до j -го пункту призначення.

Розв'язуванням задачі є транспортні потоки X_{ij} між постачальниками і споживачами. Знаючи місткість d_i транспортного засобу, можна визначити число транспортних засобів n_{ij} , необхідних для перевезення вантажів

$$n_{ij} = \frac{X_{ij}}{d_i}, \quad i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m...$$

Число транспортних засобів, що прибули до j -го споживача

$$n_j = \sum_{i=1}^n n_{ij}, \quad j = 1, 2, \dots, m,$$

і відправлені від i -го постачальника

$$n_i = \sum_{j=1}^m n_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

За допомогою розв'язування звичайної транспортної задачі визначають оптимальні зворотні потоки транспортних засобів

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ji} Y_{ji} \rightarrow \min ,$$

при обмеженнях

$$\sum_{i=1}^m Y_{ji} = n, \quad j = 1, 2, \dots, n;$$

$$\sum_{j=1}^n Y_{ji} = n_i, \quad i = 1, 2, \dots, m;$$

$$Y_{ji} \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n,$$

де C_{ji} - вартість повернення одиниці транспортних засобів від пункту призначення j до джерела генерації i ;

Y_{ji} - число транспортних засобів, відправлених від j -го пункту призначення до i -го джерела генерації.

На підставі отриманих розв'язків визначають раціональні маршрути просування вантажопотоків із поверненням транспортних засобів.

Рух за маршрутами може бути організований за наскрізним або дільничним методом.

При наскрізному методі руху кожний транспортний засіб проходить весь шлях від початкового до кінцевого пункту і назад. Час обороту рухомого складу в цьому випадку складається з часу на рух, навантаження-розвантаження, технічного обслуговування рухомого складу і відпочинку водіїв. Використання часу обороту оцінюється коефіцієнтом

$$K_{об} = \frac{t_{об}}{t_{об}} = \frac{2L_m}{V_m t_{об}},$$

де $t_{об}$ - час руху, год.;

$t_{об}$ - час обороту, год.;

L_m - довжина маршруту, км;

V_m – середня експлуатаційна швидкість, км/год.

При дільничному методі руху транспортний шлях розбивають на окремі дільниці, а рухомий склад певного перевізника працює тільки на визначеній дільниці. На стиках дільниць здійснюється перевалка, а рухомий склад повертається на початковий пункт своєї дільниці.

Довжину дільниці підбирають такою, щоб час обороту транспортного засобу на дільниці не перевищував 1...1,5 зміни роботи, тобто щоб водій у той же день повертався до місця своєї постійної роботи. Довжина дільниці визначається в такий спосіб:

$$L_u = \frac{T_n V_m}{2}, \text{ км,}$$

де T_n – тривалість роботи водія (1...1,5 зміни), год.

При плануванні і маршрутизації вантажопотоків важливо враховувати продуктивність транспортних засобів залежно від дальності перевезення. Транспортні засоби, що виділяються, повинні забезпечувати вантажопотоки за розробленими маршрутами пересування. У транспортній логістиці моделі задач цього типу формуються залежно від ступеня деталізації урахувань вимог функціонування різних видів транспорту.

Розглянемо модель розподілу автомобілів за маршрутами. Введемо такі позначення:

s – вид автомобіля;

S – число видів автомобілів;

j – вид маршруту;

m – число видів маршрутів;

b_j – обсяг перевезень за j -м маршрутом;

b_{sj} – кількість вантажу, перевезеного одним автомобілем s -виду за j -м маршрутом;

a_s – число автомобілів s -виду;

P_{sj} – прибуток від експлуатації одного автомобіля, що здійснює перевезення за j -м маршрутом;

X_{sj} – шукане число автомобілів s -виду, що здійснюють перевезення за j -м маршрутом.

Тоді модель розподілу автомобілів за маршрутами полягає у знаходженні таких значень $X_{sj} \geq 0$, $s = 1, 2, \dots, S$; $j = 1, 2, \dots, m$, при яких досягається максимум прибутку

$$\sum_{s=1}^S \sum_{j=1}^m P_{sj} X_{sj} \rightarrow \max .$$

Тут повинні виконуватися такі умови:

- за числом автомобілів

$$\sum_{j=1}^m X_{sj} \leq a_s , \quad s = 1, 2, \dots, S;$$

- за обсягом перевезень

$$\sum_{j=1}^m b_{sj} X_{sj} \geq b_j , \quad j = 1, 2, \dots, m;$$

Сформована модель відноситься до класу розподільних задач, що одержали назву задач про призначення. Їх суть полягає в найкращому розподілі деякого числа робіт між такою ж кількістю виконавців (за умови взаємно однозначної відповідності між великою кількістю робіт і виконавців). При розв'язуванні подібних задач знаходять оптимальне призначення за умови максимуму загальної продуктивності, що дорівнює сумі продуктивності виконавців. При виконанні кожної з наявних робіт, продуктивність кожного виконавця задається заздалегідь. Задачі про призначення являють собою окремий випадок транспортної задачі і зводяться до лінійного програмування.

Розв'язуючи задачі у поданій моделі, можна одержати оптимальне число транспортних засобів кожного виду для перевезення вантажів за розробленими маршрутами.

Глава 4. СХЕМИ ЗБЕРІГАННЯ І ПЕРЕРОБКИ У ЛОГІСТИЦІ

4.1. Загальні відомості про системи зберігання

Для згладжування нерівномірних циклів виробництва і функціонування різних видів транспорту між виробництвом і транспортом, транспортом і споживачем повинні бути складські об'єкти. У зв'язку з цим у загальному процесі просування матеріальних потоків по логістичних ланцюгах від продуцента до споживача необхідно враховувати наявність мережі різних систем зберігання і переробки продукції, які трансформують форми і параметри матеріальних потоків. На макрологістичному рівні структура даної мережі включає складське господарство, що складається з загальнодержавних, територіальних, регіональних, а також локальних виробничих і технологічних складів.

У складських об'єктах динамічні матеріальні потоки перетворюються в статичні і навпаки. Крім того, у системи зберігання і переробки матеріалопотоки входять з одними параметрами, а виходять з іншими. Під параметрами слід розуміти напруженість, потужність, ритмічність, структуру матеріальних потоків, а також тип і спосіб упакування продукції, час прибуття і відправлення транспортних партій.

Якщо параметри матеріальних потоків на деяких ділянках транспортних мереж не мають потребу в змінах, то відпадає необхідність створення складів або трансформаційних центрів, що включають у себе кілька складських комплексів. По суті, не тільки транспортні центри, але й окремі склади утворюють своєрідні системи зберігання і переробки різного ступеня складності. Їх відсутність приводить до неефективної організації транспортних мереж, до недоліків у загальній системі виробництва, розподілу, фізичного переміщення і споживання продукції.

У макрологістиці системи зберігання і переробки продукції не менш важливі, ніж транспорт. У мікрологістиці склади відіграють дуже суттєву роль у процесі нормального функціонування основного виробництва. Таким чином, ефективність будь-якої логістичної системи знаходиться не тільки в прямій залежності від характеру промислового і транспортного виробництва, але і від складського господарства.

Складські системи можуть створюватися на початку, в середині і в кінці транспортних вантажопотоків або виробничих процесів для тимчасового нагромадження вантажів і своєчасного забезпечення виробничо-господарських структур матеріальними ресурсами.

У логістичних процесах склади виконують такі функції:

- створення запасів сировини, напівфабрикатів чи готової продукції;

- перетворення матеріальних потоків;

- упорядковане зберігання і підготовку до використання продукції в процесі просування потоків від виробника до споживача;

- забезпечення логістичного сервісу в системі ділового обслуговування, що складається з підвищення ритмічності роботи виробництва і транспорту, поліпшення використання територій підприємства, зниження простоїв транспортних засобів і сукупних витрат, вивільнення працівників від непродуктивних вантажно-розвантажувальних і складських робіт;

- зберігання якості продукції для подальшого її використання за призначенням.

Таким чином, система зберігання і переробки являє собою комплекс складів, допоміжних споруд і обслуговуючих підрозділів, що включає відповідний персонал працівників, які здійснюють приймання матеріальних ресурсів, їх розташування, зберігання, облік, перевірку стану, підготовку до виробничого споживання і відпуск. Ця система може належати промислового, будівельного або транспортного підприємству, будь-якій посередницькій торговій структурі чи бути самостійною господарською одиницею.

Система зберігання і переробки включає такі елементи:

- територію, призначену для розташування матеріальних ресурсів;

- споруди для забезпечення зберігання товарно-матеріальних цінностей;

- комплекс спеціальних пристроїв і устаткування для зберігання, переміщення, штабелювання й укладання матеріалів чи продукції, а також для їх підготовки до виробничого споживання;

- вагове і вимірювальне устаткування;

- підсистеми інформації і управління, необхідні для обліку, контролю, координації і здійснення матеріалообігу, а також для перевірки наявності ресурсів (продукції) і зберігання.

Системи зберігання і переробки - це найважливіші елементи логістичних систем. Вони дозволяють подолати часові, просторові, кількісні і якісні невідповідності між наявністю і потребою в матеріалах у процесі виробництва і споживання.

Основними завданнями логістичних систем зберігання і переробки є:

- організація раціональної технології складських робіт із мінімальними витратами на виконання логістичних операцій;

- ефективне використання всіх складових елементів (складських площ, підйомно-транспортного і технологічного устаткування, під'їзних колій);

- виявлення і мобілізація зайвих чи не використовуваних матеріальних цінностей, створення умов для їх правильної витрати відповідно до норм, з урахуванням використання відходів і повторного використання тари;

- забезпечення безперешкодного просування матеріальних потоків по встановленому шляху проходження;

- надання своєчасної і повної інформації про зміну запасів.

Як уже відзначалося, центральними елементами систем зберігання і переробки є склади. Вони, по суті, і забезпечують призначення відповідних систем, що класифікуються за рядом ознак: обслуговуванням сфери виробництва і обігу, видом матеріальних ресурсів, технічною будовою, потужністю, ємністю складів, а також швидкістю обігу матеріалів.

Структуру систем зберігання і переробки, що входять у логістичну систему, визначають такі фактори:

- обсяг і масштаби виробництва;

- вид виготовленої чи споживаної продукції;

- рівень спеціалізації і кооперування виробництва;

- технологія просування матеріальних потоків (транзитна чи складська);

- особливості технології виробництва;

- рівень механізації і технічного оснащення складів.

Системи (підсистеми) зберігання і переробки логістичних систем на промислових підприємствах включають матеріальні склади, виробничі склади і склади готової продукції.

Матеріальні склади призначені, як правило, для зберігання матеріалів, що знаходяться в стадії виробничих запасів. Ця група складів поділяється на :

- центральні, що одержують матеріальні ресурси від постачальників і, переробляючи їх у міру необхідності, передають у видаткові склади;

- видаткові склади, що забезпечують виробничий процес;

- загальнозаводські видаткові склади, що існують, в основному, на малих і середніх підприємствах.

До виробничих складів відносяться:

- цехові склади;

- дільничні склади;

- інструментальні комори.

Достатньо велика група складів і систем переробки належить транспортним організаціям. До них відносять: вантажні двори товарних станцій, прирейкові майданчики, майданчики загального користування, вантажні термінали аеропортів, а також морські і річкові порти.

Важливою ознакою класифікації систем зберігання і переробки, а також відповідних складів є товарна спеціалізація, відповідно до якої вони підрозділяються на спеціалізовані та універсальні.

На спеціалізацію складів впливають обсяги виробництва і споживання, а також фізико-хімічні властивості матеріалів. Залежно від типу матеріальних ресурсів вони можуть бути розділені на склади:

- твердого і рідкого палива;

- пально-мастильних матеріалів;

- будівельних матеріалів;

- лісових матеріалів;

- металовиробництва.

На універсальних складах зберігаються матеріали великої номенклатури, яка іноді досягає декількох десятків тисяч найменувань.

Склади можуть бути призначені для пакувальних матеріалів у шухлядах, суліях, мішках, банках, балонах, бочках, контейнерах, для непакувальних – штучних, кускових, сипучих, рідких і газоподібних матеріалів.

За технічною будовою склади поділяються на:

- закриті, до яких відносяться будинки і споруди, що мають покрівлю та огороження з усіх боків;
- напівзакриті, що мають навіс, одну, дві чи три стіни;
- відкриті, виконані у вигляді естакад, відкритих бункерів, траншей, майданчиків, підготовлених для проведення складських робіт і зберігання матеріалів.

Склади закритого типу використовуються для зберігання матеріалів, якість яких погіршується під впливом атмосферних дій.

Напівзакриті склади застосовуються для зберігання матеріалів, підданих псуванню від безпосереднього впливу дощу, снігу і сонячних променів, але не змінюються під впливом температурних коливань і впливу вітру. Як правило, це навіси, що встановлюються на рівні землі чи на рівні підлоги вагонів.

Відкриті склади використовуються для зберігання великогабаритних вантажів: прокату чорних металів, лісоматеріалів, нерудних матеріалів, твердого палива, залізобетонних виробів і конструкцій.

За технічною оснащеністю і технологією переробки вантажів склади поділяються на немеханізовані, механізовані, комплексно-механізовані, автоматизовані й автоматичні.

Залежно від конструктивних матеріалів, що використовуються при виготовленні, склади поділяються на побудовані із залізобетонних конструкцій, цегли, металу, дерева, непроникних оболонок, конфігурація яких підтримується за рахунок створення зайвого внутрішнього тиску повітря чи спираються на спеціальні легкі конструкції.

За ступенем вогнетривкості складські приміщення поділяються на вогнетривкі, горючі і такі, що займаються. При цьому варто враховувати не тільки ступінь вогнетривкості самих приміщень, але і ступінь займистості матеріальних ресурсів, які зберігаються в них.

На всіх складах, незалежно від їх характеристик, можна зафіксувати як мінімум три види матеріальних потоків: вхідний, вихідний, внутрішній.

Вхідний потік означає надходження на склад або у систему будь-яких матеріальних ресурсів. Така подія спричиняє виконання ряду специфічних логістичних операцій: розвантаження транспортного засобу, здійснення приймання вантажу за кількістю і якістю.

Вихідний потік означає формування і відправлення із складу (системи) матеріального потоку за місцем призначення. Він також припускає виконання тільки йому властивих логістичних операцій. Наприклад, комплектування, навантаження на транспортний засіб, пломбування і т.д.

Внутрішній потік, як уже відзначалося, може виражатися у формі динамічного чи статичного потоку. Динамічний потік обумовлює необхідність фізичного переміщення вантажу усередині складу або системи зберігання і переробки. Статичний потік допускає перебування матеріальних ресурсів у стадії спокою. У процесі перебування матеріального потоку в межах складу він може змінювати свою форму безліч разів.

Надходження матеріального потоку в склад, як правило, означає виникнення потреби в тимчасовому зберіганні на тому чи іншому етапі просування матеріальних ресурсів до їх споживання. Отже, для реалізації цієї функції необхідно забезпечити умови зберігання, розробити відповідний алгоритм дій для їх розміщення і вилучення з місць зберігання, організувати ефективний облік і контроль за динамікою наявних запасів.

Звичайно, незалежно від того, реалізується функція зберігання чи ні, матеріальні потоки в будь-якому випадку трансформуються за своїми параметрами. А це, у свою чергу, означає, що повинен бути виконаний індивідуальний комплекс логістичних операцій не тільки за їх набором й обсягом, але і тимчасовими критеріями.

Таким чином, принципово функціональна діяльність складів характеризується як стохастична. Така оцінка підсилюється нерівномірністю і динамічністю перевезень і замовлень. У той же час, при правильній організації процесу управління негативні впливи на роботу складів можуть бути нейтралізовані чи зменшені.

Як висновок, відзначимо, що з розвитком ринкових відносин велику популярність одержали склади загального користування або інакше їх називають склади-готелі. Це обумовило посилення складів ще за однією ознакою – принципом приналежності: індивідуального користування і загального користування. Останні являють собою

склади спеціально призначені для здавання цілком або частково в оренду на умовах лізингу, у рамках договору на гарантовані транспортно-складські послуги юридичним чи фізичним особам.

Промислові підприємства використовують склади загального користування через такі причини:

- нестача власних складських приміщень;
- більш висока якість обслуговування;
- зниження транспортних витрат і витрат зберігання;
- економія капітальних вкладень, які, у протилежному випадку, повинні бути спрямовані на розвиток власного складського господарства;
- необхідність зберігання сезонних запасів;
- потреба утримання запасів продукції із спеціальними умовами зберігання.

4.2. Складське устаткування і показники його використання

Як уже відзначалося, у складах матеріальні потоки трансформуються за своїми параметрами і формами. Цей процес є найбільш трудомістким і, як правило, витратним. Саме на цьому етапі оголюється багато недоліків у системі управління потоковими процесами. Здатність адаптації логістичних систем до зовнішнього середовища, ефективність внутрішньосистемного управління матеріальними потоками в значній мірі залежить від технології здійснюваних перетворень. Чим більш вона досконала, тим більш результативно виявляється функціональний потенціал кожної конкретної системи зберігання і переробки, а, зрештою, і всієї логістичної системи.

Через розходження за видом, характером і схемами переміщення різних вантажів на складах застосовується велика різноманітність засобів механізації: від простого домкрата-підйомника до робота-маніпулятора [60].

З усієї різноманітності за характером виконання робочого руху можна виділити два класи установок: періодичної (циклічної) та безупинної дії. Крім того, існують комбіновані установки, що складаються з машин періодичної і безупинної дії.

Машини періодичної дії, у свою чергу, можуть бути поділені на транспортуючі і вантажопідйомні машини. Транспортуючі

машини періодичної дії поєднують безрейковий і рейковий наземний транспорт, канатні, підвісні і монорейкові дороги, а також скреперні установки. Вантажопідйомні машини включають усі типи пристроїв, що здійснюють захоплення, підйом, переміщення в просторі і відчеплення вантажу. Залежно від призначення і галузі застосування ці машини поділяють на підйомні механізми, крани і маніпулятори.

Машини безупинного типу бувають із тяговим органом чи без нього. Вони поєднують стрічкові, ланцюгові конвеєри й елеватори. Машини безупинного типу без тягового органа включають самопливні установки, гвинтові й інерційні конвеєри, пневматичний і гідравлічний транспорт.

Активне використання засобів механізації й автоматизації в системах зберігання і переробки дозволяє:

- підвищити продуктивність і полегшити працю складських працівників;
- поліпшити якість виконання вантажно-розвантажувальних робіт;
- збільшити пропускну здатність систем зберігання і переробки;
- скоротити простій транспортних засобів під навантаженням і розвантаженням;
- підвищити ефективність використання складських площ;
- знизити собівартість логістичних робіт і операцій;
- підвищити безпеку проведення робіт.

Механізація й автоматизація процесів, окремих операцій у системах зберігання і переробки є одним із найважливіших аспектів прогресивного розвитку логістики.

При використанні машин, механізмів чи їх систем одночасно з такими показниками, як: очікувана продуктивність, надійність, відносно мала вартість – повинні бути передбачені і ті характеристики, які забезпечували б безперервність загального технологічного процесу, добре вписувалися в логістичну концепцію конкретної системи зберігання і переробки, мали високий ступінь технологічної сумісності в загальній сукупності технічного парку. Відповідно до принципів логістики до застосування кожного механізму необхідно підходити не тільки як до засобу заміни ручної праці, а і як до основи для переходу до комплексної механізації й автоматизації логістичних процесів.

У зв'язку з цим у логістиці одержав поширення термін «гнучкий складський модуль» (ГСМ). Гнучкий складський модуль являє собою одиницю підйомно-транспортного чи іншого складського

устаткування гнучкої системи складської вантажопереробки, яка має мікропроцесорну систему управління. ГСМ призначений для упакування, комплектації, транспортування й інших логістичних операцій із продукцією довільної номенклатури у встановлених межах. Він автоматично здійснює свої функції, маючи можливість вбудовування в гнучку систему складської вантажопереробки.

Сама гнучка система складської вантажопереробки (ГССВ) являє собою сукупність у різних сполученнях гнучких складських і виробничих модулів, роботизованої внутрішньоскладської транспортної мережі, систем забезпечення їх функціонування в автоматичному чи напівавтоматичному режимі.

ГССВ призначена для автоматизації технологічних процесів на окремих складах, у системах зберігання і переробки, що розглядаються як функціональне ціле, тобто насамперед у торгово-посередницьких і транспортних структурах, не зв'язаних безпосередньо з процесом виробництва продукції. У виробничих структурах вони формуються в гнучкі виробничо-логістичні системи (ГВЛС)

ГВЛС найбільш ефективні при забезпеченні місцевих споживачів продукцією в нетранзитних кількостях. Вони повною мірою мають логістичну властивість адаптації до параметрів продукції, що переробляється, і змінюються у встановлених межах. Найбільший ефект при використанні таких систем виявляється на складах із широкою, постійно мінливою номенклатурою продукції, що переробляється.

Роботизована внутрішньоскладська транспортна мережа, що складає один із елементів гнучкої системи складської вантажопереробки, призначена для внутрішньоскладського транспортування засобами автоматизованого чи неавтоматизованого транспорту різних вантажів з можливістю оперативної перебудови маршрутів. Транспортний робот - це спеціалізований робот для виконання транспортних операцій у рамках гнучкої виробничо-логістичної системи, гнучкої системи складської вантажопереробки й інших систем. Транспортні роботи поділяються на підлогові (рейкові, безрейкові) і підвісні (монорейкові, порталні, консольно-кранові).

Підлогові рейкові транспортні роботи одержали широке поширення при обслуговуванні технологічних комплексів. Однак витрати на зміни їх траси відносно високі порівняно з безрейковими транспортними роботами, які найбільш повно задовольняють вимоги

гнучкості. Безрейкові транспортні роботи називаються робокарами. У цю групу технічних засобів включають також електроробокари та робовізки.

Часто при автоматизації логістичних операцій у системах зберігання і переробки використовуються різні маніпулятори, які можуть функціонувати як самостійно, так і в комплексі з транспортним роботом.

Маніпулятор - це керований пристрій чи машина для виконання рушійних функцій, аналогічних функціям руки людини при переміщенні об'єктів у просторі робочим органом. Маніпулятор переміщає предмети (вантажі) у будь-яку точку робочої зони (у тому числі в недоступному для людини середовищі) чи виконує дії, які вимагають великих фізичних зусиль, обережності та швидкості.

Маніпулятори оснащені захоплювальними пристроями, що забезпечують захоплення й утримання об'єктів маніпулювання (вантажів, виробів). Захоплювальні пристрої поділяються на механічні, електромагнітні, вакуумні і комбіновані.

Планування й аналіз обсягів і ходу виконання логістичних операцій, виконуваних за допомогою підйомно-транспортного устаткування, а також визначення потреб у необхідній кількості машин і механізмів для обслуговування діючої системи зберігання і переробки передбачає застосування ряду відповідних показників.

Технічна продуктивність машин – це обсяг корисної роботи, що виконується за одиницю часу в режимі постійної дії при повному завантаженні і кваліфікованому управлінні.

На жаль, дуже часто на практиці конкретні ситуації логістичної діяльності, у яких потрібно виконати будь-які механізовані роботи, не завжди пов'язані з умовами, що забезпечують повну реалізацію технічної продуктивності машин. Тому частіше використовується показник виробничої норми виробітку.

Виробнича норма виробітку являє собою деякий обсяг корисної роботи, яку необхідно виконати за одиницю встановленого часу в конкретних реальних умовах, відповідно до застосовуваної технології робіт і очікуваного вантажообігу.

Показником виконаної роботи конкретною машиною (механізмом) за розрахункову одиницю часу є фактичний виробок. Його визначення важливе тому, що він відбиває ступінь використання потенційних можливостей підйомно-транспортного устаткування при виконанні логістичних операцій, які з різних причин

можуть бути використані неповністю. Часто бувають випадки, коли фактичний виробок може не тільки перевершити виробничу норму виробку чи досягти технічної продуктивності, але і перевищити останню.

Найважливішим завданням в організації логістичних процесів є підвищення ефективності використання підйомно-транспортного устаткування. Для цього система управління в логістичних системах повинна передбачати розробку відповідних економічних, технічних і організаційних заходів. У зв'язку з цим виділяють два основних напрямки використання підйомно-транспортного устаткування:

- інтенсивне використання машин і механізмів, що виражається в підвищенні експлуатаційних можливостей технічних засобів безпосередньо в процесі їх функціонування;

- екстенсивне використання машин і механізмів, що передбачає ефективне управління тимчасовими факторами. Іншими словами, вважається, що чим довше працює одиниця устаткування, тим вищий його коефіцієнт завантаження, а це спричиняє підвищення продуктивності технічних засобів.

Інтенсифікація роботи технічних засобів проявляється в поліпшенні використання їх потужності. Під цим, як правило, мається на увазі максимізація використання вантажопідйомності і швидкості роботи кожної конкретної одиниці устаткування.

Крім того, інтенсивність завантаження технічних засобів виражається ступенем використання номінального часу корисної роботи підйомно-транспортного устаткування. Для цих цілей у процесі проведення логістичного аналізу розраховують коефіцієнт використання робочого часу A , що відбиває витрати часу на корисну роботу в загальному логістичному процесі. Він визначається відношенням часу корисної роботи, до якої відносять операції із навантаження і розвантаження, до фактичної тривалості роботи устаткування

$$A = \frac{T_p}{T_\phi},$$

де T_p – час корисної роботи устаткування, год.;

T_ϕ – час фактичної роботи устаткування, год.

Неповне використання потенціалу технічних засобів за швидкістю і вантажопідйомністю характеризується коефіцієнтом продуктивності

$$\Pi = \frac{K_u^\phi \cdot Y_\phi}{K_u^p \cdot q},$$

де K_u^ϕ - фактична кількість циклів, які здійснюються технічним засобом за одиницю часу;

K_u^p - розрахункова кількість циклів, які здійснюються технічним засобом за одиницю часу;

Y_ϕ - фактична маса вантажу, що піднімається технічним засобом за один цикл, т;

q - вантажопідйомність машини, т.

Знаючи коефіцієнт використання робочого часу A і коефіцієнт продуктивності Π , можна визначити коефіцієнт інтенсивності завантаження технічного засобу

$$K_n = A \cdot \Pi \quad \text{чи} \quad K_n = \frac{T_p}{T_\phi} \cdot \frac{K_u^\phi \cdot Y_\phi}{K_u^p \cdot q}.$$

Можна встановити

$$K_n = \frac{Q_n}{T_p \cdot P_2},$$

де Q_n - обсяг переробленої продукції, т/год;

P_2 - розрахункова годинна продуктивність технічного засобу, т/год.

При екстенсивному використанні технічних засобів підвищення продуктивності досягається шляхом збільшення тривалості їх використання протягом встановленого часу (добы, року).

На добовий фонд часу експлуатації устаткування впливають втрати часу як із організаційних, так і з технічних причин, а також втрати від нераціонального використання змінного часу.

У процесі проведення логістичного аналізу і при плануванні розраховуються коефіцієнт використання парку технічних засобів $K_{в.н}$ і коефіцієнт використання підйомно-транспортного устаткування протягом доби $K_{в.з}$.

$$K_{в.п} = \frac{H_1}{H_2}; \quad K_{в.з} = \frac{24 - \Pi_1}{24} = \frac{T_{см}}{24},$$

де H_1 – кількість експлуатованих технічних засобів;
 H_2 – облікова чисельність парку технічних засобів;
 Π_1 – втрати часу від неповного використання змін, год.;
 $T_{см}$ – тривалість часу технічних засобів протягом доби, год.

Коефіцієнт використання парку технічних засобів $K_{в.п}$ характеризує втрати часу із організації і технічних причин, а $K_{в.з}$ – втрати часу від неповного використання змін і недостатньої змінності роботи технічних засобів.

Добуток обох коефіцієнтів ілюструє потенційні можливості використання підйомно-транспортного устаткування в часі

$$K_{ек} = K_{в.з} \cdot K_{в.п},$$

де $K_{ек}$ – коефіцієнт екстенсивності завантаження.

Останнє можна подати як

$$K_{ек} = \frac{T_{см}}{24} \cdot \frac{H_1}{H_2}.$$

З огляду на те, що фактичний час роботи дорівнює $T_{\phi} = T_{см} \cdot H_1$

, а $T_{макс} = 24 \cdot H_2$, маємо $K_{ек} = \frac{T_{\phi}}{T_{макс}}$.

Взаємозв'язок коефіцієнтів інтенсивності й екстенсивності завантаження технічних засобів виражається через визначення узагальнюючого коефіцієнта завантаження

$$K_{еф} = K_{ек} \cdot K_{\phi}.$$

Подамо цю формулу в розгорнутому вигляді

$$K_{еф} = \frac{T_{\phi}}{T_{макс}} \cdot \frac{T_p \cdot K_{ц}^{\phi} \cdot Y_{\phi}}{T_{\phi} \cdot K_{ц}^p \cdot q}.$$

Звідси

$$K_{еф} = \frac{Q_n}{T_{макс} \cdot P_2}.$$

У системах зберігання і переробки використовується спеціальне устаткування, яке дає можливість зберігати матеріальні ресурси за видами, типами і призначенням. Технологічне устаткування підвищує ефективність використання площі й обсягу складських приміщень, дозволяє найбільш раціонально використовувати підйомно-

транспортні засоби, обумовлює технологію управління статичними матеріальними потоками.

Основними видами технологічного устаткування для зберігання продукції є стелажі, піддони і контейнери. Ці засоби багато в чому визначають характер складської споруди і її технічний рівень.

Приймаючи до зберігання і переробки значні матеріальні ресурси, склади несуть відповідальність за їх збереження. Найважливішим об'єктивним показником збереження вантажу є його маса. Її незмінність свідчить про те, що склад виконав свої функції принаймні за кількісними параметрами зберігання вантажів. Маса вантажу визначається зважуванням.

На цей час зважування на складах, а також у сфері транспорту виконують на терезах різних видів і типів. За принципом використання й установки терези загального призначення підрозділяють на:

- настільні (звичайні і циферблатні);
- товарні (платформні) пересувні;
- товарні (платформні) стаціонарні;
- автомобільні стаціонарні;
- автомобільні пересувні;
- вагонні;
- кранові;
- конвеєрні;
- бункерні (порційні).

Сучасні конструкції вагонних, автомобільних, кранових і інших видів терезів оснащуються пристроями автоматичної компенсації маси тари, а також системами автоматичного завантаження.

4.3. Основні техніко-економічні показники в системах зберігання і переробки

У логістиці техніко-економічні показники систем зберігання і переробки поділяються на три групи: загальні (об'ємні), якісні (питомі) і відносні.

Група загальних показників включає: обсяг загального обороту та обороту кожного виду матеріальних ресурсів, у тому числі складського обсягу одноразово збережених запасів; пропускну здатність чи потужність і ємність систем зберігання і

переробки як у цілому, так і окремих складів зокрема; оснащеність їх підйомно-транспортним і технічним устаткуванням.

Якісні показники характеризують використання технічних засобів чи праці на одиницю основних фондів, оборотних коштів, обсягу чи обороту виконуваної роботи, а також характеризують сукупну ефективність функціонування складів і систем зберігання і переробки. Вони можуть бути отримані шляхом розподілу одних загальних показників на інші.

Відносні показники характеризують рівень механізації вантажно-розвантажувальних робіт, ефективність використання підйомно-транспортного й іншого складського устаткування за часом, вантажопідйомністю, місткістю і рівнем логістичного обслуговування споживачів. Показники цієї групи виражаються у відсотках чи коефіцієнтах використання. Вони визначаються як відношення фактично досягнутих результатів до загального обсягу чи обігу виконаних робіт.

Техніко-економічні показники можуть бути виражені в натуральних, вартісних і змішаних одиницях, наприклад, вартісних і змішаних одиницях, як-от: вартісні витрати на 1т обороту чи кількість м² площі складу, що припадають на встановлену вартісну одиницю складського товарообігу.

Вартісні показники можуть бути загальними і питомими.

Логістичний підхід в управлінні системами переробки і зберігання полягає в тому, що техніко-економічні показники характеризують складське господарство на всіх стадіях, включаючи стадії проектування, спорудження, функціонування складів, а також систем зберігання і переробки в цілому.

У зв'язку з цим їх поділяють на показники, що характеризують проектні рішення, стадію будівництва і дослідницьких робіт, що оцінюють економічність прийнятих рішень, і на показники, що характеризують процес функціонування складів і систем зберігання і переробки в цілому.

Значна частина техніко-економічних показників є загальною як для стадії проектування і спорудження, так і для функціонального періоду.

Матеріальні потоки, просуваючись по логістичних ланцюгах від джерела генерації до кінцевого пункту призначення через різні системи зберігання і переробки, неодноразово трансформуються і змінюють місця дислокації. У процесі трансформації вони можуть

перетерплювати перевалку вантажів, а в процесі статичності (зберігання) піддаватися усередині складській вантажопереробці. Кількість перевалок одних і тих же матеріальних ресурсів у системах зберігання і переробки може бути різною. Вона залежить від номенклатури продукції, рівня організації і механізації логістичних операцій, оснащеності складів і прийнятої технології виконання логістичних робіт і операцій, виду упакування, об'єму вантажної одиниці, обсягів і частоти надходження продукції та її видачі, а також безлічі інших факторів.

Виходячи з цього, при логістичному аналізі і плануванні обов'язково розділяють складський і внутрішньоскладський обіги .

Складський обіг являє собою обсяг усіх вантажопотоків, які генеруються із системи зберігання і переробки. Його величина залежить від надходження вантажопотоків у систему зберігання і переробки (на склад).

Внутрішньоскладський обіг вантажопотоків залежить від коефіцієнта переробки на складі (у системі зберігання) і визначається за такою формулою:

$$Q_e = Q_o k ,$$

де Q_e – обсяг внутрішньоскладського обігу;

Q_o – обсяг складського обігу;

k – коефіцієнт переробки вантажопотоків у системі зберігання.

У логістиці як загальний, так і складський обіг прийнято називати товарообігом, якщо облік ведеться у вартісних одиницях.

У той же час, оцінка обігу в грошовому вираженні недостатня для обліку логістичних операцій із складування і переміщення вантажопотоків, а також здійснення розрахунків, пов'язаних із визначенням необхідних потужностей і ємності складів і систем зберігання – переробки, визначення інвестицій на нове будівництво, розширення і реконструкцію, а також для розробки організаційно-технічних заходів для поліпшення ефективності використання основних фондів і оборотних коштів.

Виходячи з цього, поряд із складським товарообігом визначають і загальний складський обіг за окремими видами вантажопотоків, що виражаються в натуральних одиницях вимірювання. Такий підхід викликаний тим, що в системах зберігання-переробки матеріальні потоки складаються з продукції, що має певну форму і вагу, залежно від яких кожна одиниця вимагає більшої чи меншої ємності для її

зберігання і переробки. Крім того, технологія логістичних робіт, умови зберігання матеріалів і застосування того чи іншого підйомно-транспортного устаткування часто можуть бути визначені, виходячи з фізичних і хімічних властивостей продукції, що утворюють матеріальні потоки. У зв'язку з цим розраховують такий показник, як вантажопереробка, що відбиває загальну масу вантажів, які підлягають складським операціям логістичного характеру і визначаються як сума обсягів усіх логістичних операцій із розвантаження і навантаження.

Для забезпечення потреб споживачів у матеріальних ресурсах крім складського обігу для кожної системи зберігання-переробки (складу) прогнозується оптимальний обсяг запасів. Цей показник є величиною динамічною і нестійкою за структурою.

Збільшення або зменшення сукупного запасу залежить від потужності матеріальних потоків, які приймаються чи генеруються.

Запаси розраховуються у вартісному і натуральному виразах, а також у днях споживання чи днях середнього терміну зберігання їх на складі.

Відношення величини запасів до обсягу їх денної відпустки прийнято називати рівнем запасів у днях. Запас може бути мінімальним, середнім і максимальним.

Мінімальний і максимальний запаси в системах зберігання-переробки утворюються через нерівномірність надходження і генерації матеріальних потоків. Різкі коливання обсягів запасів характерні для потоків сезонного формування і споживання, а також для районів, у яких надходження матеріальних потоків обмежене періодом навігації або іншими причинами.

У процесі прогнозування й аналізу багато техніко-економічних розрахунків здійснюється на основі середнього запасу

$$Z_{cp} = \frac{0,5Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots + 0,5Z_n}{m-1},$$

де $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n$ – обсяги запасів на окремі дні обраного періоду;
 m – кількість днів обраного періоду.

У зв'язку з тим, що в системах зберігання-переробки (навіть спеціалізованих) обслуговуються матеріальні потоки досить різноманітного асортименту, для розрахунку середнього запасу можна скористатися такою формулою:

$$Z_{cp} = \frac{1}{(m-1) \cdot n} \sum_{i=1}^m \sum_{i=1}^n Z_{1i},$$

де Z_{1i} – середній запас конкретного виду продукції;

n – кількість номенклатурних матеріалопотоків, за якими здійснюється розрахунок.

Запаси матеріальних ресурсів у системах зберігання і переробки протягом певного періоду постійно обновлюються за рахунок генерації матеріальних потоків споживачам і надходження нових. Чим частіше відбувається це відновлення, тим більше оборотів роблять матеріальні ресурси. Показник оборотності складських запасів виражається коефіцієнтом оборотності, що визначається

$$K_o = \frac{Q_{год}}{Z_{cp}},$$

де $Q_{год}$ – обіг за рік;

Z_{cp} – середній запас.

Цей показник характеризує частоту обігу запасів (протягом певного періоду) і є величиною зворотно пропорційної тривалості зберігання продукції на складі (системі). Він може бути розрахований також шляхом розподілу кількості днів у році на час знаходження товарів у запасі $t_{зб}$.

Коефіцієнт оборотності для сукупності матеріальних потоків розраховується як

$$K_o = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{год}}{\sum_{i=1}^n Z_{cp}}.$$

Тривалість зберігання запасів у днях визначається різними способами:

$$t_{зб} = \frac{360}{K_o} ; \quad t_{зб} = \frac{Z_{cp}}{q_z} ; \quad t_{зб} = \frac{360 Z_{cp}}{Q_{год}},$$

де q_z – обсяг генерації матеріалопотоків за день.

Тривалість зберігання запасів у днях для сукупності матеріалопотоків встановлюється

$$t_{зб} = \frac{3600 \sum_{i=1}^n Z_{cp}}{\sum_{i=1}^n Q_{зод}} .$$

Оборотність матеріалопотоків у системах зберігання і переробки, а також час перебування їх у статичній формі (у запасах) не є постійними величинами і залежать від низки факторів: просування матеріальних потоків транзитом чи через системи зберігання і переробки торгових посередницьких структур, місця розташування складів, виду транспорту, що використовується для просування матеріалопотоків і ін.

У різних умовах оборотність запасів може складати від частки одиниці до десяти і більше разів. Якщо протягом року через систему зберігання і переробки буде пропущено менше матеріалопотоків, ніж дозволяють її експлуатаційні характеристики, то оборотність виявиться меншою від 1. У тому випадку, коли протягом року буде пропущено матеріальних потоків у 10 разів більше, ніж дана система одночасно може переробити, то її пропускна здатність буде дорівнювати 10.

Від оборотності матеріальних потоків у системах зберігання і переробки (на складах) і часу перебування їх у статичній формі (у запасах) залежить обсяг сукупних запасів, необхідних споживачам (виробництву). Крім цього, певні показники впливають на обсяг річного обігу кожного складу чи системи зберігання-переробки. Їх оцінку й аналіз доцільно здійснювати в комплексі з іншими показниками, такими як обсяг і обіг.

При постійному обсязі запасів підвищення оборотності дозволяє збільшувати річний обіг системи зберігання-переробки. Між оборотністю запасів і обсягом запасів при незмінному річному обігу системи зберігання-переробки, а також між часом перебування матеріальних потоків у статичному стані і річним обігом системи зберігання-переробки, при постійній величині запасу, існує певна залежність.

Відхилення оборотності і середнього часу перебування матеріальних потоків у статичному стані від встановлених величин свідчать про порушення процесу обігу і функціонування локальної логістичної системи.

Ступінь нерівномірності надходження матеріальних потоків у систему зберігання, переробки і їх генерації може бути виражена коефіцієнтом нерівномірності

$$K_{\text{нер}} = \frac{Z_{\text{мак}}}{Z_{\text{ср}}} \geq 1 .$$

де $Z_{\text{мак}}$ - максимальний запас за визначений період (доба, місяць, рік);

$Z_{\text{ср}}$ - середній запас.

Коефіцієнт нерівномірності надходження і генерації для різних матеріальних потоків неоднаковий. У різних регіонах на макрологістичному рівні аналізу і прогнозування він також дуже мінливий для систем зберігання і переробки .

Для аналізу і характеристики функціонування будь-якої окремої системи зберігання-переробки (складу) визначають коефіцієнт добової нерівномірності надходження і генерації матеріальних потоків $K_{\text{сум}}$. Він визначається як відношення максимального обсягу будь-якої логістичної операції $C_{\text{мак}}$ до середнього обсягу даної операції $C_{\text{ср}}$ протягом доби

$$K_{\text{сум}} = \frac{C_{\text{мак}}}{C_{\text{ср}}} \geq 1 .$$

Коефіцієнт нерівномірності залежить від різних факторів. Наприклад, від виду транспорту, що використовується для просування матеріальних потоків на етапі надходження їх у систему зберігання-переробки. Якщо система зберігання-переробки (склад) служить місцем зосередження матеріальних потоків готової продукції будь-якого виробничого підприємства, то надходження матеріальних потоків товарного характеру в систему зберігання-переробки відбувається відносно рівномірно і відповідно до режиму його роботи. Однак, нерівномірність надходження і генерації може бути викликана нестійкістю надходження відповідних замовлень на виробництво і постачання продукції, роботою підприємства і коливаннями випуску готової продукції в різні зміни. Коли вироблений товар не користується попитом, то можливе затоварення системи (складу).

Для аналізу рівномірності обігу системи чи переробки окремого складу зручно користатися графічним методом, суть якого полягає ось у чому. На осі абсцис (рис.4.1.) відкладаються відрізки часу, а на осі ординат – обіг за відповідний період в об'ємних, вагових чи інших одиницях виміру. Якщо з'єднати всі точки, то утворяться лінії, що

відбивають характер обігу за весь період. Отримані в такий спосіб лінії 1 і 2 характеризують проходження матеріальних потоків через склад (систему), причому лінія 1 відображує динаміку їх надходження, а лінія 2 – генерації.

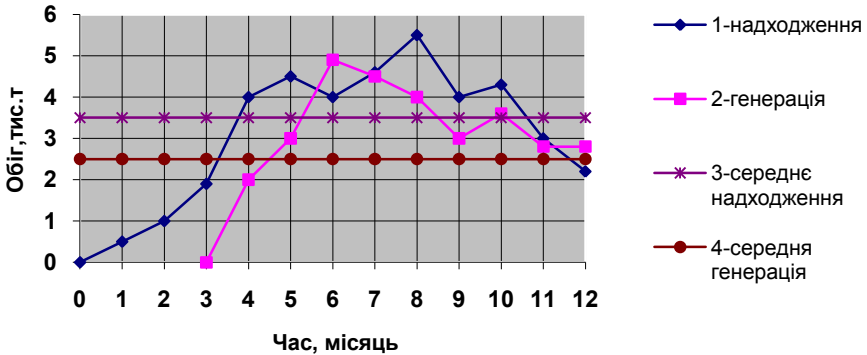


Рис.4.1. Діаграма обігу системи зберігання-переробки

Якщо розділити обіг протягом усього періоду на його тривалість, то вийде середній обіг складу за встановлений період. Так, якщо розділити складський обіг протягом усього року на 12 частин, то можна одержати середню величину місячного обігу, яка на вказаному графіку відображена у вигляді прямих 3 і 4, рівнобіжних осі абсцис.

Однак, наведений графік дає наочне уявлення про динаміку складського обігу і його нерівномірності. Він не дозволяє визначити сукупність матеріальних потоків, що періодично накопичуються в системі зберігання і переробки. Для цієї мети може бути використана інтегральна діаграма обігу складу (рис.4.2).

На осі ординат відкладається сумарний обіг наростаючим підсумком. Наприклад, при нанесенні на осі абсцис кількості місяців на осі ординат послідовно відкладаємо обсяги обігу за відповідні місяці протягом року. Таким чином, в останній місяць на осі ординат буде показаний загальний річний обіг. Якщо на діаграмі накреслити в одному і тому ж масштабі дві лінії, з яких лінія 1 відображує надходження матеріальних потоків у систему зберігання і переробки, а лінія 2 – генерацію їх із складу, то на ординаті відрізок між лініями покаже величину статичних матеріальних потоків у системі зберігання і переробки на відповідну дату.

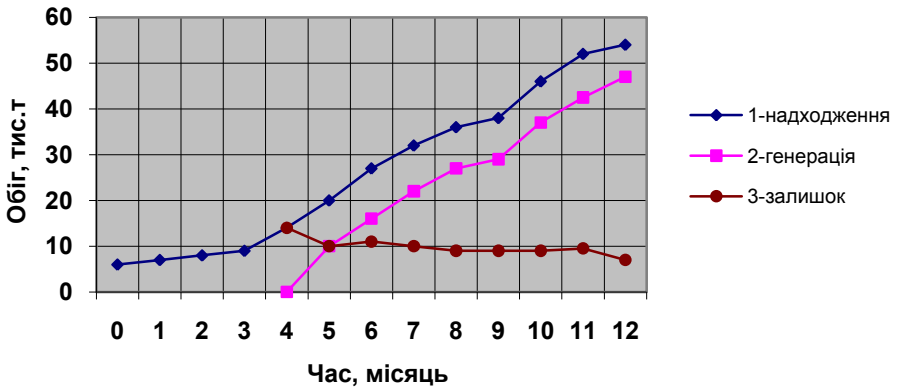


Рис.4.2.Інтегральна діаграма обігу системи зберігання і переробки

Найбільша різниця показників на осі ординат свідчить про максимальне зосередження матеріальних потоків у системі зберігання і переробки в цей період. Така величина повинна бути прийнята як підстава для визначення місткості складу (лінія 3).

У процесі оперативного управління інтегральні діаграми зручні для контролю за режимом роботи системи зберігання і переробки (складів). Плавні криві свідчать про оптимальний режим функціонування, а стрибкоподібні – про нерівномірний обіг, що протікає. Крім цього, за характером лінії 3 можна судити про використання потужностей системи зберігання і переробки протягом року, рівномірність обігу за місяцями і враховувати перехідні залишки продукції від попереднього періоду.

Вантажообіг $Q_{год}$ за генерацією матеріальних потоків на прогнозований період визначається рівнянням

$$Q_{год} = Z_1 + Z_2 + Z_3 ,$$

де Z_1 – перехідний залишок статичних матеріалопотоків на початок періоду, що аналізується;

Z_2 – сукупність матеріальних потоків періоду, які надходять на склад протягом періоду, що аналізується;

Z_3 – перехідний залишок матеріалопотоків на кінець періоду, що аналізується.

Кожна система зберігання і переробки займає територію у відведених для них межах. На цій території прокладаються

автомобільні і залізничні комунікації, встановлюються крани, будуються споруди для відкритого зберігання матеріалів, навіси і закриті склади. Уся ця площа називається загальною площею систем зберігання і переробки.

Загальна (корисна) площа складу є

$$S = S_k + S_e + S_d + S_c ,$$

де S_k , S_e , S_d , S_c – відповідно корисна, експедиційна, допоміжна і службова площі складу, м².

Корисною площею складу (комплексу) є та, що безпосередньо зайнята вантажами, стелажми і штабелями. Вона визначається за навантаженням на 1 м² площі підлоги

$$S_k = \frac{Q_z}{\sigma} = \frac{q_p t}{\sigma} ,$$

де Q_z – розмір установленого запасу матеріальних ресурсів у системі зберігання, т;

q_p – середньодобова витрата матеріальних ресурсів, т;

t – встановлений час зберігання даного виду матеріальних ресурсів;

σ – норма навантаження на 1 м² корисної площі підлоги залежно від виду матеріалу, т/м².

Якщо на складі оперують різнорідними матеріальними ресурсами, що мають різне навантаження на 1 м² підлоги, то

$$Q_{cp} = \frac{Q_1 a + Q_2 b + \dots + Q_n z}{100} ,$$

де Q_1 , Q_2 , Q_n – запаси відповідних видів матеріалів, т;

a , b , ... z – процентні частки окремих видів матеріалів до загальної їх кількості.

Площа експедиційних дільниць, де проводяться сортувальні, пакувальні й інші логістичні операції для приймання і формування матеріальних потоків, визначається відповідно:

$$S_{np} = \frac{Q_{nad} K t}{365 \sigma_1} = \frac{q_{nad}}{\sigma_1} K t ; \quad S_{vid} = \frac{Q_{vid} K_1 t_1}{255 \sigma_1} = \frac{q_{vid}}{\sigma_1} K_1 t_1 ,$$

де Q_{nad} ; Q_{vid} – річний вантажообіг складу відповідно надходженню і генерації (відпуску) матеріальних потоків, т;

q_{nad} ; q_{vid} – добовий вантажообіг складу, т;

K_1 , K – коефіцієнти нерівномірності надходження і відпуску матеріальних потоків у систему та із системи;

t, t_1 – час перебування матеріальних потоків на приймальних і формувальних дільницях, год;

σ_1 – норма навантаження на 1 м^2 приймальної і формувальної площі (приймається звичайно 0,25 від середнього навантаження на корисну площу складу), т/м^2 ;

365 – кількість календарних днів у році для прийому матеріальних потоків;

255 – середня розрахункова кількість днів у році за генерацією матеріальних потоків.

Допоміжна площа включає проходи і проїзди. Їх розмір залежить від габаритів збережуваних матеріальних ресурсів, технології логістичних робіт і операцій, компонування складських приміщень і технологічного устаткування, від видів і типів використовуваних підйомно-транспортних засобів.

Ширину проїздів і проходів між стелажми визначають за формулою

$$B = 2v + 3c ; \quad B_1 = v + r + c ,$$

де v – ширина підйомно-транспортного засобу, м;

r – внутрішній радіус повороту транспортного засобу, м;

c – ширина зазору між транспортними засобами, а також між ними і стелажми, штабелями прийнята звичайно 0,2м.

Загальна допоміжна площа визначається підсумовуванням площ усіх проїздів і проходів

$$S_e = \sum A_{np} \cdot B_{np} ,$$

де A_{np}, B_{np} – власна довжина і ширина проходу чи проїзду, м.

Площа службових приміщень визначається, виходячи з розрахунку кількості працюючих у системі за нормами площі на 1 працівника. Норми площі встановлюються в кожному випадку, виходячи з конкретних умов і проектних рішень.

Вантажно-розвантажувальні пункти являють собою об'єкти, на яких здійснюють навантаження-розвантаження вантажів і оформлення документів на їх перевезення. Пункти включають вантажно-розвантажувальні майданчики, на яких здійснюються операції навантаження чи розвантаження. Вони повинні бути оснащені відповідним вантажопідйомним устаткуванням. Кілька вантажно-розвантажувальних постів, розташованих поруч у межах однієї території, утворюють фронт вантажно-розвантажувальних робіт, розмір якого залежить від кількості постів, габаритних розмірів

транспортних засобів, застосовуваних вантажопідійомних машин, а також від схеми розстановки транспортних засобів.

Вантажно-розвантажувальні пункти повинні мати під'їзні колії і площі для маневрування автомобілів. На автомобільних постах у межах фронту робіт застосовують (рис.4.3) бічну, торцеву і східчасту схеми розстановки транспортних засобів.

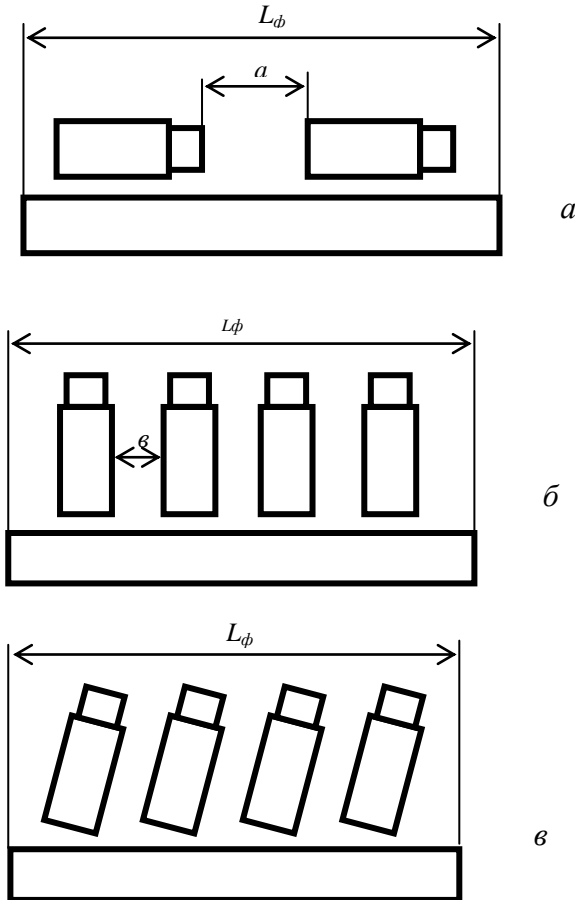


Рис. 4.3. Схеми розстановки транспортних засобів на вантажно-розвантажувальних постах

Бічна розстановка (рис.4.3,а) зручна при організації пересування автомобілів і автопоїздів у межах фронту навантаження чи

розвантаження по прямотечійній чи потоковій системі, що дуже важливо для скорочення часу на маневрування рухомого складу і забезпечує скорочення площі для маневрування. У той же час така схема розстановки малоприсаєднана для рухомого складу, пристосованого для навантаження і розвантаження тільки з боку заднього борта чи задніх дверей кузова.

Торцева розстановка транспортних засобів (рис.4.3,б) одержала широке поширення при виконанні робіт на складах, обладнаних вантажними рампами. Вона скорочує довжину фронту і забезпечує зручність для здійснення необхідних логістичних операцій з боку заднього борта чи задніх дверей кузова. Недоліками цього варіанта є неможливість розвантаження чи завантаження автопоїздів із причепами і збільшення площі для маневрування автомобілів.

Східчаста розстановка (рис.4.3,в) більш зручна для використання вантажно-розвантажувальних машин.

Довжина фронту вантажно-розвантажувальних робіт

$$L_{\phi} = A(H + a) + a \text{ - при бічній розстановці,}$$

$$L_{\phi} = A(B + \epsilon) + \epsilon \text{ - при торцевій розстановці,}$$

де A – кількість транспортних засобів;

H – довжина транспортного засобу, м;

B – ширина транспортного засобу, м;

a, ϵ – відстань між транспортними засобами при бічному і торцевому варіанті їх розстановки, м.

Вантажообіг пункту чи обсяг навантаження і розвантаження вантажу в даному пункті визначається, як правило, за добу чи рік. Даний показник є важливим при здійсненні різних техніко-експлуатаційних розрахунків, наприклад, розрахунку необхідної кількості рухомого складу, вантажопідйомних машин чи контейнерів.

Пропускна здатність являє собою максимальну кількість транспортних засобів M_a чи продукції M_m , що може бути занурена і розвантажена в даному пункті за одиницю часу (годину, зміну, добу). Вона залежить від кількості і пропускної здатності наявних постів навантаження-розвантаження. Пропускна здатність поста визначається як

$$M_a = \frac{1}{t_n q \lambda \eta_n} ; \quad M_m = \frac{1}{t_n \eta_n} ,$$

де t_n – час на навантаження і розвантаження 1т вантажу, год;

q – вантажопідйомність транспортного засобу, т;

λ – коефіцієнт використання вантажопідйомності транспортного засобу.

η_n – коефіцієнт нерівномірності прибуття транспортних засобів на посту навантаження-розвантаження і дорівнює $1, 2, \dots, 0$.

Продуктивність поста за зміну визначається за формулами

$$Q_n^t = M_m \cdot T ; \quad Q_n^a = M_a \cdot T ,$$

де T – час роботи за зміну, год.

Таким чином, пропускна здатність вантажно-розвантажувального пункту Π , а також фронту, що має N постів з однаковою пропускною здатністю, визначається як $\Pi = MN$.

При наявності постів з різною пропускною здатністю

$$\Pi = M_1 M_2 + \dots M_n ,$$

де $M_1, M_2, \dots M_n$ – пропускна здатність кожного поста.

Установлення пропускної здатності фронту вантажно-розвантажувальних робіт дозволяє раціонально розподіляти загальну кількість транспортних засобів для прийняття і генерації матеріальних потоків.

Кількість постів розраховується як

$$N = \frac{Q_c}{Q_n} = \frac{Q_c \cdot t_m \eta_n}{T} ,$$

де Q_c – добовий обсяг робіт, т;

T – тривалість роботи за добу, год.

Добовий обсяг робіт визначається як відношення річного обсягу роботи пункту Q_r до річного числа днів роботи пункту D_{zp} .

Для транспортних засобів вантажопідйомністю q кількість постів у пункті буде:

$$N = \frac{Q_c}{Q_n^a} = \frac{Q_c t_m q \lambda \eta_n}{T} ,$$

де λ – коефіцієнт використання вантажопідйомності.

Щоб регулювати функціональну діяльність вантажно-розвантажувальних пунктів і транспортних засобів, варто враховувати ритм роботи пункту R , під яким розуміють період часу між відправленням занурених чи розвантажених транспортних засобів із пункту.

Ритм може бути встановлений з урахуванням часу простою транспортних засобів під розвантаженням чи завантаженням t_{np}

$$R = \frac{t_{np} \eta_n}{N} .$$

При цьому інтервал руху транспортних засобів дорівнює

$$I = \frac{t_{об}}{A_m} ; \quad t_{об} = t_p + t_{np} = \frac{L_c}{V_m \beta} + t_n + t_p ,$$

де t_p – час руху автомобіля, год;

A_m – кількість транспортних засобів;

t_{np} – час простою транспортного засобу під навантаженням-розвантаженням, год;

L_c – довжина поїздки з вантажем, км;

V_m – технічна швидкість, км/год;

β – коефіцієнт використання пробігу;

t_n, t_p – час навантаження і розвантаження автотransпортного засобу, год.

Якщо ритм роботи пункту дорівнює інтервалу руху транспортних засобів, то пункт буде рівномірно завантажений роботою, а транспортні засоби не будуть простоювати в чеканні навантаження і розвантаження. Таким чином, можна визначити необхідне число постів навантаження-розвантаження:

$$N = \frac{t_{np} \eta_n}{I} = \frac{A_m t_{np} \eta_n}{t_{об}} .$$

Кількість транспортних засобів, необхідна для освоєння добового вантажообігу пункту, дорівнює

$$A_m = \frac{Q_c t_{об}}{T q \lambda} .$$

Коли транспортні засоби виконують перевезення вантажів на різних маршрутах і $t_{об}$ на кожному з них буде різним, то в останніх формулах $t_{об}$ необхідно брати як середньозважену величину.

Одним із основних показників системи зберігання і переробки є місткість чи ємність складів. Під місткістю складу слід розуміти його здатність одночасно вмістити певну кількість продукції. При цьому також повинні бути дотримані нормальні умови для обраної технології виконання логістичних операцій, а також правила безпеки (пожежної, технічної).

Склади характеризуються загальною кубатурою (ємністю), що визначається як

$$V_{заг} = F_{заг} H,$$

де $F_{заг}$ – загальна площа складу, м²;

H – висота від підлоги до верхніх несучих конструкцій, м.

Корисна ємність складу відповідає корисній площі складу

$$V_{кор} = F_{кор} h,$$

де $F_{кор}$ – корисна площа складу, м²;

h – висота складування продукції, м.

Місткість матеріальних потоків на складі чи ємність складу виражається в масових, об'ємних і інших одиницях виміру.

Ємність усієї системи зберігання і переробки відповідає максимальному складському запасу, що розміщений на можливій для використання площі чи кубатурі. Із сказаного є очевидним, що даний показник знаходиться в прямій залежності від загальної складської площі, співвідношення між загальною площею і корисною площею складу, висоти складу, виду складованих матеріалів і їх об'ємної ваги, навантаження на 1 м² підлоги, а також використовуюваного підйомно-транспортного і технологічного устаткування.

На ємність системи зберігання і переробки дуже впливає робить їх спеціалізація за видами матеріальних ресурсів і методом зберігання (у стелажах чи штабелях).

Щоб визначити місткість складу, необхідно врахувати питоме навантаження матеріалів на 1 м² складської площі, загальну площу складу і коефіцієнт її використання.

Ємність складу в тоннах визначається як

$$E = F p \alpha_{вик}$$

де F – площа складу, м²;

p – навантаження на 1 м² корисної складської площі т/м²;

$\alpha_{вик}$ – коефіцієнт використання загальної площі складу.

У відношенні матеріалів, що мають невелику об'ємну масу, більш важливим є показник, що характеризує місткість системи зберігання в об'ємних одиницях.

Ємність складу в об'ємних одиницях дозволяє встановити, яку кількість матеріальних ресурсів у кубічних метрах може одночасно вмістити конкретний склад. Тут необхідно враховувати простір для безперешкодного пересування підйомно-транспортного устаткування, проїздів, проходів і інших площ складу, не використовуваних для постійного зберігання матеріальних ресурсів.

В об'ємних одиницях ємність складу дорівнює

$$E = P h \alpha_{\text{вук}} = l b h \alpha_{\text{вук}},$$

де l – довжина складу, м;

b – ширина складу, м;

h – висота укладання матеріалів у стелажах, штабелях, чи навалом іншим способом, установленим технологією зберігання, м.

Визначаючи ємність складу в об'ємних одиницях, необхідно враховувати те, що частину об'єму складу займають стелажі, піддони, прокладки і т.д.

Шляхом порівняння загальної ємності складу з використовуваною визначається ступінь експлуатації складського простору

$$I_1 = \frac{Fh\alpha_{\text{вук}}}{FH} = \frac{h\alpha_{\text{вук}}}{H}.$$

У той же час слід відзначити, що даний показник не завжди повністю характеризує використання загальної ємності складу. У цьому зв'язку у вищенаведену формулу вводять коефіцієнт заповнення матеріальними ресурсами простору, зайнятого стелажими і штабелями $K_{\text{сш}}$.

Тоді:

$$I_2 = \frac{Fh\alpha_{\text{вук}}K_{\text{сш}}}{FH} = \frac{h\alpha_{\text{вук}}K_{\text{сш}}}{H}.$$

Відзначимо, що об'єм складу використовується більш ефективно якщо укладання продукції здійснюється щільніше і вище, а самі стелажі займають менший об'єм. У зв'язку з цим найважливішим показником є питома місткість складу, яка відображує кількість матеріалів, що припадає на 1 м^3 загального складського об'єму

$$e = \frac{E}{V_{\text{заг}}} m \quad \text{чи} \quad e = \frac{E}{V_{\text{заг}}}.$$

За інших рівних умов питома місткість складу пропорційна висоті укладання матеріалів, ступеню використання площі складу і місткості стелажа чи штабеля.

Потенційну для складування ємність визначає максимальна сукупність матеріальних потоків, яку можна зосередити на діючому складі. Виходячи з цього, оцінка функціональної діяльності складу в різні періоди часу може бути здійснена через показник ступеня використання його ємності, а також за допомогою порівняння максимально можливої сукупності зосередження матеріальних

потоків і її середньої фактичної величини. Даний показник характеризує ступінь використання конкретного складу чи складського комплексу у період часу, що аналізується.

Необхідно враховувати, що однакова кількість матеріальних ресурсів, виражена в натуральних одиницях, може займати різний складський простір через розходження їх властивостей. Тому, порівнюючи два склади за показником їх місткості в тоннах, не завжди оцінка використання буде коректною.

Основним критерієм функціональної ефективності складу є потокова пропускна здатність чи потужність. Під потужністю слід розуміти здатність складу при виконанні логістичних вимог і відповідних нормативів забезпечити економічно обґрунтований, максимально можливий обіг.

Необхідно розрізняти проектну і фактичну потужність. Проектна потужність розробляється разом із іншими показниками при створенні логістичної системи. У підготовленому до реалізації проекті повинні бути передбачені всі конструктивні технологічні і техніко-економічні елементи, а також показники, що забезпечували б необхідну потужність майбутньої системи зберігання і переробки.

Фактична потужність виявляється в конкретних реальних умовах функціонування складу.

Визначаючи потужність системи зберігання-переробки, необхідно виходити з її конструктивних особливостей, умов функціонування і режиму роботи.

У першу чергу важливо передбачити максимальне використання площі складських споруд, їх обсягів, а також підйомно-транспортного, технологічного устаткування і персоналу.

Кількісний і якісний склад парку технічних засобів повинен відповідати прийнятій технології реалізації логістичних процесів. У логістиці саме потужність є узагальнюючим техніко-економічним показником, тому що він характеризує динамічну сутність поточкових процесів. Структура даного показника залежить від раціональної комплексної взаємодії економічних, технологічних та організаційних факторів. Виходячи з цього, можна стверджувати, що максимально можлива потужність системи зберігання і переробки матеріальних потоків у системі буде при повному забезпеченні її підйомно-транспортним і технологічним устаткуванням, при відповідній продуктивності праці, його стимулюванні й оптимальному режимі

функціонування системи, що забезпечує синхронність роботи всіх її структурних елементів.

Розрахункова потужність системи зберігання і переробки може бути визначена шляхом множення сукупної ємності складських об'єктів E на оборотність матеріальних ресурсів за встановлений період n - $M = En$.

Якщо перетворити цей вираз через значення ємності системи в натуральних одиницях виміру, то одержимо розгорнуту формулу визначення потужності діючої системи $M = F p \alpha_{вук} n$.

Потужність системи в об'ємних одиницях $M_v = F h \alpha_{вук} K_{ст} n$.

Звідси видно, що потужність системи зберігання і переробки в натуральному вираженні обігу є функцією від її площі F , навантаження на $1m^2$ площі – p , коефіцієнта, що враховує ступінь використання загальної площі системи $\alpha_{вук}$ і оборотності матеріальних ресурсів n .

Основним елементом при визначенні потужності в об'ємних одиницях є показник, що характеризує використання обсягу системи зберігання і переробки.

Між місткістю складу у ваговому й об'ємному вимірі існує сувора математична залежність. Причому потужність і ємність у вагових одиницях вимірювання можуть бути перераховані в об'ємні.

Варто підкреслити, що повне використання потужності складу ні при яких обставинах не повинне приводити до погіршення умов зберігання матеріальних ресурсів і їх складської переробки.

Між потужністю складу і фактичним системним обігом не завжди може бути одержана рівність. Це пояснюється високою динамічністю системного обігу. У деякі періоди потужність і ємність системи може використовуватися повністю, а інші – неповністю.

Відношення між фактичним обігом $Q_{зод}$ і потужністю M називається коефіцієнтом використання потужності системи зберігання і переробки і виражається рівнянням $K_{вук} = \frac{Q_{зод}}{M}$.

Якщо потужність складу використовується повністю, то коефіцієнт використання дорівнює 1, якщо недостатньо, він менший від 1.

Для більш повного використання складу необхідно, щоб обіг дорівнював пропускній здатності. Якщо складський обіг менший від розрахункової пропускної здатності, то її ємність, технічний парк і

устаткування можуть бути повністю використані. У випадку, коли системний обіг перевищує пропускну здатність системи зберігання і переробки, відбувається надмірне скупчення матеріальних потоків у системі, порушується нормальний режим її функціонування.

Застосовуючи коефіцієнт нерівномірності, сукупність матеріальних потоків, що проходять через систему зберігання і переробки, може бути визначена $Q_{год} = \frac{M}{K_{нер}}$.

Співвідношення між фактичним обігом і пропускну здатністю системи повинне відповідати рівності:

$$\frac{Q}{M} = \frac{1}{K_{нер}}.$$

Отже,

$$K_{вик} = \frac{1}{K_{нер}}.$$

Виходячи з цього, стає очевидним, що коефіцієнт використання потужності чи пропускну здатності складу є величиною зворотною коефіцієнту нерівномірності.

4.4. Управління потоковими процесами в системах зберігання і переробки

Складське господарство незалежно від приналежності і ступеня самостійності можна віднести до систем масового обслуговування із чеканням, оскільки суб'єкт, який прибув на склад за одержанням матеріальних ресурсів, заставши всі точки навантаження-розвантаження зайнятими, стає в чергу. Обслуговування суб'єкта на складі здійснюється відповідно до встановлених пріоритетів. На практиці найбільш розповсюдженим критерієм є черговість прибуття суб'єкта на склад.

У процесі обслуговування ефективно використання логістичних елементів досягається за допомогою попередньої розробки варіантів технологічного процесу з урахуванням апробованих алгоритмів логістичних операцій і досвіду досягнення максимальної результативності. Розробка варіантів технологічного процесу здійснюється на основі відповідних технологічних карт, що включають необхідні схеми, розрахункові дані, а також відповідне

керівництво, у тому числі деталізовані інструкції для провадження робіт і техніки безпеки.

Складське господарство, як і будь-яка система масового обслуговування, містить у собі вхідний потік вимог, чергу вимог, обслуговуючі пристрої і вихідний потік вимог.

Функціонування цієї системи ґрунтується на результатах аналізу вхідного потоку вимог, що надходять у систему і потребують обслуговування. Аналіз вхідного потоку вимог об'єктивно необхідний, тому що ефективність процесу обслуговування багато в чому залежить від встановлення закономірностей цього потоку.

Слід відзначити, що у більшості випадків вхідний потік характеризується як випадковий процес, оскільки на нього впливає низка випадкових факторів. Число вимог, що надходить в одиницю часу, є випадковим параметром. Випадковим є також інтервал часу між вимогами. Тому для процесу управління визначають середню кількість вимог, що надходить в одиницю часу, і середній інтервал часу між послідовними вимогами.

Середня кількість вимог, що надходить у систему обслуговування, називається інтенсивністю надходження вимог і визначається за формулою

$$\lambda = \frac{I}{T},$$

де T – середнє значення інтервалу між надходженням чергових вимог.

Послідовність подій є сутністю логістичного процесу, що повинен включати весь комплекс операцій із обслуговування транспортного засобу з моменту прибуття його в систему і до моменту його відправлення. Прибуття на склад деякого числа транспортних засобів, що потребують обробки, являє собою виражений вхідний потік.

Як обслуговуючі пристрої (канали) на складах виступають вантажно-розвантажувальні пункти, обладнані відповідними технічними засобами й укомплектовані необхідними трудовими ресурсами.

Для багатьох реальних процесів потік вимог досить добре описується законом розподілу Пуассона. Відповідно до нього ймовірність того, що на склад за час t надійде саме k вимог

(транспортних засобів із замовленнями), можна визначити

$$P_k(t) = e^{-\lambda t} \frac{(\lambda t)^k}{k!},$$

де λt – середнє число вимог, що надходять на обслуговування за час t .

Строге виконання умов найпростішого потоку зустрічається не завжди. Найчастіше спостерігається динамічність даного процесу під впливом безлічі факторів закономірного і випадкового характеру.

У процесі прогнозування й аналізу необхідно обов'язково враховувати наявність наслідків. Наприклад, потрібно пам'ятати, що кількість вимог наприкінці місяця може залежати від їх задоволення на початку періоду.

Виявити наявність Пуассонівського потоку вимог можна шляхом статистичної обробки інформації про надходження транспортних засобів на склад. У зв'язку з цим необхідно звернути увагу на те, що однією із найважливіших ознак шуканого закону є рівність математичного сподівання випадкової величини і дисперсії $\bar{x} = \sigma^2$.

Ще одним визначальним аспектом є характеристика обслуговуючих пристроїв, що визначає пропускну здатність усієї системи зберігання і переробки із урахуванням часу.

Час обслуговування однієї вимоги $T_{обс}$ є випадковим параметром, амплітуда вимірів якої велика і залежить від стабільності функціонування обслуговуючих пристроїв, а також від параметрів вимог, що надходять у систему. Параметр $T_{обс}$ досить повно характеризується показовим законом розподілу.

Відповідно до показового закону розподілу часу обслуговування функція розподілу дорівнює

$$P_{\vartheta} = I - e^{-\vartheta t},$$

де ϑ – інтенсивність обслуговування однієї вимоги одним обслуговуючим пристроєм.

При цьому:

$$\vartheta = \frac{I}{T_{обс}}$$

де $T_{обс}$ – середній час обслуговування однієї вимоги одним обслуговуючим пристроєм.

Відзначимо, що якщо закон розподілу часу обслуговування на складі показовий і є кілька обслуговуючих пристроїв однакової

потужності, то закон розподілу для декількох пристроїв теж показовий:

$$P_{to} = I - e^{-n\vartheta}$$

де n – кількість обслуговуючих пристроїв.

Визначальним параметром складів є коефіцієнт завантаження

$$\alpha_3 = \frac{\lambda}{g}, \text{ де } \lambda - \text{інтенсивність надходжень вимог у систему.}$$

$$\text{Отже, } \alpha_3 = \lambda T_{обс}.$$

Відзначимо, що кількість обслуговуючих пристроїв

$$n \geq \lambda T_{обс} = \frac{\lambda}{g} = \alpha_3.$$

При аналізі і плануванні логістичної діяльності необхідно пам'ятати, що склади являють собою системи із сподіванням, з кінцевим числом обслуговуючих пристроїв і обмеженим потоком вимог. Функціонування таких систем найбільш повно розроблене в теорії масового обслуговування. Для розрахунків використовується ряд формул, що визначають якісні характеристики діяльності цих систем.

Імовірність того, що всі пристрої вільні, може бути встановлена

$$P_o = \left[\frac{\alpha_3^n}{\left(1 - \frac{\alpha_3}{n}\right) n!} + \sum_{k=0}^{n-1} \frac{\alpha_3^k}{k!} \right]^{-1}.$$

Імовірність того, що всі пристрої зайняті,

$$P_3 = \frac{\alpha_3^n P_o}{\left(1 - \frac{\alpha_3}{n}\right) n!}.$$

Середнє число пристроїв, вільних від обслуговування,

$$N_o = P_o \sum_{k=0}^{n-1} \frac{n-k}{k!} \alpha_3^k.$$

Коефіцієнт простою пристроїв

$$K_{np} = \frac{N_o}{n}.$$

Середнє число пристроїв, зайнятих обслуговуванням.

$$N_3 = n - N_o .$$

Коефіцієнт завантаження системи

$$K_3 = \frac{N^3}{n} .$$

Середня довжина черги

$$l_{cp} = \frac{\alpha_3 P_3}{n(1 - \frac{\alpha_3}{n})^2} .$$

Середній час сподівання вимог у черзі

$$t_{ож} = \frac{\alpha_3 P_3}{n \mathcal{G} \left(1 - \frac{\alpha_3}{n} \right)} .$$

Варто помітити, що застосування теорії масового обслуговування в управлінні потоковими процесами не тільки дозволяє підвищити ефективність систем, але й оптимізувати проектні рішення на стадії створення. Можна раціоналізувати логістичні процеси за критерієм мінімізації сумарних збитків від простою транспортних засобів у сподіванні навантаження-вивантаження і від простою обслуговуючих пристроїв, а також забезпечити із заздалегідь заданою ймовірністю безвідмовний прийом матеріально-технічних ресурсів на склад.

4.5. Напрямки розвитку складського господарства

Напрямки розвитку складського господарства повинні бути обумовлені підвищенням ефективності діючих складів, задоволенням зростаючих вимог споживачів, підвищенням синергічного ефекту логістичної системи, підвищенням адаптаційної здатності до динаміки ринкового середовища. Узагальнюючи сказане, можна виділити три напрямки, що характеризуються комплексом відповідних організаційних, технічних і технологічних заходів.

До організаційних відносять:

- заходи, пов'язані із впровадженням наукової організації праці на основі логістичної концепції;
- оптимізацію кадрової структури, функціонального поєднання виконуваних дій, чітке встановлення відповідальності;
- підвищення кваліфікації персоналу.

Технічний напрямок включає такі заходи:

- удосконалення конструктивних і планувальних рішень складів;
- підвищення ступеня сумісності інфраструктурних і виробничих елементів у процесі їх функціонування;
- збільшення місткості і пропускнуої здатності за рахунок впровадження більш прогресивного підйомно-транспортного і технологічного устаткування, а також раціонального використання площі і ємності складів.

До технологічного відносять:

- захід для вдосконалення технології логістичних процесів і операцій, у рамках систем зберігання і переробки;
- адаптацію логістичних процесів в умовах мінливості зовнішнього середовища;
- захід для синхронізації функціонування складського господарства з іншими логістичними підрозділами;
- впровадження передових логістичних технологій для обслуговування споживачів.

Розробка і реалізація перерахованих заходів на складах обумовлює охоплення великого спектру різномірних, але взаємозв'язаних питань, варіанти рішення яких по-різному відображуються на показниках функціонування складського господарства. Так, поліпшення використання обсягу приміщень дозволяє збільшити в них обсяги запасів при одночасному розширенні асортиментної структури, а прискорення оборотності матеріальних ресурсів на складах веде до підвищення річного обігу останніх і до скорочення інвестицій на розвиток складського господарства. У той же час реалізація організаційно-технічних заходів може викликати зростання загальних експлуатаційних витрат за рахунок підвищення витрат на енергетичні ресурси, збільшення загального обсягу переробки матеріальних ресурсів, підвищення заробітної плати, додаткових капітальних вкладень на підйомно-транспортне і технологічне устаткування і збільшення амортизаційних відрахувань.

Щоб оцінити і вибрати найкращий варіант програми відповідних заходів, проводять зіставлення очікуваних результатів із витратами на їх здійснення. При цьому з логістичних позицій необхідно підрахувати поточні експлуатаційні витрати і капітальні вкладення в основні й оборотні кошти не тільки на об'єкті, де повинні бути впроваджені заходи, але і на суміжних об'єктах, на які вони вплинуть.

Важливо пам'ятати, що реалізація не тільки великих, але і дрібних заходів організаційного, технологічного характеру впливає на об'ємні, якісні і відносні показники, у тому числі на обсяг складського обігу, собівартість складської переробки 1т вантажу, продуктивність праці складських працівників, рівень механізації робіт, використання загальної площі і кубатури складів, а також підйомно-транспортного устаткування за часом і вантажопідйомністю.

Для оцінки ефективності заходів, які розроблюються, використовується кілька узагальнюючих показників. Наприклад, одним із таких показників у логістиці прийнято вважати умовний приріст складських площ, на яких можна розмістити очікуваний додатковий обсяг запасів (при зростанні попиту) матеріальних ресурсів, при спаді попиту – готової продукції. З погляду ефективної стимуляції умовний приріст складських площ веде до збільшення загального складського обігу складу.

Керуючись логістичною позицією, для збільшення потужностей діючих систем весь комплекс заходів повинен бути спрямований на поліпшення таких показників:

- збільшення навантаження на одиницю площі;
- підвищення інтенсивності використання площі;
- прискорення оборотності матеріально-технічних ресурсів.

Загальний приріст системи зберігання і переробки визначається

$$M_o = M_p + M_a + M_n ,$$

де M_p – приріст потужності за рахунок збільшення навантаження на 1 м² корисної площі, т;

M_a – приріст потужності за рахунок підвищення коефіцієнта використання площі складів, т;

M_n – приріст потужності за рахунок прискорення оборотності матеріально-технічних ресурсів, т.

Приріст потужності системи зберігання і переробки за рахунок збільшення навантаження на 1м² корисної площі розраховується за формулою

$$M_p = F(p_1 - p)\alpha_{вик}n ,$$

де F – площа складу, на якому намічене впровадження заходів, м²;

p_1 – очікуване навантаження на 1 м² корисної площі, т/м²;

p – фактичне навантаження, т/м²;

$\alpha_{вик}$ – фактичний коефіцієнт використання складської площі;

n – фактичний коефіцієнт оборотності матеріальних ресурсів на складі.

Приріст потужності за рахунок підвищення коефіцієнта використання складської площі

$$M_a = F(\alpha_{\text{вукл}} - \alpha_{\text{вук}})hn ,$$

де $\alpha_{\text{вукл}}$ – прогнозований коефіцієнт використання складської площі.

Приріст потужності складу за рахунок прискорення оборотності матеріально-технічних ресурсів:

$$M_n = F(n_1 - n)\alpha_{\text{вук}}P .$$

Коли комплекс заходів передбачає підвищення всіх трьох складових, то приріст потужності складу визначається як

$$M_n = F(p_1\alpha_{\text{вукл}}n_1 - p\alpha_{\text{вук}}n) .$$

Якщо організаційні, технічні і технологічні заходи спрямовані на збільшення ємності складу, то відповідний показник буде

$$E = F(p_1\alpha_{\text{вукл}} - p\alpha_{\text{вук}}) .$$

Розрахунки необхідно робити по кожному складському приміщенню ділянки складу, їх підсумовування дасть у підсумку загальний приріст потужності чи ємності.

Логістичний аналіз крім абсолютної оцінки зміни пропускної здатності складу після реалізації заходів повинен бути підкріплений розрахунками, проведеними у відносному вимірюванні. Показником, що відображає такі розрахунки, є коефіцієнт інтенсивності функціонування складу J . Цей показник також визначається для окремих складських приміщень, дільниць і для всієї системи в цілому:

$$J = \frac{(M_\phi + M)100}{M_\phi} ,$$

де M_ϕ – фактична потужність складу, т/рік;

M – приріст потужності, т/рік.

Приріст потужності діючої системи за рахунок реалізації прогресивних заходів рівнозначний знову введеної потужності. Таким чином, при інтенсифікації використання складських приміщень, дільниць і систем зберігання в цілому заощаджуються значні засоби, що у протилежному випадку довелося б інвестувати в створення нових об'єктів. Виходячи з цього, можна визначити економічний ефект від інтенсифікації використання діючих систем і окремих складів. Економічний ефект обчислюється, як сума капіталовкладень

зеконотомлених на нове будівництво за винятком витрат на розробку і реалізацію комплексної програми прогресивних заходів

$$C_n = E K_y - K_{\text{доп}} ,$$

де E – додаткова ємність складських споруд, т чи м³;

K_y – додаткові капіталовкладення на нове будівництво, грн/т чи грн/м³;

$K_{\text{доп}}$ – додаткові витрати на розробку і реалізацію прогресивних технологій, грн.

Водночас відзначимо, що питомі капіталовкладення приймаються за затвердженими нормами, даними типових чи індивідуальних проектів складів. Грошові витрати на розробку і реалізацію заходів установлюються, виходячи з розрахунку чи кошторису за фактичними даними.

Зниження собівартості складської переробки одиниці матеріальних ресурсів спричиняє адекватне скорочення витрат

$$I_c = Q(I_1 - I_2),$$

де I_1, I_2 – питомі витрати складської переробки матеріально-технічних ресурсів до і після впровадження заходів, грн/т;

Q – річний вантажообіг складу після реалізації заходів, т.

У процесі вдосконалення сфери логістики необхідно враховувати, що підвищення потужності складу є доцільним практично завжди. Потенційний ефект, що може бути отриманий у результаті збільшення потужності чи системи окремого складського спорудження, уже є достатньою підставою для розробки і впровадження програми прогресивних заходів. Крім цього, збільшення потужності складу сприяє зниженню собівартості переробки 1т вантажу, а також економії фонду заробітної плати за рахунок скорочення чисельності персоналу.

Ще одним аспектом логістичного аналізу і прогнозування є визначення економічної ефективності інвестицій при розширенні і реконструкції складів. Вона розраховується при:

- реконструкції, здійснюваної з метою підвищення технічного рівня шляхом заміни діючого устаткування без збільшення обсягу;

- реконструкції, направленої на підвищення технічного рівня системи зберігання і переробки (складу) з метою підвищення її потужності;

- розширенні функцій системи зберігання і переробки для збільшення її потужності без технічного переозброєння.

Економічна ефективність інвестицій, що направляються на вищенаведені цілі, може бути визначена розрахунком показників загальної і порівняльної ефективності. У зв'язку з цим розрахунок загальної ефективності інвестицій при розширенні і реконструкції діючих систем:

$$E_p = \frac{\Delta\Pi}{K_{\text{доод}}} ; \quad T_p = \frac{K_{\text{доод}}}{\Delta\Pi} ,$$

де E_p – коефіцієнт ефективності інвестицій в розширення і реконструкцію діючих систем;

T_p – строк окупності інвестицій;

$\Delta\Pi$ – додатковий прибуток;

$K_{\text{доод}}$ – додаткові інвестиції.

Визначення порівняльної економічної ефективності інвестицій здійснюється за мінімумом наведених витрат за допомогою порівняння показників варіанта розширення і реконструкції з показником даного об'єкта до розширення і реконструкції.

У випадку, коли при реконструкції і розширенні системи частина основних фондів передається на інші об'єкти логістичної системи, то вартість цієї частини фондів повинна відніматися із суми інвестицій порівнюваного варіанта.

Додаткові інвестиції в розширення і реконструкцію діючих складів визначається $K_{\text{доод}} = K_n + K_o - K_{\text{вик}}$,

де K_n – інвестиції, що йдуть на розширення і реконструкцію, грн;

$K_{\text{вик}}$ – вартість реалізованих основних фондів, грн;

K_o – залишкова вартість основних фондів, ліквідованих у результаті розширення і реконструкції, грн.

Залишкова вартість визначається як різниця між відбудовною вартістю і сумою нарахованої амортизації. У залишкову вартість включаються також збитки від зносу будинків і споруд, що знаходяться на території розширюваної системи.

При визначенні економічної ефективності інвестицій, спрямованих на розширення і реконструкцію діючої системи зберігання і переробки, необхідно враховувати крім того втрати від простою системи розширення і реконструкції. Величина цих втрат віднімається із загального прибутку, що очікується одержати в результаті розширення і реконструкції діючої системи зберігання і переробки.

Глава 5. УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ

5.1. Поняття про запаси

На цей час запаси розуміються як своєрідний “покрив”, яким прикриваються різні недоліки у виробничій діяльності фірм (проблеми якості, нездатність робити товар маленькими партіями, а також правильно планувати закупівлі необхідних товарів, перешкоди у виробництві і постачанні сировини).

Управління запасами, що базується на теорії запасів, - це вид виробничої діяльності, який систематизує роботу, пов'язану з запасами. Теорія запасів - розділ дослідження операцій, що вивчає закономірності утворення і витрати запасів.

Сучасні підприємства підтримують баланс між вхідними і вихідними потоками товарів для забезпечення швидкого їх просування. Оптимальний баланс забезпечує як мінімальний рівень запасів, так і безперервний цикл виробництва.

Запаси існують, коливаються або зникають, якщо у визначений проміжок часу попит і пропозиція не дорівнюють один одному. Попит і пропозиція плануються і керуються. Таким чином досягається рух запасів. Якщо попит і пропозиція відповідають запланованій моделі, то й запаси в точності відповідають плану.

В умовах ринку часто виникають ситуації, коли попит та пропозиція стають некерованими. Вони відхиляються від запланованого за часом і кількісно. Тоді мова йде про некерованість потоками товарів і запасами. Незапланованість руху запасів може мати багато причин, так наприклад, система виробництва збільшує розміри партій товарів, обсяг продажів не відповідає очікуваному, постачальник постачає товари раніше від терміну. Подібні події часто складно уникнути, особливо коли сильний вплив із зовні. Важливо звести цей вплив до мінімуму шляхом підвищення ефективності логістичного процесу. Таким чином, ефективність управління

запасами тісно пов'язана з ефективністю планування попиту і пропозиції.

Ступінь незапланованих змін запасів, як позитивних, так і негативних, є найважливішим показником керованості логістичного процесу.

5.2. Види запасів

З теорії управління запасами випливає, що необхідність планування формування запасів залежить від тієї ролі запасів, яку вони займають у розподілі товарів. Кожний із видів запасів виконує визначені функції.

Серійні запаси утворюються внаслідок округлення у бік більшої, ніж замовлено, кількості товарів для закупівлі і виробництва, але такого, що не перевищує визначений мінімум розмірів партії постачань. У подібному випадку середній розмір серійних запасів дорівнює половині розмірів серії.

Циклічні запаси утворюються внаслідок виробництва або ввезення товарів із певною частотою у певні проміжки часу. Причина утворення циклічних запасів порівняно із серійними - непостійне наповнення. При серійних запасах обмежувачем є кількісний аспект, а при циклічних - тимчасовий.

Запаси використання потужностей створюються у випадку, якщо вільні потужності використовуються для виробництва (чи транспортування) у момент відсутності попиту. Мета зниження запасів у подібній ситуації недооцінюється, перевага віддається цільовій настанові максимального використання наявних потужностей.

Запаси безпеки утворюються, щоб уникнути можливої невпевненості, пов'язаної з гарантованістю підвезення, виробництва і вивезення продукції. Чим більша невпевненість і чим довший період реакції на замовлення, тим вищим повинен бути рівень необхідних запасів безпеки. Існуючі статистичні методи дозволяють визначити оптимальний рівень запасів безпеки.

Іншим важливим моментом при визначенні рівня необхідних запасів безпеки є бажаний рівень обслуговування. Рівень обслуговування визначається як частина попиту на товари із запасів товарів, що можуть бути поставлені прямо із складу.

Високий рівень обслуговування (наприклад, вищий від 90%) може бути досягнутий при високих запасах безпеки, а також при зведенні до мінімуму часу реакції на наповнення запасу. Високого рівня обслуговування необхідно домагатися не шляхом створення великих запасів, а через підвищення швидкості реагування, збільшення гнучкості обслуговування і зменшення, а іноді і виключення невпевненості партнерів (управління процесом, “виховання” постачальників і поліпшення техніки планування).

Запобіжні запаси створюються, щоб уникнути передбачуваних коливань у постачаннях, виробництві або вивезенні. Ці коливання впливають на якість і витрати. Відмінність від запасів безпеки і використання потужностей полягає в тому, що при утворюванні запобіжних запасів коливання передбачувані.

Лінійні запаси (запаси у дорозі) формуються товарами, що знаходяться в процесі перевезення, переміщення від постачальників до споживачів (на транспорті) чи виробництва. Факторами, що визначають розмір лінійних запасів, є час перевезення, відстань, на яку перевозяться вантажі, коефіцієнт товароруху в процесі обігу, оптимальність господарських зв'язків між постачальниками і споживачами. Розмір запасів у більшій мірі залежить від часу перевезення і відносно - від часу просування продукції.

Планові запаси, утворюються для досягнення визначеної мети. Розмір запасів, що планується, визначається завданнями, які необхідно вирішити для реалізації поставленої мети.

5.3. Витрати на утримування запасів

Утримування запасів неминуче спричиняє витрати. Найбільш відомими видами витрат на вміст запасів є простір, рента і вартість ризику. Витрати на формування і зберігання запасів являють собою витрати фірм, пов'язані з: відверненням оборотних коштів у запаси сировини та матеріалів; поточним обслуговуванням запасів, у тому числі витрати на проведення інвентаризацій, процентні ставки за банківський кредит і т.п.; витратами зберігання, що змінюються в межах 10...40% вартості запасів; вартістю ризиків.

Під простором розуміються витрати на амортизацію, вміст, опалення і т.д., який займається під запас приміщення (як, наприклад, склад і місце під запас, відведені у відділі виробництва).

Рента являє собою витрату на вкладений у запас капітал.

Вартість ризику - це наслідки різних страхових випадків, а також оцінка вартості ризику в грошовій формі (ризик не затребування запасів, ризик морального зносу запасів, ризик перевищення норм природного збитку, ризику витрачання від розкрадань, пожеж і т.п.). Вартість цих ризиків із тим чи іншим ступенем точності виражається через витрати на страхування, через тарифи і ставки страхових премій.

Не затребування запасів може привести до некондиції, знищення і продаж за зниженими цінами.

Запаси приховують проблеми підприємств. Це закладено в самій їх функції:

- запаси безпеки приховують порушення у виробництві продукції в тимчасовому аспекті, проблеми якості, надійності постачальників і нездатність вірогідно передбачити ринковий попит;

- серійні запаси свідчать про відсутність гнучкості у виробництві;

- сезонні запаси прикривають невідповідність виробництва продукції рівню попиту;

- запаси використання потужностей виникають із нездатності виробляти продукцію, гнучко реагуючи на попит: виробляються товари, які ніколи не будуть спожиті, що приведе до більшої втрати капіталу, ніж під час простоїв потужностей виробництва.

Позитивним аспектом наявності великого розміру запасів є забезпечення високого рівня обслуговування. Виникає можливість уникнути проблем, пов'язаних із часом постачань і інших перешкод, що впливають на ефективність виробництва. При невдалому продажі знижується рівень витрачання прибутку з обігу.

Негативними аспектами наявності великого розміру запасів є зниження рівня якості і збільшення періоду руху товарів.

При вирішенні проблеми номенклатури товарів необхідно регулярно вивчати найменування товарів і перевіряти, чи можливо вилучення окремих одиниць або їх груп. Одним із важливих критеріїв служить низький рівень доходів з обігу.

Найбільш відомим методом санації номенклатури товарів є Парето-аналіз чи *ABC* метод - спосіб нормування і контролю за станом запасів, що полягає в розбивці номенклатури товарів на три підмножини *A*, *B* і *C*. Далі підраховується загальний обіг номенклатури *N* товарів за визначений період. Сума обігу поділяється

на загальну кількість товарів у номенклатурі N , у результаті чого виводиться показник середнього обігу P на одну позицію номенклатури N . Усі товари, обіг яких у 6 і більше разів перевищує P , включаються в підмножину A . У підмножину C включаються всі товари, обіг яких у 2 і більше разів менший від P . Усі інші товари включаються у підмножину B .

Із Парето-аналізу випливає правило 20/80. Установлено, що в більшості виробничих і торгових фірм приблизно 75% вартості запасів охоплює близько 10% найменувань номенклатури (підмножина A), 20% вартості - відповідно 25% найменувань (підмножина B), 5% вартості - 65% найменувань (підмножина C). У багатьох випадках виявляється, що 20% найбільш ходових товарів із асортименту дають близько 80% обігу.

На нашому прикладі це:

A - найбільш ходові товари (перші два товари з часткою в обігу 50,2%);

B - середньоходові товари (п'ять товарів з часткою в обігу 43,8%);

C - товари обмеженого попиту (останні три товари з часткою в обігу 6,0%).

Об'єктом санації номенклатури товарів повинні стати в першу чергу товари класу C (якщо тільки вони не знаходяться на початку свого життєвого циклу і не очікується зростання їх обігу до рівня товарів класу B чи A). Варто перевірити, чи можуть бути вилучені останні три товари класу C . Можливо, що товари з низькою часткою в обігу роблять помітний внесок у загальний прибуток через відносно високий рівень прибутку. Якщо різниця в прибутку між товарами велика, то відповідно до Парето-аналізу варто звернутися до критерію “внесок у прибуток”.

Оскільки для проблем управління виробництвом запас виступає як “ловильна мережа”, перехід до реальних структурних змін, спрямованих на поліпшення діяльності підприємства, ускладнюється.

Ідеальна модель очевидна: налагоджена, надійна організація і виробництво здійснюється тільки при наявності потреб. При одержанні замовлень випускаються одиничні серії і товари, які у своєму просуванні не зустрічають перешкод. За таким способом запаси і час їх просування зводяться до мінімуму, а рівень обслуговування споживачів підвищується (концепція “саме вчасно”).

5.4. Системи управління запасами

Існує безліч систем управління запасами. Відповіді на запитання про застосування тієї чи іншої системи можна, коли замовлений товар певної кількості. Під замовленням слід розуміти напрямок заявки постачальнику, а також передачу розпоряджень у відділ виробництва продукції.

Розглянемо основні системи: системи замовлення, *MRP-1*, *MRP-2* і *Kanban*.

Система замовлення являє собою досить прості правила наповнення запасів як закуповуваними, так і товарами, що виробляються. Найбільше поширена так звана *BQ*-система. При зниженні рівня запасу *B* автоматично дозамовлюється твердо встановлена кількість *Q*.

Одна із переваг системи замовлення полягає в простоті механізму її дії. Один із недоліків - замовлення здійснюється без вивчення очікуваної потреби. Може виявитися, що після того, як зроблене замовлення, потреба в товарі не виникає. Чи навпаки: попит постійно зростає і не може бути задоволений наявним запасом. З цією проблемою рідше доводиться стикатися, коли мова йде про найбільш уживані універсальні дешеві товари (болти, гайки і т.п.). Ця система застосовувана також для управління запасом дорогих товарів. У таких випадках комерційний інтерес змушує здійснювати постачання із запасу, при цьому зовсім неможливо передбачити очікуваний попит.

Система замовлення з твердо встановленою кількістю замовленого застосовується за критерієм мінімуму суми витрат на запас з урахуванням витрат на замовлення.

Під витратами на замовлення у випадку закупівель розуміються витрати на персонал покупця і витрати на обробку замовлення при одержанні оплати. У випадку замовлення на великі партії товарів часто робляться знижки.

Під витратами на замовлення на виробництво продукції розуміються витрати на початку виробництва продукції, витрати на персонал, зайнятий плануванням і підготовкою роботи, і витрати на обробку замовлення. На практиці досить важко висловити всі ці витрати кількісно.

Чим вища кількість замовленого, тим вищий середній (серійний) запас і тим вищі витрати на запас. Разом із тим, чим вища кількість замовленого, тим менше замовлень розміщується і нижча загальна сума витрат на замовлення.

Оптимальний розмір замовлення (Economic Order Quantity) - обсяг партії постачання товарів, що забезпечує для споживача мінімальне значення суми двох складових:

- транспортно-заготівельних витрат;
- витрат на формування зберігання запасів.

Формула для розрахунку *EOQ* відома як формула Кампа.

Система замовлення застосовується в управлінні запасами:

-товарів, на які неможливо визначити поточний попит, але наявність запасів яких на складі має важливе значення (запасні частини для механізму верстатів; кінцева продукція в умовах непередбачуваності ринку, коли вимагаються дуже короткі терміни постачань);

-дешевих універсальних товарів, витрати на формування і зберігання запасів яких відносно низькі внаслідок невисокої ренти, невеликого ризику і необхідного простору;

-товарів, потребу в яких важко відокремити від потреби в кінцевій продукції. Мова йде, зокрема, про недискретну продукцію, наприклад, глину, і товари з непостійним відсотком списування.

Система планування потреби в матеріалах (*MRP-1*) відрізняється від системи замовлень у тому, що виробництво, а також придбання комплектуючих планується, виходячи з потреб у кінцевому продукті. Принцип, на якому базується система *MRP-1*, досить простий: вихідною точкою є передбачуваний чи відомий попит на кінцеву продукцію. Потреба в напівфабрикатах, запасних частинах і закупаваних комплектуючих і інших складових частинах кінцевого продукту розраховується на основі певної програми виробництва кінцевого продукту.

Брутто-потреба в закупаваних частинах і напівфабрикатах переводиться в нетто-потребу, при цьому враховується:

- наявний запас;
- замовлені закупавані частини;
- призначені для попередньої серії продукції замовлення.

Нетто-потреба округляється у більшу сторону стосовно наведеного мінімуму чи замовлень розмірам партії товарів.

Коли розраховується нетто-потреба, виходячи з попиту на кінцеву продукцію (наприклад, автомобілі), вона, у свою чергу, використовується для визначення потреби в запасних частинах і закупаваних комплектуючих (обода, шини і т.п.). Спочатку розраховується брутто, а потім і нетто-потреба. Аналогічно прораховуються всі рівні поштучного списку. Збирання кінцевої продукції із напівфабрикатів і комплектуючих, що виробляються самостійно, закріплюється в списках.

Із цим списком звіряються при проведенні розрахунків, виходячи із встановленого часу поставок кінцевого продукту, визначають брутто-потребу (кількість і проміжок часу) у напівфабрикатах і закупаваних комплектуючих. При цьому повинні бути відомі час на виробництво напівфабрикатів і час поставок закупаваних комплектуючих. На підставі даних розрахунків нетто-потреб складаються тимчасові замовлення на продукцію і замовлення на покупку.

MRP-I дозволяє погоджувати й оперативно коректувати плани і дії постачальницьких, виробничих і збутових структур фірми з виникаючих змін. Плани постачання, виробництва і збуту в *MRP-I* можуть узгоджуватися в середньо - і довгостроковій перспективі; забезпечується також поточне регулювання і контроль використання виробничих запасів.

Інформаційне забезпечення системи *MRP-I* включає:

- дані плану виробництва (у специфікованій номенклатурі і на певну дату);
- файл матеріалів, що формується на основі плану виробництва і включає специфіковані найменування необхідних матеріалів (сировину, деталі, складальні одиниці) із вказівкою їх кількості в розрахунку на одиницю готової продукції);
- файл запасів (дані щодо необхідних для виконання плану виробництва матеріальних ресурсів, як наявними на складі, так і замовленими, але ще не доставленими; за термінами виконання замовлень і ін.).

Формалізація прийняття рішень у системі здійснюється за допомогою різних методів дослідження операцій. На основі

математичних моделей, інформаційного і програмного забезпечення є можливість розв'язувати ряд задач, у тому числі розрахунку потреби в сировині і матеріалах, формування графіка виробництва й ін.

Основні принципи *MRP-1* прості і для простого в збиранні товару вміщується на маленькому аркуші паперу. Але коли мова йде про комплексну продукцію і про різноманітний асортимент товарів, практично неможливо відстежити кількість інформації. Не можна це зробити й у випадку, якщо попит на кінцеву продукцію, що планується, зазнає непередбачених змін, а також, коли необхідно розрахувати послідовність у попиті на напівфабрикати і закуповувані частини. Необхідна ефективність функціонування системи може бути досягнута лише на основі використання комп'ютерів.

Система *MRP-1* вимагає значних витрат на підготовку первинних даних і висуває підвищені вимоги до ступеня їх точності. Система, орієнтована в першу чергу на розв'язування задач матеріального обліку і розрахунку потреби в сировині і матеріалах, не забезпечує досить повного набору даних про інші фактори виробничого процесу. Ці й інші недоліки системи обумовили необхідність її удосконалювання, розробку нової системи, відомою під назвою *MRP-2* (Manufacturing Resources Planning). Система *MRP-2* дозволяє розширити сферу використання за рахунок забезпечення можливості стратегічного планування й обліку необхідних потужностей.

Система *MRP-1* застосовується в управлінні запасами:

- напівфабрикатів і запасних частин, потреба в яких прямо залежить від попиту на кінцеву продукцію;
- товарів зі штучного списку, що потребують комп'ютерної обробки.

Система *MRP-2* відрізняється від *MRP-1* ступенем гнучкості управління і номенклатурою функцій, а не рівнем розвитку технології. *MRP-2* включає функції системи *MRP-1*, наприклад, планування потреби в сировині і комплектуючих, а також ряд нових функцій, не властивих системі *MRP-1* (автоматизоване проектування, управління технологічними процесами й ін.).

Розв'язування задач розрахунку потреби в сировині і комплектуючих у системі здійснюється разом із задачами прогнозування, контролю за станом запасів і ін. При розв'язуванні

задач прогнозування здійснюється розробка прогнозу потреби в сировині та матеріалах окремо за пріоритетними і не пріоритетними замовленнями, аналіз можливих термінів виконання замовлень і рівнів запасів з урахуванням витрат на формування і зберігання запасів; якості обслуговування споживачів, ретроспективний аналіз ситуацій з метою вибору оптимальної стратегії прогнозування за кожним видом сировини і матеріалів.

При розв'язуванні задач управління запасами в *MRP-2* здійснюється обробка і коректування всієї інформації про надходження, рух і витрату сировини і матеріалів, облік запасів, вибір індивідуальних стратегій контролю і поповнення запасів у розрізі кожної номенклатури сировини і матеріалів, у тому числі за *ABC* методом, видача повідомлень про наближення запасів до точки замовлення.

У системі широко застосовуються методи імітаційного моделювання. У програмне забезпечення системи *MRP-2* входять планування постачань засобів виробництва, розрахунок графіка виробництва, контроль діяльності виробничих структур, управління збутом готової продукції і закупівлями сировини. Є також функції прогнозування, електронного обміну даними, одержання фінансової звітності.

У системі *MRP-2* значно більш короткий строк окупності порівняно з *MRP-1*, вона може бути впроваджена за більш короткий час. За даними проведених у США досліджень застосування системи *MRP-2* дозволяє скоротити обсяг запасів у середньому на 17% у вартісному вираженні, зменшити витрати на закупівлю сировини на 7%, підвищити рівень рентабельності виробництва.

Система *MRP-1* є прикладом так званого “зовнішнього” управління: планування здійснюється відділом планування і доводиться до підрозділів виробництва і закупівель. Здатність системи до саморегулювання мінімальна. Якщо в ході реалізації плану виникають непередбачені ситуації, то на них важко гнучко відреагувати.

Цього не відбувається, якщо відділ управління забезпечує планування лише основних напрямків, у тому числі постачання кінцевого продукту, чи стратегічне планування з мінімальним ступенем деталізації. Оперативне управління передається

виконуючим відділам у рамках сфер їх компетенції. У такий спосіб досягається необхідна гнучкість управління..

Децентралізація функцій управління підвищує гнучкість, оскільки можна визначити стан справ на певний момент. Це важливо у випадках, коли планування залежить від багатьох варіацій і коли потрібний високий рівень гнучкості. Прикладом внутрішнього управління є система *Kanban*, розроблена і вперше у світі практично реалізована на заводах корпорації *Toyota* (Японія).

При роботі за системою *Kanban* підрозділ-виготовлювач не має закінченого плану і графіка. Він жорстко пов'язаний не з загальним планом, а конкретним замовленням підрозділу-споживача. Конкретний графік виробництва на декаду і місяць відсутній. Система функціонує за принципом прямого поповнення запасу, але при дуже невеликому розмірі серії запасу.

Графік виробництва фактично формується обігом карток добору і замовлення *Kanban*.

Обіг карток добору і карток замовлення *Kanban* розглянемо на такому прикладі.

На конвеєрній лінії виготовляється продукція *A*. Елементи, необхідні для збирання (деталі *a*), виготовляються на попередній дільниці виробництва. Деталі *a* розміщуються в стандартні контейнери уздовж конвеєра. Розмір запасів підтримується на мінімальному рівні. До контейнерів з деталями прикріплюються картки замовлення *Kanban*. Підрозділ-споживач приступає до обробки напівфабрикатів і дістає їх з потрібного контейнера. Робітник з конвеєрної лінії, який виготовляє продукцію *A*, прибуває на місце виготовлення деталі *a* з картою замовлення і забирає необхідну кількість деталей *a*. Потім він доставляє отримані деталі на лінію збирання разом із картою добору. Залишені картки замовлення фактично формують замовлення на виготовлення нових деталей.

Таким чином, спосіб функціонує як замовлення-купон на продукцію і дозволяє найбільш повно реалізувати принцип “точно - вчасно”. Виробництво комплектуючих прямо пов'язане з реальною потребою, немає необхідності в плануванні й у великому обсязі паперової роботи. Підрозділ-виготовлювач має можливість діяти гнучко. Виробництво знаходиться в стані постійного настроювання залежно від змін кон'юнктури ринку.

У випадку територіальної віддаленості постачальників картка замовлення замінюється на повідомлення за інтегрованою інформаційною системою. Очевидно, що даний принцип висуває високі вимоги до ланцюжка “споживач-постачальник” і логістичної системи постачальника.

Система *Kanban* передбачає специфічний підхід до вибору й оцінки постачальників, що базується на роботі з вузьким колом постачальників, які відбираються за їх здатністю гарантувати постачання “точно вчасно” комплектуючих виробів. При цьому кількість постачальників скорочується в 2 і більше разів, а з постачальниками, які залишилися, встановлюються тривалі зв'язки. Головна фірма подає постачальникам допомогу, направлену в першу чергу на підвищення якості продукції, що постачається ними.

Система *Kanban* застосовується при управлінні запасами товарів з коротким періодом постачань або виробництва, вивезення яких відрізняється великою гнучкістю як кількісно, так і в компонуванні. При цьому ставляться високі вимоги до надійності термінів постачань (виробництва), невеликого їх розміру, які поміщені у контейнери як проміжний запас на робочому місці.

Система *OPT* (Optimised Production Technology) є системою організації виробництва і постачання. Це фактично комп'ютеризований варіант системи *Kanban* з тією різницею, що *OPT* запобігає виникненню вузьких місць у ланцюзі “постачання-виробництво-збут”, а *Kanban* дозволяє ефективно усувати вузькі місця. Основним принципом системи *OPT* є виявлення у виробництві вузьких місць, так званих “критичних ресурсів”. Як критичні ресурси, можуть виступати запаси сировини і матеріалів, машини й устаткування, технологічні процеси, персонал. Від ефективності використання критичних ресурсів залежить ефективність економічної системи в цілому, у той час, як інтенсифікація використання інших ресурсів, названих некритичними, на розвитку системи практично не позначається.

Ефект системи *OPT* полягає у збільшенні виходу готової продукції, зниженні виробничих і транспортних витрат, зменшенні запасів незавершеного виробництва, скороченні виробничого циклу, зниженні потреби в складських і виробничих площах, підвищенні ритмічності виготовленої продукції замовнику.

Глава 6. СТВОРЕННЯ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКИХ СИСТЕМ У ЛОГІСТИЦІ

6.1. Роль транспортно-складських систем в управлінні потоковими процесами

В умовах ринку матеріальні ресурси стають не формальним, а дійсним товаром. У зв'язку з цим процес організації товароруху якісно трансформується. У першу чергу перетворення відбуваються під впливом системи формування, господарських зв'язків, що складаються не за наказом, а на основі ініціативи конкретних товаровиробників і споживачів.

Раніше уже відзначалося, що із зростанням кількості господарських зв'язків і зміною їх якісних характеристик роль координації в сфері обігу переходить від державних до незалежних посередницьких структур. Сучасний рівень розвитку продуктивних сил і характер економічних взаємин визначають діяльність посередницьких структур, оскільки останні в умовах конкуренції повинні взяти на себе функції оптимізації просування матеріальних потоків до споживачів. З іншого боку, посередники-перевізники повинні, крім раціоналізації транспортування продукції, розвивати функції для зберігання, переробки матеріальних ресурсів і створювати відповідні складські системи. Крім того, для ефективного управління виробничою і торговою діяльністю необхідне адекватне інформаційне забезпечення як для власних нестач, так і для обслуговування споживачів. Інформація стає засобом виробництва і товаром.

Таким чином, торгові та транспортні посередники, впроваджуючись у сферу інформаційного сервісу, інформаційні посередники, впроваджуючись у сферу оптової торгівлі і транспорту, перетворюються в структури логістичного характеру, поєднуючи усі функції для просування матеріальних потоків у єдиний комплекс. Логістичні посередники стають ефективним інструментом економії

фінансових, матеріальних, трудових і тимчасових ресурсів у сфері товароруху.

Крім того, логістичні посередники забезпечують всебічне урахування транспортного фактора двома основними категоріями дільниць ринку - виробниками і споживачами товарної продукції. Вони оптимізують використання не тільки транспортних засобів, але і всього інфраструктурного комплексу комунікацій для просування матеріальних потоків.

Маючи власні та орендні складські потужності, логістичні посередники, координуючи їх експлуатацію, виступають ініціаторами в проведенні інвестиційної політики для створення сучасних систем зберігання і переробки продукції.

Таким чином, розвиток транспортних комунікацій і транспортних засобів, підвищення ролі складів в управлінні потоковими процесами, ускладнення ринкових відносин обумовлює створення транспортно-складських логістичних систем, що відрізняються високою комплексністю послуг і швидкою адаптацією до кон'юнктури ринку.

Вибір логістичного каналу просування матеріальних потоків є найважливішим елементом процесу управління. У зв'язку з тим, що логістика припускає інтерпретацію реалізації даного процесу, необхідно відповідним чином планувати й організовувати систему просування матеріальних потоків від підприємств-виробників до одержувачів.

Процес організації просування матеріальних потоків включає такі аспекти: визначення системи переміщення вантажів, вибір способів транспортування продукції, вибір місця зберігання і переробки продукції, введення системи управління запасами, встановлення процедури обробки замовлень і інші. При ефективній організації логістичного процесу кожний із цих аспектів планується і реалізується як невід'ємна частина побудованої, збалансованої і саморегульованої загальної системи. Усі елементи цієї системи взаємозалежні, оскільки знехтування будь-яким із них може вести до порушення функціонування комунікації і негативно вплинути на весь процес управління логістикою.

Концепція логістики припускає максимальну інтеграцію складських і транспортних процесів. Вони викликані об'єктивними причинами: невідповідністю циклів виробничого споживання, розосереджуванням учасників ринкових відносин і необхідністю

зберігання якісних параметрів товарної продукції. Проблема полягає в тому, щоб знайти оптимальні потенційні точки перетинання безлічі логістичних ланцюгів, у яких необхідно створювати відповідну систему зберігання, переробки або транспортні термінали відповідної потужності для раціональної трансформації матеріальних потоків. Тут потрібно враховувати протилежні закономірності, що мають місце. Чим більше створюється трансформаційних центрів (складів загального користування, транспортних терміналів, регіональних розподільних центрів), тим якісніший логістичний сервіс. Це особливо важливо для малих і середніх підприємств, що активно використовують складську форму матеріально-технічного забезпечення. Однак, при цьому зростають витрати для транспортування і складської переробки продукції споживачів і витрати логістичних посередників на створення відповідних систем для зберігання і переробки.

Слід відзначити, що при укрупненні і ліквідації трансформаційних центрів скорочуються логістичні витрати, але погіршується сервіс. Це не вигідно і споживачам (вміст власних складських систем, зайвих запасів і т.д.) і посередникам (логістичні послуги для них є засобом одержання прибутку).

На загальнодержавному, регіональному, локальному, виробничому, технологічному рівнях існує кілька аспектів транспортних, виробничих і складських систем. На кожному із цих рівнів взаємозв'язки між виробничими, транспортними і складськими елементами відповідних систем будуть особливими (рис.6.1).

Особливості технологічного рівня полягають у тому, що взаємозв'язок між логістичними елементами здійснюється за участю обробного устаткування, цехових і дільничних складів внутрішньоцеховим і міжцеховим транспортом.

Виробничий рівень відрізняє те, що взаємозв'язки будуються між центральними виробничими складськими системами, внутрішньо заводським транспортом і транспортом загального користування.

Слід відзначити, що управління потоковими процесами на мікрологістичному рівні великою мірою індивідуалізоване, а значить певною мірою суб'єктивне. Уніфікація логістичних підходів стає більш помітною на локальному рівні ієрархії. Транспортно-складські системи локального рівня з одного боку базуються на технології мікрологістичних систем, а з іншого боку - на технології

функціонування магістрального транспорту, що є елементом макрологістичної системи.



Рис.6.1. Ієрархічна структура транспортно-складських систем

Промислово-транспортні вузли є макрологістичною системою нижчого рівня. Одним із видів складностей, що виникають у промислово-транспортних вузлах, є необхідність узгодження функціонування різних видів транспорту, що мають не тільки свої специфічні технологічні параметри, а і свої системи планування, фінансування, управління та свій рівень технічного оснащення. Тут важливо погодити ритм виробництва з ритмом перевізного процесу. Формування макрологістичних систем значною мірою залежить від ходу процесу інтеграції виробництва відповідної сфери, створення єдиної транспортної системи на регіональному і державному рівнях, а в кінцевому підсумку - від активізації формування єдиного економічного простору і середовища, у яких оптимально погоджені територіальні та економічні інтереси. Тільки в цьому випадку

можуть бути реалізовані потенційні можливості для стратегічного й оперативного управління матеріальними, інформаційними, фінансовими, енергетичними і трудовими потоками.

Глобальна інтеграція великого числа мікрологістичних систем починається саме в промислово-транспортних вузлах. До створення транспортної мережі відносяться як до сполучення шляхів (ліній) переміщення вантажів, причому взаємодія різних видів транспорту в перевізному процесі хоча і проголошується, але враховується на практиці досить рідко. У той же час створення складських комплексів може здійснюватися, виходячи з уявлень оптово-посередницьких структур.

Часто розташуванням і будівництвом транспортних терміналів займаються перевізники. З іншого боку, будівництво і розташування складських комплексів, що виконують торгово-посередницькі функції, вимагало від ініціаторів створення системи під'їзних колій і відповідних споруд без урахування раціонального, з погляду транспортників, переміщення вантажів. Таким чином, формування транспортно-складських вузлів дуже часто залежить від переваги тієї чи іншої позиції. Відповідно до логістичної концепції раціоналізація управління матеріальними потоками ґрунтується на оптимізації поєднань шляхів сполучення (магістральних і локальних), транспортних терміналів з розширеними функціональними можливостями та оптово-посередницькими системами зберігання і переробки.

Транспортні термінали, оптово-посередницькі системи зберігання і переробки, склади загального користування та інші подібні структури перетворюють матеріальні потоки, виконуючи цілий комплекс відповідних дій. Тому, узагальнюючи, їх можна назвати трансформаційними центрами. Параметри й особливості призначення трансформаційних центрів багато в чому залежать від їх статусу.

На загальнодержавному рівні мета створення логістичної транспортно-складської системи полягає в оптимальному розподілі національних запасів матеріальних ресурсів, а також в організації міжрегіональних матеріальних потоків і потоків, що мають загальнодержавне значення. Для вирішення цих та інших завдань за допомогою економічних заходів повинні бути обумовлені не тільки регіональні, а і галузеві взаємозв'язки в народному господарстві.

Велике значення має технологія просування матеріальних потоків. Так, у країнах Північної Америки (США, Канаді) для обігу великовагових поїздів міжрегіонального призначення масою 10...25 тисяч тонн, що доставляють сировину, паливо та інші матеріальні ресурси в регіональні трансформаційні центри, виділяють магістральні шляхи промислового призначення. На них не будують дорогих станцій, не застосовують складні засоби автоматизації, сигналізації і блокування. У трансформаційних центрах формування і поглинання матеріальних потоків, завантаження і розвантаження поїздів повністю автоматизоване. Це значно скорочує час просування матеріальних потоків і сприяє зниженню запасів сировини і палива. Є безліч позитивних прикладів і в Європі. Наприклад, Німеччина виступила ініціатором створення міжнаціональної макрологістичної системи доставки контейнерів, дрібних відправлень, ємних і інших вантажів «За ніч». У цю систему включені більше десятих країн, що приймають і відправляють перераховані вантажі.

Поширення ринкового простору і зняття економічних, політичних і юридичних бар'єрів у країнах ЄЕС дозволяє реалізувати найбільш сміливі проекти. Щоб нейтралізувати негативний вплив неконтрольованого зростання кількості і різноманітності логістичних зв'язків структур, які генерують і поглинають матеріальні потоки в Німеччині й інших країнах, що утворюють дану макрологістичну систему, здійснюється перехід до моделі, у рамках якої матеріальні потоки у своєму русі по логістичних ланцюгах проходять через універсальні трансформаційні центри (вузлові пункти). У цих центрах концентруються потоки вантажів, що дозволяє створити великі і стабільні матеріальні потоки за рядом напрямків. Просування вантажних потоків від одного трансформаційного центру до іншого здійснюється, як правило, залізничним, річковим чи морським транспортом. А до перевезень у районі дії локальних трансформаційних центрів підключається автомобільний транспорт. Таким чином, значно поліпшується якість прямих зв'язків між окремими регіонами і районами, реалізується можливість організувати естафетні транспортні перевезення, що скорочують порожні пробіги і підвищують ступінь використання вантажопідйомності транспортних засобів. Зустрічний рух транспорту зорієнтований таким чином, що рухомий склад різних видів (чи одного виду) транспорту, концентруючись у будь-якому трансформаційному центрі, обмінюється вантажами, укрупнюючи

вантажні партії, чи навпаки, дроблячи їх. Безперерійність вантажно-розвантажувальних робіт рухомого складу різних видів і типів транспорту досягається завдяки широкому застосуванню універсальних контейнерів, піддонів і стандартизованої тари.

Подібна раціоналізація транспортних зв'язків не тільки робить перевезення більш економічними, але також значно знижує негативний вплив на навколишнє середовище.

Принципово естафетне просування матеріальних потоків між трансформаційними центрами різного рівня полягає в розчленуванні процесу доставки на три взаємозалежних процеси:

- підвезення або розвезення вантажів між трансформаційним центром, відправниками вантажу і вантажоодержувачами;
- зберігання і переробка вантажів у трансформаційних центрах, формування і розформування вантажних потоків;
- організація переміщення вантажних потоків між трансформаційними центрами.

Трансформаційні центри можуть бути регіонального і локального рівня. Вони є основою створення відповідних транспортно-складських систем.

Структурними елементами регіональних транспортно-складських систем є регіональні і локальні трансформаційні центри, а також шляхи повідомлень магістрального і локального транспорту.

Елементи локальних транспортно-складських систем включають локальні трансформаційні центри, транспортно-складське господарство мікрологістичних систем, частину шляхів сполучення локального транспорту і шляхи сполучення внутрішнього транспорту.

Зазначимо, що деякі елементи одночасно або частково входять у транспортно-складські логістичні системи різного рівня. Цим досягається глибока інтеграція систем, елементів і процесів логістики.

Трансформаційні центри повинні розташовуватися у вузлах зосередження основних вантажопотоків міста, району, регіону (області). Світовий досвід свідчить, що через трансформаційні центри локального рівня перевозиться 40...60% вантажу, а через регіональні трансформаційні центри – 70...80% усіх вантажів.

Через трансформаційні центри регіонального рівня здійснюється взаємодія магістрального і локального транспорту. Через локальні трансформаційні центри здійснюється взаємодія

локального транспорту загального користування і корпоративного (відомчого, індивідуального) транспорту.

Як правило, трансформаційні центри для перетворення матеріальних потоків мають у своєму розпорядженні відповідні системи зберігання і переробки, в основі яких лежить комплекс складських споруджень. Тому, виділяючи найбільш важливі елементи систем управління матеріальними потоками, їх називають транспортно-складськими системами.

Актуальною є проблема створення окремих, але сумісних фрагментів автоматизованих систем управління логістичними системами різних рівнів. Насамперед, необхідно активізувати зусилля на створення автоматизованих транспортно-складських комплексів із гнучкою технологією роботи, сформувати автоматизовані системи управління перевезеннями з безпаперовою технологією передачі інформації й автоматизованим спостереженням за матеріальними потоками.

Раніше уже відзначалося, що в умовах розвинених ринкових відносин просто трансформації матеріальних потоків для якісного обслуговування споживачів недостатні. Крім комплексу логістичних операцій необхідно здійснювати підготовку продукції до виробничого споживання. Особливо це стосується локальних трансформаційних центрів. Тому транспортно-складські системи повною мірою являють собою один із варіантів гнучких виробничо-логістичних систем (ГВЛС). У такому поданні вони є комплексом взаємозалежних підсистем, у якому всі найважливіші параметри визначаються ступенем і характером інтеграції:

-автоматизованої системи управління технологічними процесами (АСУТП);

-автоматизованої системи управління підготовкою продукції до виробничого споживання (АСУ ППВС);

-автоматизованої системи комплексного інформаційного забезпечення (АСКІЗ);

-системи автоматизованого проектування (САПР).

АСУТП включає такі функції: управління вантажно-розвантажувальними роботами, групування вантажів і контейнерів, розробку систем кодування штабельних місць та технологічного устаткування.

АСУ ППВС дозволяє вести добір і подачу продукції на ділянки виробничої переробки, управління виробничими операціями, контроль якості заданих параметрів.

АСКІЗ забезпечує інформацією про параметри вантажних потоків, діагностику виявлення несправностей підйомно-транспортного устаткування, урахування динаміки виробничо-економічних показників.

САПР дає можливість формувати гнучкі модулі ГВЛС, розробляти оптимальні схеми компонування технічних засобів і планувати технологічні маршрути.

ГВЛС автоматизованих транспортно-складських комплексів обумовлюють адаптацію останніх до турбулентності зовнішнього середовища і динаміки внутрішніх процесів.

Розвиток засобів транспортування і систем переміщення вантажів, разом із низкою інших причин, послужило каталізатором створення і поширення так званих транспортних контейнерних терміналів. Будучи одним із різновидів трансформаційних центрів, вони відрізняються від систем зберігання і переробки спрощеним комплексом функцій. На таких об'єктах створюються автоматизовані системи управління контейнерним терміналом (АСУКТ).

АСУКТ являє собою систему планування і контролю роботи контейнерного терміналу, що базується на використанні ЕОМ і математичних методів.

Ця система забезпечує:

- збір, нагромадження, обробку і видачу інформації про контейнери;

- формування бази даних (про вантажовідправників, вантажоодержувачів, вантажі і т.д.);

- урахування наявності і обігу контейнерів (простою контейнерів, здавання їх в оренду, направлення у ремонт і т.д.);

- ведення пошукової роботи (пошук засланих чи втрачених контейнерів) і ін.

АСУКТ дозволяє скоротити терміни доставки вантажів, скоротити простої рухомого складу і прискорити оборотність контейнерів.

Аналіз різних форм об'єднання виробництва, систем зберігання і переробки загального користування і транспорту в локальних транспортно-складських системах показує, що найбільш

широко розповсюдженою їх формою є корпоративне об'єднання на основі спільних цілей - оптимізації логістичних процесів.

Створення ідеальних логістичних систем у народному господарстві поки не підкріплене достатньою інформативною базою, а також методами управління матеріальними потоками на всьому протязі транспортування вантажів. У зв'язку з цим одна з основних концептуальних вимог логістики - доставка «точно в термін», може бути реалізована тільки за допомогою систем зберігання і переробки продукції (складів), що згладжують нерівномірність руху і невизначеність параметрів матеріальних потоків.

Щоб знизити витрати на складську переробку і зберігання вантажів, у деяких випадках доцільно об'єднати функції регіональних і локальних трансформаційних центрів. З погляду деяких фахівців, регіональні трансформаційні центри за багатьма видами матеріальних, особливо сировинних ресурсів, повинні задовольняти до 95% виниклих потреб замовників. Цей підхід має сенс, тому що розширює можливості організації транзитних поставок, що характеризуються більш тісним зв'язком логістичних витрат за територіальним переміщенням матеріальних ресурсів із припустимим часом поставок. Варто пам'ятати, що при високій напруженості і низькій потужності матеріальних потоків більш ефективною є складська форма, а при нетермінових поставках і великій потужності матеріальних потоків - транзитна форма.

У результаті інтеграції транспортно-складських систем і виробництва при автоматизованій системі управління матеріальними потоками в локальних і регіональних макрологістичних системах можливе дотримання критерію - доставка вантажів «точно в термін». Навіть якщо логістична концепція не реалізується на ряді підприємств, а має місце на макрологістичних рівнях, відбувається оптимізація рішень, що приймаються, (наприклад, вибору оптимальних маршрутів переміщення вантажів, формування оптимального розміру партій поставок, точного дотримання тимчасових параметрів поставок і т.д.). Крім того, за результатами дослідження промислові і торгові підприємства в середньому на 15...20% скорочують експлуатаційні витрати на транспорт і зберігання, на 50% знижують рівень товарних (не матеріальних) запасів. Якщо на підприємстві створена логістична система, то крім перерахованих позитивних досягнень, можна додати 50...70% зменшення тривалості робочого циклу логістичної системи.

6.2. Основні соціальні і природні фактори, що впливають на розташування трансформаційних центрів

Планування виробничо-господарської діяльності та устаткування трансформаційних центрів, що входять у транспортно-складську систему, як би важливі вони не були, мало значить, якщо місце розташування певного центру обрано невдало. Трансформаційні центри повинні бути розташовані в зручних місцях, добре доступних для транспортних засобів. Вони повинні бути розміщені поблизу місць концентрації матеріальних потоків при стійкій необхідності їх перетворень. Крім того, важливим фактором є зосередження населення, тому що саме в таких місцях найбільш доцільно створювати торгово-посередницькі логістичні системи. Зосередження виробництва і населення, що виступали причиною утворення матеріальних потоків, відбувається в містах. У той же час слід зазначити, що у відношенні видобувної промисловості, пов'язаної із виробництвом сировинних матеріалів, характерна інша ситуація. Підприємства гірничодобувної промисловості, а також інші енергоємні підприємства розташовуються в значному віддаленні від великих населених пунктів.

Довгий час промислові підприємства служили стимулом створення міст. Погано розвинутий транспорт обумовлював прагнення людей селитися в межах пішохідної доступності від місць роботи.

На цей час підприємства намагаються розташовуватися на околицях міст, де земельні ділянки дешевші і легше доступні для працюючих.

Аргументуючи розташування трансформаційних центрів оптимальним радіусом обслуговування, центри міст потенційно можуть бути важливими місцями розташування трансформаційних центрів, у тому числі терміналів окремих видів транспорту, але не для усіх. У той же час відомо, що ділянки в центральній частині міст звичайно зайняті чи не завжди зручні з ряду причин, наприклад:

- при відсутності вільних площ зайнята територія може бути придбана і переустаткована, однак це може вимагати настільки високих витрат, що вони будуть недоцільними порівняно із покупкою вільних земель на околиці міста;

- додаткові затори руху, створювані транспортними засобами (автомобілями), часто виявляються неприйнятними для місцевої влади, які можуть відмовити у видачі дозволу на проектування;

- шум, задимленість, вібрації і візуальне втручання в навколишнє середовище можуть виявитися неприйнятними для суспільства.

Висока вартість земельних ділянок у центральній частині міста і їх недоступність сприяють розвитку тенденції розташування нових промислових і великих оптово-посередницьких підприємств на околицях міст. Те ж відбувається з трансформаційними центрами (транспортними терміналами, внесками загального користування, комплексними системами зберігання і переробки). Перевагами такого вирішення є більш дешеві земельні ділянки, близькість до нових промислових підприємств, що розвиваються, і одночасно достатня близькість до клієнтури, розташованої в центральній частині міста.

У нашій країні, як і в багатьох інших країнах, залізнична мережа сформувалася давно. У зв'язку з цим питання розташування нових залізничних терміналів виникають рідко. У країнах, які створюють макрологістичні системи, в останні роки типовим є закриття багатьох малих вантажних станцій і концентрація роботи на більш великих. Тому проблемою є не пошук місця для нового трансформаційного центру, а визначення таких, що підлягають закриттю або зберіганню і розвитку.

Слід відзначити, що в той час, як розташування автомобільних терміналів у центрі міста вимагає високих витрат, залізничні термінали зараз (як і в минулому) часто служать ядром утворення центрів населення і промисловості. Попутно відзначимо, що багато перших залізниць були збудовані для об'єднання окремих міст або для обслуговування окремих промислових підприємств. Ось чому такі малі населені пункти перетворились у великі міста, тоді як інші населені пункти у тому ж регіоні, що не обслуговувались залізничним транспортом, залишалися невеликими і малозначними.

6.3. Розташування трансформаційних центрів у транспортно-складських логістичних системах

Оптимізація мережі трансформаційних центрів є однією з умов ефективного функціонування макрологістичної системи.

Трансформаційні центри сфери транспорту й оптової торгівлі є найважливішими ланками логістичного ланцюга, що забезпечує просування матеріальних потоків між учасниками процесів виробництва, товарного обігу і споживання. Відповідно до логістичної концепції всі питання для розміщення і розвитку трансформаційних центрів (транспортних терміналів, складів загального користування, галузевих, локальних чи регіональних систем зберігання і переробки) повинні розглядатися тільки з позицій системного підходу, що дозволить одержувати певний синергійний ефект. Останній, у свою чергу, є критерієм досягнення загальної мети макрологістичної системи будь-якого рівня.

Принципово постановка і вирішення завдання вибору оптимального варіанта розташування трансформаційного центру здійснюється в тому випадку, коли на полігоні обслуговування є декілька споживачів матеріального потоку.

Розглянемо кілька схем розташування трансформаційного центру на території регіону (рис.6.2). Варіант А – із одним центром, варіант Б – із двома центрами і варіант В – із одним центром, розташованим у центрі ваги попиту на логістичні послуги.

Залежно від місця розташування трансформаційного центру, при рівних параметрах матеріальних потоків, що проходять через макрологічну систему, сумарні логістичні витрати будуть різні. Причиною цього служить пряма залежність сукупних транспортних витрат для просування матеріальних потоків, що залежать від відстані трансформаційного центру, який генерує на території регіону до пунктів призначення.

Для варіанта А необхідно бути готовим до того, що транспортні витрати із доставки будуть максимальними у зв'язку з тим, що трансформаційний центр розташований на околиці регіону.

Варіант Б припускає наявність двох трансформаційних центрів, максимально наближених до місць зосередження споживачів. Тому в цьому випадку транспортні витрати просування матеріальних потоків будуть мінімальні. У той же час створення на території обслуговування додаткового трансформаційного центру вимагає значних інвестицій і наступних експлуатаційних витрат, сукупність яких може істотно перевищити економічну ефективність, одержану від скорочення радіуса пробігу транспортних засобів.

На підставі вищевикладеного випливає, що найбільш принагідним виявиться варіант В, який передбачає розташування трансформаційного центру в географічному центрі регіону.

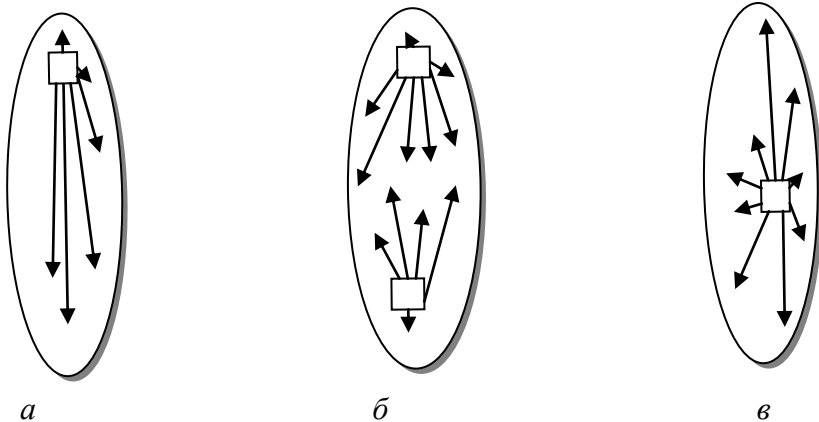


Рис.6.2. Варіанти розташування трансформаційного центру

Логістичний підхід при виборі варіанта розташування трансформаційного центру припускає обов'язковість ряду етапів, наведених на рис.6.3.

Оптимальне розташування трансформаційних центрів відповідно до розвитку і розташування продуктивних сил забезпечує доцільний напрямок інвестицій і ефективне використання капітальних вкладень. Крім того, дозволяє знизити логістичні витрати для експлуатації трансформаційних центрів, управління потоковими процесами і доставку матеріальних ресурсів до місць призначення.

Суть завдання оптимального розташування трансформаційних центрів на визначеній території полягає в найбільш повному задоволенні попиту в матеріальних ресурсах, вимог споживачів у логістичному обслуговуванні при мінімальних витратах на будівництво нових трансформаційних центрів, розширення і реконструкцію діючих, їх експлуатацію й ефективне управління потоковими процесами. Вирішення цього завдання зводиться до визначення місця будівництва нових трансформаційних центрів, їх потужності, а також динаміки розвитку діючих.



Рис.6.3. Етапи логістичного вибору варіанта розташування трансформаційного центру

У процесі вирішення цього завдання задачі, із безлічі варіантів варто вибрати такий, при якому досягається найкраще співвідношення капітальних витрат, експлуатаційних і транспортних витрат при потенційному розширенні комплексу логістичних послуг, які пропонуються споживачам.

У вирішенні завдання оптимального розташування трансформаційних центрів найбільш прийнятним критерієм є мінімум витрат у макрологістичній системі (поточних і одноразових) при прогнозованих обмеженнях на сукупну потужність матеріальних потоків, часу обслуговування, ресурси і споживання.

До поточних логістичних витрат відносять транспортні витрати із доставки матеріальних ресурсів до місць призначення і

витрати на експлуатацію трансформаційних центрів. До одноразових - капітальне вкладення на будівництво нових і розвиток діючих трансформаційних центрів, витрати на будівництво і реконструкцію шляхів сполучення, придбання рухомого складу і будівництво гаражів, ангарів, депо для транспортних засобів. Критерій оптимальності встановлюється доведенням вказаних витрат до порівнюваного виду з використанням нормативних коефіцієнтів ефективності капітальних вкладень.

Вихідними даними для вирішення завдання оптимального розташування є:

- споживачі, їх місце розташування, структура й обсяги матеріальних потоків;

- обсяги зовнішніх матеріальних потоків, що надходять у певну макрологістичну систему в номенклатурному розрізі за вхідними точками, і параметри (потужність, структура) матеріальних потоків із внутрішньосистемних постачань із урахуванням територіального розташування продуцентів;

- пропускну здатність і розташування діючих трансформаційних центрів і потенційні можливості їх розвитку (реконструкції);

- техніко-економічні показники діючих трансформаційних і існуючих проектів;

- технологічні схеми доставки матеріальних ресурсів споживачам;

- норми й обсяги середніх складських відправлень продукції;

- транспортні витрати в розрахунку на одиницю продукції при транспортуванні від вхідних точок макрологістичної системи і внутрішньосистемних постачальників до пунктів розташування трансформаційних центрів і кінцевих пунктів призначення матеріальних потоків;

- транспортні витрати в розрахунку на одиницю продукції при просуванні матеріальних потоків із трансформаційних центрів до кінцевих споживачів;

- середньорічні запаси окремих видів продукції в трансформаційних центрах і у споживачів;

- питомі витрати на вміст запасів і здійснення основних логістичних операцій;

- питомі капіталовкладення на будівництво нових і реконструкцію існуючих трансформаційних центрів;

- нормативні коефіцієнти ефективності капітальних вкладень;
- інвестиційні ліміти;
- стан і прогноз цін на матеріальні ресурси, що утворюють основні матеріальні потоки.

При оптимізації розташування трансформаційних центрів у конкретних регіонах необхідно враховувати можливу ліквідацію діючих трансформаційних центрів через неефективність і їх розвиток у перспективі.

Для вибору варіанта, що забезпечує оптимальне співвідношення всіх логістичних витрат при безумовному виконанні зобов'язань, обумовлених логістичними цілями конкретної транспортно-складської системи, рекомендується застосовувати статистичну нелінійну модель перспективного планування розвитку транспортно-складських систем на регіональному рівні.

У моделі застосовуються такі індекси:

i - індекс постачальників;

j - індекс трансформаційних центрів;

k - індекс споживачів;

r - індекс матеріальних потоків.

Ставиться задача знайти значення перемінних X_{ijr} , X_{ikr} , X_{jkr} (кількості r - виду продукції, перевезеної безпосередньо від постачальника до споживачів X_{ikr} , від постачальників до трансформаційних центрів - X_{ijr} і від трансформаційних центрів до споживачів X_{jkr}), мінімізуючих функцію

$$Z = \sum_i \sum_j \sum_r C_{ijr} X_{ijr} + \sum_i \sum_k \sum_r C_{ikr} X_{ikr} + \sum_j \sum_k \sum_r C_{jkr} X_{jkr} ,$$

де C_{ijr} , C_{ikr} , C_{jkr} - транспортні витрати в розрахунку на одиницю продукції при транспортуванні.

У цьому виразі перший доданок являє собою суму витрат із транспортних витрат від усіх постачальників до трансформаційних центрів, витрат на зберігання і переробку у відповідних підсистемах трансформаційних центрів, наведених капітальних вкладень на розширення функціонуючих трансформаційних центрів, на їх реконструкцію і технічне переозброєння, на створення нових трансформаційних центрів.

Наступний доданок виражає суму транспортних витрат із просування матеріальних потоків транзитом від усіх постачальників транзитним споживачам, а також витрат від іммобілізації оборотних коштів у запасі у всіх транзитних споживачів.

Останній доданок - це сума транспортних витрат для просування матеріальних потоків від усіх трансформаційних центрів усім споживачам, які забезпечуються за складською формою постачання, а також втрати від іммобілізації статичних матеріальних потоків у складських споживачів.

Пошук мінімального значення необхідно здійснювати при таких обмеженнях:

1. Обсяг постачань від i -го постачальника r - виду продукції всім споживачам і трансформаційним центрам не повинен перевищувати обсяг ресурсів постачальника A_{ir}

$$\sum_r X_{ikr} + \sum_j X_{ijr} \leq A_{ir} .$$

2. Обсяг постачань k -му споживачу r - виду матеріальних потоків від усіх постачальників і з усіх трансформаційних центрів повинен дорівнювати його потребі у відповідній продукції B_k

$$\sum_i X_{ikr} + \sum_j X_{jkr} \geq B_k .$$

3. Обсяг постачань у j -тій трансформаційний центр усіх видів матеріальних потоків від усіх постачальників не повинен перевищувати його максимальну пропускну здатність P_j

$$\sum_i \sum_r X_{ijr} \leq P_j .$$

4. Обсяг інвестицій не повинен перевищувати величини, що може бути виділена для розвитку мережі трансформаційних центрів цієї макрологістичної системи.

Розв'язок цієї задачі дозволить визначити:

- сумарні наведені логістичні витрати із матеріальних потоків виробничо-технічного призначення в регіоні в цілому й окремо по транспортних споживачах, складських споживачах і трансформаційних центрах;

- сукупні поточні витрати обігу, у тому числі транспортні витрати, витрати для вмісту і переробки статичних матеріальних потоків, витрати на іммобілізацію статичних матеріальних потоків у споживачів і трансформаційних центрів;

- обсяги інвестицій, спрямованих на розширення трансформаційних центрів, їх реконструкцію і технічне переозброєння;

- параметри матеріальних потоків кожного виду через кожен трансформаційний центр;

- параметри складських і транзитних матеріальних потоків по регіону;

- параметри запасів кожного виду у цілому по регіону.

Циркулюючі потоки інформації не завжди можуть бути адекватно перероблені наявною на місцях сучасною обчислювальною технікою. У зв'язку з цим часто на практиці значне число споживачів і різноманітний асортимент споживаних матеріальних потоків доводиться скорочувати шляхом агрегування структури матеріальних потоків у номенклатурному розрізі, постачальників і споживачів. Це здійснюється для зменшення розмірності задачі. Агрегування здійснюється з урахуванням ознак, що характеризують виробництво, транспортування, зберігання і споживання різних видів продукції.

Для вирішення завдання оптимального розташування трансформаційних центрів необхідні вихідні дані і розрахункові показники.

До вихідних даних відносяться: характеристика розвитку і розташування продуктивних сил; техніко-економічні показники функціонуючих трансформаційних центрів; перелік усіх споживачів у пунктах або районах споживання; параметри і структура вантажообігу за періоди, які аналізуються і прогнозуються; параметри і характер матеріальних потоків, що проходять через трансформаційні центри; пункти можливого розташування трансформаційних центрів у рамках транспортно-складської системи; перспективи розвитку транспортної мережі; відстань перевезення матеріальних ресурсів; нормативні і довідкові дані.

Характеристика розвитку і розташування продуктивних сил включає дані про адміністративний склад і розмір території регіону, на якій сформована відповідна макрологістична транспортно-складська система; галузеву структуру, динаміку і перспективи розвитку промисловості і торгівлі з виділенням основних напрямків; основні промислові і посередницькі підприємства, їх спеціалізацію і питому вагу в загальному обсязі валової матеріальної і нематеріальної продукції.

Техніко-економічні показники функціонуючих трансформаційних центрів є основою для оцінки технічного стану і встановлення відповідності фактичного вантажообігу з проектною потужністю трансформаційних центрів.

Параметри і структура вантажообігу за аналізований і на прогнозований періоди визначаються різними методами. Дані про складський вантажообіг можна встановити на основі виконання договорів постачань, річних зведених показників логістичного обслуговування, нарядів-замовлень на постачання продукції споживачам у рамках укладених договорів, відповідних фондових повідомлень (за державними замовленнями) і т.д. Для кожного споживача за номенклатурними групами здійснюється переведення натуральних одиниць у вагові і визначається на аналізований період обсяг складського вантажообігу по регіону в цілому, районах споживання й окремих трансформаційних центрах.

Розрахунок вантажообігу на кінець прогнозованого періоду здійснюється на основі даних базисного періоду і параметрів тенденцій зростання складського товарообігу в попередній прогнозованому період, а також керуючись сталою часткою складського забезпечення, структурою промислового виробництва, показниками і тенденціями зростання (зниження) валової продукції за галузями економіки, окремими районами та станом транспортно-складської системи.

Параметри і характер матеріальних потоків, що проходять через трансформаційні центри, визначаються в такий спосіб. На основі даних логістичних служб усіх рівнів, взаємозв'язаних між собою за допомогою єдиної системи інформаційного забезпечення, встановлюється: за якими напрямками і в якому розмірі від загального вантажообігу надходять матеріальні потоки в трансформаційні центри, вид транспорту, рухомого складу і відстані перевезення. При цьому транспортні витрати обчислюють від пунктів розподілу вантажопотоків (точки входу транспортної мережі відповідного напрямку).

При виборі пунктів можливого розташування трансформаційних центрів розглядають діючі, споруджені і намічені для будівництва трансформаційні центри в рамках транспортно-складської системи. При розташуванні нових трансформаційних центрів варто вивчити розвиток промислових районів, їх економічне значення і географічне розташування, проаналізувати стан мережі шляхів сполучення і можливості їх використання, обсяг споживання матеріальних ресурсів за аналізований і на прогнозований періоди, можливість будівництва трансформаційних центрів у промислових районах міст із

використанням енерго-, водо- і тепlopостачання, а також інженерних комунікацій цих районів. За пункти розташування трансформаційних центрів приймаються центри агрегованих районів, що мають найбільший обсяг споживання матеріальних ресурсів.

У характеристиці стану і перспектив розвитку транспортної технологічної мережі повинні бути відображені: довжина мережі за окремими видами транспорту, технічне оснащення транспортних засобів, використовуваних для просування матеріальних потоків до трансформаційних центрів і до споживачів, перспективи розвитку мережі шляхів сполучення і зміни структур рухомого складу, а також дані про пункти перевалки вантажів (перевалочні транспортні термінали), включаючи оснащеність, пропускну здатність і типи використовуваних механізмів.

При вирішенні завдань розташування трансформаційних центрів використовуються такі основні нормативні і довідкові матеріали: типові проекти універсальних і спеціалізованих трансформаційних центрів, очікувані ціни що склалися на матеріальні ресурси, звітні і прогнозні дані статистичних і керуючих (координуючих) органів промислового виробництва, а також нормативи експлуатаційних і транспортних витрат і капітальних вкладень, що встановлюються стосовно конкретної транспортно-складської логістичної системи.

До розрахункових показників відносять розрахунковий вантажообіг функціонуючих трансформаційних центрів, будівельно-експлуатаційні витрати на проєктовані і функціонуючі трансформаційні центри, транспортні витрати.

Розрахунковий вантажообіг функціонуючих трансформаційних центрів визначається в такий спосіб. Після систематизації й аналізу техніко-економічних показників трансформаційних центрів складається баланс наявних складських площ, визначається їх розрахункова ємність і потужність (вантажобіг за відпусткою).

Ємність складу визначається як добуток загальної площі складу і розрахункового навантаження укрупненої групи матеріалів з урахуванням нормальних умов зберігання матеріальних ресурсів і ступеня механізації переробки матеріальних потоків.

Розрахунковий вантажообіг діючого складу визначається, виходячи з ємності і нормативного коефіцієнта оборотності групи матеріалів, що зберігаються на певному складі. Вантажообіг системи

зберігання і переробки, що входить у структуру трансформаційного центру, складається з вантажообігу окремих складів, які їх утворюють. Встановлений вантажообіг функціонуючих трансформаційних центрів і складів, що входять до їх складу, співставляється з необхідною потужністю на прогнозований період і за збільшеними групами матеріальних потоків визначаються необхідні додаткові потужності. Існуючі і необхідні додаткові потужності трансформаційних центрів і окремих складів, а також споживання матеріальних потоків по агрегованих районах є основними вихідними даними для вибору оптимального варіанта розташування трансформаційних центрів, визначення їх кількості і потужності.

Будівельно-експлуатаційні витрати на проєктовані і діючі трансформаційні центри визначають таким чином.

Загальні наведені витрати по трансформаційному центру розраховуються за формулою

$$П_о = AX_m + B ,$$

де A - питомі наведені будівельно-експлуатаційні витрати, пропорційні обсягу реалізації трансформаційного центру, грн/т;

B - умовно-постійні витрати, що не залежать від обсягу реалізації, грн/т;

X_m - потужність трансформаційного центру, тис. т/рік.

Визначаючи загальні наведені витрати по трансформаційному центру, необхідно враховувати нормативний коефіцієнт оборотності матеріалів і витрати на прив'язування проєктів до умов конкретного регіону.

Установлення перемінних витрат здійснюється з урахуванням обсягів реалізації A і умовно-постійних витрат B . Розрахунки здійснюються із застосуванням поправкових коефіцієнтів очікуваної ринкової динаміки цін за:

- капітальними витратами на будівельно-монтажні роботи, приведені до одного року експлуатації;

- наведеними капітальними витратами на технічне і технологічне устаткування трансформаційного центру;

- витрати на малоцінний і швидкоспрацьовуваний інвентар;

- фондом заробітної плати обслуговуючого персоналу трансформаційного центру;

- експлуатаційними витратами (на освітлення, за канцелярськими і поштовими витратами, а також на інформаційне забезпечення, рекламу і т.д.).

Наведені витрати на встановлений період (рік) включають витрати, що залежать від вантажообігу трансформаційних центрів (вартість вантажно-розвантажувальних машин і устаткування для приймання, переробки і відправлення матеріальних потоків, витрат на основну і додаткову заробітну плату, паливо й електроенергію), і витрати, пропорційні ємності систем зберігання і переробки трансформаційних центрів (вартість складських будинків і устаткування, витрати на будівництво під'їзних колій трансформаційного центру і відповідні витрати на їх експлуатацію). Дані витрати визначаються за допомогою емпіричних коефіцієнтів, що встановлюються методом математичної обробки окремих елементів витрат по трансформаційних центрах з різним вантажообігом.

Розрахунок транспортних витрат здійснюється за окремими видами транспорту, виходячи із собівартості процесу просування матеріальних потоків. При цьому враховується тип рухомого складу, використання його вантажопідйомності, співвідношення між навантаженими і порожніми пробігами, категорія шляхів сполучення, вид матеріального потоку й інші фактори. Транспортні витрати встановлюються за кожним видом транспорту із вказівкою питомих наведених витрат за напрямками просування матеріальних потоків.

Якщо здійснюються перевалочні операції з одного виду транспорту на інші, то в питомі транспортні витрати включаються витрати на їх виконання.

Коли число споживачів невелике, а розподіл обсягів складських поставок є нерівномірним, то доцільно застосовувати спрощений метод вибору варіанта розташування, що полягає ось у чому. Керуючись даними про потребу в складському обслуговуванні, про розміри очікуваного додаткового вантажообігу, які можна освоїти на функціонуючих трансформаційних центрах, встановлюються розміри додаткових потужностей трансформаційних центрів на прогнозований період і параметри розвитку діючих трансформаційних центрів. За кожним варіантом здійснюється умовне прикріплення агрегованих пунктів (районів) поглинання і генерації до трансформаційних пунктів залежно від найменшої

собівартості логістичного обслуговування або від найменшої відстані перевезення при однорідному виді транспорту. Далі, виходячи із схем прикріплення агрегованих пунктів до трансформаційних центрів і параметрів матеріальних потоків, що поглинаються і генеруються, у збільшеній номенклатурі кожного з них визначаються потужності трансформаційних центрів залежно від варіантів і параметрів зони обслуговування. За кожним варіантом розташування трансформаційних центрів необхідно визначити потрібні обсяги інвестицій, наступні очікувані експлуатаційні витрати для переробки матеріальних потоків у трансформаційному центрі, а також для просування їх до споживачів. Потім за встановленим критерієм мінімуму будівельних експлуатаційних витрат вибирається найбільш економічний варіант.

Якщо потрібно розташувати трансформаційні центри у великих економічних районах, то в цьому випадку часто доводиться стикатися з безліччю порівнюваних варіантів. Їх число зростає не тільки через наявність великої кількості пунктів розташування трансформаційних центрів, а і за рахунок можливості різноманітної раціоналізації управління матеріальними потоками. Для вирішення таких різноманітних завдань вдаються до використання економіко-математичних методів, що дозволяють за допомогою обчислювальної техніки порівняно швидко знайти оптимальний варіант розташування трансформаційних центрів і встановити їх потужність на доступну для огляду перспективу. Найбільш прийнятним у цих випадках є комбінаторний метод.

Грунтуючись на результатах вирішення завдань, їх аналізі з логістичних позицій, а також з огляду на вимоги, що не піддаються вартісній оцінці (містобудівних, кліматичних і т.д.), складається схема розташування трансформаційних центрів із вказівкою місць будівництва нових і розвитку вже функціонуючих трансформаційних центрів, а також передбачуваних споживачів, які потребують логістичного обслуговування.

Ефективність оптимального варіанта розташування трансформаційних центрів оцінюється шляхом зіставлення будівельних експлуатаційних витрат за оптимальним варіантом із витратами при розширенні існуючої мережі трансформаційних центрів заданої потужності. Потужність кожного трансформаційного центру, що увійшов в оптимальний варіант, встановлюється в процесі розв'язування задачі на ЕОМ. Вона повинна відповідати

сукупності матеріальних потоків між всіма споживачами і продуцентами регіону, умовно прикріпленими до відповідного трансформаційного центру. При розрахунках, однак, варто виключити подвійний рахунок. На основі встановленої потужності трансформаційних центрів визначається ємність і складська площа систем зберігання і переробки трансформаційних центрів. Визначення інвестиційних параметрів за оптимальним варіантом розташування трансформаційних центрів здійснюється на основі розрахункової ємності і питомих капіталовкладень на 1 т ємності.

У процесі управління матеріальними потоками, що утворюються споживчими товарами, задача розташування трансформаційних центрів може розв'язуватись за допомогою матеріального моделювання макрологістичної системи, у якій здійснюється розподіл. Метод, що пропонується, аналогічний визначенню центра ваги фізичного тіла. Його суть полягає ось у чому. Із легкого листового матеріалу необхідно вирізати пластину, контури якої повторюють межі району обслуговування. На цю пластину в місцях розташування населених пунктів прикріплюються відповідні вантажі, вага яких пропорційна чисельності населення в цих населених пунктах (рис.6.4).

Метод базується на твердженні, що при розташуванні трансформаційного центру у центрі ваги виготовленої моделі транспортні витрати щодо розподілу матеріальних потоків у регіоні будуть мінімальними. Робиться застереження, що при використанні цього методу варто враховувати неминучу помилку, яка обумовлюється вагою пластинки, обраної для основи моделі. Ця помилка виразиться присутністю на моделі уявного міста, розташованого в центрі ваги самої пластинки і з населенням, пропорційним її вазі. Величина помилки прямо пропорційна вазі пластинки. Іншими словами, чим менша вага пластинки, тим менша допустима помилка.

Застосування описаного методу обмежується такими умовами:

- на моделі відстань від населеного пункту до місця розташування трансформаційного центру враховується по прямій. У зв'язку з цим регіон повинен мати розвинуту мережу шляхів сполучення, інакше буде порушений основний принцип моделювання - принцип подібності;

- метод що пропонується, застосуємо для матеріальних потоків, які розподіляються пропорційно чисельності населення, наприклад, для потоку продовольчих товарів.

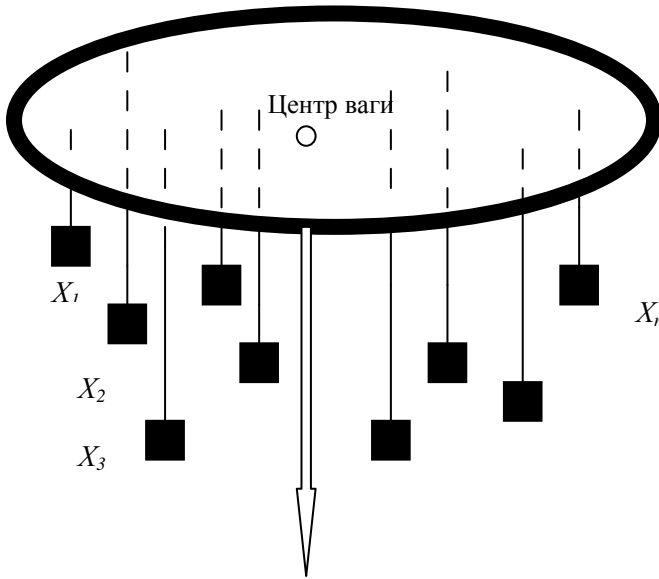


Рис.6.4. Визначення місця розташування трансформаційного центру методом побудови фізичної моделі: $X_1, X_2, X_3 \dots X_n$ - вантажі, маса яких пропорційна матеріальному потоку

6.4. Ефективність інвестицій для створення трансформаційних центрів

Розрахунки економічної ефективності інвестиційних вкладень на створення трансформаційних центрів, що входять у транспортно-складську систему, здійснюються на всіх стадіях розробки поточних і стратегічних логістичних планів (прогнозів), при складанні техніко-економічних обґрунтувань розвитку і розташування трансформаційних центрів, а також при оцінці результатів виконання планів капітального будівництва.

Економічна ефективність інвестицій визначається шляхом зіставлення отриманого ефекту і витрат. При прогнозуванні, плануванні і проектуванні визначається загальна (абсолютна)

економічна ефективність як відношення ефекту до всієї суми інвестицій, а при виборі варіантів розташування об'єктів трансформаційних центрів - порівняльна економічна ефективність, що показує перевагу ефективності одного варіанта над іншим.

При визначенні ефективності інвестицій у розвиток транспортно-складської логістичної системи необхідно виділяти капітальні вкладення і спряжені витрати.

Капітальні вкладення (реальні інвестиції) включають вартість усіх видів будівельних робіт, робіт з монтажу устаткування, вартість технологічного, енергетичного, підйомно-транспортного й іншого устаткування, передбаченого в кошторисах на будівництво, витрати на проектно-дослідні роботи, а також вартість будівництва невиробничих споруд. Крім того, капітальні вкладення включають витрати на придбання транспортних засобів, будівництво під'їзних шляхів і т.д.

Спряжені витрати включають фінансові інвестиції (вкладення в цінні папери), інтелектуальні інвестиції (вкладення в підготовку кадрів, передачу досвіду, ліцензій і ноу-хау, спільні наукові розробки і т.д.), права користування землею, майнові права та ін.

Оцінка економічної ефективності інвестицій за групою капітальних вкладень при виборі варіантів розташування об'єктів трансформаційних центрів визначається з урахуванням сумарних витрат на будівництво, їх експлуатацію та управління матеріальними потоками. Оцінка сумарних витрат повинна проводитись при порівнянні з аналогічними витратами в галузях економіки, що обслуговуються.

Під час розрахунку й аналізу ефективності інвестицій варто враховувати розрив у часі (лаг) між здійсненням інвестицій і одержанням кінцевого ефекту. Орієнтована величина лага визначається на основі тривалості будівництва і розподілу відповідних інвестицій за періодами реалізації проекту.

У процесі розробки інвестиційних програм показники економічної ефективності порівнюються з попередньо встановленими нормативними показниками і з аналогічними показниками ефективності інвестиційних вкладень за попередні періоди, які дорівнюють за тривалістю показника, що планується, для порівняння.

Реалізація інвестицій може вважатися економічно ефективною, якщо одержані коефіцієнти загальної (абсолютної)

ефективності будуть не нижчі від нормативних і аналогічних показників за попередні періоди.

Загальна економічна ефективність інвестицій визначається:

1. По локальних (регіональних) транспортно-складських системах як відношення приросту прибутку до інвестиційних вкладень, що викликали цей приріст:

$$\epsilon = \frac{\Delta\Pi}{I},$$

де $\Delta\Pi$ - приріст прибутку за встановлений період;
 I - інвестиції, вкладені в розвиток транспортно-складської системи, які викликали приріст прибутку.

2. По окремих трансформаційних центрах і складах як відношення прибутку до реалізованих інвестицій

$$\epsilon_{\text{тис}} = \frac{D - L_{\text{в}}}{I},$$

де I - інвестиції у створення трансформаційного центра (будівництво складу);

D - доход за встановлений період;

$L_{\text{в}}$ - логістичні витрати за встановлений період.

Варто підкреслити, що при розрахунку загальної економічної ефективності реалізованих інвестицій необхідно враховувати додатковий синергічний ефект, одержуваний у результаті вдосконалення управління потоковими процесами за рахунок:

- раціоналізації логістичних ланцюгів за просуванням матеріальних потоків до кінцевих споживачів;

- підвищення рівня логістичного обслуговування споживачів;

- зниження розміру сукупних запасів матеріальних ресурсів у споживачів ;

- скорочення капітальних вкладень у створення систем зберігання і переробки у підприємств-споживачів логістичних послуг у результаті відносного зменшення сукупних товарних і матеріальних запасів (матеріальних потоків у статичній формі);

- скорочення логістичних витрат для зберігання і переробки матеріальних ресурсів на складах підприємств, фірм, організацій;

- заміни ряду нераціональних транзитних поставок на складську форму забезпечення за принципом "точно в термін".

На загальний економічний ефект, як відомо, впливає і зміна транспортних витрат для просування матеріальних потоків до пунктів призначення. Однією з узагальнених форм аналізу їх змін є

зіставлення витрат на доставку при транзитному і складському способах здійснення поставок. Однак, при цьому повинна бути врахована наявність під'їзної інфраструктури біля кожного підприємства, що обслуговується.

Загальний економічний ефект, одержуваний у результаті створення трансформаційного центру в макрологістичній (локальній, регіональній) транспортно-складській системі, у якій мікрологістичні системи, утворені на основі підприємств і компаній, є складовими елементами, визначається

$$C_o = \sum_{j=1}^n (C_1 + C_2 + C_3 \pm P_{mp}) ,$$

де j - чисельність мікрологістичних систем (підприємств, компаній), що обслуговуються трансформаційним центром ($j = 1, 2, \dots, n$);

C_1 – економічний ефект, одержуваний у результаті відносного скорочення сукупних товарних і матеріальних запасів у мікрологістичних системах;

C_2 - економічний ефект, одержуваний у результаті скорочення капітальних вкладень у створення систем зберігання і переробки;

C_3 - економічний ефект від скорочення логістичних витрат для зберігання і переробки матеріальних ресурсів;

P_{mp} - зміна транспортних витрат для просування матеріальних потоків при транзитному і складському способах поставок.

Із урахуванням додаткового синергічного ефекту в процесі управління матеріальними потоками на макрорівні, одержуваного в результаті створення нових трансформаційних центрів, загальна (абсолютна) економічна ефективність відповідних інвестицій визначається в такий спосіб:

$$C_{mц} = \frac{\Pi + C_o}{I} ,$$

де Π - прибуток трансформаційного центру;

I - обсяг інвестицій на створення трансформаційного центру.

Багато трансформаційних центрів - склади загального користування, системи зберігання і переробки різних посередницьких структур - розташовують власними транспортними засобами для забезпечення централізованого обслуговування клієнтів в доповнення до залучуваного транспорту загального користування. Тому при визначенні витрат на створення нового трансформаційного центру необхідно враховувати капітальні вкладення на придбання

транспортних засобів. Їх вартість визначається добутком необхідної кількості транспортних засобів на середню вартість одиниці транспортного засобу. Потрібна кількість транспортних засобів, (наприклад, автомобілів), визначається таким чином:

$$n = \frac{Q}{3600qVm} ,$$

де Q - річний вантажообіг трансформаційного центру;
 q - вантажопідйомність транспортного засобу;
 V - коефіцієнт використання вантажопідйомності;
 m - кількість поїздок на добу.

Загальна (абсолютна) економічна ефективність інвестицій на створення нового трансформаційного центру з урахуванням витрат на придбання транспортних засобів визначається за формулою:

$$E_{ми} = \frac{\Pi + E_o}{I + I_1} ,$$

де I_1 - витрати на придбання транспортних засобів.

У процесі проведення розрахунків і при аналізі інвестицій на створення трансформаційних центрів враховується будівельний лаг, що являє собою період часу, необхідний для авансованих капітальних вкладень в основні фонди і виробничі потужності. Шуканий будівельний лаг визначається як:

$$Z_k = \frac{d_1 t + d_2 t(t-1) + \dots + d_t}{100} ,$$

де d_1, d_2, \dots, d_t - частка капітальних вкладень у відсотках до кошторисної вартості об'єкта, що передбачається за нормами тривалості будівництва;

t - загальна тривалість будівництва в одиницях, прийнятих для виміру лага (місяць, рік).

При визначенні загальної ефективності інвестицій здійснюється аналіз факторів, що впливають на її підвищення або зниження. До числа таких факторів відносяться: зміна трудомісткості транспортно-складських операцій, зміна фондоемності, скорочення тривалості будівництва і зниження його кошторисної вартості і т.д.

Щоб врахувати вплив найважливіших факторів на економічну ефективність реалізованих інвестицій, а також для ув'язування ефективності з іншими напрямками логістичної програми розвитку транспортно-складських систем, використовується ряд додаткових показників, наприклад, продуктивність праці, фондовіддача (на

грошову одиницю реалізованої продукції), питомі капітальні вкладення та інші.

Показники загальної економічної ефективності використання діючих виробничо-логістичних потужностей транспортно-складської системи визначаються в узагальненому вигляді як відношення річного обсягу прибутку до середньорічної вартості виробничих основних фондів і оборотних коштів, нормованих відповідно до специфіки конкретної транспортно-складської системи

$$C_{плм} = \frac{П}{Ф} ,$$

де $П$ - річний обсяг прибутку;

$Ф$ - середньорічна вартість виробничих фондів і нормованих оборотних коштів.

6.5. Зони обслуговування трансформаційних центрів

Як зазначалося, основними формами матеріально-технічного забезпечення збуту готової продукції є транзитна і складська. Інші є їх варіаціями. Такі підходи передбачають логістичні підходи в управлінні потоковими процесами. При цьому слід відзначити, що з реалізацією логістичної концепції на будь-якому рівні частка транзитних постачань скорочується, а частка складських - зростає. Чим ширше поширення логістики в мікро - і макроекономіці, тим помітніший прояв такої тенденції. Складська форма управління матеріальними потоками стає вигідною не тільки споживачам, а і виробникам у процесі здійснення маркетингу. Це пояснюється рядом причин, обумовлених розвитком ринкових відносин, а саме:

- індивідуалізацією товарної продукції, тобто відзначається тенденція зростання частки готової продукції, виробленої на замовлення конкретних покупців;

- збереженням, а в деяких випадках зростанням кількості підприємств, які зацікавлені в транзитних зв'язках;

- гострою конкурентною боротьбою на ринку збуту, що веде до вдосконалення системи обслуговування споживачів. Іншими словами, виробити якісний товар за прийнятною ціною і налагодити обслуговування після продажу вже стало недостатнім для одержання переваг перед конкурентами.

У зв'язку з цим зазначимо зростання ролі трансформаційних центрів, що розташовують комплексними системами зберігання і

переробки у транспортно-складських системах, як таких, що формуються, чи сформованих. На основі сказаного виділяється своєю актуальністю завдання розподілу сфер обслуговування трансформаційних центрів в ув'язуванні із завданням їх розташування на логістичному полігоні.

Це завдання може бути вирішене за допомогою двох основних підходів: класичного й евристичного.

Класичний підхід базується на використанні алгоритму виробничо-транспортної задачі у сітьовій чи аналітичній формах.

Евристичний підхід характеризується застосуванням теорії нечітких множин або методу "гілок і меж".

Нижче подана його аргументація.

Допустимо, є:

$i = 1, n$ - пунктів виробництва продукції;

$j = 1, r$ - трансформаційних центрів, обладнаних системами зберігання і переробки продукції;

$k = 1, m$ - споживачів;

$X_{ij}; X_{jk}$ - вантажопотоки від i -го підприємства до j -го трансформаційного центру і від j -го трансформаційного центру до k -го споживача ;

X_j - кількість вантажу, що зберігається і переробляється, (статичних потоків) у j -му трансформаційному центрі.

Необхідно ввести додаткові позначення:

C_j - вартість зберігання і переробки одиниці вантажу в j -му трансформаційному центрі;

P_i - кількість продукції, що надходить на магістральний транспорт від i -го підприємства;

Q_j - потреба j -го одержувача в продукті;

C_{ij} і C_{jk} - вартість переміщення одиниці продукції відповідно із пункту i у j -й трансформаційний центр і з j -го трансформаційного центру в пункт споживання k .

Таким чином, виходячи з вищесказаного, принципова економіко-математична модель розв'язування задачі розподілу матеріальних потоків між трансформаційними центрами на логістичному полігоні формулюється так:

$$R^* = \min_{x_{ij}; x_{jk}} \sum_{ij} C_{ij} X_{ij} + \sum_j C_j X_j + \sum_{jk} C_{jk} X_{jk} , \quad (6.1)$$

$$\text{при цьому } (X_{ij}; X_{jk}) \geq 0; \quad (6.2)$$

$$P = \sum_j X_{ij} , \quad (6.3)$$

$$Q_k = \sum_k X_{jk} , \quad (6.4)$$

$$X_j = \sum_i X_{ij} , \quad (6.5)$$

Завдання полягає в тому, щоб знайти такі X_{ij} , X_{jk} , які б мінімізували цільову функцію при дотриманні обмежень (6.2, 6.3, 6.4).

Цільова функція виражає сумарні витрати, пов'язані із транспортуванням і переробкою вантажів у трансформаційному центрі. Обмеження (6.3) і (6.4) являють собою умови балансу виробництва і споживання продукції.

Принципова модель (6.1-6.4) має ряд модифікацій. У поданій формі розв'язується задача оптимального розподілу вантажопотоків між трансформаційними центрами. При необхідності в дану модель можуть бути внесені обмеження із перероблювальної спроможності технічних засобів (у тому числі за місткістю зони зберігання).

Це виглядає як:

$$\sum_i X_{ij} \leq Q_j .$$

Крім того, можливі обмеження із провізної спроможності окремих напрямків магістрального транспорту (i,j) , (j,k) і т.д.

Матриці розв'язування (6.1-6.4) і X_{jk}^* X_{ij}^* являють собою зону логістичного сервісу трансформаційних центрів (jk) і (ij) , а їх результати.

Допомагають організувати ефективне управління матеріальними потоками в рамках мікрологістичної системи в оперативному режимі.

У випадку, коли потрібно крім розподілу матеріальних потоків оптимізувати розташування і визначити кількість регіональних трансформаційних центрів на логістичному полігоні, то тоді крім виробничо-транспортної розв'язується комбінаторна задача шляхом спрямованого перебору варіантів (6.1-6.5) чи методом динамічного програмування.

Доречно відзначити ще одну модифікацію задачі: параметри P_i , Q_k , а також C_{ij} , C_{jk} і C_j можуть змінюватися, як випадкові величини. У цих випадках обмеження (6.3), (6.4) записуються у ймовірній

формі, а для розв'язування виробничо-транспортної задачі застосовують методи стохастичного програмування.

Якщо завдання зони обслуговування регіональним трансформаційним центром ставиться в аналітичній формі, то доводиться приймати ряд істотних допущень, що знижують точність розрахунків: нелінійна задача (6.1-6.4) замінюється лінійною, а ймовірні величини P_i , Q_j приймаються детермінованими.

При вирішенні завдань управління або проектування за допомогою теорії нечітких множин, де використовуються такі лінгвістичні перемінні як: "високий", "не дуже високий", "низький", "добре", "незадовільно" і інші, прийняті рішення значною мірою залежать від суб'єктивності особи, яка приймає рішення. У зв'язку з цим для того, щоб мати право приймати вирішення за допомогою нечітких множин, відповідальна особа повинна мати уявлення про відповідні властивості і характеристики. Крім цього, вміти із об'єктивних позицій оцінювати вартісну структуру цих перемінних. Якщо дані умови дотримані, то за допомогою набору лінгвістичних перемінних можна одержати відповіді із достатнім ступенем вірогідності. Формальний розв'язок при нечітких цілях і обмеженнях являє собою розпливчасту множину і може розглядатися як нечітко сформульована функція.

Допустимо, що X являє собою множину властивостей, характеристик або альтернатив, що описують об'єкт, який розглядається. Тоді кожному об'єкту може бути поставлена у відповідність нечітка множина A

$$\frac{x}{x} \in X ; \quad \mu_A(x) \in [0,1] ,$$

де $\mu_A(x)$ - характеризує ступінь включення властивості x в A .

У зв'язку з тим, що ступінь функції приналежності $\mu_A(x) \in [0,1]$ і $x \in [0,1]$, то вступає в силу така умова:

$$S_{np} \mu_A(x) = 1 ; \quad x \in X.$$

Таким чином, є очевидним, що межа ступеня функції приналежності за максимумом дорівнює 1.

Попутно відзначимо, що функція і ступінь функції приналежності в теорії нечітких множин має фундаментальне значення.

Ступінь функції приналежності дозволяє при оцінюванні альтернативних варіантів перейти від лінгвістичних перемінних до числових скалярних оцінок. Це дуже важливо.

При вирішенні, обумовлених вище завдань використовують два підходи скалярного оцінювання лінгвістичних перемінних:

- значення лінгвістичних перемінних задаються експертами конкретними числами на інтервалі $[0, 1]$;
- значення лінгвістичних перемінних задаються аналітичними математичними співвідношеннями, що характеризують тенденції зміни функції приналежності від властивості x .

Як критерії збігу думки особи, яка приймає рішення з дійсними характеристиками об'єкта, що розглядається, виступають показники ступеня поділу і ступені включення - відношення включення нечітких множин. Ці показники встановлюються шляхом спільного вивчення функцій приналежності, що характеризують оцінку тверджень стосовно властивостей об'єкта.

Показовим прикладом застосування теорії нечітких множин у логістиці може бути саме ситуація, коли на деякому обумовленому полігоні обслуговування розміщуються два трансформаційні центри. Тоді формалізація завдання полягає в тому, щоб установити територіальні сфери їх обслуговування. При цьому застерігається, що вантажі, які перевозяться магістральним транспортом, взаємозамінні, тобто вони можуть доставлятися в будь-який із наявних регіональних трансформаційних центрів.

Вирішальним критерієм у процесі вибору відправниками вантажу і вантажоодержувачами будь-якого центру є доступність, яка обумовлена просторовим фактором. Даний фактор-критерій встановлюється шляхом співвідношенням відстаней відправника вантажу чи вантажоодержувача до наявних трансформаційних центрів, часу доставки вантажів і вартості доставки.

Нижче подане графічне зображення завдання, де потрібно встановити межі нечітких підмножин A_1 і A_2 при двох трансформаційних центрах, що виражають споживчі, просторові чи тимчасові переваги відправників вантажу і вантажоодержувачів.

Переваги експертів задаються такими ступенями функції приналежності (хоча можуть бути запропоновані й інші залежності, що відображають фізичну сутність процесу):

$$\mu_{A_1}(x) = \begin{cases} [1-(x_1-x)]^{-1} & \text{при } x \leq x_1, \\ [1-(x-x_1)]^{-1} & \text{при } x \geq x_1, \end{cases} \quad (6.6)$$

$$\mu_{A_2}(x) = \begin{cases} [1-(x_2-x)]^{-1} & \text{при } x \leq x_2, \\ [1-(x-x_2)]^{-1} & \text{при } x \geq x_2. \end{cases} \quad (6.8)$$

Тут x_1 і x_2 - координати заданих точок розташування трансформаційних центрів на полігоні обслуговування; x - виражає поточне значення координат множини переваги A_1 і A_2 , що включені у функції приналежності.

Як впливає із формул (6.6) і (6.7), із віддаленням клієнтів від трансформаційних центрів x_1 і x_2 різниці $(x-x_1)$ і $(x-x_2)$ збільшуються, ступінь функції приналежності знижується і переваги клієнтів стосовно цих центрів зменшуються.

На рис.6.5 подані залежності $\mu_{A_1}(x)$ і $\mu_{A_2}(x)$. З них видно, що переваги, які дорівнюють максимальним ступеням приналежності, досягають $S_{np}\mu_A(x) = 1$ у безпосередній близькості від регіональних трансформаційних центрів, коли $x = \bar{x}_1$ і $x = \bar{x}_2$. Найвищий ступінь поділу зон обслуговування трансформаційними центрами у випадку, що розглядається, дорівнює $l_{max} = 1 - S_{np}\mu_{A_1A_2}(x)$, а поріг поділу l_0 повинен задовольняти умові: $l_0 = S_{np}\mu_{A_1A_2}(x)$.

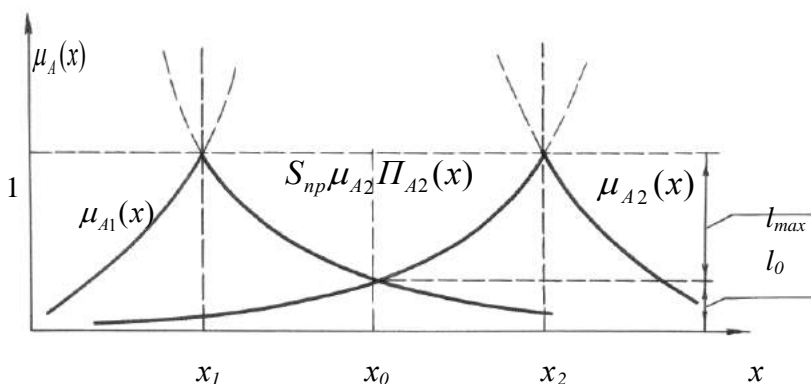


Рис.6.5. Залежності $\mu_{A_1}(x)$ і $\mu_{A_2}(x)$

Знак η означає перетинання підмножин A_1 і A_2 , а $S_{np} \mu_{A_1, A_2}(x)$ відповідає максимуму ординати їх перетинання у точці x_0 .

Перетинання підмножин A_1 і A_2 визначаються ступенем функцій, які подані формулами (6.7) і (6.8). Максимальний ступінь поділу і поріг поділу досягають у точці x_0 , що визначає межі зон тяжіння до регіональних трансформаційних центрів.

Розв'язуючи спільно рівняння (6.7) і (6.8), можна одержати абсцису x_0 порога поділу

$$x_0 = \frac{x_1 + x_2}{z} .$$

Інтуїтивно можна було заздалегідь передбачити значення x_0 , тому що вирази (6.7) і (6.8) симетричні відносно x_0 .

За відомою величиною x_0 можна визначити поріг поділу, підставивши її значення в (6.7) чи (6.8)

$$l_0 = \frac{z}{z + x_1 + x_2} ; \quad l_{\max} = 1 - l_0 \frac{x_1 + x_2}{z + x_1 + x_2} .$$

Задача оптимізації управління матеріальними потоками регіональними трансформаційними центрами, ідентифікації їх зон обслуговування відноситься до ряду найважливіших проблем створення і функціонування макрологістичних систем.

Результатами розв'язування шуканої задачі можна також скористатися при побудові експертної системи для управління не тільки матеріальними, але й інформаційними потоками.

Глава 7. ПОСТАНОВКА І СИСТЕМНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ ПЕРЕМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ

7.1. Системний підхід до розв'язування транспортних задач

Зростаюча складність проблем, що виникають у різних галузях діяльності людей, підприємств, організацій, обумовила появу різноманітних підходів і методів, за якими створювались певні технології поведження з цими проблемами. У різних сферах практичної діяльності такі технології разом із теоретичними основами дістали різні назви: у виробничому, адміністративному, політичному управлінні — «менеджмент», «системний та ситуаційний аналіз», «стратегічне планування», у військових та економічних питаннях — «методи дослідження операцій», «методи математичного моделювання та передбачення», у наукових дослідженнях — «методи статистичного, імітаційного та системного моделювання», «методологія та планування експерименту», в інженерно-конструкторській справі — «методи інженерної творчості», «системотехніка» тощо.

Усі ці теоретичні і прикладні напрями утворювали єдиний потік загального системного підходу до вирішення проблем. Так поступово виникли системні дослідження, що базувались на загальній системології, теорії систем і теорії організацій. На формування загальної теорії систем, системного підходу і системного аналізу вирішальний вплив мали роботи Л. фон Берталанфі (1901—1972) — австрійського біолога-теоретика, який з кінця 40-х років працював у США та Канаді.

Із середини 50-х років стан поступово змінився. Ідеї системного підходу набули визнання і поширення. Поняття системи стало одним із основних у кібернетиці.

Сучасний системний аналіз є прикладною дисципліною, спрямованою на з'ясування причин реальних складностей, а також на вироблення варіантів їх усунення. У розвиненій формі системний аналіз включає рекомендації щодо впливу на проблемну ситуацію, яка веде до покращення становища. Поява проблем може бути ознакою недостатнього системного підходу. Вирішення проблем, як правило, є результатом підвищення системності в діяльності.

Під системою розуміється множина елементів довільної природи, які мають зв'язки і утворюють певну цілісність. Навколишнім, або зовнішнім середовищем називається все, що не належить системі і може впливати на неї. Іноді розрізняють середовища прямої та опосередкованої дії на систему. До першого відносять таке, що містить фактори, які безпосередньо впливають на систему, а до другого — таку частину середовища, фактори якого можуть не мати негайного і прямого прояву в системі, але все-таки впливають на її середовище.

До основних особливостей систем належить цілісність, відносна відокремленість від навколишнього середовища, зв'язок із середовищем, структурованість, тобто існування в системі певних частин і зв'язків між ними, певна цілеспрямованість системи. Зауважимо, що остання характеристика системи має велике значення в застосуваннях теорії систем.

За природою елементів розрізняють матеріальні й абстрактні системи. Перші поділяють на системи неорганічної природи, наприклад, фізичні, геологічні, хімічні системи і живі системи: організми, популяції, екосистеми. Особливий клас матеріальних живих систем утворюють соціальні системи: від найпростіших соціальних об'єднань (батьківщина, організація) до соціально-економічної системи суспільства. Прикладами абстрактних систем є гіпотези, теорії, наукові знання, мовні системи, логічні системи тощо.

За походженням системи поділяються на природні, штучні та змішані (рис.7.1). Природні системи — це багатокомпонентні об'єкти, які мають властивості систем і виникають внаслідок природних процесів. Штучна система — це система, яка створена людиною як засіб для досягнення певної мети. Позначка — це суб'єктивний образ неіснуючого, але бажаного стану середовища або об'єкта, який би розв'язав проблему, що виникла. Приклади систем, які реалізують певні цілі, подані в табл.7.1.

Таблиця 7.1

Приклади систем, які реалізують певні цілі

Позначка	Система
Вказати час у потрібний момент	Годинник
Передати зображення і звук на відстань миттєво	Телебачення
Забезпечити пересування вантажів	Транспорт

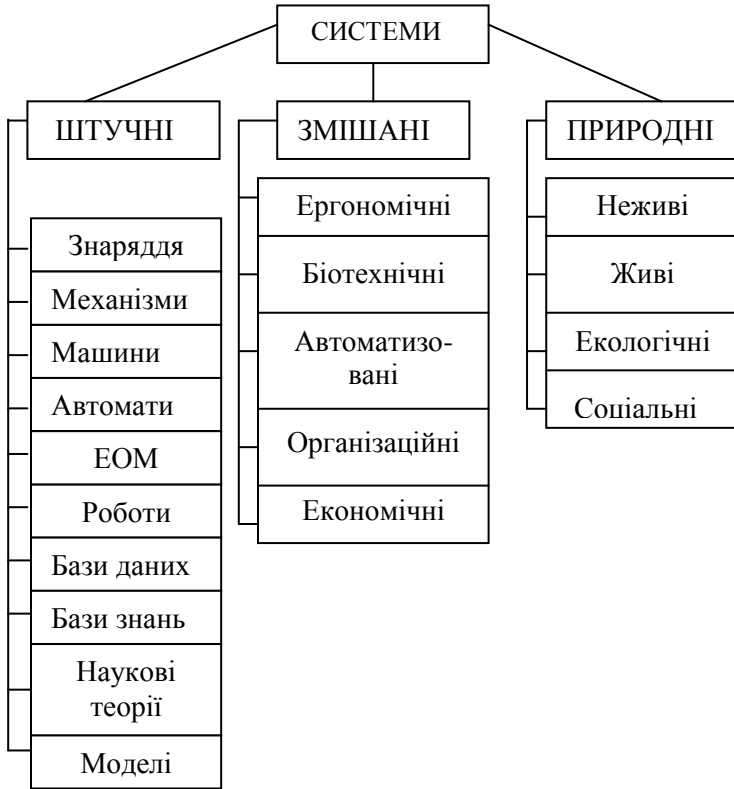


Рис. 7.1. Класифікація систем за їх походженням

Зв'язок мети і системи, взагалі кажучи, неоднозначний: різні системи можуть бути орієнтовані на одну позначку. Система може мати декілька різних цілей. Якщо розширити поняття мети, вважаючи будь-який майбутній стан системи об'єктивною метою, то можна говорити про цілеспрямованість і природні системи.

Змішані системи мають штучні і природні підсистеми.

Особливий клас утворюють соціотехнічні системи, до складу яких входять не тільки техніка, але й індивідууми та колективи, пов'язані з роботою системи. Одним із найпоширеніших класів таких систем є оргсистеми або організації, що складаються з груп людей, діяльність яких свідомо координується для виконання певних функцій або для досягнення загальних цілей з використанням певних

технічних засобів або технологій. Ідеологічну основу для визначення мети соціотехнічної системи становить система її цінностей. Вона є об'єктом системного аналізу на стадії виявлення дійсних цілей осіб, які входять до системи, або офіційно декларовані цілі можуть не збігатися з дійсними.

За взаємодією із зовнішнім середовищем розрізняють два типи системи: замкнені та відкриті. Замкнена система має фіксовані межі, її дія характеризується високим ступенем незалежності від навколишнього середовища. Наприклад, годинник звичайно тлумачиться як замкнена система. Доки в ній існує джерело енергії, доти система не залежить від середовища.

Відкрита система характеризується взаємодією із зовнішнім середовищем. Енергія, інформація, речовина, матеріали є об'єктами обміну відкритої системи з середовищем через межі системи. Звичайно, відкрита система має властивість тією чи іншою мірою пристосовуватись до змін у зовнішньому середовищі і повинна це робити, щоб продовжувати своє існування і дію. Оргсистеми є відкритими системами. Існування будь-якої організації залежить від зовнішнього світу. Недоліки підходів старих шкіл до управління полягали насамперед у недостатньому розумінні відкритості оргсистем.

Системи, для дослідження яких з метою управління не вистачає матеріальних ресурсів, часу, даних або інших засобів, вважаються великими. Тобто, великими є системи, дослідження яких має труднощі, які пов'язані з розмірністю. Прикладами великих систем є економічна система країни, нейрофізіологічна система мозку людини тощо. Системи, при дослідженні яких не вистачає інформації для ефективного управління, тлумачать як складні.

Ознакою простої системи є порівняно невеликий обсяг інформації, потрібний для успішного управління нею. Внаслідок недостатньої інформації управління складною системою може давати непередбачені або ж небажані наслідки.

Інтенсифікація сучасного енергоємного виробництва супроводжується створенням і впровадженням нових складних технологічних і транспортних систем, що характеризуються значними змінами в організації і методах проектування. Машинні методи розрахунку і проектування транспортних систем базуються на алгоритмізації розв'язування складних технологічних задач, в основі яких лежать аналіз і синтез структури, функцій і характеристик процесу транспортування.

У зв'язку з цим, для оптимізації транспортних процесів усе більшого значення набуває системний підхід, суть якого полягає у переході від аналізу окремих елементів об'єкта і дослідження простих зв'язків між ними до вивчення складних утворень, об'єднаних загальною метою.

Основні ідеї системного підходу відповідають [47]:

- цілісності, коли властивості системи не зводяться до суми її елементів. З властивостей елементів системи не можна вивести властивості системи;

- структурності, якщо систему можна описати шляхом визначення її структури. Структура системи — це мережа зв'язків і відношень системи. Існування системи обумовлене її окремими елементами і властивостями її структури;

- взаємозалежності системи і середовища, коли система формує і виявляє свої властивості в процесі взаємодії із середовищем, будучи активним компонентом взаємодії;

- ієрархічності, якщо кожен елемент системи може розглядатися як система, а сама система — елементом більш великої системи;

- множинності описування системи, коли в силу принципової складності системи для її повного розуміння необхідна побудова множини різних моделей, кожна з яких описує лише одну із сторін системи.

В основі системного дослідження транспортного процесу лежить уявлення про нього як про систему, що складається з множини взаємозалежних елементів, які виступають як єдине ціле. Під системою транспорту енергоємного підприємства розуміється упорядкована керована сукупність взаємозалежних транспортно-технологічних установок, призначених для переміщення різних вантажів.

Виходячи із специфіки технології роботи енергоємного виробництва, транспортно-технологічна система може бути подана складним утворенням, яке складається із якісно і кількісно різнорідних ланок і елементів із складними послідовностями операцій, що багато в чому пояснює наявність численних приватних завдань, методів і моделей, покликаних забезпечити локальну оптимізацію тієї чи іншої ланки транспортно-технологічної системи. Однак слід відзначити, що за рахунок оптимізації окремих ланок транспортно-технологічної системи неможливо досягти оптимізації процесу переміщення в цілому.

Ця обставина пояснюється не стільки якістю самих моделей, скільки відсутністю системного підходу при їх побудові і реалізації. При системному підході будь-яке приватне рішення одержують після старанного аналізу і встановлення комплексу найбільш істотних взаємозв'язків, що визначають взаємовідносини даної частини питання з усіма питаннями, характерними для системи транспорту в цілому.

Усвідомлення цього основного принципу системного підходу, з якого випливає, що властивості і функції транспортно-технологічної системи не зводяться в загальному випадку безпосередньо до функцій і властивостей складових елементів, приводить до необхідності розгляду комплексно ув'язаного функціонування елементів із єдиним критерієм, новими функціями і властивостями. Таким чином, комплексне вирішення завдання проектування оптимального процесу переміщення вантажів можливе лише при системному підході, що випливає з аналізу діяльності енергоємних підприємств і всього господарства як єдиної системи.

Одним із основних принципів системного підходу є принцип планування «від кінцевого продукту», що стосовно до транспортного і технологічного процесів означає забезпечення переміщення заданого планового обсягу основних і допоміжних матеріалів, устаткування і людей.

Однак, необхідно відзначити, що за технологією виробництва і транспортування широко розробляються моделі, в яких оптимальний варіант утворюється з урахуванням припустимих втрат випуску стосовно до планового завдання. Подібна методологія суперечить вимогам системного підходу, відповідно до якого при дослідженні й оптимізації систем первинним є цільовий аналіз, тобто визначення того, що об'єктивно потрібно для забезпечення інтересів системи вищого рівня [2].

Виходячи з цього, проектна потужність енергоємного підприємства, що визначає його виробничу програму, при проектуванні транспортної системи повинна бути вихідною величиною.

Основною методологією системного дослідження є уявлення про цілісність досліджуваного процесу, що впливає з визначення технологічного процесу транспортування як частини виробничого процесу виготовлення продукту, пов'язаного з кількісною і якісною зміною в часі й у просторі. Відповідаючи вимогам цілісності системи і будучи носієм певних ознак, транспортно-технологічний процес енергоємного підприємства являє собою технологічну систему, для

якої системний підхід дозволяє абстрагуватися від подробиць різних технологічних операцій і розглядати процес переміщення із єдиних позицій. Це, у свою чергу, дає методологічну основу для багатопланового розчленовування транспортно-технологічної системи, її аналізу і наступного синтезу в єдине утворення. Виділення частин системи служить підставою для автономного й у той же час комплексного розгляду всіх питань, пов'язаних із функціонуванням транспортних і технологічних ланок.

Аналіз функціонування транспортно-технологічних систем свідчить про те, що технологічний процес переміщення характеризується з боку цілісності як відносно відособлена частина виробничого процесу виготовлення продукту, яка пов'язана з іншими його підсистемами; з боку функції — як процес кількісної зміни об'єкта переміщення в часі й у просторі; з боку структури — як сукупність взаємозалежних елементів операцій-завдань переміщення. Формалізація і дослідження функціонування систем технології і транспорту, що мають сукупність зазначених властивостей, методи системного підходу порівняно з традиційними методами, дозволяють одержати ряд цінних практичних результатів [2].

Складовою частиною системних досліджень є оптимальне проектування на етапі попереднього пророблення систем, коли вибирається структурна схема і визначаються значення її параметрів. У цьому випадку системний підхід дозволяє розробити основні принципи, що лежать в основі визначення оптимального варіанта транспортно-технологічної системи.

У цілому при оптимальному проектуванні гірничо-транспортних технологічних систем загальні принципи системного підходу такі:

- оптимізація параметрів транспортних і технологічних процесів повинна проводитися для систем у цілому;

- оптимізація параметрів транспортно-технологічних систем повинна здійснюватися відповідно до критерію оптимізації, установленому, виходячи з інтересів системи більш високого ієрархічного рівня;

- оптимізація параметрів системи є відносною, тому що в даний час неможливо практично виділити цілком ізольовану систему і відмовитися від безлічі обмежень на параметри, які оптимізуються.

Розгляд об'єкта як складної системи, що складається із взаємодіючих елементів, побудова математичної моделі для нього і встановлення його властивостей методом моделювання — сутність системного підходу.

Основне завдання моделювання — оцінка співвідношення реально одержуваних переваг і втрат від використання розроблюваного рішення, виявлення сукупності проблем і завдань, які виникають у виробництві.

На цей час моделювання технічних рішень набуває все більшого значення як метод системного наукового дослідження. Він знаходить застосування у різних галузях, при вирішенні конкретних завдань. Використання моделювання, сутність якого полягає у створенні тієї чи іншої «заміни» об'єкта і його експериментальному дослідженні за допомогою моделі, постійно розширюється.

Класифікуючи методи моделювання, доцільно розділити їх за ознаками повноти і точності відтворення досліджуваних об'єктів. Останнє особливо важливе, тому що не можна з абсолютною повнотою моделювати всі об'єкти. Абсолютна схожість означала б тотожність, тобто заміну одного об'єкта чи техніки процесу іншим, точно таким же.

Поняття моделювання має досить широке значення. Графіки, графи, таблиці, матриці й інші системотехнічні інструменти візуалізації інформації з відомих об'єктів техніки являють собою візуальні моделі. При цьому графіки моделюють техніко-економічні параметри об'єктів техніки, а, наприклад, графи — структуру об'єктів техніки. Практично ж вирішення наукових і технічних завдань вимагає різного ступеня відображення об'єкта.

У тих випадках, коли забезпечується схожість руху матерії у основних формах її існування, тобто в часі й у просторі, використовується повне моделювання цих форм. При неповному моделюванні протікання основних процесів, що характеризують досліджуваній об'єкт, виявляється схожість тільки частково, тобто тільки в часі або тільки в просторі. Під неповним розуміють таке моделювання, при якому певні фактори, що свідомо впливають, але не роблять вирішального впливу на протікання досліджуваних процесів, моделюються приблизно чи зовсім не моделюються. У зв'язку з цим між деякими параметрами приблизно подібних об'єктів не існує співвідношень схожості. Це викликає погрішності, які можна оцінити, причому методика оцінки погрішностей входить як складова частина у теорію схожості.

Протиріччя при розробці моделі полягає ось у чому. Чим простіша модель, тим швидше і з меншими витратами вона може бути виконана. Але чим простіша модель, тим менша її відповідність

досліджуваному об'єкту техніки, тим більша ймовірність помилок при її використанні.

Чим складніша модель, тим більше часу необхідно для її розробки, виготовлення, налагодження й обслуговування.

Класифікація моделей об'єктів техніки з точки зору видів об'єктивних закономірностей, відображуваних у моделях, показана на рис.7.2.

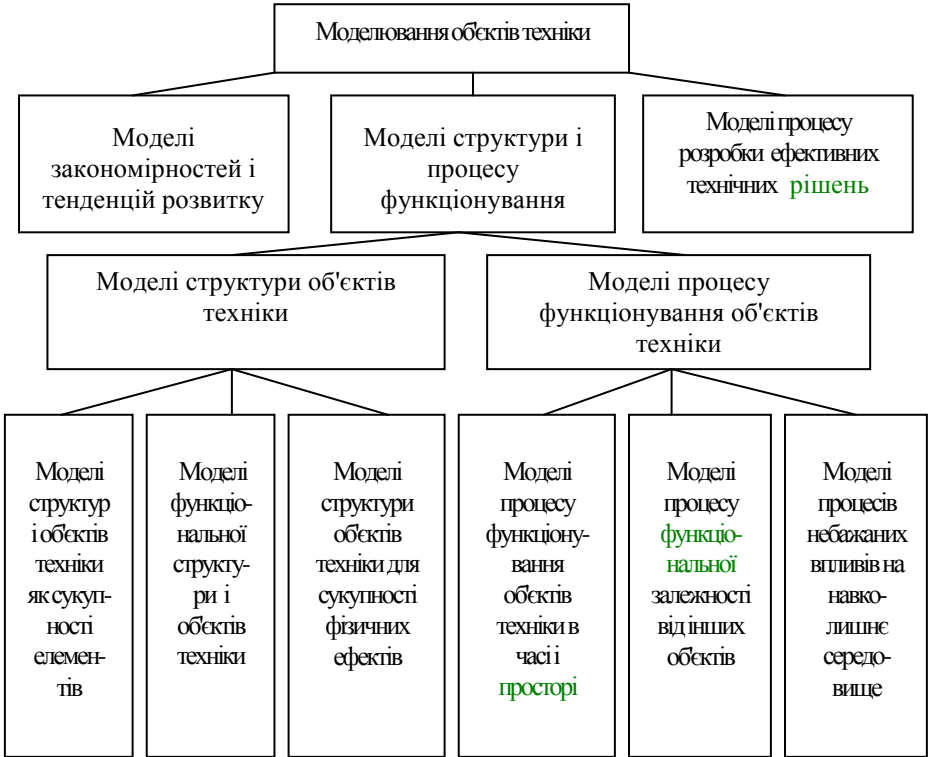


Рис. 7.2. Класифікація моделей об'єктів техніки

При розробці моделі вирішуються такі завдання:

- вибір виду моделі;
- оцінка точності моделі;
- знаходження критеріїв оцінки ефективності використання моделі.

Існує два способи моделювання: уявний і матеріальний, які іноді називають реально-практичним, чи матеріально-агрегатним відповідно. Будь-які види моделювання можуть здійснюватися в натуральному часі або в часі, зміненому у відношенні до натурального, тобто при масштабі часу, що не дорівнює одиниці. Крім того, моделювання може бути детермінованим чи ймовірним.

Уявне моделювання, як правило, передує матеріальному, хоча може існувати й самостійно. Це моделювання звичайно застосовується на ранніх чи найбільш узагальнюючих стадіях патентних досліджень. Основний же обсяг експериментальних досліджень на цей час у більшості випадків виконується на базі методів математичного моделювання.

Розглянемо класифікацію моделей технічних рішень (рис.7.3) для деяких видів об'єктів.

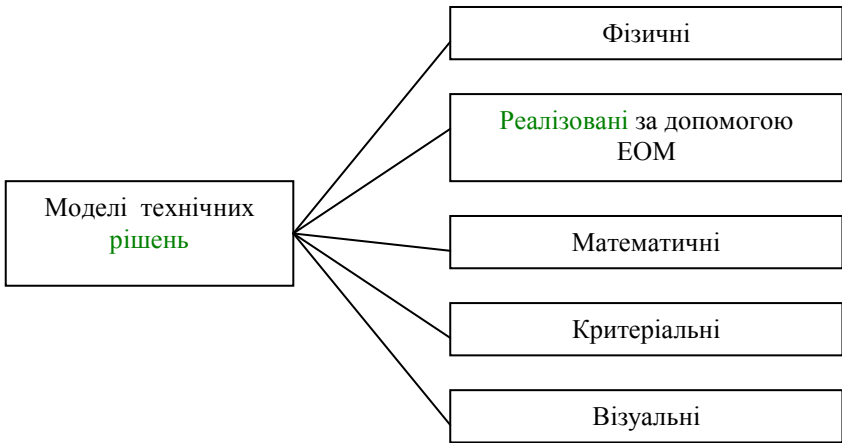


Рис.7.3. Класифікація моделей технічних рішень

Критеріальні моделі — один із найбільш смних і оптимальних видів.

Процеси подібні, якщо між ними існує відповідність, обумовлена критеріями схожості. Останні являють собою безрозмірні комплекси параметрів процесу й об'єкта. Основне положення теорії схожості говорить: якщо в двох і більше процесах критерії схожості дорівнюють один одному, то такі процеси подібні.

Для багатьох фізичних процесів критерії схожості вже давно знайдені. Серед них є настільки важливі, що у своїх назвах вони увічнюють імена першовідкривачів різних закономірностей. У гідравліці, наприклад, широко використовується критерій Рейнольдса, у теплотехніці — критерії Нуссельта і Прандтля, а в аеродинаміці знамените число M є не що інше, як критерії схожості, що носять ім'я Маха.

Критерії схожості фізичного явища можуть бути знайдені, якщо відоме його математичне описування або хоча б сукупність тих параметрів, що його характеризують.

Застосування кількісних оцінок процесів проникає у методологію досліджень різних галузей науки і техніки, при цьому їх розвиток обумовлюється ступенем розробленості математичного описування відповідних процесів.

При математичному моделюванні фізика досліджуваного процесу не зберігається, а його вивчення ведеться на моделях, що мають іншу фізичну природу. Воно ґрунтується на однаковій формі рівнянь, які описують різні за своєю природою явища.

Математичне моделювання поділяється на чотири групи:

1. Аналогове моделювання.
2. Структурні моделі.
3. Цифрове моделювання.
4. Функціональне моделювання.

Аналогове моделювання встановлює зв'язок між величинами, властивими фізично різним явищам. Так, про характер зміни розташування ротора генератора при його «електромеханічних» хитаннях можна судити по механічних коливаннях маятника, оскільки рівняння, що описують обидва процеси, формально аналогічні, при цьому самі рівняння розв'язувати немає потреби.

Структурні моделі відрізняються від аналогових тим, що розв'язують рівняння, які описують процес. Причому окремі математичні операції (інтегрування, диференціювання, множення і т.д.) виконуються різними блоками, де структура поєднань яких відображає структуру самих рівнянь.

Цифрове моделювання здійснюється так само, як і структурне, але елементи, що здійснюють математичні операції, не безупинної дії, а дискретної, як в автоматичних цифрових обчислювальних машин. Переваги цифрових моделей порівняно із аналоговими і структурними полягають у високій точності одержуваних результатів.

Якщо на математичних моделях прагнуть з'ясувати зв'язок між кількістю і якістю, розкрити його внутрішню суть, то функціональні моделі, різновид яких становлять кібернетичні моделі, підходять до моделювання як до задачі зображення функцій функцією.

При функціональному моделюванні не дотримуються в повному значенні схожості фізики явищ і схожості структури модельованого об'єкта, а відображаються, насамперед, основні функціональні залежності об'єкта від інших об'єктів і зовнішнього середовища із обов'язковим урахуванням зворотних зв'язків (так звана замкнута система).

Специфіка кібернетичних моделей полягає в тому, що в них об'єкти відображаються головним чином, виходячи з інформаційних процесів, пов'язаних із процесами управління. Для кібернетичного моделювання характерна, наприклад, модель «чорного ящика», коли внутрішній зміст досліджуваного об'єкта зовсім невідомий, а описування функціонування тих чи інших технічних рішень при зміні зовнішніх умов пов'язується із двома групами параметрів. До першого відносяться величини, що характеризують вхідні впливи на технічне рішення (вхідні параметри), а до другого— величини, що відображають реакцію технічного рішення на зовнішні впливи (вихідні параметри). Вихідні параметри розглядаються для модельованого технічного рішення як функція зміни вхідних параметрів, причому залежність вихідних параметрів від вхідних у загальному випадку виявляється чисто емпірично, статистичним шляхом, методом проб і помилок.

Важливе значення має імітаційне моделювання. Під таким моделюванням слід розуміти процес формування моделі реального об'єкта техніки і проведення на цій моделі експериментів з метою виявлення властивостей об'єкта техніки і визначення можливих шляхів його створення, удосконалювання й ефективного використання.

Ефективність імітаційного моделювання визначається низкою факторів:

- можливістю замінити експерименти в реальних умовах експериментами в штучному середовищі;
- можливістю наочно уявляти явно невідтворні чи неіснуючі раніше проблеми, коли традиційні методи аналізу непридатні;
- забезпеченням кращих умов для систематичного використання інтуїції і суджень експертів;

- можливістю змінювати час перебігу досліджуваних процесів у широких межах;
- забезпеченням стабільності умов експериментів;
- одержанням безлічі альтернатив поведінки об'єкта.

До числа основних недоліків імітаційного моделювання відносять такі:

- розробка імітаційного моделювання часто обходиться дорого й вимагає значних витрат часу великої групи висококваліфікованих фахівців;

- висока небезпека помилкової імітації, яка найчастіше зростає з ускладненням імітаційного моделювання. «Хибність» імітації пов'язана насамперед із неадекватністю деяких співвідношень, процедур і правил імітаційного моделювання реальності. Така імітація може бути дуже складною зовні, виглядати вкрай науковою, але результати використання її ні до чого не приведуть. Помилкова імітація виникає і тоді, коли за результат приймаються збої і помилки машини і т.п.;

- не всі алгоритми, що теоретично дають розв'язки, можуть бути «фізично» реалізовані на ЕОМ у силу надмірно високих витрат часу чи різкого падіння точності розв'язку при округленнях значень на множині обчислювальних операцій, чи переповнення пам'яті машини і т.п.;

- нерідко доводиться витратити значний час на переробку імітаційного моделювання, якщо виникає необхідність внести в нього зміни чи доповнення.

До уявних математичних моделей можна віднести також алгоритми і програми, складені для ЕОМ і в тих чи інших умовних позначках, що відображають певні процеси. Прикладом математичного уявного моделювання можуть служити також економічні моделі, які відіграють усе більшу роль в економіці й оцінці рентабельності розроблювальних технічних рішень.

Проектування оптимальної транспортно-технологічної системи вимагає розробки загальної математичної моделі, методологічною основою розв'язування якої служить імітаційне моделювання процесу переміщення.

Найбільш часто задача оптимального проектування транспортних систем формулюється так: для прийнятої схеми переміщення вантажів при заданих вантажопотоках і відстанях транспортування встановити оптимальне сполучення транспортних засобів. Під задачею оптимізації транспортного процесу слід розуміти синтез такої

$Y(t)$. Виходячи з цього, закон функціонування системи може бути поданий у вигляді багатомірного оператора $Y(t) = F[X(t)]$, що визначає траєкторію виходів $Y(t)$ за відомою траєкторією входів $X(t)$.

Багатомірний оператор $F[X(t), Y(t)]$ відображає структуру системи й алгоритми її функціонування. Він являє собою математичну модель проєктованої системи транспорту. Залежності, які складають багатомірний оператор, найбільш коректно встановлюються за допомогою імітаційного моделювання на ЕОМ, що дозволяють вибрати найкращий (за критерієм оптимізації) технологічний процес із множини варіантів.

Як показує аналіз проектних рішень, визначальним параметром у галузі припустимих рішень при синтезі транспортної системи як обслуговуючої підсистеми в системі енергоємного виробництва є пропускна здатність, що задається у вигляді обмеження технічним завданням і може бути виділена окремо:

$$Y = W \geq A_n,$$

де $Y = W$ — пропускна здатність транспорту;

A_n — планова виробнича програма енергоємного підприємства.

Відзначимо, що ймовірну оцінку визначального обмеження можна подавати у вигляді

$$P(W \geq A_n) = R,$$

де R — надійність проектного рішення, що вибирається на основі загального аналізу статистичних даних і не має формалізованої процедури визначення. Як правило, при проєктуванні транспортних процесів приймають $R = 0,90..0,95$.

Функцію, яка визначає доцільність кожного припустимого варіанта системи, називають цільовою. Позначимо цільову функцію $C(X, Y)$ чи функцію з урахуванням оператора $Y(t)$,

$$C(Y) = C(Y_1, Y_2, \dots, Y_m).$$

Будь-яка задача із оптимізації допускає цільову функцію — кількісний показник якості заданих альтернатив вибору [23].

Виходячи з того, що векторна задача оптимізації критеріальної функції в математичній постановці не визначена, необхідно перейти до субоптимізації, тобто до однокритеріальної оптимізації за обраним критерієм із урахуванням обмежень на всі інші параметри.

Рішення (вектор $X_{\text{од}}$), що відповідає екстремальному значенню цільової функції, називається оптимальним і може бути подане у вигляді

$$\min(\max) U(Y_{Y_1 \geq A_n}) . \quad (7.2)$$

Підставивши (7.1) у цільову функцію (7.2), задачу оптимального проектування з урахуванням безлічі обмежень у математичній формі можна подати у вигляді:

$$\min(\max) U(X_{\text{онм}}) . \quad (7.3)$$

Метою процедури оптимального проектування є введення суворих, кількісно визначених еквівалентів зазначеним поняттям, розв'язування задачі технічного проектування і, зрештою, встановлення оптимальних параметрів системи математичними методами. Задача оптимального проектування транспортної системи, що наведена у (7.2) і (7.3), в рамках системи обмежень на вході і виході системи, цілком відповідає принципам системного підходу.

Процес розв'язування задачі оптимального проектування доцільно розділити на три етапи [35].

1. Складання технічного завдання у математичній формі дозволяє сконструювати вектор виходів системи $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_m)$, установити цільову функцію і визначити систему обмежень на параметри.

2. Складання математичного завдання оптимального проектування дозволяє сконструювати вектор входів системи $X = (\{X_1\}, \{X_2\}, \{X_3\})$. Найбільш складною і відповідальною частиною цього етапу є побудова моделі $F(X, Y)$, яка обумовлює коректність і показність одержуваних результатів.

3. Математичне програмування задачі оптимального проектування методами моделювання процесу транспортування.

Термін модель походить від латинського слова *modulus*— зразок. Поняття моделі у сучасній мові багатозначне. Моделлю деякої системи або об'єкта, явища називається штучна система або об'єкт, що в певних умовах може замінити систему шляхом відтворення властивостей і характеристик оригіналу, які цікавлять досліджувача, коли цей замінник дає істотні переваги зручності дослідження (доступність випробувань, легкість оперування, наочність тощо). Тобто, модель є допоміжним засобом, що в певній ситуації замінює систему при дослідженні її властивостей.

Моделювання є невід'ємною частиною будь-якої цілеспрямованої діяльності, тому що мету можна розуміти як модель деякого бажаного стану системи, якого потрібно досягти. Алгоритм, тобто певна послідовність дій, також є моделлю, яка відтворює певну діяльність.

Із визначення випливає, що модель — це надзвичайно широке поняття. Моделі можуть бути не тільки матеріальними, а й ідеальними і абстрактними. Наприклад, усі наші знання відображують деякими моделями. Моделі— це спеціальні системи, так що світ моделей— це системний світ. Особливого значення в наш час набуває математичне та машинно-інформаційне моделювання.

Із того, що модель є цільовим відображенням деякої системи або об'єкта, випливає, що можливі різні моделі того ж самого об'єкта, тому що для різних цілей потрібні різні моделі. Цей принцип багатомодельності відображення об'єкта (явища) є одним із головних для сучасного системного аналізу.

Пізнавальні моделі є формою організації і відображення знань, а також засобом поєднання нових знань із існуючими знаннями.

Прагматичні моделі є засобом управління, організації практичних дій або їх результатів.

Особливе місце серед абстрактних моделей займають мовні моделі. Неоднозначність, нечіткість природних умов можуть заважати в деяких ситуаціях практичної діяльності. Тоді створюються більш точні професійні мови, ціла складна ієрархія мов у сучасній науці, що завершується формалізованою мовою сучасної математики і спеціальними машинними мовами для ЕОМ.

Для реалізації модельних функцій потрібно, щоб модель була узгодженою із своїм культурним середовищем і входила в це середовище як його складова частина, а не сторонній елемент.

До найбільш актуальних завдань створення транспортних систем варто віднести розробку однакового підходу для вирішення всіх основних завдань. Алгоритмізація розрахунку оптимальних параметрів транспортної системи базується на аналізі і синтезі структури, функцій і характеристик процесу транспортування, здійснюваного безліччю взаємозалежних транспортних ланок, які виступають як єдине ціле.

Одним із основних моментів при побудові і реалізації моделі складної транспортної системи, яка визначає показність результатів синтезу транспорту на базі системного підходу, є прямі і зворотні зв'язки, що визначають умови функціонування установок, ланок і

системи транспорту й інформації в цілому. Це положення являє собою взаємозалежність функціонування установок у транспортних лініях.

Поширеним методичним прийомом, що забезпечує переважно урахування зворотних зв'язків при синтезі складних транспортних систем, є послідовність моделювання з «виходу» системи в напрямку до «входу». Принциповим недоліком подібної методології є відсутність параметрів фактичних навантажень при описуванні роботи на «виході» системи, у зв'язку із чим з'являється необхідність приймати умовну розрахункову модель, яка надалі уточнюється при багаторазовому її «програванні». Це підкреслює, що реалізація системного підходу практично може бути здійснена лише при використанні ЕОМ, роль яких при оптимізації складних систем транспорту важко переоцінити.

7.2. Структурний аналіз і структуроутворення транспортуючих пристроїв

Структурний аналіз пристроїв переміщення вантажів полягає в послідовному виділенні в об'єкті його структурних елементів і наступному аналізі їх зв'язків, виконання кожного виділеного елемента окремо і пристрою в цілому. Аналіз структури транспортуючих пристроїв і взаємозв'язків елементів може виконуватися з використанням моделей у вигляді структурних графів, схем, матриць і формул.

Для систематизації інформації із структури і аналізу прогресивності технічних рішень, використовуваних у порівнюваних транспортуючих пристроях, можуть бути використані такі графи (рис.7.4) декомпозиції технічних рішень [1]. Для кожного пристрою, його вузлів, деталей вказуються всі варіанти виконання. Для кожного варіанта виконання вузла наводиться перелік патентів (у даному випадку як умовний приклад наведені номери патентів Німеччини). Перелік патентів розташовується за шкалою патентів, тобто приймається допущення, що номер патенту пропорційний його новизні. Аналіз систематизованої таким чином інформації дозволяє виявити категорії технічних рішень із різними виконаннями окремих елементів.

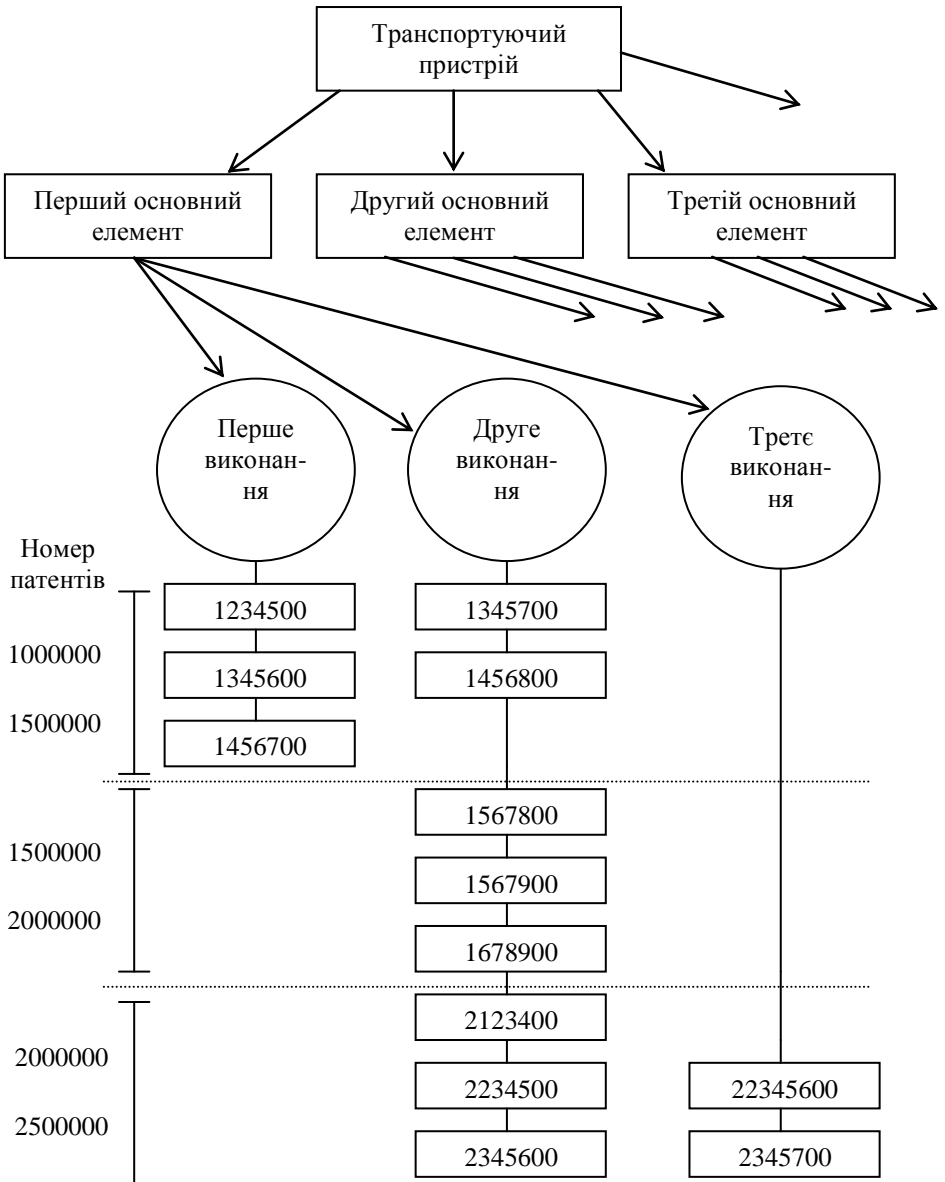


Рис.7.4. Приклад графа для аналізу прогресивності елементів транспортуючих пристроїв

При цьому можна зробити такі висновки:

- патентування транспортуючого пристрою з конкретним виконанням елемента припинилося, у загальному випадку елемент чи пристрій є морально застарілими;

- патентування транспортуючого пристрою з виконанням елемента почалося давно і продовжується на цей час, у загальному випадку такий елемент чи пристрій не є перспективними, але є працюючими;

- на цей час почалося патентування транспортуючого пристрою з таким виконанням елемента, у загальному випадку такий пристрій є прогресивним.

Поруч із патентами зарубіжними можна навести за відповідною шкалою часу номери авторських посвідчень і патентів України. Співвіднесення зарубіжних і українських даних дозволить виявити відмінність тенденцій в Україні у розробці і застосуванні транспортуючих пристроїв.

При вирішенні практичних завдань переміщення вантажів із використанням складної техніки доцільна побудова матриці за табл.7.2 із наведенням конкретних даних щодо кожного взаємозв'язку елементів і навколишнього середовища.

Таблиця 7.2

Класифікація взаємозв'язків елементів транспортуючих пристроїв і пристрою із навколишнім середовищем

Вид взаємозв'язку	Оцінка		
	просторова	часова	функціональна
Пристрій у сукупності елементів	Взаємозв'язок елементів пристрою в просторі	Оптимальний тимчасовий розподіл функцій елементів	Залежність функціонування елементів пристрою один від одного
Вплив навколишнього середовища на пристрої	Взаємозв'язок пристрою з іншими об'єктами і явищами	Оптимальне виконання функцій пристрою в часі залежно від середовища	Залежність виконання функцій пристрою від роботи інших об'єктів
Вплив пристрою на навколишнє середовище	Наслідки взаємних змін пристрою		Зміна роботи інших об'єктів при роботі пристрою

Структурні матриці і графи дозволяють сконцентрувати сукупність інформації із заданої тематики, виділити для аналізу найбільш істотну структуру транспортуючого пристрою, ранжирувати систематизовану інформацію з точки зору вибору ефективного технічного вирішення, використовувати систематизовану інформацію у вигляді, зручному для використання фахівцями різних напрямків, підготувати сукупність інформації з тематики до введення в ЕОМ.

Вище було показано, що будь-який пристрій, зокрема транспортуючий, складається з окремих елементів. Комбінуючи їх сполучення, можна одержати різні пристрої, що будуть відрізнятися параметрами і навіть функціями.

Системний аналіз транспортуючих пристроїв можна здійснювати за допомогою алгоритмічних структурних схем. Під алгоритмічною структурною схемою розуміється зображення сукупності ланок, елементів із вказівкою зв'язків між ними (рис.7.5).

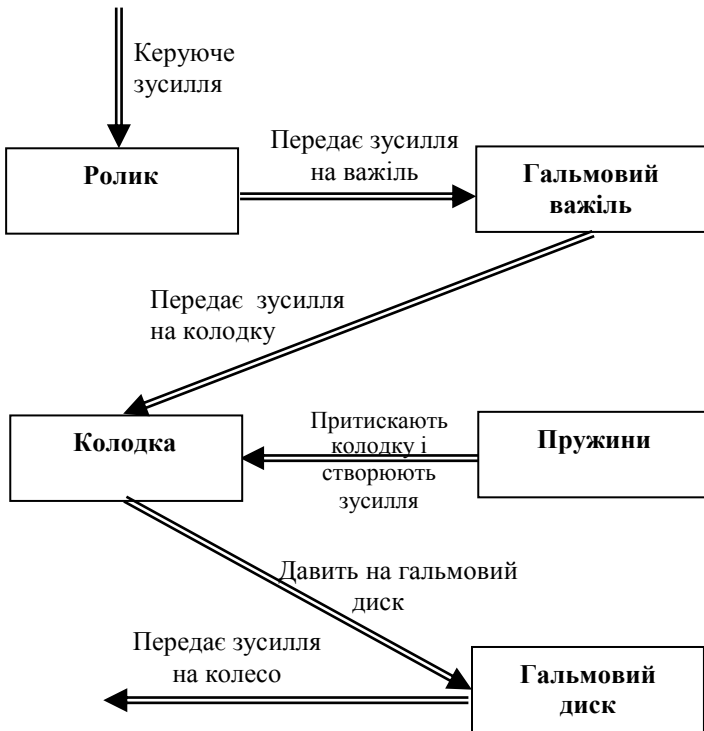


Рис.7.5. Фрагмент структурної розімкнутої схеми гальма транспортної машини

Елементи можуть з'єднуватися послідовно, паралельно й зустрічно-паралельно із зворотними зв'язками, утворювати розімкнуті і замкнуті, одноконтурні чи багатоконтурні ланцюги. Кожен окремо взятий елемент має вхід і вихід відповідно до стрілок на рис.7.5, що позначають напрям впливу чи передачі інформації з одного елемента на інші.

Якщо зв'язок здійснює передачу виходу одного елемента на вхід наступного елемента пристрою, він називається прямим зв'язком. Якщо зв'язок здійснюється між виходом будь-якого елемента і входом того, що передує йому у тому ж пристрої, він (зв'язок) виконує операції для коректування елементів і називається зворотним зв'язком. Розрізняють позитивні і негативні зворотні зв'язки. Позитивний зворотний зв'язок повертає на вхід елемента частину виходу елемента. Він збільшує значення входу, а негативний – зменшує. В останньому випадку виникає можливість зіставити отриманий результат із заданим значенням і в разі потреби відкоригувати поведінку елемента і пристрою в цілому.

Наявність негативних зворотних зв'язків і програмних елементів у структурних схемах транспортно-технологічних пристроїв дозволяє здійснювати автоматичні режими роботи: програмувальний, стабілізаційний і слідкуючий.

У загальному випадку елемент структури може мати кілька входів і виходів. Вхідна і вихідна величини можуть мати будь-яку фізичну природу (зусилля, переміщення, температуру, струм, напругу і т.д.). У процесі роботи вхідні й вихідні величини елементів змінюються в часі. Динаміка перетворення вхідної величини у вихідну в елементі описується рівнянням чи експериментальною характеристикою. Сукупність рівнянь і характеристик описують процес пристрою в цілому. Відношення між вхідною й вихідною величиною в статичному режимі називають передавальним коефіцієнтом елемента.

Найбільш розповсюдженим методом описування й аналізу роботи пристроїв є метод операційного обчислювання. В основі методу лежить перетворення Лапласа, що встановлює відповідність між функціями перемінної часу t і функціями комплексної перемінної p . Функцію часу $x(t)$, що входить в інтеграл Лапласа, називають оригіналом, а результат інтегрування – функцію $X(p)$ – зображенням функції $x(t)$ за Лапласом

$$X(p) = \int_0^{\infty} x(t)e^{-pt} dt .$$

Для зручності аналізу динамічної роботи елементів і пристроїв вводять поняття передавальної функції. Передавальною функцією елемента, пристрою чи системи в цілому називають відношення зображення вихідної величини до зображення вхідної величини при нульових початкових умовах.

При послідовному з'єднанні елементів (рис.7.6) вихідна величина кожного попереднього елемента є вхідною дією для наступного елемента. Якщо елементи лінійні і у статиці характеризуються передавальними коефіцієнтами $k_1, k_2 \dots k_i \dots k_n$, можна записати систему рівнянь

$$\left. \begin{array}{l} x_2 = k_1 x_1 \\ x_3 = k_2 x_2 \\ x_{i+1} = k_i x_i \\ \dots \\ y = k_n x_n \end{array} \right\} .$$

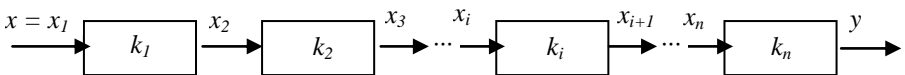


Рис. 7.6. Послідовне з'єднання елементів

Крім проміжних входів-виходів одержимо рівняння

$$x_{n+1} = k_1 k_2 \dots k_i \dots k_n x_1 = \prod_{i=1}^n k_i x_1 .$$

Таким чином, загальний передавальний коефіцієнт послідовно з'єднаних елементів дорівнює добутку передавальних коефіцієнтів цих елементів.

При паралельному з'єднанні на вхід усіх елементів надходить одна і та ж дія, їх вихідні величини підсумовують (рис.7.7).

Згідно з цим

$$x = x_1 = x_2 = \dots = x_1 = \dots = x_n ;$$

$$y = y_1 + y_2 + \dots + y_1 + \dots + y_n .$$

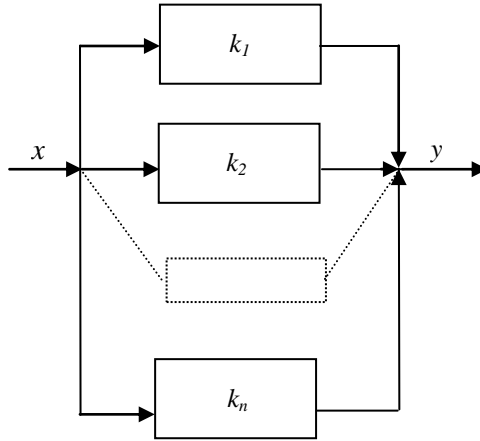


Рис. 7.7. Паралельне з'єднання елементів

Підставляючи рівняння статички окремих елементів $y_i = k_i x_i$, одержимо

$$y = (k_1 + k_2 + \dots + k_i + \dots + k_n)x = \sum_{i=1}^n k_i x .$$

Еквівалентний передавальний коефіцієнт паралельно з'єднаних елементів дорівнює сумі передавальних коефіцієнтів елементів.

Зустрічно-паралельним з'єднанням двох елементів (з'єднання із зворотним зв'язком) називають таке з'єднання, при якому вихід першого елемента надходить на вхід другого, а вхід другого елемента підсумовується з відповідним знаком із загальним входом. Другий елемент, у якого напрямок передачі сигналу протилежний напрямку передачі загального сигналу, називають елементом зворотного зв'язку, а перший елемент – елементом прямого ланцюга. У статичці елементи прямого і зворотного зв'язку характеризуються передавальними коефіцієнтами k_n і k_{oc} (рис.7.8).

Тоді відповідно до визначення можна записати

$$y = k_n x_n; \quad y_{oc} = k_{oc} y; \quad x_n = x \pm y_{oc} .$$

Знаки “+” або “-” приймаються при позитивному чи негативному зворотному зв'язку.

Рівняння статички всього з'єднання елементів із зворотним зв'язком

$$y = \frac{x \cdot k_n}{1 \pm k_n k_{oc}},$$

де знак “+” відповідає негативному, а знак “-” позитивному зворотному зв'язку.

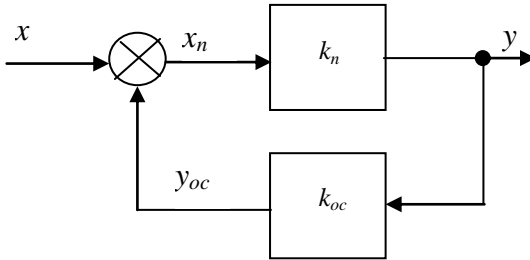


Рис.7.8. Зустрічно-паралельне з'єднання елементів із зворотним зв'язком

Вирази для еквівалентних передавальних функцій типових з'єднань структурних елементів і транспортно-технологічних пристроїв і систем у цілому можна одержати так само, як і вирази для передавальних коефіцієнтів алгоритмічних структурних схем. Оперуючи передавальними функціями елементів і пристроїв, можна провести аналіз динаміки і синтез пристроїв, що відповідають заданим умовам .

Системний аналіз з використанням алгоритмічних структурних схем пристроїв, передавальних коефіцієнтів і функцій елементів у цілому дозволяє застосувати прийоми і методи кібернетичного підходу [3,22] у дослідженні й розрахунках статичних і динамічних режимів транспортно-технологічних пристроїв, моделювання їх роботи і зіставлення характеристик при виборі за допомогою ЕОМ.

При проведенні структурного аналізу ефективно застосування також символів структурних елементів машин і пристроїв – буквених позначень елементів і умовних позначок відповідних зв'язків, що вказують способи сполучень структурних елементів. Користаючись позначеннями структурних елементів, можна записати структурну формулу будь-якої транспортуючої машини чи пристрою [58].

Технологічний процес у загальному випадку включає кілька функціональних процесів: виявлення вантажу (B) і навантаження в

машину (H), переміщення вантажів (T), розвантаження (P), складування (C) і облік (O) вантажу і управління (M).

Між машинами і пристроями, що виконують вказані функціональні процеси, існують зв'язки: технологічний ($-$) кінематичний ($+$) і конструктивний (\bullet).

Під технологічним зв'язком розуміють логічну, технологічну обумовленість виконання функціональних процесів відособленими машинами із узгодженими режимними і силовими параметрами.

Кінематичний зв'язок більш сильний, ніж технологічний, тому що він передбачає узгодженість режимних і силових параметрів функціональних машин, які, однак, зберігають здатність функціонування відособлено один від одного.

Конструктивний зв'язок найбільш сильний, тому що під ним розуміють не тільки погодженість, але і суміщеність функціональних машин, що втратили здатність функціонування як індивідуальні машини.

Комбінування зв'язків між структурними елементами B , (O , T , P , C , O , M) і виродження чи виключення деяких із них покладено в основу структуроутворення засобів технологічного процесу транспортування ($ТП$). Таким способом у матеріалах [58] одержані 24 формально можливі структурні формули технологічних процесів транспортування.

Розвиваючи ці положення в загальному випадку формула може бути подана у такому вигляді:

$$ТП = B \mp H \mp T \mp P \mp C \bullet \mp O \bullet \mp M.$$

Так, опустивши процеси виявлення, складування, обліку і керування при канатному відкочуванні по похилих підземних виробках або при локомотивному відкочуванні вагонеток із глухим кузовом, маємо

$$ТП = H - T - P.$$

Якщо ж відкочування по горизонтальному шляху здійснюється локомотивом із секційним поїздом, який під завантаженням переміщається штовхачем, а під розвантаженням протягається локомотивом, то

$$ТП = H - T + P.$$

Цією ж формулою описується процес транспортування по похилому шляху в скіпах.

Найбільш сильний конструктивний зв'язок між структурними елементами описує формула

$$TP = H \bullet T \bullet P.$$

Вона відноситься до транспортного агрегату, прикладом якого може служити шахтна вантажно-транспортна машина.

У принципі вироджуватися можуть будь-які один чи два структурні елементи, навіть елемент транспортування, наприклад,

$$TP = C \bullet P.$$

Ця формула описує процес, здійснюваний металюною машиною чи перевантажувальним пунктом з одного конвеєра на інший [58].

Будь-яка транспортна машина включає п'ять основних функціональних структурних елементів:

- управління (M);
- привод, що створює рушійне зусилля (D);
- вантажонесучий орган G , на якому (або в якому) одночасно переміщається вантаж;
- тяговий орган T , який здійснює конструктивний зв'язок між H і G ;
- направляючий орган P для G і T , по якому транспортується вантаж.

Між структурними елементами транспортної машини існує два види зв'язку:

- кінематичний (+) – у вигляді зчленування структурних елементів;
- конструктивний (\bullet) – у вигляді суміщення структурних елементів.

Прикладом машини з кінематичним зв'язком може служити пластинчастий конвеєр, у якого кожний з елементів M , D , G , T , H виконує тільки свої функції.

Прикладом машини з конструктивним зв'язком є стрічковий конвеєр, у якого стрічка виконує дві функції: G і T .

Шляхом варіювання зв'язків між структурними елементами, їх «суміщень» і «вироджень» можна одержати структурні формули всіх можливих транспортних машин (табл.7.3), де символи D і M відсутні, тому що привод і управління передбачаються в будь-якій машині.

Є багато машин, у яких частина структурних елементів відсутня. Так наприклад, локомотивний поїзд і самохідний вагон не мають T , а вібраційний конвеєр – G і T . При виродженні D

(гравітаційний спуск) транспортуючий пристрій втрачає властивість машини.

Суміщення D і G приводить до утворення транспортних машин із «рухомими двигунами», куди може бути віднесений локомотивний поїзд, самохідний вагон і вантажно-транспортна машина.

Суміщення D і T характерне для відкочування «нерухомими двигунами» (канатний транспорт). Суміщення D і P приводить до машин із ходовими направляючими (самохідний вагон, вантажно-транспортна машина).

Зчленування D із T приводить до утворення машин безупинної дії, які стали найбільш поширеними, до монорейкових доріг із канатною тягою і т.д.

Зчленування D із P характерне для інерційних і гвинтових конвеєрів. При зчленуванні H із G утворюються такі конвеєри без T . Це конвеєри з розчленуванням G (конвеєрні поїзди), із приводними роликками й ін. [65].

Таблиця 7.3

Структурування транспортуючих машин і пристроїв

Показники	Зчленування елементів із виродженням елементів						Базова формула	Суміщення елементів із						
	двох			одного				зчленуванням			виродженням			
Структурні формули	G	T	P	$G+T$	$G+P$	$T+P$	$G+T+P$	$G \bullet T+P$	$G \bullet P+T$	$G+P \bullet T$	$G \bullet T$	$G \bullet P$	$T \bullet P$	$G \bullet T \bullet P$
Номер формул	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Групи формул	I			II				III			IV			
Особливості структури машин	із відособленими елементами			із кінематичними елементами				із конструктивними й кінематичними зв'язками			із конструктивним зв'язком			

Структурні формули роблять більш зручним аналіз технологічних процесів транспортування і конструкцій транспортуючих машин і пристроїв.

7.3. Вибір оптимальної технологічної схеми і видів транспорту розгалуженої транспортної системи енергоємного виробництва сітьовими методами

Шляхи оптимізації параметрів транспортного устаткування і технологічної схеми переміщення різних вантажів енергоємних виробництв розглянемо на прикладі складних умов гірничих підприємств, що здійснюють видобуток корисних копалин підземним способом.

Добуті корисні копалини, породи, матеріали, устаткування і люди транспортуються по підземних виробках шахт різними засобами.

Транспортна система кожної шахти характеризується розташуванням транспортних виробок із різними видами транспорту і прийнятною технологією роботи.

Конфігурація мережі підземних транспортних виробок, що з'єднують очисні і підготовчі вибої із стволом і поверхнею, залежить від кількості, довжини і взаємного розташування горизонтальних і похилих виробок, а також від кількості і розташування навантажувальних і обмінних пунктів.

Схема транспортних виробок шахти визначається конкретними гірничо-геологічними і гірничотехнічними умовами родовища залежно від таких факторів: кількості одночасно розроблюваних пластів, їх кута падіння, потужності і газовідділення, розмірів шахтного поля, схеми розкриття і підготовки, системи розробки і порядку відпрацьовування пластів, кількості, розташування і продуктивності очисних і підготовчих вибоїв.

У зв'язку із різноманітністю гірничо-геологічних і технічних умов вугільних родовищ схеми транспортних виробок різні. Схема виробок кожної діючої шахти має свої індивідуальні особливості. Схеми транспортних виробок шахт, що розробляють родовища із схожими природними умовами, часто мають і загальні ознаки, які характеризують в основних рисах тип схеми. До таких ознак у першу чергу відносять: ступінчастість, яка пов'язана з наявністю міжгоризонтних похилих виробок, розкиданість чи компактність схеми через різну концентрацію гірничих робіт, а також однолінійність чи розгалуженість розташування горизонтальних виробок на основних горизонтах.

Технологічна схема підземного транспорту обумовлюється засобами транспорту, які застосовуються на окремих послідовних ланках і їх стиках. При цьому вибір виду транспорту для кожної ланки залежить не тільки від гірничо-технічних умов (пилового і газового режимів, кута нахилу виробок, розмірів

вантажопотоку, довжин транспортування), а і від економічності застосування транспортних засобів у даних умовах. Навіть при однакових схемах розташування виробок технологічні схеми транспортування можуть бути різними. На одних і тих же горизонтальних виробках може бути застосований конвеєрний і локомотивний транспорт, причому в першому випадку транспорт може здійснюватися стрічковими, ланцюговими й іншими типами конвеєрів, а в іншому – електровозами чи дизелевозами із вагонетками. При однаковому виді локомотивного транспорту може бути застосована різна технологія й організація його роботи. На одних і тих же похилих виробках можуть застосовуватися конвеєри різних конструкцій або канатне відкочування того чи іншого виду. Нарешті, вугілля по всіх виробках шахти чи по частині їх можна транспортувати гідравлічним способом, що дозволяє доставляти корисну копалину не тільки на поверхню шахти, а і без перевантаження безпосередньо до збагачувальної фабрики чи електростанції.

В міру розвитку техніки будуть створюватися нові види транспорту, які ще більше розширять можливості вибору технологічної схеми підземного транспорту.

При різноманітних засобах рейкового чи конвеєрного транспорту в одних і тих же умовах можуть бути застосовані різні види транспорту, близькі за продуктивністю, але нерівноцінні в економічному відношенні. Велике значення для кожної шахти має встановлення оптимальної технологічної схеми підземного транспорту, що полягає у виборі таких технічних засобів для кожної ділянки транспортного ланцюга, які у поєднанні забезпечували б найкращі техніко-економічні показники роботи всього внутрішньошахтного транспорту.

Рекомендації про галузі найбільш ефективного застосування різних взаємозамінних видів транспорту, що наводяться в літературі, ґрунтуються на зіставленні техніко-економічних показників порівнюваних транспортних засобів при роботі тільки в межах однієї ділянки чи крила, без урахування зв'язку з усією транспортною системою шахти. Такі рекомендації в найпоширеніших випадках, при великій кількості транспортних ланок і особливо при ступеневому відкочуванні, не дають можливості вигідного встановлення параметрів транспорту по шахті в цілому. Часто якийсь вид транспорту, найвигідніший на одній ділянці, на іншій аналогічній, ділянці тієї ж шахти, але при поєднанні з іншими видами транспорту може виявитися менш економічним і навпаки. Тому для встановлення оптимальної технологічної схеми підземного транспорту із урахуванням особливостей всієї шахти не можна обмежуватися вибором найвигіднішого виду транспорту для кожної ділянки окремо,

а треба розглядати транспортні засоби в їх взаємозв'язку і стосовно до конкретних умов.

Комплексний розгляд усього транспортного ланцюга шахти, що складається з ряду ланок, вимагає перебору і зіставлення численних технічно припустимих варіантів, число яких залежить від кількості транспортних ділянок на шахті і порівнюваних видів транспорту, і різко зростає з їх збільшенням.

Для розв'язання такого роду складних задач комбінаторного характеру ефективно можуть бути використані сітьові методи теорії графів, які дозволяють вибрати з великого числа порівнюваних варіантів економічно найбільш вигідну технологічну схему підземного транспорту [19].

У загальних рисах вибір оптимальної транспортної системи сітьовими методами теорії графів складається із двох основних етапів:

- побудови моделей графів, які відображають розглянуті конкретні транспортні схеми транспорту;
- виявлення оптимального рішення, тобто відшукування в побудованих графах так званого найкоротшого шляху.

При цьому застосовуються такі дані:

- схему транспортних виробок шахти, стосовно до якої вирішується завдання;
- види транспорту по горизонтальних і похилих виробках, прийнятні для зіставлення;
- економічні показники, що характеризують усі порівнювані види транспорту в розглянутих конкретних умовах.

Граф можна собі уявити як плоске креслення, що складається із кінцевого числа точок, названих вершинами, і кількох прямих чи кривих відрізків (дуг), що з'єднують вершини.

На рис.7.9,*a* наведений як приклад граф, у якому є сім вершин, позначених літерами *a, б, в, г, д, е, ж* і дуг – *ад, бд, бе, ве, ге, дж* і *еж*.

Домовимося, що всі дуги, розглянуті далі, мають орієнтацію. У тих випадках, коли дуги спрямовані зліва направо чи знизу наверх, вони не позначаються стрільцями, а в інших випадках їх напрямок показується стрілкою.

Будемо називати дугу, спрямовану із вершини *x* у вершину *y*, дугою, що виходить із вершини *x* і заходить у вершину *y*. При цьому першу граничну точку цієї дуги *x* назовемо її початком, а другу – *y* – її кінцем.

Шляхом у графі називається така послідовність дуг, коли кінець кожної попередньої дуги збігається з початком наступної.

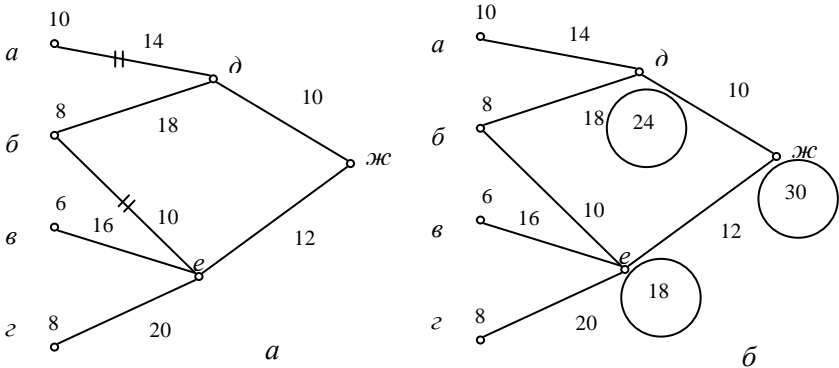


Рис.7.9. Оцінка вершин графів

На рис.7.9,*a* з вершини a виходить одна дуга ad , з вершини $б$ виходять дві дуги – $бд$ і $бе$ і з інших вершин (крім $ж$) – по одній дузі. У вершину $е$ заходять три дуги ($бе$, $ве$, $ге$), а у вершини $д$ і $ж$ по дві дуги (у першу ad і $бд$, а в другу $дж$ і $еж$).

Тому що в графі, наведеному на рис.7.9,*a*, усі дуги спрямовані зліва направо, то в ньому можна нарахувати 5 шляхів: ad , $дж$; $бд$, $дж$; $бе$, $еж$; $ве$, $еж$ і $ге$, $еж$.

Біля кожної дуги графа написано число, що називається довжиною. Числа також написані й у лівих вершинах графа. Термін «довжина» – умовний і може позначати як власне довжину шляху, так і інші поняття, як, наприклад, вартість транспортування, число людино-днів і т.д.

Цей граф, як і всі наступні, будується не в масштабі, тобто розміри кожної дуги не залежать від числа, що позначає її «довжину».

Кожну вершину, в яку заходять дуги, можна оцінити за мінімумом. Цю просту, але важливу операцію, з якою доведеться мати справу надалі, розглянемо на таких прикладах.

У вершину $д$ (рис.7.9,*a*) заходять дві дуги: ad і $бд$. Для оцінки цієї вершини за мінімумом складемо спочатку «довжину» дуги ad з числом, написаним біля вершини a , тобто $14 + 10$, а потім складемо «довжину» дуги $бд$ із числом, написаним біля вершини $б$, тобто $18 + 8$, і з двох отриманих сум (24 і 26) виберемо найменшу. Цю найменшу суму 24 запишемо біля вершини $д$ (рис.1,*б*) і відзначимо дугу ad , що дала нам це найменше число (наприклад, перекреслимо її двома рисками).

У вершину $е$ заходять три дуги: $бе$, $ве$, і $ге$. Для оцінки цієї вершини за мінімумом зробимо ті ж нескладні операції, як і в попередньому випадку, тобто для кожної з трьох дуг складемо її

«довжину» і число, написане в початку дуги. Із одержаних трьох сум ($10 + 8 = 18$; $16 + 6 = 22$ і $20 + 8 = 28$) виберемо найменшу – 18, запишемо її біля вершини e і відзначимо двома рисками дугу be , що привела до найменшої суми (рис.7.9,б).

В останню вершину $ж$ заходять дві дуги: $дж$ і $еж$. Щоб оцінити цю вершину за мінімумом, складемо спочатку «довжину» дуги $дж$ із числом, що ми записали біля вершини d , а потім складемо «довжину» дуги $еж$ із числом, що ми записали біля вершини e . З отриманих двох сум ($10 + 24 = 34$ і $12 + 18 = 30$) виберемо найменшу, напишемо її біля вершини $ж$ і відзначимо дугу $еж$ (рис.7.9,б).

На цьому і закінчується оцінка за мінімумом всіх вершин розглянутого графа. Для наочності на рис.7.9,б усі результати оцінок вершин за мінімумом обведені кільцями.

Перейдемо тепер до розгляду дещо більш складного графа, наведеного на рис.7.10,а. У цьому графі є 11 вершин ($a, б, в, \dots, л$) і 24 дуги ($аб, ав, \dots, кл$). Над кожною дугою вказана її «довжина», а перша (початкова) вершина a позначена нулем.

У цьому і у всіх інших аналогічних графах дуги можуть поєднуватися одна з іншою тільки у відповідних вершинах і ніде більше. Тому перехрещування дуг, що виходять на кресленні, у просторі між вершинами не повинні розглядатися як їх з'єднання.

Тому що дуги графа, наведеного на рис.7.10,а, не мають стрілок, то за прийнятою умовою вони всі спрямовані зліва направо. При цьому в нашому графі є 27 шляхів, по яких можна потрапити з крайньої лівої вершини a в крайню праву (кінцеву) вершину $л$. Цими шляхами є $аб, бд, дз, зл; аб, бе, ез, зл; аб, бж, жз, зл$ і т.д. Який же шлях, що веде з вершини a до вершини $л$, буде найкоротшим?

Для графів, що мають дуги, не спрямовані у протилежні сторони, загальний порядок знаходження найкоротшого шляху, придатного не тільки для такої мережі, яка показана на рис.7.10,а, а для будь-яких інших більш складних мереж, полягає ось у чому.

1. Пересуваючись за напрямком дуг (тобто в нашому прикладі зліва направо), оцінюємо за мінімумом кожен вершину, у яку заходять одна чи кілька дуг, відзначаючи ту дугу, що привела до найменшої оцінки.

2. Якщо граф закінчується однією вершиною (як у нашому прикладі), то після її оцінки за мінімумом рухаємося по відзначеній дузі, що заходить у неї, у зворотному напрямку (тобто в нашому прикладі справа наліво) до наступної вершини, з якої виходить вказана дуга; потім від цієї вершини по вказаній дузі, що заходить у неї, рухаємося до наступної вершини і так доти, поки не повернемося до початку графа. Отриманий шлях і буде найкоротшим.

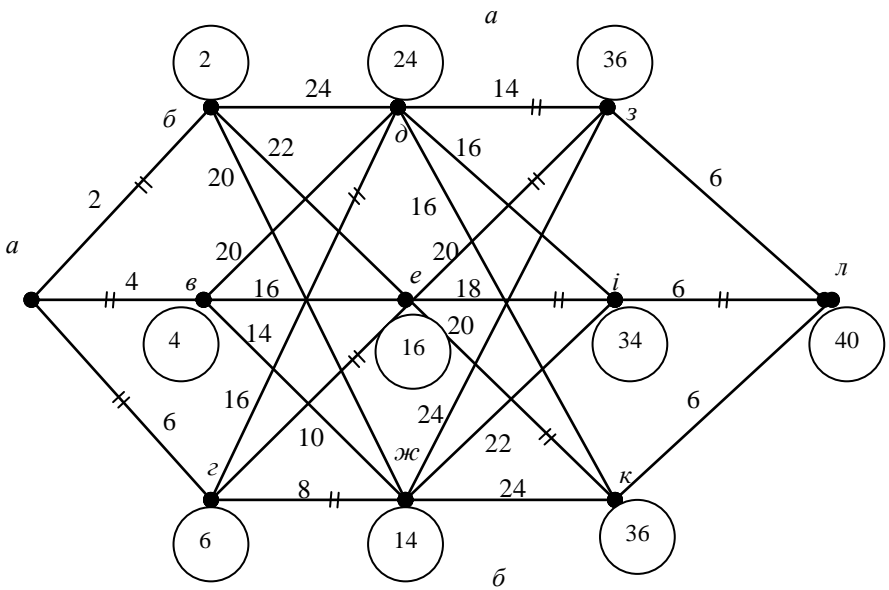
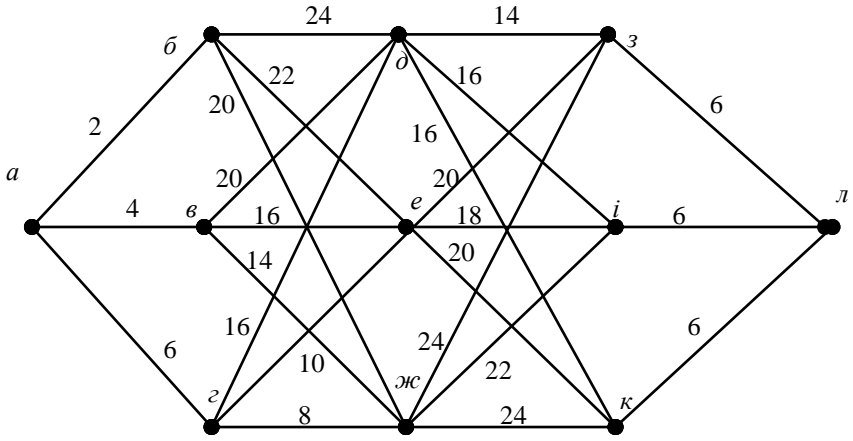


Рис.7.10. Пошук найкоротшого шляху

3. Коли граф закінчується кількома вершинами (наприклад, якщо на графі, наведеному на рис.7.10,а, не було б вершини л і дуг $зл$, $іл$, $кл$, то він закінчувався б трьома вершинами – $з$, $и$, $к$), у викладений вище порядок вноситься таке доповнення: після закінчення оцінки за мінімумом усіх вершин графа, у які заходять дуги, необхідно

розглянути отримані суми за кінцевими (останніми) вершинами і вибрати вершину з найменшою сумою. Після цього від обраної кінцевої вершини рухаємося в зворотному напрямку до початку графа, як це було описано в попередньому пункті.

Користуючись викладеним порядком, розв'яжемо задачу про найкоротший шлях для умов графа, показаного на рис.7.10,а.

Розв'язування задач почнемо з оцінки за мінімумом вершин, у які заходять дуги. Першою такою вершиною стала *б*. У неї заходить лише одна дуга *аб* і тому для оцінки її за мінімумом треба тільки скласти «довжину» дуги *аб* і число, що написано біля вершини *а*, тобто $2 + 0$. Отриману суму запишемо біля вершини *б*, обведемо її колом і позначимо двома рисками дугу *аб* (рис.7.10,б). Аналогічно зробимо з вершинами *в* і *г*, у кожному з яких заходить по одній дузі.

Перейдемо тепер до вершини *д*. У цю вершину заходять три дуги: *бд*, *вд* і *гд*. Для оцінки за мінімумом вершини *д* потрібно зів'язати три суми і вибрати з них найменшу. Доданками першої суми будуть «довжина» дуги *бд* (24) і число 2, написане біля вершини *б*; доданками другої суми – «довжина» дуги *вд* (20) і число 4, написане біля вершини *в*; нарешті, доданками третьої суми – «довжина» дуги *гд* (16) і число 6, написане біля вершини *г*. Із цих трьох сум найменша третя ($16 + 6 = 22$), тому біля вершини *д* запишемо число 22, а дугу *гд*, що привела до цієї суми, відзначимо двома рисками.

У вершину *ж* також заходить три дуги і тому для її оцінки за мінімумом зів'язимо відповідні три суми ($2 + 20 = 22$; $4 + 14 = 18$ і $6 + 8 = 14$), виберемо найменшу (14), запишемо її біля вершини *ж* і відзначимо дугу *гж*.

Аналогічно зробимо оцінку за мінімумом інших вершин *з*, *і*, *к*, *л* і відзначимо дуги (рис.7.10, б).

Закінчивши з оцінкою вершин за мінімумом, перейдемо до другої частини розв'язання задачі. У розглянутому графі (рис.2,б) вершина *л* – кінцева, і відзначеною дугою, що заходить у неї, є дуга *іл*. Пересуваючись справа наліво по цій дузі, потрапляємо у вершину *і*. Відзначеною дугою, що заходить у вершину *і*, є дуга *еі*; рухаючись по ній справа наліво, попадаємо у вершину *е*. Ця вершина має відзначену дугу, що заходить у неї, *ге*. Рухаючись по цій дузі у тому ж напрямку, потрапляємо у вершину *м* і від неї по дузі *аг* у початкову вершину *а*. Якщо ми обведемо жирними лініями всі перераховані дуги, по яких рухалися справа наліво, то наочно побачимо найкоротший шлях між вершинами *а* і *л*, тобто одержимо розв'язок задачі. Цим найкоротшим шляхом у прикладі буде *аг*, *ге*, *еі*, *іл*.

Ознайомившись із загальними принципами відшукування найкоротшого шляху в мережах із дугами, не спрямованими в протилежні сторони, перейдемо до розгляду застосувань теорії графів

до розв'язання задач, пов'язаних із вибором оптимальних технологічних схем підземного транспорту.

У вугільній промисловості України велика частина шахт розробляє пологі пласти. При розробці цих пластів у більшості випадків транспорт вугілля здійснюється не тільки по горизонтальних, але і по похилих виробках. Звичайно шлях вугілля від навантажувального пункту лави до ствола проходить спочатку по штреку, розташованому в уклонному чи бремсберговому полі, потім по уклону чи бремсбергу, далі по горизонтальних виробках і приствольному дворі. Схема транспортних виробок великої шахти, яка розробляє пологі пласти, складається з горизонтальних і дещо похилих виробок, об'єднаних у єдину мережу, яка зв'язує із стволом очисні і підготовчі вибої різних горизонтів.

Опис методики встановлення оптимальних технологічних схем підземного транспорту для шахт із пологими пластами почнемо із розгляду спрощеної схеми транспортних виробок (рис.7.11).

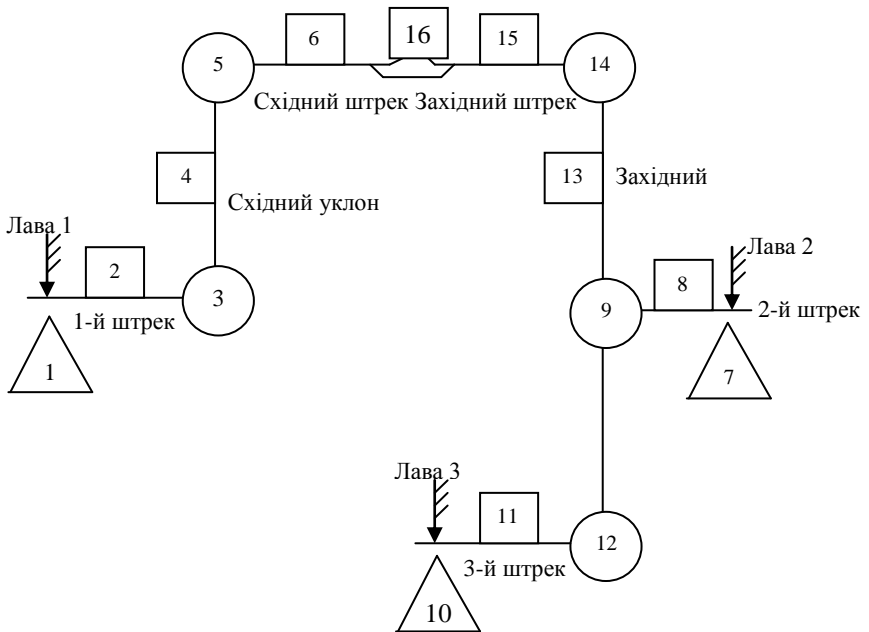


Рис. 7.11. Схема транспортних виробок

Шахта, що розглядається, має три лави: лаву 1 (L_1), вугілля з якої транспортується по штреку 1, східному уклону і східному

корінному штреку, і лави 2 і 3 (L_2 і L_3), вугілля з яких транспортується спочатку відповідно по штреку 2 чи 3, а потім по західному уклону і західному корінному штреку. Усі ланки підземного транспорту позначені на схемі такими номерами: навантажувальні пункти лав – 1, 7 і 10, приймально-відправні площадки похилих виробок – 3, 5, 9, 12 і 14, горизонтальні і похилі виробки – 2, 4, 6, 8, 11, 13 і 15, приствольний двір – 16.

Розглянемо на прикладі цієї шахти вирішення такого завдання: при якій технологічній схемі підземного транспорту експлуатаційні витрати на транспортування в розглянутих умовах будуть мінімальними.

Приймемо в нашому прикладі для зіставлення такі види транспорту: по горизонтальних виробках, розташованих в уклонних полях, – електровозний транспорт, конвеєрний транспорт і транспорт бункерними поїздами; по похилих виробках – конвеєрний транспорт, однокінцеве канатне відкочування вагонеток і скіповий транспорт; по основних горизонтальних виробках – конвеєрний транспорт і електровозне відкочування.

Припустимо, що при різних порівнюваних видах транспорту (табл.7.4, 7.5.) ми заздалегідь розрахували експлуатаційні витрати (грн/доба) по ланках.

Таблиця 7.4
Експлуатаційні витрати по горизонтальних ланках, грн/доба

Транспортні ланки	Електровози	Конвеєри	Бункерні поїзди
Навантажувальний пункт L_1	280	180	0
1-й штрек	440	960	940
Східний корінний штрек	890	2080	-
Навантажувальний пункт L_2	280	180	0
Проміжна площадка західного уклону при транспорті по 2-му штреку	880	1180	940
Навантажувальний пункт L_3	280	180	0
Нижня площадка західного уклону при транспорті по 3-му штреку	440	680	940
Західний корінний штрек	1350	1960	-
Приствольний двір при транспорті на горизонті електровозами чи конвеєрами	800	520	-
Те ж саме, при транспорті на одному крилі електровозами, а на іншому – конвеєрами	620	620	-

Таблиця 7.5

Експлуатаційні витрати на похилих ланках, грн/доба

Транспортні ланки	Канатне відкочування	Конвеєри	Скіпи
Нижня площадка східного уклону при транспорті по штреку 1:			
електровозами	250	320	320
конвеєрами	-	150	300
бункерними поїздами	-	40	300
Верхня площадка східного уклону при транспорті по східному корінному штреку	300	620	420
електровозами	460	320	410
конвеєрами	-	210	270
Проміжна площадка західного уклону при транспорті по 2-му штреку:			
електровозами	280	320	320
конвеєрами	-	150	300
бункерними поїздами	-	40	300
Нижня площадка західного уклону при транспорті по 3-му штреку:			
електровозами	250	320	320
конвеєрами	-	150	300
бункерними поїздами	-	40	300
Верхня площадка західного уклону при транспорті по східному корінному штреку	320	680	440
електровозами	520	380	470
конвеєрами	-	210	270

Таким чином, у нашому розпорядженні є необхідні вихідні дані (схема транспортних виробок, перелік порівнюваних видів транспорту і вартісні дані для умов шахти, що розглядається) і можна приступити до вирішення поставленого завдання.

Як відзначалось, вибір оптимальної технологічної схеми підземного транспорту складається із двох основних етапів: побудови одного графу чи набору графів і відшукання в побудованих графах так званого найкоротшого шляху. Почнемо з побудови графів.

Транспортні ланки (див.рис.7.11), крім приствольного двору 16, розбиваємо на дві частини (зони) – східну і західну. Для кожної

частини будуємо по одному графу (зональному) і для об'єднання зональних графів ще один граф, що назвемо об'єднаним.

Зональний граф східного крила, що охоплює транспортні ланки 1–6, почнемо з навантажувального пункту L_1 і першого штреку (ланки 1 і 2). Із лівого боку цього графа (рис.7.12) нанесемо одну під іншою три початкові вершини, що позначають прийняті для порівняння три види транспорту по штреках – електровозне відкочування E , конвеєрний транспорт K і транспорт бункерними поїздами B . Над кожною вершиною записуємо суму транспортних витрат на обслуговування навантажувального пункту L_1 і транспортування по першому штреку при тих же видах транспорту, що позначає кожна вершина. Над вершиною E відповідно з даних табл.7.4 записуємо $720 = (280 + 440)$ грн, над вершиною K $1140 = (180 + 960)$ грн і над вершиною B $940 = (0 + 940)$ грн.

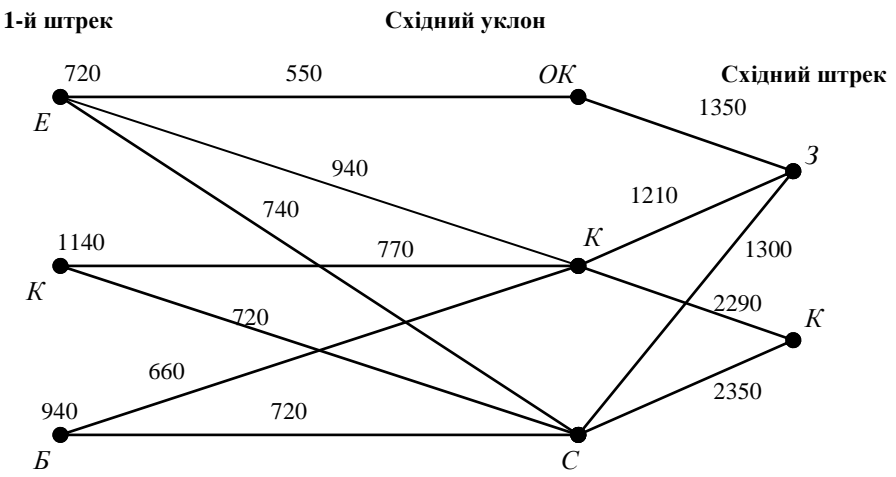


Рис.7.12. Граф східної частини шахти

Після нанесення початкових вершин і записування експлуатаційних витрат по ланках 1 і 2 намалюємо три проміжні вершини, що відповідають порівнюваним видам транспорту по східному уклону: однокінцевому канатному відкочуванню вагонеток OK , конвеєрному транспорту K і скіповому транспорту C . Після цього кожна з трьох початкових вершин з'єднуємо дугами з проміжними вершинами, що позначають той вид транспорту по уклону, з яким технічно можуть сполучатися відповідні види транспорту по першому штреку. Електровозне відкочування по штреку технічно може сполучатися з усіма трьома видами транспорту по уклону, і тому верхню початкову вершину E з'єднуємо дугами з проміжними

вершинами *OK*, *K* і *C*. Конвеєрний транспорт по штреку може сполучатися з конвеєрним чи скіповим транспортом по уклону, але не з кінцевим відкочуванням, тому що технічно недоцільно перевантажувати вугілля з конвеєра, встановленого на штреку, у вагонетки, що транспортуються по похилих виробках. Тому другу початкову вершину *K* з'єднуємо дугою з проміжними вершинами *K* і *C*. Бункерні поїзди також можна сполучити з конвеєрним і із скіповим транспортом по уклону. Тому початкову вершину *B* з'єднуємо дугами з *K* і *C*.

Над кожною дугою записуємо суму експлуатаційних витрат («довжину») по дільницях 3 і 4, позначених вершинами. Наприклад, для першої зверху дуги ця сума складеться з витрат на обслуговування нижньої площадки східного уклону при транспорті по штреку 1 електровозами і витрат на транспорт однокінцевим канатом по уклону. За даними табл.7.4, ці витрати складають на добу 250 і 300 грн і, отже, над першою дугою записуємо її «довжину» 550. Над другою зверху дугою записуємо суму витрат, складові частини якої складають витрати на обслуговування нижньої площадки східного уклону при транспорті по штреку 1 електровозами і по уклону конвеєрами (320 грн) і витрати на транспорт конвеєрами по уклону (620 грн).

Над третьою дугою записуємо суму витрат на обслуговування площадки (при електровозному відкочуванні по штреку і скіповому транспорті по уклону) і на транспорт скіпами по східному уклону, що складає $320 + 420 = 740$ грн, і т.д.

Після цього на деякій довільній відстані наносимо ще дві вершини, що відповідають двом прийнятим для порівняння видам транспорту по східному корінному штреку: електровозному *E* і конвеєрному *K*, з'єднуємо їх дугами із проміжними вершинами, що позначають той вид транспорту по уклону, з яким технічно можуть сполучатися електровозний чи конвеєрний транспорт по корінному штреку. Проміжну вершину *OK* з'єднуємо дугою тільки із однією кінцевою вершиною зонального графа *E*, а проміжні вершини *K* і *B* - із обома кінцевими вершинами. Над кожною із цих дуг записуємо суму витрат по дільницях 5 і 6 при видах транспорту, відображуваних відповідними вершинами. Над верхньою дугою записуємо суму експлуатаційних витрат, складовими частинами якої є: витрати на обслуговування верхньої площадки східного уклону при однокінцевому канатному відкочуванні по похилій виробці і електровозному відкочуванню по східному корінному штреку (460 грн) і витрати на електровозне відкочування по східному корінному штреку (890 грн). Над другою зверху дугою записуємо суму витрат на обслуговування верхньої площадки при конвеєрному транспорті по уклону і електровозному відкочуванню по корінному штреку і витрат

на електровозне відкочування по східному корінному штреку ($320 + 890 = 1210$ грн). Надписуємо відповідні витрати над іншими дугами, що з'єднують проміжні і кінцеві вершини, і на цьому закінчуємо побудову зонального графа східного крила (див.рис.7.12).

Побудову зонального графа західного крила, так як і попереднього графа, почнемо з транспортних ланок, що безпосередньо обслуговують лави. На відміну від східного уклону, до західного уклону примикає не один, а два штреки, що пов'язують його з лавами. Тому кожна початкова вершина зонального графа західного крила повинна відображати вид транспорту не по одному штреку, а можливе сполучення видів транспорту в обох штреках, що примикають до західного уклону, тобто в штреках 2 і 3. У нашому прикладі при трьох порівнюваних видах транспорту ($m = 3$) і двох штреках ($n = 2$) кількість можливих варіантів таких сполучень буде $m^n = 3^2 = 9$, а саме: 1) на обох штреках електровозне відкочування; 2) на штреку 2 електровозне відкочування, а на штреку 3 – конвеєрний транспорт; 3) на штреку 2 електровозне відкочування, а на штреку 3 – транспорт бункерними поїздами; 4) на обох штреках – конвеєрний транспорт і т.д. Тому на зональному графі західного крила ліворуч наносимо одну під іншою 9 початкових вершин, кожна з них позначає можливе сполучення видів транспорту в штреках, що обслуговують $L_{2,3}$ (рис.7.13). Верхня початкова вершина позначає електровозне відкочування по штреку, що обслуговує L_2 , і таке ж відкочування по штреку, що обслуговує L_3 (на графі умовно позначене L_2-E , L_3-E), друга початкова вершина позначає електровозне відкочування по штреку, що обслуговує L_2 , і конвеєрний транспорт по штреку, що обслуговує L_3 (L_2-E , L_3-K), і т.д.

Після нанесення всіх дев'яти початкових вершин над кожною з них записуємо величину сумарних експлуатаційних витрат по дільницях 7, 8, 10 і 11 при тих сполученнях видів транспорту, що позначає ця вершина. Над вершиною L_2-E , L_3-E записуємо суму транспортних витрат при електровозному відкочуванні: на обслуговування навантажувального пункту L_2 (ланка 7), на відкочування по штреку 2 (ланка 8), на обслуговування навантажувального пункту L_3 (ланка 10) і на відкочування по штреку 3 (ланка 11). Ця сума, за даними табл.1, 2, складе $280 + 880 + 280 + 440 = 1880$ грн. Над найнижчою вершиною (L_2-B , L_3-K) записуємо суму транспортних витрат: 1) на обслуговування навантажувального пункту L_2 при транспорті бункерними поїздами; 2) на транспорт бункерними поїздами по штреку 2; 3) на обслуговування навантажувального пункту L_3 при конвеєрному транспорті; 4) на конвеєрний транспорт по штреку 3. Ця сума складе $0 + 940 + 180 + 680 = 1800$ грн.

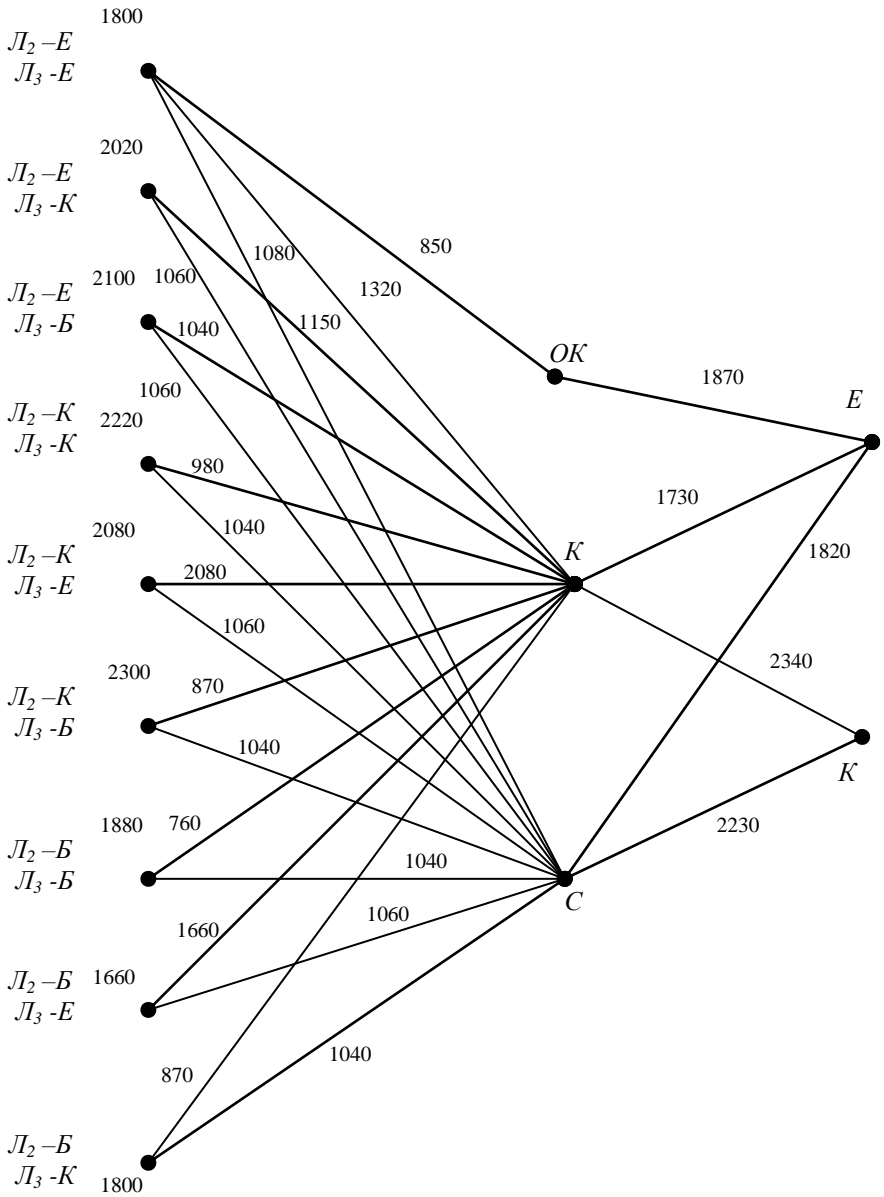


Рис.7.13. Зональний граф західної частини шахти

Далі зональний граф для західного крила будується так само, як і для східного крила.

Поруч із початковими вершинами наносимо три проміжні вершини, що позначають три види транспорту по західному уклону. Потім початкові вершини з'єднуємо дугами з проміжними вершинами, що позначають той вид транспорту по уклону, з яким технічно можуть сполучатися відповідні види транспорту по штреках 2 і 3, а над кожною дугою записуємо суму експлуатаційних витрат по дільницях 9, 12 і 13 при видах транспорту, позначених вершинами, що з'єднує дуга. Ця сума, наприклад, для четвертої зверху дуги, що з'єднує вхідну вершину L_2-E , L_3-K з проміжною вершиною K , буде складатися з таких складових частин: 1) витрати на обслуговування проміжної площадки західного уклону при електровозному відкочуванні по штреку 2 і конвеєрному транспорту по уклону (320 грн); 2) витрати на обслуговування нижньої площадки при конвеєрному транспорті як по штреку 3, так і по західному уклону (150 грн) і 3) витрати на конвеєрний транспорт по західному уклону (680 грн).

Кінцевими вершинами зонального графа є дві: перша позначає електровозне відкочування по західному корінному штреку, а друга – конвеєрний транспорт по цьому штреку. Вони з'єднуються дугами з проміжними вершинами, що позначають той вид транспорту по уклону, із яким може сполучатися електровозний чи конвеєрний транспорт по західному корінному штреку. Над цими дугами записуємо сумарні експлуатаційні витрати на обслуговування верхньої площадки західного уклону і на транспортування по західному корінному штреку при відповідних видах транспорту.

Після побудови двох зональних графів приступимо до об'єднаного графа (рис.7.14). Початковими вершинами в цьому графі будуть чотири вершини, що позначають можливі сполучення видів транспорту по східному і західному корінних штреках. Кінцевими вершинами тут будуть три, кожна з них позначає вид транспорту в приствольному дворі: тільки електровозний E , тільки конвеєрний K чи комбінований – конвеєрний з одного крила і електровозний з іншого K, E . Верхню початкову вершину ($Cx.-E, Зах.-E$) з'єднуємо дугою тільки з кінцевою вершиною E , тому що, якщо на обох корінних штреках працює електровозне відкочування, то і в приствольному дворі буде теж застосовуватися електровозне відкочування. Нижню початкову вершину ($Cx.-K, Зах.-K$) із цих же міркувань з'єднуємо дугою тільки з кінцевою вершиною K , а дві середні початкові вершини з'єднуємо дугами з кінцевою вершиною K,E . Над кожною дугою записуємо експлуатаційні витрати на транспорт безпосередньо в приствольному дворі: при електровозному відкочуванні (верхня дуга), при комбінованому транспорті (друга і третя дуги) і при

конвеєрному транспорті (нижня дуга). Числа над вхідними вершинами в об'єднаному графі ми поки не запишемо.

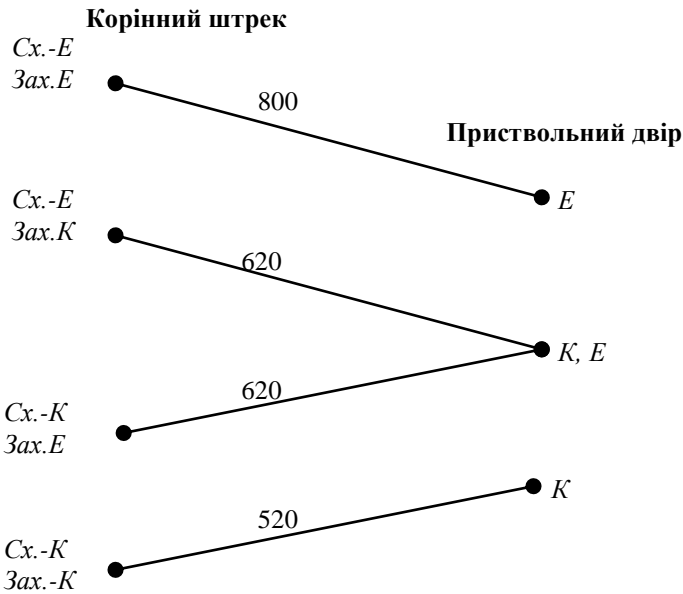


Рис.7.14. Об'єднанний граф по шахті

Якщо розв'язувати задачу не для діючої шахти, а для проекту будівництва нової чи капітальної реконструкції існуючої шахти, то об'єднанний граф можна закінчувати не тільки видами транспорту в приствольному дворі, але і видами підйому, що зіставляються, по стволу і транспорту на поверхні.

На цьому закінчується перший етап розв'язування щодо вибору оптимальної технологічної схеми підземного транспорту для умов розглянутого прикладу – побудова набору графів.

Другий етап розв'язування складається із оцінки за мінімумом вершин із дугами, що заходять у ці вершини, оцінки відповідних вершин і перебування «найкоротшого шляху», тобто з усіх тих операцій, що розглянуті попереднє.

У нашому прикладі другий етап розв'язування почнемо знову із зонального графа східного крила (див.рис.7.12). У цьому графі вершинами, які мають дуги, що заходять у ці вершини, є три проміжні і дві кінцеві. Перша (верхня) проміжна вершина *OK* має тільки одну дугу, що заходить у цю вершину, з'єднуючу її з початковою вершиною *E*. Для оцінки її за мінімумом досить скласти числа, що стоять над

початковою вершиною (720) і над дугою (550). Цю суму (1270) запишемо над вершиною OK і відзначимо двома рисками єдину дугу між E і OK (рис.7.15). Друга проміжна вершина має три дуги, що заходять у неї. Сума чисел, записаних над початковими вершинами і цими дугами, складає в першому випадку $720 + 940 = 1660$, у другому випадку $1140 + 770 = 1910$ і в третьому випадку $940 + 660 = 1600$. Мінімальна сума з цих трьох – остання. Її ми і запишемо над проміжною вершиною K і позначимо дугу BK , що привела до цієї суми. Третя проміжна вершина має три дуги, що заходять у неї, і мінімальною з трьох відповідних сум є 1460, а дугою - EC .

1-й штрек

Східний уклон

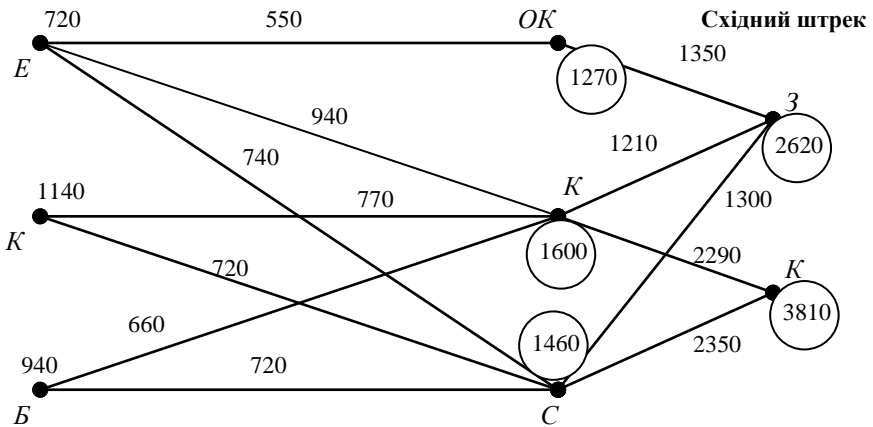


Рис.7.15. Оцінка графа східної частини шахти

Верхня кінцева вершина E має три дуги, що заходять у неї. Сума чисел, записаних над проміжною вершиною і дугою, що з'єднує її з кінцевою вершиною E , складає: $1270 + 1350 = 2620$; $1600 + 1210 = 2810$ і $1460 + 1300 = 2760$. Найменша з цих сум – перша. Тому над кінцевою вершиною E запишемо число 2620 і позначимо дугу, що виходить із проміжної вершини OK і заходить у кінцеву вершину E . Нижня кінцева вершина K має дві дуги, що заходять у неї. Мінімальна сума з двох $1460 + 2350 = 3810$, і тому це число записується над кінцевою вершиною K і позначається дуга CK .

Такими ж засобами оцінюються за мінімумом три проміжні і дві кінцеві вершини і позначаються дуги в зональному графі західного крила (рис.7.16).

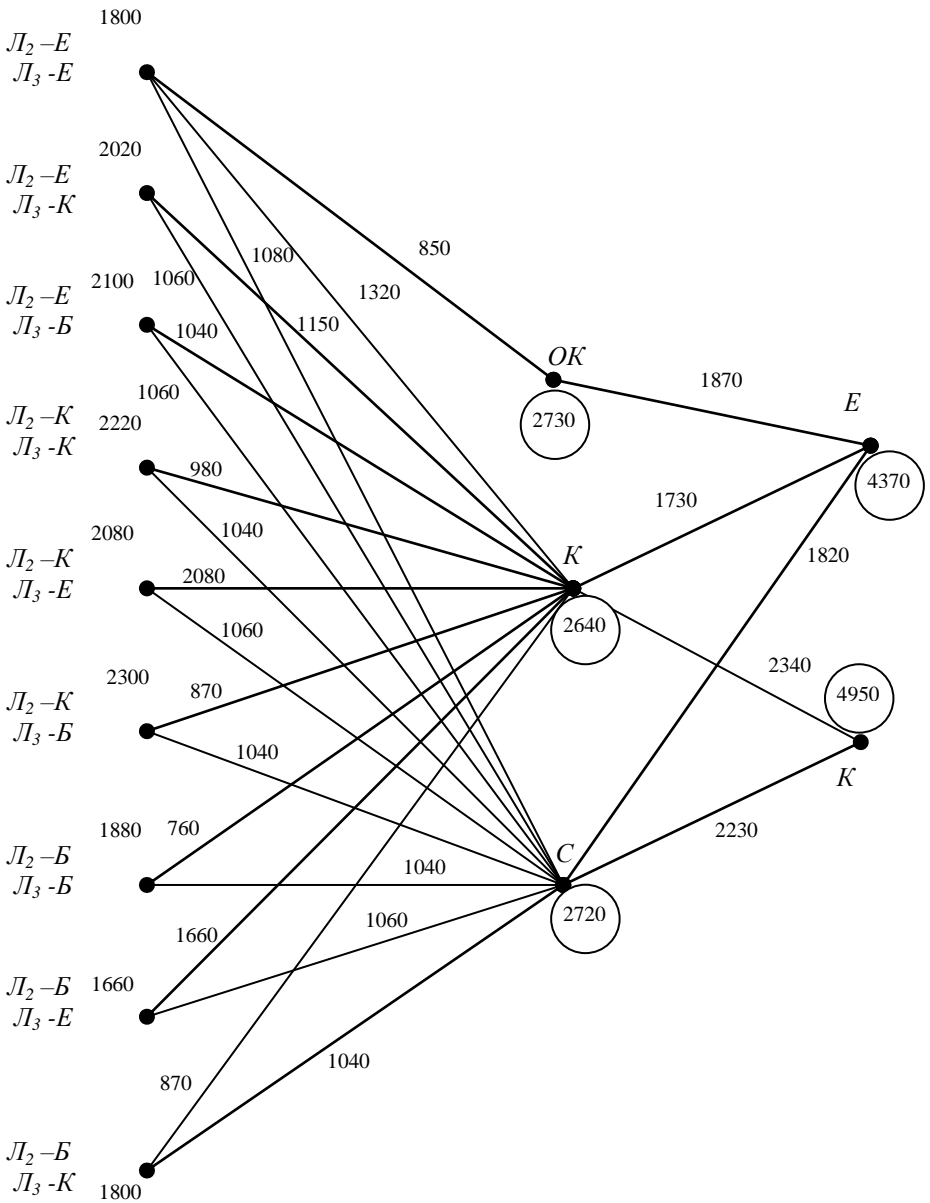


Рис.7.16. Оцінка графа західної частини

Перш ніж почати оцінку за мінімумом кінцевих вершин об'єднаного графа, наведеного на рис.7.14, необхідно написати відповідні числа над його початковими вершинами. Ці числа такі (рис.7.17):

- для першої вершини, яка відображає електровозне відкочування по східному і західному корінному штреках, - сума чисел, що стоїть над кінцевими вершинами *E* в зональних графах східного і західного крил ($2620+4370=6990$);

- для другої вершини, що відображає електровозне відкочування по східному корінному штреку і конвеєрний транспорт по західному корінному штреку, - сума чисел, записаних над кінцевою вершиною *E* в графі східного крила і над кінцевою вершиною *K* в графі західного крила ($2620+4950=7570$);

- для третьої вершини (*Сх.-K*, *Зах.-E*) – сума чисел, записаних над кінцевою вершиною *K* в графі східного крила і над кінцевою вершиною *E* в графі західного крила ($3810+4370=8180$);

- для нижньої вершини (*Сх.-K*, *Зах.-K*) – сума чисел, що стоять над кінцевими вершинами *K* в обох зональних графах ($3810+4950=8760$).

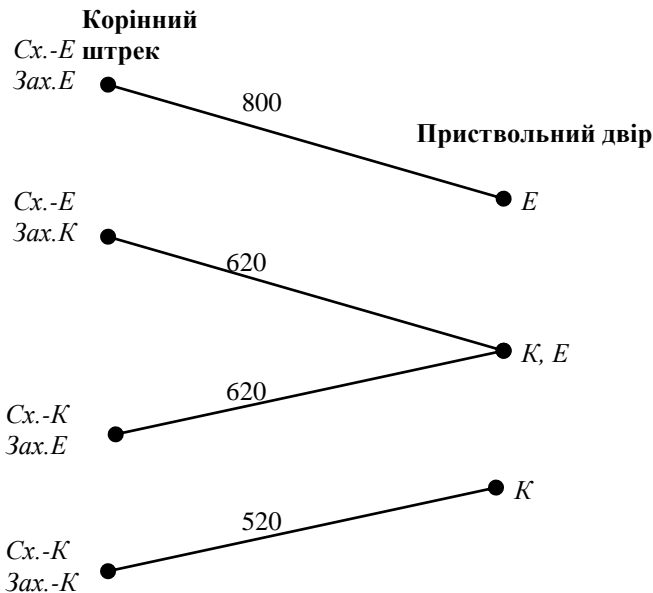


Рис.7.17.Оцінка об'єднаного графа

Після запису перерахованих сум над початковими вершинами об'єднаного графа оцінимо за мінімумом його кінцеві вершини і відзначимо дуги (див. рис.7.17).

Щоб знайти «найкоротший шлях», тобто технологічну схему підземного транспорту, при якій експлуатаційні витрати будуть найменшими, необхідно зробити ось що.

Із трьох сум, записаних над кінцевими вершинами об'єднаного графа, вибираємо найменшу, тобто суму 7790, записану над вершиною E . Позначеною дугою, що заходить у вершину, є верхня. Обведемо її жирною лінією. Ця дуга привела нас до початкової вершини об'єднаного графа $Sx.-E$, $Зах.-E$, а отже, до кінцевої вершини E зонального графа східного крила і кінцевої вершини E зонального графа західного крила. Знаючи це, перейдемо спочатку до зонального графа західного крила (див. рис.7.16). Позначеною дугою, що заходить у кінцеву вершину E , є в цьому графі дуга KE , яку обведемо жирною лінією. Дуга KE навела нас до проміжної вершини K . Позначеною дугою, що заходить у цю вершину, є дуга, що з'єднує проміжну вершину K із третьою знизу початковою вершиною (L_2-B , L_3-B), що відображає транспорт бункерними поїздами по другому і третьому штреках. Цю дугу ми також обведемо жирною лінією.

Тепер перейдемо до зонального графа східного крила (див. рис.7.15). Оскільки відзначена жирна дуга об'єднаного графа привела до кінцевої вершини E зонального графа східного крила, то почнемо з цієї вершини. Позначеною дугою, що заходить у неї, є верхня. Вона з'єднує кінцеву вершину E із проміжною вершиною OK . Остання має тільки одну дугу, що заходить у вершину, отже, одну позначену дугу, що приводить до початкової вершини E . Обведенням жирними лініями цих двох дуг ми і закінчуємо наші операції.

Нанесені жирні лінії на всіх трьох графах показують «найкоротший шлях». Вони з'єднують вершини, що відображають ті види транспорту по горизонтальних і похилих виробках, які у сполученні один із одним забезпечують для умов нашого прикладу найменші експлуатаційні витрати, тобто дають оптимальну технологічну схему підземного транспорту.

Таким чином, оптимальна технологічна схема для прийнятих нами умов буде складатися з транспортних ділянок, наведених у табл.7.6.

За умовами нашого прикладу (див.табл.7.4,7.5), найдорожчим видом транспорту по штреку 3 був транспорт бункерними поїздами, а по західному уклону – конвеєрний. Ці види транспорту при сполученні з усією схемою виявилися на цих же виробках найбільш вигідні. З цього прикладу видно, що різні види транспорту не можна економічно порівнювати між собою тільки в межах однієї виробки, без ув'язування їх із усією технологічною схемою транспорту.

Таблиця 7.6

Будова оптимальної технологічної схеми транспортних ділянок

Виробка	Вид транспорту
Штрек 1	Електровозне відкочування
Штрек 2	Транспорт бункерними поїздами
Штрек 3	Транспорт бункерними поїздами
Східний корінний штрек	Електровозне відкочування
Західний корінний штрек	Електровозне відкочування
Східний уклон	Однокінцеве відкочування
Західний уклон	Конвеєрний транспорт

Описані способи побудови графів охоплюють найбільш розповсюджені варіанти схем підземного транспорту шахт, що розробляють пологі пласти.

Характерна риса схем підземного транспорту шахт, що розробляють круті пласти, - велика розгалуженість горизонтальних виробок і відсутність похилих виробок (уклонів і бремсбергів). На багатьох шахтах на одному горизонті знаходиться по 15...20 і більше навантажувальних пунктів очисних вибоїв. При цьому поряд із навантажувальними пунктами, розташованими на значній відстані один від одного, часто зустрічаються групи близько розміщених один від одного навантажувальних пунктів.

На цей час при розробці як потужних, так і тонких крутих пластів вугілля від навантажувальних пунктів до стволу транспортується електровозами і відкочування здійснюється за такими характерними маршрутами:

- дільничний (пластовий) штрек – проміжний квершлаг – концентраційний штрек – головний квершлаг – приствольний двір;
- дільничний (пластовий) штрек – головний квершлаг – приствольний двір.

При розгалуженому розташуванні відкаточних виробок і великому числі навантажувальних пунктів, розміщених на одному горизонті, завдання для встановлення оптимальної технологічної схеми підземного транспорту в більшості випадків може бути зведене до виявлення такої організації транспортного обслуговування кожного

навантажувального пункту, при якій забезпечується найбільш ефективна робота підземного транспорту всієї шахти.

Для відповідності можуть бути прийняті такі варіанти організації транспортного обслуговування навантажувальних пунктів очисних вибоїв:

- одноступеневе відкочування, при якому навантажувальний пункт обслуговується локомотивами від місця навантаження до приствольного двору і назад;

- двоступеневий локомотивно-конвеєрний транспорт, коли вугілля від двох і більше навантажувальних пунктів транспортується конвеєрами до складального пункту, а від останнього до приствольного двору – магістральними локомотивами;

- двоступеневе магістрально-складальне локомотивне відкочування, коли транспорт між сусідніми навантажувальними пунктами і складальним роз'їздом здійснюється складальними локомотивами, а між роз'їздом і приствольним двором – магістральними локомотивами.

Для цих умов, коли необхідно встановити оптимальну організацію підземного транспорту при обслуговуванні великого числа навантажувальних пунктів, розташованих на одному горизонті, можуть бути застосовані моделі графів, що відрізняються від раніше розглянутих.

Побудову однієї з таких моделей графів розглянемо на такому прикладі.

На схемі транспортних виробок горизонту шахти, що розробляють кругі пласти (рис.7.18), є 8 навантажувальних пунктів лав, позначених прописними літерами від *A* до *E*. Приствольний двір позначений літерою *P*. Пункти сполучення виробок позначені малими літерами від *a* до *e*.

Для того, щоб виявити, на яких ділянках шахти доцільно мати одноступеневе відкочування, а на тих, де дволанковий локомотивно-конвеєрний транспорт, можна обійтися одним графом, який будується так.

Спочатку по горизонталі на довільній рівній відстані один від одного наносимо дев'ять вершин відповідно до числа навантажувальних пунктів лав плюс приствольний двір (рис.7.19,*a*). При цьому крайні вершини позначають: ліва – навантажувальний пункт *A*, а права – приствольний двір *P*. Усі інші вершини, розташовані в цьому ряді, на відміну від раніше розглянутих, мають двоїсте значення: для дуг, що заходять у вершину, вони позначають приствольний двір, а для дуг, що виходять із вершини, позначають відповідний навантажувальний пункт лави.

Горизонтальні дуги, що з'єднують ці вершини, відповідають одноступеневому локомотивному відкочуванню. Перша ліворуч дуга (APB) позначає одноступеневе локомотивне відкочування від пункту A до приствольного двору P , дуга ($PBPB$) позначає одноступеневе локомотивне відкочування від пункту B до приствольного двору P . Усі дуги утворюють один шлях, що позначає одноступеневе локомотивне відкочування між усіма навантажувальними пунктами шахти й приствольним двором.

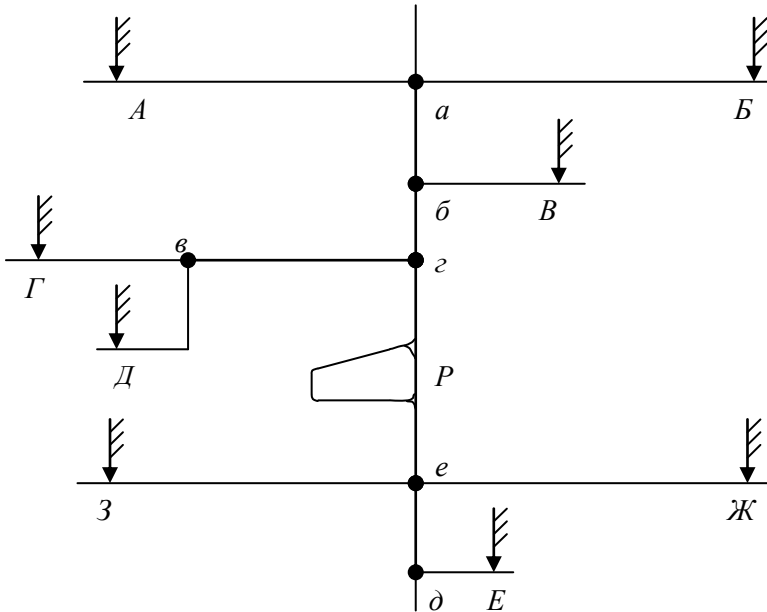


Рис.7.18. Транспортна схема виробок шахти крутого падіння

Домовимося, що вертикальна дуга, спрямована знизу вверху, позначає конвеєрний складальний транспорт, а похила дуга, спрямована зліва направо – магістральне локомотивне відкочування між кінцем відповідної складальної конвеєрної лінії і приствольним двором.

Прийнявши цю умову, продовжимо побудову графа для схеми підземного транспорту, яка розглядається. Позначимо конвеєрну лінію між навантажувальним пунктом A і сполученням a вертикальною дугою Aa і з'єднаємо вершину a з вершиною PB похилою дугою, що позначає локомотивне відкочування від сполучення a до приствольного двору (рис.7.19,б). Тепер уже між вершинами A і P є два шляхи: або перший шлях, що проходить через усі дуги, що

з'єднують горизонтально розташовані вершини, або другим шлях, що проходить спочатку через дуги Aa , aPB і далі через інші дуги, які з'єднують горизонтально розташовані вершини. Перший шлях, як уже вказувалося, позначає одноступеневе локомотивне відкочування між усіма навантажувальними пунктами й приствольним двором, а другий шлях – конвеєрний транспорт від навантажувального пункту A до сполучення a , локомотивне відкочування від сполучення a до приствольного двору й одноступеневе локомотивне відкочування між усіма іншими навантажувальними пунктами і приствольним двором.

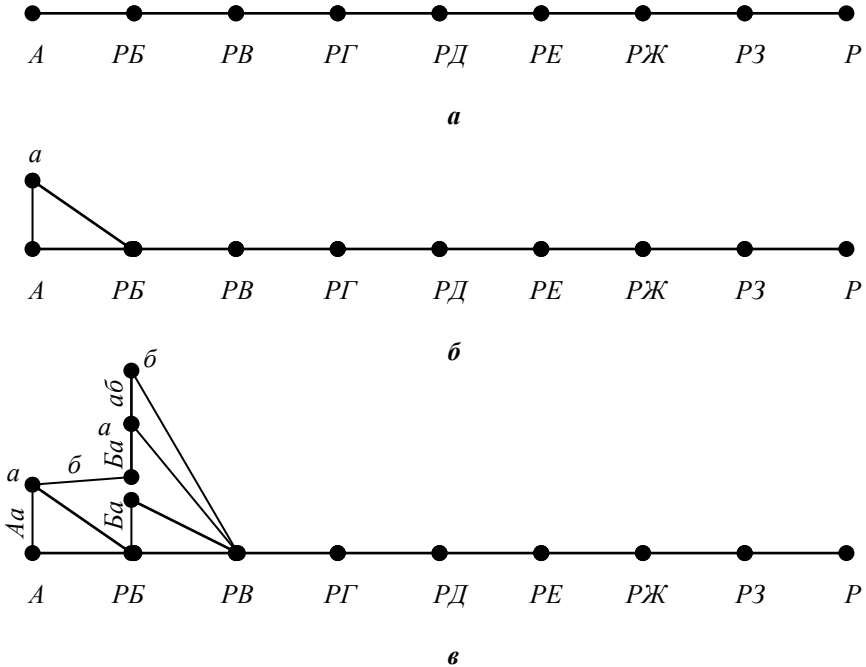


Рис.7.19. Відображення одно- і дво- ступеневих видів транспорту

Для подальшої побудови графа перейдемо до вершини PB (рис.7.19,в). Нижня вертикальна дуга, що виходить із неї, позначає конвеєрний транспорт між навантажувальним пунктом B і сполученням a ; похила дуга, що з'єднує вершину a з вершиною PB , - локомотивне відкочування від сполучення a до приствольного двору. При цьому кількість вантажу, перевезеного локомотивним відкочуванням від сполучення a до приствольного двору, дорівнює

вантажопотоку по конвеєрній лінії Ba , тобто видобутку, що надходить з одного навантажувального пункту B .

Трохи вище над дугою Ba будуємо другу таку ж дугу, що позначає конвеєрний транспорт між навантажувальним пунктом B і сполученням a . Щоб відобразити єдину конвеєрну лінію між навантажувальними пунктами A , B і сполученням a , з'єднуємо Aa «нульовою» дугою, тобто дугою, що не має «довжини». Вершину другої дуги Ba з'єднуємо похилою дугою з вершиною PB . Ця похила дуга також позначає локомотивне відкочування від сполучення a до приствольного двору, але на відміну від розташованої нижчої від неї похилої дуги кількість вантажу, перевезеного локомотивами, і в цьому випадку буде дорівнювати сумарній кількості вантажу, що транспортується конвеєрними лініями Aa і Ba .

Безпосередньо до другої вертикальної дуги Ba примикає вертикальна дуга ab , що позначає конвеєрну лінію між сполученнями a і b , а вихідна з верхньої вершини цієї дуги похила дуга bPB позначає локомотивне відкочування від сполучення b до приствольного двору.

Неважко встановити з рис.7.19,в, що тепер уже між вершинами A і P є шість шляхів, тобто шість можливих варіантів.

Продовжуючи подальшу побудову, одержимо граф, показаний на рис.7.20, що охоплює всю розглянуту схему підземного транспорту і відображає всі допустимі в даних умовах варіанти одноступеневого локомотивного і двоступеневого локомотивно-конвеєрного транспорту.

Тепер, коли загальношахтний граф побудований, необхідно над кожною дугою вказати її «довжину». Якщо критерієм будуть експлуатаційні транспортні витрати, то «довжиною» кожної дуги буде відповідна величина цих витрат на кожній ділянці при тому виді транспорту, відстані транспортування і вантажопотоці, які позначає ця дуга.

Для виявлення найкоротшого шляху, тобто оптимального варіанту, робимо оцінку за мінімумом усіх вершин, які мають дуги, що заходять у них, і позначаємо ті з них, які дали мінімальні значення вершин; потім, рухаючи від кінцевої вершини P справа наліво по позначених дугах, знаходимо найкоротший шлях.

Таким чином, за допомогою графа, показаного на рис.7.20, можна встановити, на яких ділянках розглянутої шахти доцільно застосовувати одноступеневий локомотивний чи двоступеневий локомотивно-конвеєрний транспорт.

Перейдемо тепер до описування порядку побудови графів для тих випадків, коли потрібно виявити доцільність застосування одно- чи двоступеневого магістрально-складального локомотивного відкочування.

На рис.7.21 показана така модель графа для схеми транспортних виробок, зображеної на рис.7.18.

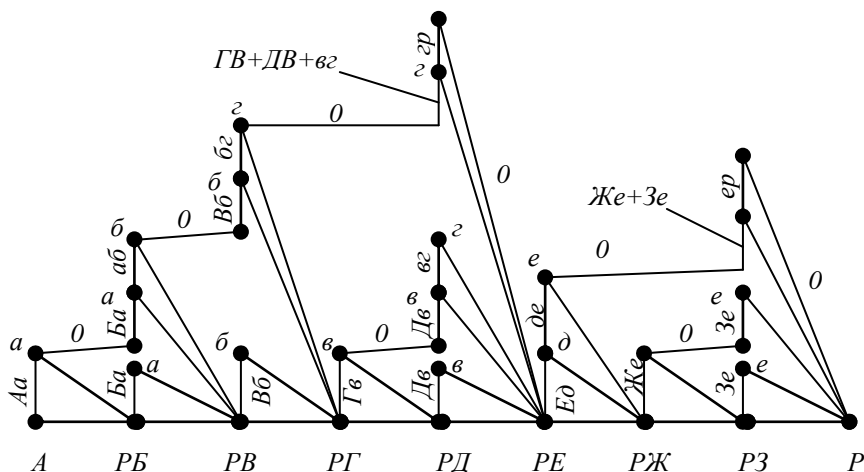


Рис.7.20. Відображення одноступеневої відкатки і двоступеневого локомотивно-конвеєрного транспорту

Горизонтальні дуги, що з'єднують усі вершини, позначені прописними літерами, так як і на попередньому графі відображають одноступеневе локомотивне відкочування між кожним навантажувальним пунктом і приствольним двором. Перша похила дуга, що виходить із вершини A (дуга ABa), позначає складальне локомотивне відкочування між навантажувальними пунктами A, B і складальним роз'їздом a . Похила дуга, яка з'єднує вершину a з вершиною $PВ$, позначає магістральне локомотивне відкочування між складальним роз'їздом a і приствольним двором P . Друга похила дуга, яка виходить із вершини A (дуга $ABBб$), позначає складальне локомотивне відкочування між навантажувальними пунктами A, B, B і роз'їздом $б$, а похила дуга $бPГ$ – магістральне локомотивне відкочування між складальним роз'їздом $б$ і приствольним двором P . Третя похила дуга, що виходить із тієї ж вершини A (дуга $ABBГДз$), позначає складальне локомотивне відкочування між навантажувальними пунктами $A, B, B, Г, Д$ і складальним роз'їздом $з$ і т.д.

Таким чином, побудований граф (рис.7.21) відображає практично прийняті варіанти одноступеневого і двоступеневого локомотивного відкочування для розглянутих умов.

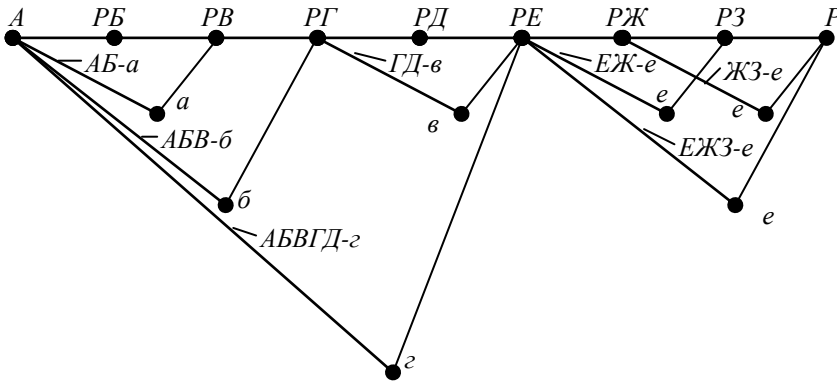


Рис.7.21. Відображення одноступеневої відкатки і двоступеневого магістрально-збірного транспорту

Після побудови графа на всіх дугах, що позначають одноступеневе складальне і магістральне відкочування, вказується їх «довжина».

Якщо поєднати цей граф (рис.7.21) із графом, показаним на рис.7,20, одержимо єдиний граф, у якому відображені всі три варіанти організації підземного транспорту – одноступеневе локомотивне відкочування, двоступеневий локомотивно-конвеєрний транспорт і двоступеневе магістрально-складальне відкочування. Встановлений у цьому єдиному графі найкоротший шлях між вершинами A і P дозволяє виявити оптимальну технологічну схему підземного транспорту для умов нашого прикладу.

Аналогічно будуються моделі графів і для будь-яких більш складних схем транспортних виробок шахт, що розробляють круті пласти, коли на одному горизонті є 15...20 і більше навантажувальних пунктів.

При встановленні найбільш вигідної технологічної схеми підземного транспорту за допомогою теорії графів для умов діючої шахти за основний економічний критерій оптимальності можуть бути прийняті експлуатаційні витрати щодо процесу «підземний транспорт», і контрольний – строк окупності додаткових капітальних вкладень, що необхідні для переходу на оптимальну схему транспортування.

При цьому оптимальною буде така технологічна схема підземного транспорту, при якій сумарні експлуатаційні витрати по

всіх транспортних дільницях шахти будуть найменшими і в той же час строк окупності додаткових капітальних витрат не перевищить нормативний.

Експлуатаційні витрати повинні визначатися для кожної окремої транспортної дільниці розглянутої схеми в розрахунку на одну зміну (чи добу) залежно від заданих гірничо-геологічних умов і видів транспорту.

Експлуатаційні витрати за зміну по транспортній ланці повинні містити в собі такі елементи витрат:

- повну змінну заробітну плату робітників, безпосередньо зайнятих на певній транспортній ланці, а також тієї частини персоналу, що зайнята на технічному обслуговуванні і поточному ремонті транспортного устаткування цієї ланки;

- нарахування на заробітну плату перерахованих вище працівників;

- амортизаційні відрахування на повне відновлення і капітальний ремонт транспортного устаткування ланки, а також на погашення вартості тих гірничих робіт, виконання яких викликано винятково застосуванням того чи іншого виду підземного транспорту вантажів;

- вартість основних і допоміжних матеріалів і запасних частин;

- вартість електричної енергії і дизельного палива.

У складі капітальних витрат повинна враховуватись вартість основного і допоміжного транспортного устаткування, гірничо-капітальних робіт, пов'язаних з експлуатацією цього устаткування, а також робіт з монтажу – демонтажу і доставки в шахту транспортного устаткування.

При заміні на транспортній ділянці діючого устаткування новим у конкретних умовах розглянутої шахти за капітальні витрати за базовим варіантом може бути прийнята балансова вартість відповідних основних фондів Φ_B , а за іншими варіантами – сума відповідних капітальних вкладень K плюс недоамортизована частина балансової вартості старого устаткування Φ_L , що ліквідується або замінюється, не може бути передане для експлуатації на інші об'єкти. Різниця в капіталовкладеннях за порівнюваними варіантами розраховується при цьому як $K + \Phi_L - \Phi_B$.

Залишкова (недоамортизована) вартість старого устаткування Φ_L визначається за даними бухгалтерського обліку або розраховується, виходячи з первісної його вартості і процентного відношення недовикористаного терміну до повного можливого терміну служби устаткування.

Строк окупності додаткових капітальних вкладень показує, за скільки років економія за рахунок зниження експлуатаційних витрат перевищить зроблені капітальні витрати.

Стосовно до технологічних схем підземного транспорту строк окупності додаткових капітальних витрат T може бути розрахований

$$T = \frac{K_{\partial}}{C_B - C_{\epsilon}}, \text{років,}$$

де K_{∂} – додаткові капітальні вкладення, що необхідні для здійснення варіанта, який розглядається, грн.;

C_B – сумарні експлуатаційні витрати на транспорт за базовим варіантом за рік, грн.;

C_{ϵ} – сумарні експлуатаційні витрати на транспорт за розглянутим варіантом за рік, грн.

Коефіцієнт ефективності E є зворотною величиною строку окупності

$$E = \frac{1}{T} = \frac{C_B - C_{\epsilon}}{K_{\partial}}.$$

Для вугільних шахт тимчасовий нормативний строк окупності заходів для введення нової техніки на окремих виробничих процесах і ділянках встановлений три роки (нормативний коефіцієнт ефективності – 0,33). Якщо введення нової техніки пов'язане з великими гірничими і будівельними роботами капітального характеру, нормативний строк окупності може бути збільшений до 7 років (нормативний коефіцієнт ефективності не менший ніж 0,14). В окремих випадках, коли технічний захід приводить до значного поліпшення умов праці і підвищення безпеки робіт, він може бути прийнятий до впровадження при терміні окупності вищому від нормативного.

Показником, що сполучає величину експлуатаційних витрат і ефективність капіталовкладень за терміном їх окупності, є величина так званих наведених витрат. Цей показник визначається за таким виразом:

$$C_n = C_{\epsilon} + K_{\partial} E_n,$$

де C_n – наведені витрати за рік, грн.;

C_{ϵ} – сумарні експлуатаційні витрати на транспорт за розглянутим варіантом за рік, грн.;

K_{∂} – додаткові капітальні вкладення, що необхідні для здійснення розглянутого варіанта, грн.;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності.

Вартісні показники конкуруючих видів транспорту гірничих підприємств можуть бути визначені відповідно до методичних матеріалів [58,65], що дозволяє визначити галузі раціонального застосування засобів транспорту вугільних шахт, витрати на утримування систем підземного транспорту й інші економічні

показники. Встановлено, що наведені витрати на транспорті є функціями переміщуваних вантажопотоків і довжин транспортування.

Використовуючи розгорнуті формули і таблиці [19] поелементного визначення експлуатаційних і капітальних витрат, можна встановити добові наведені витрати на транспортування. Для конкуруючих спільно працюючих видів основного і допоміжного транспорту з точністю, припустимою в інженерно-економічних розрахунках, добові наведені витрати при незмінній довжині транспортування можуть бути подані багаточленом

$$C = (k_1AL + k_2L + k_3L^2 + k_4A + k_5)v, \text{ грн/добу,}$$

де L – довжина виробки, км;

A – добовий вантажопотік основного транспорту, т/добу;

k_1, k_2, k_3, k_4, k_5 – розрахункові коефіцієнти, приймають згідно з табл.7.7;

v – курс долара у гривнях.

Таблиця 7.7

Розрахункові коефіцієнти

Тип виробок	Основний транспорт	Допоміжний транспорт	Коефіцієнти багаточлена				
			k_1	k_2	k_3	k_4	k_5
ДІЛЬНИЧНІ	Конвеєр Л80	монорейковий	0,008	146,71	0	0	63,82
	Конвеєр П65		0,009	225,16	0	0	43,20
	Конвеєр Л80	локомотивний	0,008	123,32	4,67	0	81,89
	Конвеєр П65		0,009	201,77	4,67	0	61,27
	Локомотив АМ8		0,181	-24,87	0	0,050	191,32
	Локомотив АРП10		0,148	-25,09	0	0,013	208,49
	Локомотив АРП14		0,081	-10,14	0	0,069	258,77
КАПІТАЛЬНІ	Конвеєр 1Л100	локомотивний	0,040	94,76	0	0,003	183,57
	Конвеєр П80		0,042	321,95	0	0,003	183,56
	Локомотив АРП14		0,080	-5,54	0	0,067	220,17
	Локомотив АРП28		0,060	-8,34	0	0,049	292,19

В міру відпрацьовування шахтного поля або зміни розташування лави змінюється довжина дільничних виробок і, відповідно, довжина транспортування. Отже, будуть змінюватися величини наведених добових витрат. Порівняння конкуруючих сполучень засобів основного і допоміжного транспорту доцільно проводити за наведеними добовими витратами при різних довжинах транспортування і сумарними наведеними добовими витратами, що визначаються за виразом:

$$\sum_{L=0,5}^{L_{\max}} C = C^{0,5} + C^{1,0} + C^{1,5} + \dots + C^{L_{\max}-0,5} + \frac{C^{L_{\max}}}{2},$$

де $C^{0,5}$, $C^{1,0}$, $C^{1,5}$, $C^{L_{\max}}$ - наведені добові витрати при довжинах транспортування, відповідно 0,5 км, 1,0 км, 1,5 км, максимальній довжині L_{\max} .

Розраховані відповідно до описаної методики наведені витрати конкуруючих видів і засобів основного і допоміжного транспорту використовуються при побудові моделей графів систем внутрішньошахтного транспорту і вирішенні завдань, пов'язаних із їх оптимізацією за критерієм витрат на транспортування вантажів.

На стадії проектування нових шахт найважливішим завданням є не тільки забезпечення низької собівартості видобутку вугілля, але і здешевлення вартості шахтного будівництва. У цих умовах основним економічним критерієм оптимальності технологічної схеми підземного транспорту може служити величина наведених витрат щодо процесу «підземний транспорт», який характеризує не тільки очікувані експлуатаційні витрати після введення шахти в експлуатацію, а і швидкість окупності капітальних витрат, зроблених під час спорудження шахти.

В окремих випадках, при порівняльному аналізі схем підземного транспорту, крім основних критеріїв оптимальності, можуть застосовуватися як додаткові так і інші показники, зокрема, трудові витрати по ланках підземного транспорту. При цьому на моделях графів у ролі «довжин» дуг проставляються не вартісні дані, а трудові витрати в людино-змінах по кожній транспортній ланці.

Оптимізація за прийнятим критерієм технологічних схем підземного транспорту для діючих шахт може проводитися як за станом на момент складання відповідних графів, так і на майбутні періоди, виходячи з передбаченого планом гірничих робіт розташування транспортних виробок на кінець кожного періоду.

Найбільш повні результати можуть бути отримані, коли моделі графів складаються відповідно до плану розвитку гірничих робіт шахти, розробленого на кілька років, і при цьому кожна модель

будується з урахуванням очікуваного розташування транспортних виробок і розмірів вантажопотоку на кінець кожного року. У цьому випадку отримані на кожному графі величини сумарних витрат за зміну за кожним варіантом технологічної схеми шахти збільшуються на число змін, які плануються у році, що обумовлює річні сумарні транспортні витрати за розглянутими варіантами. Оптимальним стане той варіант, при здійсненні якого сумарні транспортні витрати по шахті за кілька років, що розглядається, будуть мінімальними.

При встановленні оптимальної технологічної схеми підземного транспорту для нової шахти, яка проектується, необхідно будувати моделі графів для кількох періодів розвитку гірничих робіт, передбачених проектом, і після їх обрахування вибрати такий варіант схеми, при якому величина прийнятого економічного критерію оптимальності в сумі за всі ці періоди буде найменшою.












Місце	Підприємства-постачальники			Зовнішні шляхи	Поверхневий технологічний комплекс						Ствол шахти
					видатковий склад			внутрішній шлях			
Найменування робіт	складування продукції	формування вантажних одиниць	навантаження транспортних засобів	транспортування	розвантаження	складування	навантаження	формування поїзду	доставка і маневри	обмін платформ у клітках	спуск-підйом вантажів
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Позначення робіт											

Рис. 7.23. Технологічна схема доставки матеріалів до шахтного вибою

Місце	Підземні виробки							
	Приствольний двір			Транспортні виробки		Місце призначення		
Найменування робіт	обмін платформ у клітках	формування поїзду	перевантаження	доставка і маневри	перевантаження	розвантаження-навантаження транспортних засобів	складування	доставка вантажу до вибою
№	12	13	14	15	16	17	18	19
Позначення робіт								

Рис. 7.23. Технологічна схема доставки матеріалів до шахтного вибою (продовження)

Глава 8. ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ВАНТАЖОПОТОКІВ ЕНЕРГОЄМНИХ ВИРОБНИЦТВ

8.1. Види і характеристики вантажопотоків

Вантажопотоки енергоємних виробництв поділяють на: основні (корисна копалина, сировина, напівфабрикати, деталі, вузли, готова продукція), допоміжні (порода, устаткування, матеріали, тара) і людські.

Основний вантажопотік є прямим, наприклад, на гірничому підприємстві спрямований від очисних і підготовчих вибоїв убік околоствольного двору. Допоміжні і людські вантажопотоки є як прямими, так і зворотними. Так, вантажопотік порожньої породи найчастіше спрямований у околоствольний двір, але при закладці виробленого простору може в деяких випадках мати протилежний напрямок. Устаткування не тільки надходить у шахту, але і видається із шахти для ремонту і т.д.

В умовах гірничого підприємства найбільш інтенсивний прямий вантажопотік, а його головною складовою частиною служить шахтний масовий вантаж - корисна копалина.

Інтенсивність вантажопотоку - це кількість маси вантажу (t) в одиницю часу (добу, зміну, годину, хвилину). При розрахунку конвеєрних комплексів звичайно оперують хвилинними вантажопотоками ($t/xв$), локомотивних - годинними ($t/год$).

Вантажопотоки, що надходять з очисних вибоїв, нерівномірні у часі. Це викликано особливостями організації робіт і гірничо-геологічних умов. Формування вантажопотоків через велике число факторів, що впливають, носить випадковий характер.

На нерівномірність вантажопотоків впливає також відносний напрямок швидкостей навантаженої гілки забійного конвеєра і очисної

машини. Вантажопотоки при прямому (назустріч навантаженої гілки конвеєра) і зворотному напрямках руху комбайна не однакові. У першому випадку погонне навантаження конвеєра менше ніж у другому, а значить вантажопотік менший. Із зростанням швидкості подачі ця нерівномірність також зростає.

При зворотному ході швидкохідного струга, якщо його швидкість починає дорівнювати швидкості навантаженої гілки конвеєра, він виявляється непрацездатним, оскільки навантажується в одному місці і жолоб у даному місці переповнюється.

У швидкохідних стругових установках можливо, що швидкість струга вища від швидкості навантаженої гілки конвеєра (так званий режим "випереджувального струга") і відбудеться багат шарове навантаження. Доведено, що найкращим співвідношенням швидкостей конвеєра і струга є $1/3$, тому що в цьому випадку забезпечується найбільш рівномірне заповнення жолоба конвеєра [9].

Показниками вантажопотоків, що надходять із очисних вибоїв, служать значення середніх і максимальних вантажопотоків. Вони встановлюються як за час робочої зміни (оперативний час), так і за період надходження вантажу на транспортні комплекси протягом робочої зміни (час надходження).

Характеристикою нерівномірності вантажопотоків служить коефіцієнт нерівномірності, який дорівнює відношенню максимального вантажопотоку до середнього за розглянуту одиницю часу. Загальна закономірність: із зростанням вантажопотоку коефіцієнт нерівномірності зменшується. Коефіцієнт нерівномірності залежить також від середнього вантажопотоку і виду забійного устаткування. Він може доходити до 3,0 і більше (табл.8.1) [53,54].

Середній хвилинний вантажопотік за час надходження вугілля з очисного вибою на конвеєр $a_{1(n)}$ залежить від змінного видобутку A_{cm} , т/зм, тривалості зміни T_{cm} , год. і коефіцієнта часу надходження вугілля K_{II}

$$a_{1(n)} = \frac{A_{CM}}{60T_{CM}K_{II}}, \text{ т/хв.} \quad (8.1)$$

Коефіцієнт K_{II} залежить від схеми виїмки. При двобічній схемі, а також при однібічній схемі без зачищення

$$K_{II} = K_M = \frac{t_b}{60T_{CM}}, \quad (8.2)$$

де t_b – тривалість роботи комбайна у зміну, хв;

K_M – коефіцієнт машинного часу комбайна.

При однобічній схемі із зачищенням

$$K_{II} = \frac{t_b + t_3}{60T_{CM}} = K_M + \frac{t_3}{60T_{CM}}, \quad (8.3)$$

де t_3 – тривалість зачищення при зворотному ході комбайна у зміну, хв.

$$t_3 = \frac{L_{O.з.} N_u}{0,85V_{max.M}}, \quad \text{хв}, \quad (8.4)$$

де $L_{O.з.}$ - довжина очисного вибою, м;

N_u - число робочих циклів у зміну;

V_{max} - максимальна маневрова швидкість комбайна, м/хв.

Таблиця 8.1

Коефіцієнт нерівномірності вантажопотоку

Середній вантажопотік, т/год	Значення коефіцієнта нерівномірності вантажопотоку, коли вибій обладнаний		
	механізованим комплексом	стругом та індивідуальним кріпленням	комбайном та індивідуальним кріпленням
40...50	3,00...2,75	3,00...2,75	2,50...2,25
60...70	2,50...2,30	2,50...2,30	2,10...2,00
80...90	2,15...2,00	2,15...2,00	
100...120	1,90...1,80		
140...160	1,70...1,60		

Значення середнього сумарного хвилинного вантажопотоку у періоди спільного надходження вантажу із декількох (n) очисних вибоїв на збірний конвеєр являє собою арифметичну суму:

$$a_{1(n)\Sigma} = \sum_{i=1}^n a_{1(n)i}, \quad \text{т/хв}. \quad (8.5)$$

Максимальний хвилинний вантажопотік із одного очисного вибою $a_{I(max)}$ дорівнює можливій максимальній хвилинній продуктивності очисної машини (комбайна або струга)

а) при прямому ході

$$a'_{max} = mbV_{max} \delta_1 \Psi_{II} \gamma_{II}, \quad \text{т/хв}; \quad (8.6)$$

б) при зворотному ході

$$a''_{max} = mbV'_{max} \delta_2 (1 - \Psi_{II}) \gamma_{II}, \quad \text{т/хв}, \quad (8.7)$$

де V_{max} і V'_{max} - максимальні швидкості подачі при прямому і зворотному ході, м/хв; (при двобічній схемі $V'_{max} = V_{max}$, а якщо при зворотному ході здійснюється зачищення, то $V'_{max} = 0,85V_{max}$);

m - потужність пласту, що виймається, м;

b - ширина захоплення, м;

γ_{II} - щільність вугілля в цілику, т/м³;

δ_1, δ_2 - розрахункові коефіцієнти, що визначаються значеннями і напрямками швидкостей комбайна і ланцюга конвеєра

$$\delta_1 = \frac{V_K}{V_K + V_{max}}; \quad \delta_2 = \frac{V_K}{V_K - V'_{max}}; \quad (8.8)$$

ψ_n - коефіцієнт навантаження .

При роботі із двобічною схемою в (8.6) треба приймати $\psi_n = 1$, а в (8.7) - $\psi_n = 1$. При роботі без зачищення - $\psi_n = 1$, а при роботі із зачищенням ψ_n треба приймати із табл. 8.2.

Таблиця 8.2

Коефіцієнт навантаження ψ_n

$b, \text{ м}$	ψ_n при $m, \text{ м}$					
	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8
0,50	0,47	0,62	0,72	0,78	0,82	0,84
0,63	0,36	0,57	0,68	0,74	0,79	0,82
0,80	0,28	0,50	0,62	0,70	0,75	0,78

Більше з a'_{max} і a''_{max} (яке позначимо через a_{max}) порівнюється із максимальною хвилинною продуктивністю забійного конвєсера $a_{3.K}$. Якщо $a_{max} < a_{3.K}$, то $a_{I(max)} = a_{max}$, а якщо $a_{max} \geq a_{3.K}$, то $a_{I(max)} = a_{3.K}$.

Оскільки вантажопотоки носять випадковий характер, то при підсумовуванні їх максимальних значень використовують імовірні методи.

Значення максимального сумарного хвилинного вантажопотоку за час надходження на збірну транспортну систему із n очисних вибоїв

$$a_{1(max)\Sigma} = a_{1(n)\Sigma} + n_{\sigma} \sqrt{\sum_{i=1}^n \sigma_i^2}, \text{ т/хв}, \quad (8.9)$$

де σ_i - середньоквадратичне відхилення значень хвилинних вантажопотоків за час надходження із очисних вибоїв,

$$\sigma_i = \frac{a_{1(max)i} - a_{1(n)i}}{2,33}, \text{ т/хв}; \quad (8.10)$$

n_{σ} - імовірний параметр (табл.8.3), що враховує одночасність надходження максимальних вантажопотоків залежно від числа очисних вибоїв n і середньозваженого коефіцієнта часу надходження вантажопотоку із вибоїв

$$K_{ПСВ} = \frac{A_{СМ1}K_{П1} + A_{СМ2}K_{П2} + \dots + A_{СМn}K_{Пn}}{A_{СМ1} + A_{СМ2} + \dots + A_{СМn}}, \quad (8.11)$$

де $A_{СМ1}, A_{СМ2}, \dots$ середній вантажопотік із кожного очисного вибою за зміну, т/зм;

$K_{П1}, K_{П2}, \dots$ коефіцієнт часу надходження вантажу з кожного очисного вибою.

Таблиця 8.3

Значення параметра n_{σ}

$K_{ПСВ}$	n_{σ}						
	2	3	4	5	6	7	8
0,2	1,40	0,85	0,40	0	0	0	0
0,4	1,90	1,55	1,25	1,00	0,70	0,45	0,25
0,6	2,40	2,15	1,90	1,70	1,50	1,25	1,05
0,8	2,90	2,70	2,50	2,30	2,10	1,90	1,75

Із таблиці видно, що чим вищі коефіцієнти часу надходження вантажу і менше число вибоїв, тим вища ймовірність найбільш несприятливого накладення пікових значень хвилинних вантажопотоків.

Хвилинний коефіцієнт нерівномірності для одного чи кількох очисних вибоїв

$$K_1 = \frac{a_{1(\max)}}{a_{1n}}; \quad K_2 = \frac{a_{1(\max)\Sigma}}{a_{1n\Sigma}}, \quad (8.12)$$

менший годинного, але може доходити до 2,0...2,2, а іноді і вищий.

Частина вантажопотоків із підготовчих вибоїв мала. Тому при проектуванні конвеєрних систем обмежуються обліком середньохвилинних вантажопотоків за періоди роботи прохідницького устаткування

$$U_1 = \frac{SL_{\Pi}\gamma_{\Pi}}{60t_p}, \text{ т/хв}, \quad (8.13)$$

де S - площа виробки в проходці, м^2 ;

L_{Π} - середньозмінний темп проходки, м ;

γ_{Π} - щільність вугілля або породи маси в масиві, т/м^3 ;

t_p - час роботи машини для навантаження протягом зміни, год.

При надходженні на збірний конвеєр вантажопотоків з підготовчих вибоїв значення сумарного хвилинного вантажопотоку

$$U_{1\Sigma} = Z \sum_{i=1}^m U_{1i}, \text{ т/хв}. \quad (8.14)$$

Розрахунковий коефіцієнт $Z=0,6...0,95$ враховує неодночасність одержання вантажу з вибоїв і він тим менший, чим менше число підготовчих вибоїв.

Вантажопотік, що надходить на збірний конвеєр з одного чи кількох бункерів, визначається як арифметична сума продуктивності

розвантаження кожного бункера $\sum_{i=1}^P Q_{\delta,i}$.

При проектуванні локомотивних комплексів необхідно мати значення максимальних змінних вантажопотоків, які одержують шляхом множення середньозмінних значень вантажопотоків на змінний коефіцієнт нерівномірності K_H . Згідно з рекомендацією [37] при відсутності акумулюючих ємностей $K_H=1,5$, а при наявності ємності – $K_H \geq 1,25$.

Значення вантажопотоків матеріалів, устаткування і людей знаходять за діючими нормативами [37].

8.2. Приймальна здатність, експлуатаційне навантаження і технічна продуктивність конвеєрів

Приймальною здатністю конвеєра ($\text{м}^3/\text{хв}$) називається об'єм (м^3) насипного вантажу, що приймається в одиницю часу (хв) на рухомий робочий орган при максимально припустимому його заповненні вантажем. Таким чином, приймальна здатність залежить від геометричних розмірів поперечного перерізу робочого органу і швидкості його руху. Для стрічкових конвеєрів враховується ширина стрічки і кут нахилу бічних роликів до горизонталі, а для скребкових - ширина ставу і висота бортів.

У стрічкових конвеєрів, які встановлені напівстаціонарно, внаслідок поганого центрування стрічки приймальна здатність знижується приблизно на 10%.

Приймальна здатність трохи знижується із збільшенням кута нахилу конвеєра до горизонталі. Необхідна приймальна здатність $Q_{\text{к.лп}}$ залежить від розрахункового (максимального) вантажопотоку $q_{1(\text{max})}$, насипної маси вантажу γ і показника надійності, що виражається через коефіцієнт аварійності [20, 59] чи коефіцієнт готовності [54].

Найбільш загальним випадком буде надходження на конвеєр вантажопотоків з n очисних вибоїв, m підготовчих вибоїв і p бункерів.

$$q_{1(\text{max})\Sigma} = a_{1(\text{max})} + Z \sum_{i=1}^m U_{i1} + \sum_{i=1}^p Q_{\delta,i}. \quad (8.15)$$

Чим нижчий коефіцієнт готовності K_G конвеєрної лінії, тим вищою повинна бути приймальна здатність.

$$Q_{\text{к.лп}} \geq \frac{1}{\gamma K_G} q_{1(\text{max})\Sigma}. \quad (8.16)$$

Виходячи з цього, можуть бути прийняті параметри поперечного перерізу навантаженої гілки конвеєра.

Експлуатаційне навантаження Q_{Σ} збірного конвеєра визначається всіма вантажопотоками, що надходять на нього, місцями розташування пунктів їх надходження і довжиною конвеєра L .

При надходженні вантажопотоків в одному пункті (на початку конвеєра)

$$Q_{\Sigma} = 60 \sum_{i=1}^n a_{1(n)i} K_{t(L)i}, \quad \text{т/год}, \quad (8.17)$$

де $K_{t(L)}$ – розрахунковий коефіцієнт навантаження (табл.8.4), що враховує нерівномірність вантажопотоку за час проходження вантажу по конвеєру і залежний від хвилинного коефіцієнта K_I (8.12) і часу проходження вантажу по конвеєру

$$t_K = \frac{L}{60V_K}, \quad \text{хв.} \quad (8.18)$$

Як бачимо із табл.8.4, із збільшенням числа очисних вибоїв і часу t_K нерівномірність навантаження згладжується.

Якщо на збірний конвеєр надходить кілька вантажопотоків у різних пунктах, то спочатку встановлюють експлуатаційне навантаження на кожній ділянці між суміжними пунктами завантаження, а потім наведене навантаження.

Для цього визначають для кожної ділянки окремо хвилинні коефіцієнти нерівномірності і тривалості руху вантажу

$$t_1 = \frac{l_1}{60V_K}; \quad t_2 = \frac{l_2}{60V_K} \quad \text{і т.д.}$$

Після цього згідно із табл.8.4 знаходять розрахункові коефіцієнти навантаження на кожній ділянці.

На рис.8.1 наведена схема завантаження збірного конвеєра (показаного стовщеною лінією) з декількох очисних вибоїв (n), підготовчих вибоїв (m) і бункерів (p). Загальне число пунктів надходження вантажопотоків $r = n + m + p$.

Визначимо експлуатаційні навантаження на окремих ділянках відповідно до рекомендацій [37].

У пункті 1 надходить вантажопотік підготовчого вибою, тому для ділянки 1-2

$$Q_{\Sigma 1} = 60U', \quad \text{т/ч.}$$

У пункті 2 додається вантажопотік з очисного вибою і для ділянки 2-3

$$Q_{\Sigma 2} = 60U' + 60a'_{(n)} K_{t(12)}, \quad \text{т/год},$$

де $K_{t(12)}$ - розрахунковий коефіцієнт навантаження, при визначенні якого враховують час руху вантажу по ділянці 2-3,

$$t_2 = \frac{l_2}{60V_K}.$$

Таблиця 8.4

Розрахунковий коефіцієнт навантаження $K_{t(L)}$

K_I	Число очисних вибоїв	t_K					
		2	4	6	8	10	20 і більше
2,8 і більше	1	2,58	2,37	2,26	2,18	2,13	1,93
2,4	1	2,20	2,04	1,95	1,88	1,83	1,65
2,0	1	1,86	1,74	1,66	1,61	1,65	1,41
	2	1,83	1,71	1,63	1,58	1,53	1,50
	3	1,81	1,69	1,61	1,56	1,52	1,37
1,6	1	1,53	1,45	1,40	1,36	1,33	1,24
	2	1,50	1,41	1,36	1,31	1,28	1,19
	3	1,48	1,38	1,33	1,29	1,25	1,16
	4	1,46	1,36	1,31	1,27	1,23	1,14
1,2	1	1,18	1,15	1,13	1,12	1,11	1,06
	2	1,16	1,11	1,08	1,07	1,06	1,01
	3	1,15	1,09	1,06	1,04	1,03	1,00
	4	1,14	1,08	1,05	1,03	1,01	1,00

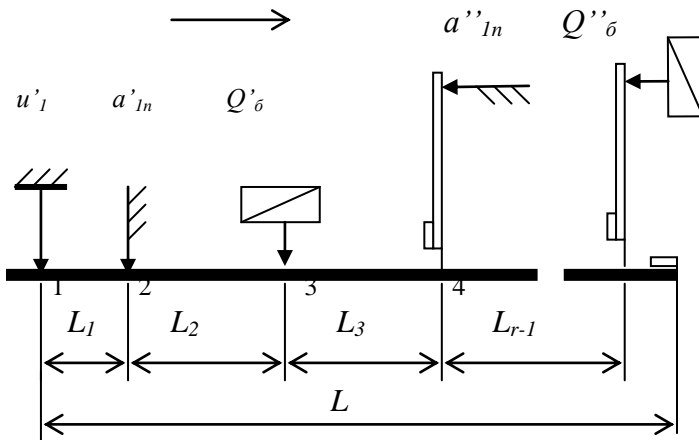


Рис.8.1. Схема розташування пунктів надходження на збірний конвеєр вантажопотоків із очисних, підготовчих вибоїв і бункерів

У пункті 3 конвеєр завантажується із бункера, отже на ділянці 3-4

$$Q_{Э3} = 60U'_i + 60a'_{(n)}K_{t(l_2)} + 60Q'_{б}, \text{ т/год, і т.д.}$$

У загальному випадку для останньої ділянки г... (r+1)

$$Q_{Эr} = 60 \sum_{i=1}^n a_{1(n)i} K_{t(l_n)i} + 60Z \sum_{i=1}^m U_{li} + 60 \sum_{i=1}^p Q_{бi}.$$

Наведене (сумарне) експлуатаційне навантаження являє собою деяке постійне за довжиною збірного конвеєра умовне (середньозважене) навантаження, що дорівнює сумі часткових експлуатаційних навантажень на всіх ділянках, приведені до довжини конвеєра

$$Q_{Э(прив)} = (Q_{Э1}l_1 + Q_{Э2}l_2 + \dots + Q_{Эr}l_r) \frac{1}{L}, \text{ т/ч.} \quad (8.20)$$

Таким чином, при "твердому зв'язку" між транспортними ділянками (тобто при відсутності згладжування нерівномірності вантажопотоку бункерами) очікуване наведене експлуатаційне навантаження дозволяє знайти технічну продуктивність конвеєра

$$Q \geq Q_{\text{Э(прив)}} \frac{1}{K_{\Gamma}}. \quad (8.21)$$

Коефіцієнт готовності одного стрічкового конвеєра лежить у межах 0,985...0,995, пластинчастого – 0,987...0,981 [54]. Коефіцієнт готовності конвеєрної лінії визначається шляхом перемножування коефіцієнтів готовності окремих конвеєрів цієї лінії.

За Q ведуть тяговий розрахунок конвеєра: знаходять наведене погонне навантаження $Q / (3,6V_K)$, опір руху гілок тягового органу, розрахункову довжину тощо.

Якщо довжина конвеєра, що допускається за розрахунком, є меншою від довжини виробки, то зменшують навантаження за рахунок усереднення вантажопотоку в надконвеєрних бункерах або передбачають послідовну установку кількох конвеєрів.

8.3. Технологічні параметри проміжних ємностей комплексів

Розрізняють аварійні (акумуляючі) ємності і такі, що згладжують (усереднюючі), які виконують у вигляді гірничих або механізованих бункерів.

Транспортні засоби, що примикають до проміжної ємності, поділяють на надбункерні (завантажують бункер) і підбункерні (завантажуються із бункера).

Аварійна ємність призначена для забезпечення незалежної роботи протягом деякого проміжку часу надбункерної (при порожній ємності) і підбункерної (при заповненій ємності) транспортних установок. Цей проміжок часу буде тим більшим, чим вища ємність.

Згладжуюча ємність призначена для зниження нерівномірності вантажопотоку, який надходить на підбункерний конвеєр. Це дозволяє знижувати продуктивність і навантаження конвеєра, отже, поліпшувати використання технічних даних установки.

Знаходять застосування також комбіновані ємності.

До технологічних параметрів бункерів відносяться місткість E , продуктивність завантаження (вантажопотік) q_{ICP} і продуктивність розвантаження P .

Питання розрахунку і проектування бункерів найбільш повно розроблені [36, 37].

Розглянемо транспортну систему “дільничний конвеєр–бункер–локомотивний транспорт”.

Призначенням бункера є забезпечення роботи вибоїв при затримці у подачі порожніх вагонеток під навантаження, а також прискорення завантаження, що збільшує оборотність поїздів.

Необхідна місткість бункера

$$E = (q_{1CP} t_{II} K_y - G) \frac{1}{\gamma}, \text{ м}^3. \quad (8.22)$$

Тут q_{1CP} - середнє значення вантажопотоку, що надходить у бункер за оперативний час,

$$q_{1CP} = \frac{A_{CM}}{60T_{CM} - t_{pez}}, \text{ т/хв}, \quad (8.23)$$

де t_{pez} - регламентовані технологічні перерви подачі вантажу у бункер, хв;

t_{II} - середній час одного простою навантажувального пункту через відсутність порожніх вагонеток, хв. Відповідно до хронометражних спостережень для магістральної локомотивної відкатки $t_{II} = 15...20$ хв;

K_y - коефіцієнт, що враховує необхідний рівень зниження простоїв (табл.8.5). Для комплексно-механізованих лав рекомендується приймати $K_y = 3,0$

G - вантажопідйомність незнижуваного запасу вагонеток біля навантажувального пункту, т.

Таблиця 8.5

Коефіцієнт рівня зниження простоїв K_y

Рівень зниження простоїв, %	70	80	90	95
K_y	1,2	1,6	2,3	3,0

Технічна продуктивність комплексу устаткування навантажувального пункту повинна бути не нижчою від продуктивності підбункерного живильника.

Розглянемо систему "конвеєр–бункер–конвеєр". Тут бункер може бути як згладжувальним, так і аварійним. При визначенні технологічних параметрів згладжувального бункера, за основу приймають глибину (рівень) згладжування

$$\bar{b}_C = \frac{q_{1(\max)\Sigma} - P}{q_{1(\max)\Sigma} - q_{1CP}} 100\%, \quad (8.24)$$

де P – продуктивність розвантаження, т/хв.

Якщо $q_{1(\max)\Sigma} > \gamma Q_{к.пр.}$, то в (8.24) замість P треба підставити $\gamma Q_{к.пр.}$, а якщо прийняти $P = q_{1CP}$, то відбудеться повне згладжування вантажопотоку до значення q_{1CP} .

Якщо ж $P > q_{1CP}$, то глибина згладжування перевищить 100% і буде необхідне збільшення $Q_{к.пр.}$, що зможе бути досягнуте збільшенням швидкості підбункерного конвеєра або заміною конвеєра.

Чим більша глибина згладжування, тим дорожчий бункер через збільшення його місткості, і тим дешевший підбункерний конвеєр, тому що знижується необхідна його приймальна здатність. Оскільки тут діють "зустрічні" фактори, то оптимальне рішення може дати техніко-економічний аналіз.

На рис.8.2 наведені графіки економічного ефекту Φ_2 від застосування згладжувального бункера [24].

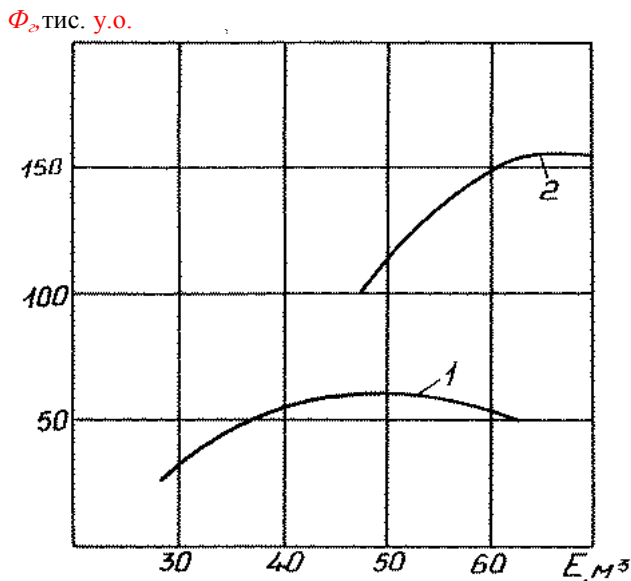


Рис.8.2. Залежності річного економічного ефекту при застосуванні згладжувального бункера від місткості при коефіцієнті нерівномірності: 1 - 2,0; 2 - 2,5

Як видно, криві мають екстремум, отже, існує оптимальна ємність бункера, яка забезпечує найбільший економічний ефект. Продуктивність розвантаження згладжуючого бункера можна приймати:

$$\text{при } \bar{b}_c \leq 50\% \quad P = \gamma Q_{K.LP}; \quad (8.25)$$

$$\text{при } \bar{b}_c > 50\% \quad P \leq \frac{Q}{60}. \quad (8.26)$$

Необхідна місткість згладжуючого бункера

$$E = \frac{K_{\bar{b}} q_{1CP}}{\gamma}, \text{ м}^3, \quad (8.27)$$

де $K_{\bar{b}}$ - розрахунковий коефіцієнт місткості бункера (табл. 8.6).

Таблиця 8.6

Розрахунковий коефіцієнт $K_{\bar{b}}$

Хвилинний коефіцієнт нерівномірності надходження вантажу у бункер	Відносна глибина згладжування вантажопотоку, \bar{b}_c , %				
	25	50	75	100	125
1,2	1	1	2	3	5
1,6	1	2	3	7	20
2,0	1	2	5	10	30
2,8	1	3	7	15	60

Продуктивність розвантаження аварійного бункера визначається із

$$Rq_{1CP} < P < \frac{Q}{60}, \quad (8.28)$$

де $R = 1,3...1,5$ - коефіцієнт резерву.

Місткість аварійного бункера вибирається за табл.8.7. Видно, що необхідна місткість зростає із збільшенням вантажопотоку і рівня зниження простоїв, які при наявності технічної можливості можуть досягати 95%. Якщо ж за гірничо-технологічними умовами

нормативну місткість досягти не вдається, то приймається допустима місткість і за табл.8.7 знаходиться відповідний рівень зниження простоїв.

Таблиця 8.7

Нормативна місткість аварійних бункерів, м³

Середньозмінний вантажопотік, т	При рівні зниження простоїв, %			
	50	75	85	95
300...400	20...30	35...55	50...70	70...100
450...600	30...40	55...70	70...95	110...150
750...900	45...60	85...105	110...140	170...220
1000...1250	60...80	120...140	150...200	250...310
1500...1750	80...110	175...200	220...270	360...460
2000...2250	120...150	230...260	300...350	460...570
2500...2750	190...230	280...320	360...430	600...700
3000...4000	200...250	350...450	550...650	800.....1000

Збиток від зменшення рівня зниження простоїв звичайно перевищує економію на спорудження аварійного бункера зменшеної місткості.

Як видно з рис.8.3 [24], економічний ефект при застосуванні аварійного бункера зростає із збільшенням вантажопотоку і місткості. Однак це відбувається до визначеної межі, оскільки капітальні додаткові вкладення на спорудження бункера із зайвою місткістю виявляються непотрібними.

Розглянемо систему "локомотивний транспорт-бункер-живильник-конвеєр". Тут призначення бункера, з одного боку, – забезпечення швидкого розвантаження вагонеток і, з іншого, – рівномірного завантаження конвеєра.

Продуктивність розвантаження бункера

$$P = \frac{RG}{t_r}, \text{ м}^3/\text{хв}, \quad (8.29)$$

Φ_2 , тис. у.о.

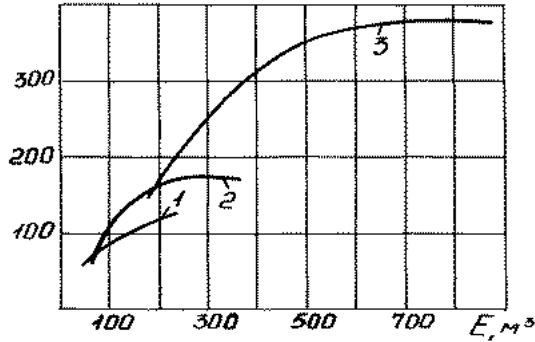


Рис.8.3. Залежності річного економічного ефекту при застосуванні аварійного бункера від місткості при добовому вантажопотокі:

1 – 1000 т; 2 – 2000 т; 3 – 5000 т

де t_r - середній інтервал часу між прибуттям до розвантажувального пункту навантажених поїздів, який приблизно може бути визначений із залежності

$$t_r = \frac{60T_{CM} 60}{A_{CM}}, \text{ хв.} \quad (8.30)$$

Для вагонеток із донним розвантаженням

$$E \geq \frac{(1,0 \dots 1,5)G}{\gamma}, \text{ м}^3. \quad (8.31)$$

Для вагонеток із глухим кузовом місткість бункера залежить від продуктивності підбункерного конвеєра, але повинна бути не меншою від місткості 2...3 вагонеток.

Якщо бункер одночасно є аварійним і акумулюючим, то його місткість повинна бути додатково збільшена, виходячи з нормативу (табл.8.7).

Для зменшення нерівномірності вантажопотоку, який надходить у бункер, повинна бути забезпечена можливість розміщення навантажених поїздів. З цією метою довжина вантажної гілки розвантажувального пункту повинна бути не меншою від довжини одного поїзду при роботі на горизонті до трьох поїздів і не меншою від довжини півтора поїзда при більшій кількості поїздів.

Розглянемо систему «привольний двір–бункер». Бункери скіпового підйому можуть бути малої ємності (на один скіп) чи великої ємності (до кількох сотень тонн). Перевагою перших є малий обсяг

гірничих робіт, можливість видачі одним бункером кількох марок корисної копалини. Недолік – залежний зв'язок транспорту і підйому, що позбавляє їх навіть відносної незалежності і вимагає регламенту роботи.

Бункер великої ємності дозволяє локомотивному транспорту і скіповому підйому працювати з деякою незалежністю. Він може бути також використаний як аварійний. В останньому випадку ємність бункера вибирається за даними табл.8.7. Оскільки герметизація стовбура здійснюється за рахунок деякого незнижуваного шару корисної копалини, то на відповідну ємність повинна бути збільшена і загальна місткість бункера. До цього варто додати ще і додаткову місткість, якщо бункер працює також як технологічний.

У деяких випадках у період максимального навантаження енергосистеми з метою її зниження зупиняють підйом. Тоді місткість бункера повинна бути достатньою для можливості продовження роботи транспорту на час зупинки підйому.

8.4. Оптимізація конвеєрних комплексів

При створенні конвеєрних комплексів відкритих і підземних розробок вирішуються завдання оптимізації протяжних конвеєрних ліній. Сюди відносяться вибір траси, склад конвеєрної лінії, довжина окремих конвеєрів і місця розташування перевантажувальних пунктів, встановлення параметрів проміжних ємностей.

Завдання оптимізації вимагають значної обчислювальної роботи, що викликано необхідністю порівняння можливих варіантів, число яких може бути дуже великим. Одночасно із технічними параметрами аналізуються й економічні аспекти. Подібні складні завдання найбільш прийнятно вирішувати на ЕОМ.

Проектування конвеєрної лінії зовнішнього транспорту кар'єру полягає, в першу чергу, в оптимізації як траси, так і складу конвеєрів [20].

Першопричиною різноманітності можливих варіантів є топографія місцевості. При проектуванні конкретного варіанта необхідно, щоб кут нахилу конвеєра був не більший від 18° . Це вимагає на деяких ділянках проведення гірничо-будівельних робіт, обсяг яких повинен бути мінімальним. Бажано, щоб мінімальними були і кути перелому профілю, щоб уникнути на увігнутих ділянках небезпеки підведення стрічки над роликками і необхідності

спорудження перехідних кривих. У цьому ж відношенні кращі ділянки з опуклим профілем.

При встановленні варіанта траси прагнуть поряд із досягненням мінімальної протяжності до збільшення довжини конвеєрів у складі лінії, а отже, і до зменшення числа перевантажувальних пунктів. У той же час, з метою уніфікації устаткування найкраща траса з перевагою однотипних конвеєрів. Тому при сполученні ділянок великої довжини з більш короткими не завжди доцільно обслуговувати перші одним потужним конвеєром, а може виявитися більш зручним установка кількох малопотужних однотипних конвеєрів. Однак в останньому випадку треба враховувати зниження надійності комплексу.

Таким чином, завдання оптимізації траси і профілю виявляється ув'язаним із завданням оптимізації складу конвеєрної лінії як за числом та довжиною конвеєрів, так і за їх типом. Тому попередньо складаються ряди можливих конвеєрів з параметрами: ширина стрічки, швидкість конвеєра, погонне навантаження, погонні маси частин, що рухаються, зусилля. На підставі тягових розрахунків встановлюється набір таких параметрів: ширина і тип стрічки, швидкість, потужність і наведені витрати. Кращі варіанти, а також формалізовані способи обробки топографії місцевості закладають у програму ЕОМ, що і видає оптимальний варіант параметрів траси і складу конвеєрної лінії [20].

При капітальних одноразових вкладеннях для вибору оптимального складу конвеєрної лінії використовують критерій, що виражається цільовою функцією

$$Z = C + E_H K \longrightarrow \min, \quad (8.32)$$

де Z – наведені витрати;
 C – річні експлуатаційні витрати;
 K – капітальні вкладення;
 E_H - нормативний галузевий коефіцієнт ефективності.

У підземних умовах капітальні вкладення включають механічне, електричне устаткування й устаткування навантажувальних пунктів під лавами (у тому числі і монтаж), а також гірничо-будівельні роботи (додаткові виробки, камери приводів і перевантажувальних станцій).

Експлуатаційні витрати охоплюють амортизаційні відрахування, заробітну плату, матеріали й електроенергію.

Московським державним гірничим університетом розроблені питання оптимізації із застосуванням ЕОМ дільничних конвеєрних ліній, що мають свої особливості [20]. Сюди відноситься зміна довжини у зв'язку з пересуванням очисних вибоїв, що вимагає додаткових витрат на монтажні-демонтажні операції. Необхідні також витрати для переміщення енергопоїзда. У деяких випадках виникає потреба у проведенні гірничо-будівельних робіт для розширення виробок, що також повинно бути враховано. Розміри зазначених додаткових витрат збільшуються із зростанням швидкості пересування очисного вибою, що характерно тільки для дільничних конвеєрних ліній.

Склад підлавоного вузла конвеєрного комплексу вимагає оптимізації, тому що він може бути вирішений у трьох варіантах устаткування, яке сполучається із протяжними магістральними стрічковими конвеєрами. Це завантажувальні розбірні скребкові конвеєри, насувні скребкові перевантажувачі чи телескопічні стрічкові конвеєри з пересувними скребковими перевантажувачами.

Останній склад підлавоного вузла ефективний при виконанні двох умов: високої швидкості переміщення лави і довгих штрекових конвеєрів. При невиконанні цих умов перевагу може бути віддано одній із двох інших схем, що і вимагає з'ясування.

Економіко-математична модель оптимізації комплексу дільничного конвеєрного транспорту складається з чотирьох основних частин, які вирішують такі завдання:

- визначення параметрів вантажопотоку;
- вибір устаткування підлавоного вузла;
- встановлення складу конвеєрної лінії;
- розрахунок техніко-економічних показників і вибір оптимального варіанта.

На підставі економіко-математичної моделі [20] розроблена блок-схема алгоритму проектування дільничних конвеєрних ліній і відповідна програма для ЕОМ. Використання цієї програми дозволяє визначити галузі ефективного застосування схем підлавоного вузла в залежності від швидкості пересування лави і довжини виробки.

Інститутами "Центродіпрошахт" і ІГС ім. О.О.Скочинського розроблена спеціальна програма «КОНВЕ» для ЕОМ, за допомогою якої для вугільних шахт проводиться автоматизований (САПР) вибір

конвеєрів. Ця програма крім свого технологічного призначення може бути також використана при розробці нових конвеєрів і конвеєрних комплексів.

Програма «КОНВЕ» шляхом імітаційного моделювання дозволяє визначити основні технологічні параметри: значення максимальних вантажопотоків і навантаження на розрахункові ділянки транспортної виробки. У програмі передбачено два режими роботи: режим вибору устаткування і режим оцінки пропускної здатності.

У першому режимі у вихідних даних задаються показники роботи очисних і підготовчих вибоїв і формалізована схема транспортних виробок. Ця програма може працювати автономно або разом із програмою «КОНВЕ» у складі підсистеми «Підземний транспорт–САПР–вугілля».

Програма «КОНВЕ» робить вибір із бази даних типорозмірів конвеєрів і їх параметрів (довжина, потужність, ширина стрічки, швидкість, приймальна здатність, технічна продуктивність, витрата електроенергії).

У базі даних поміщені всі технічні параметри конвеєрів, що серійно випускаються, а також конвеєрів, випуск яких намічається [37]. Стандартний набір може бути доповнений параметрами розроблювальних конвеєрів, наприклад, на етапі прогнозування.

У деяких випадках ЕОМ може відмовитися вибрати конвеєр. У такому випадку програма аналізує причину відмови і видає інформацію, що включає рекомендації.

Вихідна інформація містить дані про коефіцієнти використання конвеєрів за прийнятною здатністю і продуктивністю [37]. Це дозволяє аналізувати вихідну інформацію і виявляти таким чином шляхи удосконалювання розроблювальних конструкцій.

Глава 9. Інформаційне забезпечення транспортно-технологічної логістики енергоємних виробництв

9.1. Принципи побудови інформаційного забезпечення

Транспортна логістика, як було відзначено вище, пов'язана із плануванням, контролем і управлінням переміщення матеріалів, складуванням і іншими матеріальними і нематеріальними операціями, що здійснюється у технологічному процесі і на транспорті. Крім цього, вона охоплює передачу, зберігання й обробку відповідних інформаційних потоків, які забезпечують інтереси замовників і споживачів.

Слід відзначити особливу важливість інформації в умовах взаємодії логістичної системи із зовнішнім і внутрішнім середовищем (джерелами випадкових чи систематичних перешкод). Процес управління транспортуванням відбувається на основі прийому, зберігання, передачі і переробки інформаційних потоків.

Контроль і управління насамперед припускає збір інформації про логістичну систему. Ця інформація перетворюється у форму, зручну для передачі по каналах зв'язку, і надходить у керуючу систему. Остання відповідно до поставленого перед нею завдання переробляє одержувані відомості, користуючись закладеними в ній правилами обробки інформації і принципами дії (рис.9.1). У результаті виробляються команди управління, що передаються виконавчим пристроям; ці команди, діючи на визначені параметри логістичної системи, відповідним чином змінюють її стан. Від виконавчих пристроїв і керованих об'єктів інформація про стан останніх, про фактичні параметри матеріальних потоків, дії виконавчих пристроїв і зовнішніх впливів передаються по каналах

зворотного зв'язку до керуючої системи і використовуються нею для вироблення таких команд управління.



Рис.9.1. Можливі принципи дії систем управління

Таким чином, інформаційні процеси, зв'язки інформаційних і матеріальних потоків у логістичних системах є невід'ємною частиною процесу її управління, необхідною передумовою ефективності і функціонування.

У логістичних системах енергоємних виробництв (гірничодобувних, металургійних, машинобудівних, хімічних і ін.) системи управління повинні застосовуватися насамперед для оперативного-диспетчерського управління транспортно-технологічними процесами.

Існуюча диспетчерська служба на енергоємних виробництвах не відповідає сучасним вимогам, оскільки керуючий вплив диспетчера дуже обмежений. Він практично не коректує хід виробничих процесів, а лише реєструє їх. Поліпшення оперативного управління вимагає зміни ролі диспетчера. Він повинен стати повноправним керівником виробництва, який забезпечує виконання змінного завдання і дотримання правил безпеки робіт. Виконання цих функцій вимагає значного збільшення інформації, що надходить до диспетчера. Тому найважливішою умовою удосконалення оперативного-диспетчерського управління виробництвом є створення автоматизованих систем збору, обробки і подання інформації про хід виробничих процесів із застосуванням методів і засобів технічної кібернетики.

Такі системи в технічному відношенні вимагають засобів знімання і формування інформації (датчиків), телемеханічної системи великої ємності для передачі необхідного обсягу інформації, а також сучасних засобів переробки і подання інформації. Частина оперативної інформації повинна бути подана в такому вигляді, який дозволив би функціональним підрозділам підприємства використовувати її для бухгалтерської, статистичної й іншої форм обліку і звітності.

Основні завдання логістичного оперативного-диспетчерського управління такі:

- підтримка заданого ритму усього виробничого процесу підприємства, його ланок і окремих технологічних процесів; забезпечення досягнення планових показників і усунення наслідків порушень процесу;
- розподіл нарядів і ресурсів між дільницями і службами;
- координація роботи дільниць і служб протягом зміни;
- регулювання режимів роботи окремих видів устаткування;
- забезпечення надійності роботи устаткування;
- управління в аварійних ситуаціях і забезпечення умов безпеки;
- облік матеріальних і трудових ресурсів, прогноз їх потреб;
- автоматичне нагромадження даних обліку і контролю з висновком їх на стандартні носії інформації для наступної обробки і використання в підсистемах управління виробничо-господарською діяльністю логістичної системи.

За своєю сутністю і технічною оснащеністю підсистема оперативного-диспетчерського управління відноситься до класу систем "людина-машина", тобто до розімкнених систем автоматичного

управління, які замикаються через людину-диспетчера. Алгоритмізація процесів управління створює можливості оптимального розподілу функцій контролю й управління між диспетчером і автоматичними пристроями, погодження характеристик людини і цих пристроїв.

На диспетчера покладаються кінцева оцінка інформації, прийняття і реалізація вирішень. Структурна схема управління, що дає уявлення про взаємодію диспетчера із обчислювальною машиною, наведена на рис.9.2.

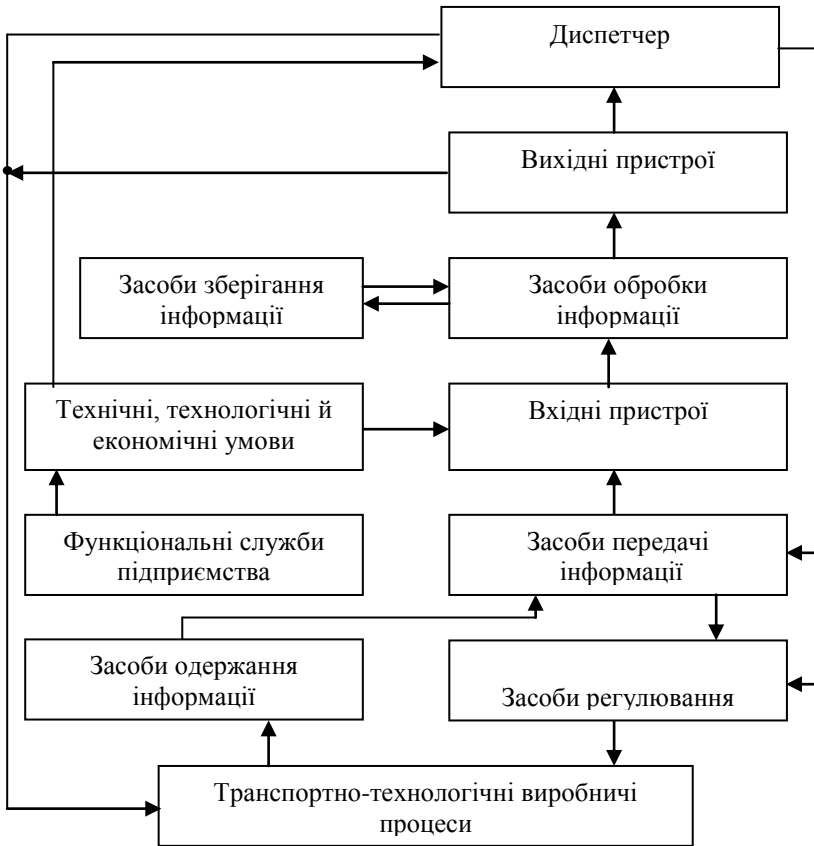


Рис.9.2. Схема управління матеріальними й інформаційними потоками у вугільній шахті

Автоматизація транспортно-технологічних процесів у вугільній промисловості базується на різноманітності систем, які можна класифікувати за кількістю керованих об'єктів (процесів), діапазоном дії, кількістю рівнів управління, характером управління, видом пункту управління, технічним рівнем (системи автоматизації операцій управління).

За технічним рівнем системи поділяють на:

- системи автоматизації і управління процесами, які забезпечують автоматичну підтримку заданих значень параметрів, їх зміну за строго визначеним законом або жорстке програмне управління, у структуру якої не входять засоби обчислювальної техніки;

- автоматизовані системи управління, призначення яких – гнучке програмне управління чи регулювання самонастроювальної системи, у структуру яких входять ЕОМ чи більш прості обчислювальні пристрої.

Застосування обчислювального пристрою забезпечує повну автоматизацію операцій управління процесом і роботи самої системи.

Система управління повинна бути комплектною, включати необхідні технічні пристрої автоматичного добору інформації про параметри об'єкта (технологічні датчики); засоби передачі, перетворення, переробки і подання інформації; формування і видачі команд управління чи ”порад” диспетчеру (оператору).

Характерною рисою систем автоматизації й автоматизованих систем управління є:

- можливість управління статичним чи динамічним об'єктом;
- характер моделювання дій оператора;
- можливість вирішення основного транспортно-технологічного завдання й оптимального управління об'єктом;
- можливість вирішення завдання управління в логічній чи алгоритмічній або іншій формі;
- специфічною комплектністю системи управління.

Стосовно до особливостей вугільних підприємств прийнято розрізняти:

- локальні місцеві автоматизовані системи управління окремими технологічними процесами: об'єкт управління (ізолюваний процес чи установка);

- локальні централізовані автоматизовані системи управління окремими технологічними процесами: об'єкт управління – комплекс ”процес - диспетчерський пункт”;

автоматизовані системи диспетчерського управління (АСОДУ) для групи взаємозалежних процесів чи підприємства в цілому; об'єкт — підприємство.

У системах управління процесами вугільних підприємств використовуються різні види управління:

автоматичне, при якому черговий персонал чи диспетчер вибирає вид управління і задає програму роботи системи (у самонастроювальній системі програма задається автоматично), а пуск механізмів, їх зупинка, переключення елементів системи, зміна режиму її роботи (за заданою програмою), регулювання параметрів процесу, підтримка заданого режиму роботи механізмів, виконання всіх технологічних операцій здійснюються автоматично, без участі персоналу;

напівавтоматичне, коли оператор вибирає вид управління, задає програму роботи системи, дає початковий імпульс на пуск механізмів і зупиняє їх із пульта управління, а переключення елементів системи, зміна режиму її роботи, регулювання параметрів процесу, підтримка заданого режиму роботи механізмів, виконання всіх технологічних операцій здійснюється автоматично, без участі оператора;

дистанційне, із елементами автоматичного контролю, блокування і захисту, при якому оператор вибирає вид управління, робить груповий чи індивідуальний пуск механізмів, їх зупинку і переключення елементів системи;

централізоване (різновид дистанційного управління), коли об'єкти керуються з пульта диспетчера, який вибирає вид управління, задає програму (маршрут), дає початковий імпульс на пуск механізмів і зупиняє їх; переключення елементів системи і підтримка заданого режиму роботи механізмів чи параметрів процесу частково виконуються автоматично; більшість технологічних операцій виконуються автоматично у блокувальній залежності;

місцеве, при якому передбачається пуск чи зупинка окремого механізму за допомогою кнопки управління, розташованої в безпосередній близькості від привода. Місцеве управління повинне бути передбачене незалежно від інших видів управління.

Прийнято 12 основних функцій (операцій) управління, можливості і способи виконання яких характеризують якість систем управління (табл.9.1). Така класифікація систем управління стосовно до умов вугільних підприємств дозволяє при розробці техніко-економічних вимог задавати дійсно необхідні і достатні параметри,

забезпечувати сполучення створюваних систем і засобів автоматизації із суміжними.

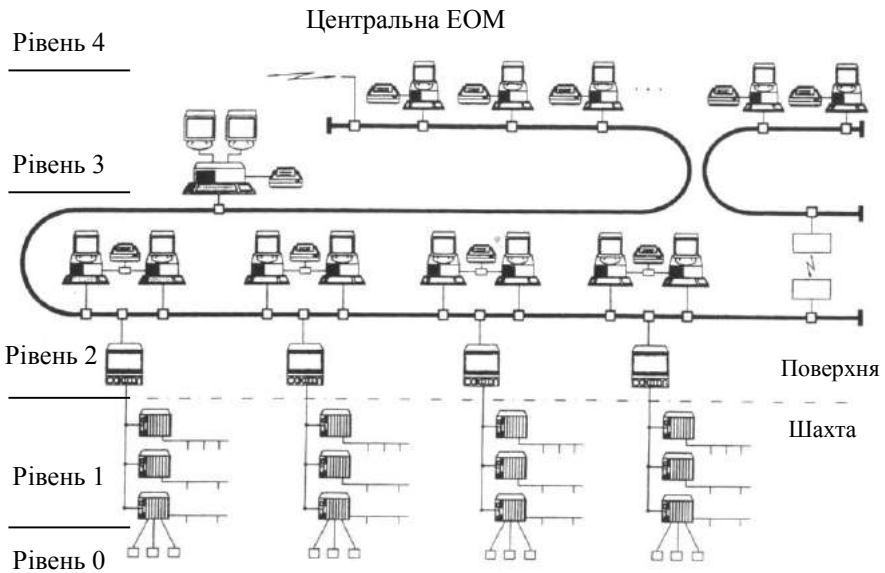
Таблиця 9.1.
Засоби виконання основних функцій систем управління

Основні функції (операції управління)	Види управління			
	автоматичне	напівавтоматичне	дистанційне	централізоване
Вибір виду управління	Виконує оператор			
Завдання програми роботи системи	Задає оператор або автоматично	Задає оператор	Відсутнє	Оператор задає тільки маршрут
Пуск механізмів	Автоматично	Виконує оператор		
Зупинка механізмів				
Переключення елементів системи у процесі роботи	Автоматично	Виконує оператор	Частково автоматично	
Зміна режиму роботи системи у процесі роботи		Відсутні		
Регулювання параметрів об'єкта				
Підтримка завданого режиму	Автоматично	Відсутня	Частково автоматична	
Виконання технологічних операцій	Автоматично	Автоматичне окремих операцій	Автоматичне більшості операцій	
Контроль стану і роботи об'єкта		Виконує оператор, окремі параметри - автоматично		
Самоконтроль системи		Відсутній		
Захист від аварійних ситуацій і порушення програми роботи		Автоматичний із блокуванням		

Поряд із цим автоматизація вимагає удосконалення систем управління, тому що недосконалість управління є великою перешкодою для більш повного використання резервів виробництва.

Проблему управління виробничою і господарською діяльністю вугільних підприємств (технологічний процес, дільниця, підприємство, об'єднання, галузь) необхідно розглядати з загальних методологічних позицій.

У зв'язку зі створенням АСУ шахти змінюється принцип розробки систем автоматичного управління (автоматизація) окремих процесів чи груп суміжних процесів. Виходячи з завдань підсистеми оперативно-диспетчерського управління (АСОДУ) і принципів її формування, повинні будуватися структурна мережа локальних систем автоматичного управління (чи автоматизованих систем управління технологічними процесами) і визначатися строго обумовлені інформаційні (у тому числі керуючі) зв'язки цих систем із центральним диспетчерським пунктом усередині АСОДУ (рис.9.3).



Рівні: 0 – робочі місця; 1- місцеві станції управління; 2 – дільничні диспетчерські; 3 – центральна диспетчерська; 4 – центральна ЕОМ

Рис.9.3. Структура інформаційного забезпечення гірничого підприємства

Локальні системи виявляться підсистемами нижчого рангу в підсистемі оперативно-диспетчерського управління. Розробка

локальних систем управління повинна базуватися на загальних з АСУ методологічних принципах.

Функціональні вимоги до локальної системи, її структура, технічний рівень (види управління), вибір технічних засобів реалізації повинні визначатися на основі:

загальних вимог, поставлених АСУ шахти до локальних систем управління, і специфічних вимог до даної системи;

технологічних і техніко-економічних вимог до управління конкретними процесами;

технологічних блокувальних взаємозв'язків локальних систем, що реалізують технологічні взаємозв'язки процесів.

Таким чином, автоматизована система оперативно-диспетчерського управління включає апарат управління й організаційно-правові форми, що регламентують його функціонування, математичне і програмне забезпечення, центральний пункт управління з керуючою електронно-обчислювальною машиною, технічні засоби знімання і фіксації інформації, телемеханічну систему передачі інформації великої ємності, автоматичні і дистанційні локальні системи управління технологічними процесами.

9.2. Особливості роботи і технічні вимоги до керуючої системи вугільної шахти

Сучасна шахта являє собою складний комплекс пристроїв, що функціонують у технологічному процесі видобутку вугілля. Успішне управління цим комплексом, яке полягає в підтримці виробничого процесу на оптимальному рівні і взаємозалежній роботі всіх дільниць і служб шахти, за умови обов'язкового виконання запланованих кількісних і якісних показників як дільниць, так і шахти в цілому, неможливе без об'єднання шахти в єдину систему управління.

У процесі розвитку й об'єднання шахти в єдину комплексну систему автоматизованого управління вона набуває специфічних властивостей, що характерні складним кібернетичним системам. До таких властивостей відносяться: великі розміри системи, складність її поведінки, єдність мети, статистичний розподіл у часі і просторі входних параметрів, наявність зовнішніх факторів, які змагаються, автоматизація деяких функцій управління, можливість оптимізації процесів, що протікають у системі.

Незважаючи на велике число елементів, які утворюють єдину систему, їх функціонування підпорядковане єдиній загальній меті - плановому виконанню видобутку вугілля із найменшими витратами.

Вихідний параметр (кількість видобутого вугілля) формується як залежна величина, а її відхилення від номінальних значень розподілені в часі за ймовірними законами. З цих позицій шахта є великою системою з дискретною структурою і безупинним виробничим процесом, умови протікання якого змінюються, а сам процес виробництва визначається великим числом перемінних із складними взаємозв'язками.

У цих умовах автономні локальні системи управління окремими комплексами, що на цей час успішно функціонують на шахтах, вимагають об'єднання в єдину автоматизовану систему оперативного диспетчерського управління. Складні функції управління за узгодженням і координуванням роботи локальних пристроїв зводяться сьогодні до аналізу інформації, що надходить від цих пристроїв, і виконуються диспетчером. Однак внаслідок обмежених можливостей людини (як пристрою переробки інформації) диспетчер може вирішувати тільки порівняно вузьке коло завдань.

Завдання оптимізації і стабілізації режиму роботи шахти і пов'язані з нею питання прогнозу вимагають громіздких розрахунків і тому враховуються дуже приблизно.

Недостатня швидкість переробки інформації диспетчером не дозволяє поставити високі вимоги до інформації, використовуваної в процесі управління шахтою. У результаті кількість інформації порівняно невелика, переважно реєстраційного характеру. У цих умовах єдиним засобом, що дозволяє підтримувати режим роботи шахти на оптимальному рівні і зводити помилки та прорахунки управління до мінімуму, варто вважати застосування системи оперативного управління кібернетичного типу.

Основними елементами такої системи є керуючий обчислювальний комплекс, розгалужена інформаційно-керуюча телемеханічна система великої ємності й оргзв'язок. Ефективність застосування обчислювальних машин значною мірою визначається не стільки автоматизацією деяких складних процесів управління, що раніше входили в коло обов'язків людини, скільки можливістю виконання нових функцій, таких як: оперативна оптимізація нормального ходу технологічних процесів і їх перехідних режимів, обчислення техніко-економічних показників, короткостроковий прогноз і поточне планування. Впровадження такої системи дозволяє

звільнити зайнятий на вирішенні цих питань персонал, а також прогнозувати аварійні ситуації.

Автоматизована логістична система повинна забезпечувати:

- централізований контроль параметрів безпеки. До таких контрольованих параметрів можна віднести процентний вміст у рудниковій атмосфері метану, окису вуглецю, кисню і вуглекислого газу, швидкість повітря, його температуру у вугільних ціликах і вироблених просторах, наявність диму, вугільного і породного пилу;

- централізований контроль усіх технологічних процесів вугільної шахти. Призначення системи контролю - одержання інформації, використовуючи яку, можна попередити чи цілком виключити можливість яких-небудь порушень нормального ходу технологічних процесів і простою через гірничодобувне устаткування.

- забезпечувати автоматизоване управління технологічними процесами, установками і комплексами вугільної шахти з одного диспетчерського пункту.

Відповідно до цих вимог технічне забезпечення логістичної системи оперативно-диспетчерського управління шахти складається з трьох частин. До першої частини відноситься апаратура добору інформації і виконавчих пристроїв управління, яка розташована безпосередньо в об'єкті управління. Друга частина подана апаратурою приймання, обробки і реалізації інформації, розташованої у диспетчерському пункті. І, нарешті, третьою і не менш відповідальною частиною технічного забезпечення АСОДУ є комплексна єдина телемеханічна система великої ємності, що забезпечує передачу всіх потоків інформації.

9.3. Технічні засоби добору й одержання інформації

Засоби добору й одержання інформації призначені для формування інформації у формі, зручній для передачі по телемеханічній системі, чи введення безпосередньо у обчислювальний комплекс. При цьому розрізняють засоби автоматичного і ручного введення інформації, а також засоби її перетворення.

До автоматичних засобів відносяться датчики положення і датчики стану роботи машин і механізмів, а також спеціалізовані пристрої знімання інформації автоматизованих систем управління технологічними процесами. За допомогою датчиків положення в систему надходить інформація у релейному вигляді, тобто з обмеженим числом станів. Датчик положення з усієї сукупності

значень вимірюваного безупинного параметра фіксує досягнення тільки одного чи декількох заданих заздалегідь. Для цього датчик положення набувається на визначену величину вимірюваного параметра, при досягненні якої спрацьовує вихідний релейний елемент: замикаються контакти вихідного реле чи з'являється сигнал на вихідному безконтактному елементі. Застосовувані у вугільній промисловості датчики положення подані різноманітними вимикачами і реле (табл.9.2)[10].

Таблиця 9.2

Вимикачі, що застосовуються у вугільній промисловості

Найменування	Призначення
Вимикачі вибухобезпечні ВВ-5, ВВ-6П, ШПР, ПКД, ВВ-64, ВВ-5, ВВ-5Т	Для комутації ланцюгів управління і сигналізації, шляховий чи кінцевий вимикач
Вимикач вибухобезпечний ВВК-380М	Для систем автоматичного управління шахтними електричними установками
Вимикач магнітний вибухобезпечний ВМ-64В	Кінцевий вимикач і шляховий датчик для рухомих об'єктів обмеженого переміщення
Вимикачі магнітні ВМ-62, ВМ-66 і ВМЧ-65	Кінцевий вимикач і шляховий датчик для рухомих об'єктів
Вимикач безконтактний височастотний ВВБ-1	Для захисту шахтних підземних машин від перепідйому
Безконтактний іскробезпечний датчик БТД-8И	Для дискретного контролю положення механізмів у системах обміну вагонеток приствольних дворів і надшахтних будівлях
Фотореле вибухобезпечне ФРВ-3С	Шляховий чи кінцевий вимикач у системах управління машинами і механізмами
Вимикачі КТВ-2	Вимикач для зупинки конвеєра в будь-якій точці транспортування
Реле сигналізації РСМ-М	Для сигналізації при транспортуванні по похилих і вертикальних виробках, для автоматизації насосних, вентиляторних і інших установок
Реле контролю опору ИКС-2 (ИКС-2М) і ИКС-2Н	Контроль заповнення матеріалами, кінцевий вимикач сигналізації по дротах без ізоляції в іскробезпечному ланцюзі з напругою не більшою ніж 12 В
Реле РУР-1 і РВР-1	Автоматичний контроль рівня сипучих матеріалів, рівня рідини і т.д.

Основною особливістю більшості датчиків стану роботи машин і механізмів є безперервність характеру вимірюваних ними

параметрів. При цьому подання інформації можливе як у дискретній, так і в безупинній формі. У першому випадку схеми датчиків стану не відрізняються від схем датчиків положення, у другому - містять вихідний перетворювач вимірюваної величини у безперервний сигнал. Інформація в цьому випадку в систему надходить в аналоговій формі.

Датчики стану мають велику функціональну універсальність і не виключають можливості одержання інформації в цифровій формі. Для цих цілей використовується алгебраїчний підрахунок окремих сигналів у спеціальних лічильниках і безупинних сигналах у схемах з наступним введенням інтегрального значення в керуючу систему. Так одержується інформація про кількість вугілля і вагонеток, витрату повітря і води, що пройшли за визначений інтервал часу через точку контролю, визначаються координати рухомих об'єктів. Найбільш розповсюджені види датчиків і пристроїв стану роботи машин і механізмів наведені в табл.9.3 [10].

Засоби ручного введення служать для одержання інформації, уводу якої важко чи неможливо автоматизувати, і для ручного введення керуючої інформації. За допомогою цих пристроїв інформацію можна вводити в систему в релейній, аналоговій і цифровій формі.

У релейній формі інформація надходить з релейних пристроїв, на сприймаючий елемент яких впливає людина. До них відносяться різноманітні кнопки, ключі і перемикачі. У локальних системах автоматичного управління і регулювання релейні пристрої застосовуються для введення в системи командних сигналів (пуск, зупинка, реверс і т.д.). Ця апаратура в АСОДУ може бути використана не тільки для введення командних сигналів (виробниче включення і відключення шахтних установок, переключення напрямків транспортних і повітряних потоків, призначення пунктів установки порожніх шахтних вагонеток і т.д.), а і для одержання інформації з робочих місць (сигнали початку і кінця ремонту, введення кодової інформації обсягу і найменування виконаних робіт, введення шифру причин простоїв устаткування і виклик ремонтного персоналу і т.п.).

Планова і нормативна інформація, що характеризує технічні, технологічні й економічні умови процесу і такі, що надходять від функціональних служб підприємства, вводиться в АСОДУ за допомогою засобів введення з носіїв інформації у цифровій формі.

Таблиця 9.3

Датчики стану, що застосовуються у вугільній промисловості

Найменування	Призначення й галузь застосування
Датчик переміщення комбайна ДПК-1	Контроль величини переміщення комбайна і його напрямку
Імпульсний датчик контролю положення механізмів ДПК1-3,5	Контроль положення великих рухомих об'єктів, що мають феромагнітні властивості
Пристрій УСВ-1 для обліку шахтних вагонеток	Для рахунку шахтних вагонеток у приствольних дворах і надшахтних будівлях
Електронно-гідравлічні конвеєрні ваги ЕГВ	Автоматичне зважування матеріалу, що транспортується стрічковими конвеєрами, видача сигналів управління технологічним процесом
Реле контролю швидкості РСА, РС-67	Контроль швидкості руху стрічки конвеєра (із датчиком УПДС-2), контроль руху й обриву ланцюга конвеєра (із датчиком ДМ-2)
Датчик контролю ДЗШ	Контроль у пунктах перевантаження гірничої маси з конвеєра на конвеєр; для фіксації рівня матеріалу в бункерах
Датчик контролю сходження стрічки КСЛ-2	Контроль аварійного сходження конвеєрної стрічки; кінцевий вимикач
Апаратура АБСС-1	Автоматичне управління сигнальними вогнями і приводами стрілкових переведень рейкового транспорту
Апаратура ЧУС-3	Для переміщення гостряків стрілкового переведення з кабіни машиніста електровоза
Апаратура контролю повітря АКВ-2	Контроль кількості повітря, поданого вентиляторами місцевого провітрювання
Апаратура захисту РУКС-4	Відключення контактної мережі електровозного відкочування у випадку дотику людини до контактного дроту; при зниженні опору ізоляції нижчого від 300 Ом, а також при всіх видах короткого замикання

До засобів одержання інформації відносяться також аналого-цифрові, цифро-аналогові й аналогово-релейні перетворювачі, підсилювачі і т.д.

9.4. Технічні засоби передачі інформації і логістичні об'єкти вугільних шахт

На вугільних шахтах об'єкти управління і контролю щодо територіального розміщення поділяються на три основні групи: об'єкти на ділянках, об'єкти у приствольному дворі і камерах та об'єкти на поверхні.

Об'єкти, що знаходяться у приствольному дворі, встановлені стаціонарно. До них відносяться комплекси скіпового підйому, тягова підстанція, центральна підземна електропідстанція, головний водовідлив.

Основні об'єкти поверхні шахти (центральна електропідстанція, вентилятор головного провітрювання, технологічний комплекс поверхні, котельня, підйом і ін.) встановлені стаціонарно і зосереджені в декількох пунктах, розташованих на незначній відстані від адміністративно-побутового комбінату, де звичайно знаходиться загальношахтна диспетчерська. Однак ряд об'єктів поверхні, наприклад, вентилятори і електропідстанції, розташовуються на відстані 5...8 км від диспетчерського пункту.

На ділянках об'єкти пересувні і можуть переноситися в міру відпрацьовування шахтного поля. Залежно від системи розробки, схеми підготовки поля, рівня механізації й автоматизації очисних робіт, методів адміністративного управління характер і обсяг інформації значно міняються. Як правило, основний потік інформації, необхідний диспетчеру для управління шахтою, надходить із очисних і підготовчих вибоїв, розташованих у різних місцях шахти.

Об'єкти контролю на очисних і підготовчих ділянках можуть мати як зосереджений, так і розосереджений характер розташування. До першого відноситься навантажувальний пункт ділянки і розподільні пункти лави (відстані в межах 50...100 м), до другого (відстані 100...1500 м) - об'єкти контролю параметрів шахтної атмосфери, окремих водовідливних установок, вентиляторів місцевого провітрювання і т.п.

Експлуатаційна надійність такої технологічної схеми визначається працездатністю системи передачі інформації, що охоплює всі основні підземні виробки шахти і зв'язує диспетчерський пункт із контрольованими об'єктами.

Організація системи управління шахтою, що складається з великої кількості пов'язаних елементів, розташованих на великій

території, є досить складним і важким завданням. Вона вимагає вирішення таких основних питань:

класифікації інформації і дослідження структур і призначення інформаційних потоків;

визначення загальних принципів побудови системи передачі і переробки інформаційних потоків із різною структурою і властивостями;

вибору раціональної структури системи диспетчерського управління і визначення ступеня її централізації для кожного конкретного об'єкта;

визначення мінімального обсягу інформації, що потрібна при вимірюванні, передачі і переробці, контролі й управлінні технологічним процесом.

Таким чином, система передачі інформації шахти повинна забезпечити передачу сигналів вимірювання, сигналізації й управління. Сукупність пристроїв і каналів зв'язку, що забезпечують передачу таких сигналів, складає телемеханічну систему ТВ-ТС-ТУ (ТВ - телевимірювання, ТС - телесигналізації і ТУ - телеуправління).

При передачі інформації з ліній багатопровідного зв'язку кожній точці одержання відповідає свій канал із своїм входом і виходом.

Засоби багатоканальної передачі застосовуються для дистанційної передачі інформації, постійного телевимірювання і як лінії і засоби оргзв'язку. При телемеханічній передачі кожному входу відповідає свій вихід, але, завдяки ущільненню лінії зв'язку кількість їх значно менша ніж число переданих сигналів. Крім того, комутацією засобів телемеханічної передачі інформації досягається можливість підключення до одного виходу багатьох входів.

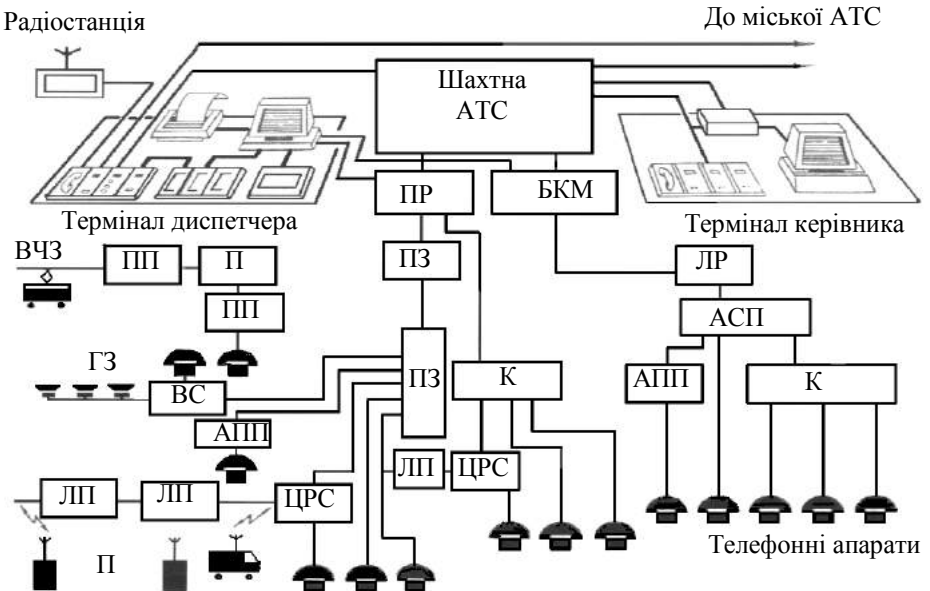
Обсяг інформації, що циркулює в керуючій системі, значною мірою визначається розмірами виробництва. З урахуванням різноманітних умов вугільних шахт щодо виробничої потужності, природних умов, просторової концентрації і технологічного рівня єдина телемеханічна система шахт повинна мати кілька модифікацій, які дозволяють змінювати її без введення додаткової спеціальної апаратури. При розробці телемеханічної системи вугільної шахти, що відповідає сучасному рівню техніки, варто передбачити можливість подальшого збільшення її ємності.

Як лінії зв'язку в шахті можна використовувати вільні і зайняті жили в телефонному кабелі і розподільні мережі електропостачання. Іноді для цієї мети у виробках прокладають спеціальні багатопарні і

коаксіальні кабелі, до яких підключаються усі контрольовані об'єкти шахти.

9.5. Організація виробничого зв'язку на підприємствах гірничодобувної галузі

Схема організації зв'язку на вугільних шахтах наведена на рис.9.4.



ПР - пристрій розподільчий; БКМ - іскровий захисний бар'єр імпульсної кодової модуляції; ПП - пристрій приймання; П - приймальний передавач; ПЗ - пристрій з'єднання; ЛР - лінійний реєстратор; ГЗ - гучномовний зв'язок; ВЧЗ – високочастотний зв'язок; ВС - вузол зв'язку; АСП - апаратура системи передачі; К – концентратор; ЛП - лінійні пристрої; АПП – абонентський переговорний пункт; ЦРС – центральна радіостанція

Рис.9.4. Виробничий зв'язок вугільної шахти

Для забезпечення управління вугільними підприємствами на них створюються загальні і внутрівиробничі мережі зв'язку. Основне місце на цих мережах займає телефонна мережа. Однак на підприємствах не менш важливе значення мають мережі диспетчерської, у тому числі гучномовного зв'язку й аварійного

оповіщення, мережі передачі технологічної інформації, мережі радіозв'язку, радіопошуку, радіооповіщення та ін.

Засоби внутрівиробничого зв'язку на вугільній шахті, будучи складовою частиною системи управління, покликані підвищувати оперативність керівництва діяльністю шахти, забезпечувати збір і передачу інформації про хід технологічного процесу, а також безпеку робіт на всіх його ділянках.

Особливо зростає їх роль із впровадженням автоматизованої системи управління виробництвом і технологічними процесами, коли поряд із передачею мовних повідомлень виникає необхідність передачі цифрової інформації від технологічних ділянок шахти. Сучасна шахта має у своєму розпорядженні широкий асортимент технічних засобів зв'язку, який включає автоматичну телефонну станцію, директорські і диспетчерські комутатори оперативного зв'язку, високочастотні системи зв'язку з рухомими об'єктами, локальні системи, що обслуговують окремі технологічні комплекси, а також спеціалізовані системи оповіщення і сигналізації при аварії.

Телефонний зв'язок, як основний вид виробничого зв'язку, призначений для організації зв'язку абонентів шахти між собою і поверхневих абонентів виробничого об'єднання і телефонної мережі загального користування.

Телефонна станція на шахті повинна бути автоматичною і мати зовнішні зв'язки: з виробничим об'єднанням, з підрозділом воєнізованої гірничорятувальної частини, з енергетичною службою району, із транспортними підрозділами виробничого об'єднання чи підрозділами зовнішнього транспорту, з телефонною станцією загального користування, із сусідніми вугільними підприємствами.

Телефонні апарати встановлюються під землею і на поверхні шахти в місцях, обумовлених технологією виробництва, вимогами правил безпеки, вказівками керівництва шахти відповідно до плану ліквідації аварії.

Пристрої зв'язку і сигналізації, встановлені в підземних виробках шахт, небезпечних щодо газу чи пилу, повинні мати рудникове особливе вибухобезпечне виконання РО з іскробезпечними лініями зв'язку.

На одній лінії в системі АТС (автоматизованої телефонної станції) допускається установка одного телефонного апарата. Телефонні апарати в будовах вентиляторів, головного водовідливу, центральної підземної підстанції включаються через комутатор диспетчера. Телефонні апарати в будовах вентиляторів

встановлюються в шумоізолюваній кабіні з винесеним з її приймачем виклику. У місцях установки телефонних апаратів АТС вивішуються таблички з номерами абонентів, необхідних для даного об'єкта, вказівкою власного номера і номера повідомлення про аварію.

Диспетчерські телефонні комутатори забезпечують прямий зв'язок диспетчера шахти із персоналом підвідомчих йому об'єктів. Введення в експлуатацію очисних і підготовчих ділянок і вибоїв, не обладнаних телефонним зв'язком, не допускається. Системи зв'язку і сигналізації на технологічних ланках повинні забезпечувати прямий зв'язок їх абонентів із диспетчером, що включає проходження виклику диспетчера незалежно від стану його пристроїв зв'язку, і пряме підключення диспетчера до зайнятого абонента. Поза залежністю від структури диспетчерської служби диспетчерський комутатор повинен мати сполучні лінії із виробничим автоматичним телефонним зв'язком (ВАТЗ), абоненти диспетчерського комутатора - вихід на ПАТС, диспетчер - прямий зв'язок із керівництвом шахти й інших диспетчерів, а гірничий диспетчер - з підрозділами ВГРЧ.

Диспетчерський зв'язок на шахті будується на основі комплексу типових диспетчерських пристроїв, призначених для управління із центрального диспетчерського пункту технологічними процесами, стаціонарними об'єктами й установками, для подання оперативної інформації про хід виробництва і параметри, які характеризують безпеку ведення робіт, про заходи щодо реалізації плану ліквідації аварій.

Диспетчерський комплекс поряд із виконанням функцій щодо контролю і керування стаціонарними установками шахти, контролю роботи технологічних ділянок забезпечує телефонний і гучномовний зв'язок з абонентами у шахті і на поверхні й аварійне оповіщення; гучномовне оповіщення по об'єктах поверхні; високочастотний гучномовний зв'язок з машиністами контактних електровозів; телефонний зв'язок із персоналом, який обслуговує магістральні конвеєрні лінії; відеоконтроль 10 об'єктів за допомогою телевізійної установки.

Для забезпечення аварійного оповіщення передбачається установка на всіх навантажувальних пунктах і вибірково на підготовчих ділянках, поблизу очисних вибоїв і в деяких інших вузлових пунктах абонентських пристроїв диспетчерської системи аварійного оповіщення і гучномовного зв'язку.

Система аварійного гучномовного зв'язку, сигналізації й оповіщення про аварії забезпечує передачу від абонента і приймання

диспетчером повідомлення про аварійну ситуацію з автоматичною фіксацією часу і змісту інформації про місце передачі повідомлення; аварійну сигналізацію й оповіщення про аварію людей, які знаходяться в аварійній зоні (насамперед під землею); ведення переговорів і передачу з записом на магнітофон вказівок, пов'язаних із ліквідацією аварії.

Ця система також використовується для диспетчерського гучномовного зв'язку і контролю роботи машин і механізмів по виробничих шумах.

Пристрої технологічного зв'язку і сигналізації повинні забезпечувати внутрішній прямий зв'язок і сигналізацію між обслуговуючим персоналом окремих технологічних процесів.

Технологічна ділянка повинна мати не менше ніж два шляхи зв'язку із поверхнею і сусідніми ділянками. Локальні мережі зв'язку повинні забезпечувати одночасне гучномовне відтворення розмов у мережі на всіх її абонентських пристроях і, як правило, режими загального й індивідуального викликів.

Абонентські пристрої локальних мереж зв'язку, організовані у межах зони дії механізмів, які вимагають попереджувальних сигналів, як правило, можуть використовуватися для їх відтворення за умови забезпечення чіткого розходження сигналів "АСОС", викличних і попереджувальних сигналів відповідно до психофізіологічних норм і вимог ПБ.

Для тимчасових локальних мереж зв'язку, створюваних на час ремонтних робіт, один із абонентських пристроїв локальної мережі повинен розташовуватися безпосередньо в абонентському пристрої зв'язку з поверхнею, у якого забезпечена постійна присутність персоналу.

Диспетчерський зв'язок із машиністами локомотивів призначається для диспетчерського управління роботою підземного локомотивного транспорту.

Для попереджувальної сигналізації про пуск конвеєрних ліній від очисних і підготовчих вибоїв до навантажувальних пунктів, а також для оперативної сигналізації і переговорного зв'язку і сигналізації, використовують комплексну апаратуру автоматизації конвеєрних ліній.

Прямий зв'язок між місцем спорудження закладки і дробильно-закладним устаткуванням ділянки рекомендується здійснювати також з використанням телефонних апаратів системи місцевої батареї (МБ) чи комбайнових телефонних апаратів;

попереджувальну сигналізацію і технологічний зв'язок на підготовчих роботах за допомогою засобів зв'язку і сигналізації, що доставляються комплектно із прохідницькими комбайнами й апаратурою автоматизації конвеєрних ліній, а також за допомогою апаратури індивідуальної попереджувальної сигналізації і телефонних апаратів МБ чи комбайнових.

Для зв'язку і сигналізації в межах очисних ділянок на таких транспортних засобах, як людські і допоміжні підйоми по похилих виробках, монорейкові і канатні дороги, необхідно використовувати апаратуру, яка доставляється комплектно з устаткуванням цих транспортних засобів. Зв'язок на локомотивному транспорті ділянки рекомендується здійснювати за допомогою спеціальної високочастотної апаратури.

Для високочастотних систем із машиністами контактних електровозів дозволяється використовувати як лінію зв'язку контактну мережу.

Внутривиробничий зв'язок вугільного розрізу забезпечує передачу і приймання інформації для управління і забезпечення безпеки у всіх ланках технологічного процесу видобутку і транспортування вугілля. До складу внутривиробничого зв'язку розрізу входять технічні засоби телефонної, радіо, гучномовної, високочастотної, радіопошукової і інших видів зв'язку, які забезпечують адміністративно-господарський, диспетчерський, технологічний й аварійний зв'язок і оповіщення в межах розрізу. Телефонний зв'язок на вугільному розрізі, включаючи диспетчерський телефонний зв'язок, повинен бути цілком автоматизований.

Основними видами внутривиробничого зв'язку і відеоконтролю на розрізі є телефонний зв'язок із стаціонарними об'єктами, радіозв'язок із рухомими об'єктами, промислове телебачення, радіопошуковий зв'язок, гучномовне оповіщення як по проводах, так і з використанням радіоканалу.

При наявності на розрізі декількох диспетчерських служб (розкриття, видобутку, транспорту й ін.) кожен диспетчер має прямий зв'язок зі своїми технологічними об'єктами, а також прямий зв'язок з іншими диспетчерами. Окремі виробничі ланки можуть мати внутрішній технологічний зв'язок і засоби відеоконтролю.

Кожен розріз повинний мати зовнішні зв'язки із виробничими об'єднаннями, телефонною станцією загального користування (при її наявності), сусідніми підприємствами (при необхідності), аварійно-

рятувальними службами, управліннями шляхів сполучення та енергетичними підприємствами.

Організація зв'язку на збагачувальних фабриках має такі особливості. Внутривиробничий зв'язок збагачувальної фабрики забезпечує передачу і прийом інформації для управління і забезпечення безпеки у всіх ланках технологічного процесу збагачення вугілля. До складу внутривиробничого зв'язку збагачувальної фабрики входять технічні засоби телефонного і технічного зв'язку, промислового телебачення, які забезпечують адміністративно-господарський, диспетчерський, технологічний й аварійний зв'язок і оповіщення. Телефонний зв'язок на фабриці, включаючи диспетчерський телефонний зв'язок, повинен бути цілком автоматизованим. Системи технологічного зв'язку повинні забезпечувати обслуговуючий персонал окремих технологічних процесів, об'єктів чи комплексів двостороннім гучномовним зв'язком і, залежно від місцевих умов застосування, бути в нормальному, вибухобезпечному чи іскробезпечному виконанні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Александров Л.В., Шепелев Н.П. Системный анализ при создании и освоении новой техники. – М. : НПО « Поиск », 1992. – 88 с.
2. Алотин Л.М., Степанов П.Б. Моделирование и расчет транспортных систем горных предприятий. Алма-Ата, «Наука» КазССР, 1979. –214 с.
3. Башарин А.В., Постников Ю.В. Примеры расчета автоматизированного электропривода на ЭВМ. – Л.: Энергоатомиздат. 1990. - 512 с.
4. Беликов В.Г., Аликов С.П., Котлов Э.С., Лачута Н.К. Работа шахты в условиях АУСП Донецк: Донбасс, 1974.-112с.
5. Верещагин Г.П. Связь в угольной промышленности. -М.: Недра, 1991. – 501с.
6. Гаджинский А.М. Логистика. Учебник для высших и средних специальных учреждений. - М.: Маркетинг, 2001. –396с.
7. Гордон М.П. Функции и развитие логистики в сфере товарообращения // РИСК. - 1993. - №1. –С. 42-47
8. Гребнев Е.Т., Осмонов Ч.О. Поможет ли нам логистика? Пищевая промышленность. - 1992. - №7. – С. 3-6
9. Григорьев В.Н., Дьяков В.А., Пухов Ю.С. Транспортные машины для подземных разработок. -М.: Недра, 1984. – 384 с.
10. Груба В.Г., Никулин Э.К., Оголобченко А.С.Технические средства автоматизации в горной промышленности. -Киев: ИСМО, 1998. –373с.
11. Дегтяренко В.Н. Основы логистики и маркетинга: Учебное пособие / ГАС. - Ростов, 1992. – 128 с.
12. Залманова М.Е. Логистика: Учебное пособие / СГТУ. - Саратов, 1995. – 167 с.
13. Казаков Е.Г. Логистика – информация. - Машиностроитель. - 1991. – №10. - С. 21-22
14. Казаков Е.Г. Логистика: По материалам зарубежной информации. Машиностроитель. - 1991. - №2. – С. 31-33
15. Камалеев Р.Ф., Доннор Х.Ю. Концепция логистики в управлении материальными потоками. Серия Экономическая. Известия АН СССР. - 1990. - №2. – С. 51-60
16. Колобов А.А., Омельченко И.Н. , Шклярский Л.Ф. Логистическое моделирование производственно-сбытовых систем. Вестник машиностроения. - 1994. - №5. –С.40-43
17. Колобов А.А., Омельченко И.Н. Логистические процессы производственных сбытовых систем. Вестник машиностроения. - 1993. - №10. –С.42-44
18. Лебедев Ю.Г. Сервисные металлоцентры в России: маркетинго-логистическая концепция создания. Металлоснабжение и сбыт. - 1997. - №2. –С. 22-27

19. Лейтес З.М. , Сысоева В.А. Оптимизация технологических схем подземного транспорта на основе теории графов.- В кн.: «Проблемы совершенствования технологических схем и создания новых средств рудничного транспорта». М.: Наука, 1967, – с.5-36.
20. Ленточные конвейеры в горной промышленности /Под ред. А.О.Спиваковского. -М.: Недра, 1982. – 349 с.
21. Логистика: Учебное пособие / Под ред. проф. Б.А. Аникина. - М.: ИНФРА-М, 1997. - 327 с.
22. Лукас В.А. Теория автоматического управления. – М.: Недра, 1990. – 416 с.
23. Математика и кибернетика в экономике. Словарь-справочник.М., «Экономика», 1975. –700с.
24. Мерцалов Р.В., Солод Г.И., Трухин П.М., Син М.П., Слепов Н.М. Подземные механизированные бункера. -М.: Недра. 1985. –224 с.
25. Методика определения областей рационального применения средств подземного транспорта по горизонтальным и наклонным выработкам угольных шахт. –Донецк, ДонУГИ, 1961, –70с.
26. Методика определения экономических показателей эффективности транспортных систем угольных шахт. –Донецк, ДонУГИ, 1970. –70 с.
27. Миротин Л.Б. , Ташбаев Ы.Э. Логистические системы и технологии перевозочного процесса, основанные на логистике. Транспорт: наука, техника, управление: Сборник обзорной информации. - 1993. - №2. – С. 12-19
28. Миротин Л.Б., Николин В.И., Ташбаев Ы.Э. Транспортная логистика: Учебник для вузов. - МАДИ, СибАДИ. - Омск, 1994. – 236 с.
29. Миротин Л.Б., Ташбаев Ы.Э. и др. Транспортная логистика: Учебное пособие. - М.: Брандес, 1996. – 211 с.
30. Неруш Ю.М. Коммерческая логистика: Учебник для вузов. - М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997. –271 с.
31. Никифоров В.С. Основы логистики на водном транспорте: Учебное пособие / НГАВТ. - Новосибирск, 1995. – 81 с.
32. Новиков О.А., Семененко А.И. Производственно-коммерческая логистика: В 2-х частях: Учебное пособие / СПбУЭФ.-СПб., 1993. –192 с.
33. Омельченко И.Н. , Киреев А.В. Логистические принципы формирования финансовых потоков в деятельности предприятия. Известия вузов. Машиностроение. - 1996. - №10-12. – С. 116-122
34. Омельченко И.Н. Моделирование логистико-ориентированного процесса управления организационно-экономической устойчивостью промышленного предприятия. Вестник машиностроения. - 1997. - №2. – С. 42-46
35. Опунов Ю.Б., Плотников В.Г. Принципы системного подхода к проектированию в технике связи. М., «Связь», 1976. – 365с.

36. Основные методические положения по расчету, проектированию и эксплуатации подземных бункеров. Гипроуглегормаш.-Караганда, 1985, - 108 с.
37. Основные положения по проектированию подземного транспорта для новых и действующих шахт. ИГД им. А.А.Скочинского. -М.,1984.-355 с.
38. Парамонов М.Ю. Логистика биржевых потоков / СПБУЭФ. - СПб., 1996. - 166 с.
40. Парин В.В., Бирюков Б.В., Геллер Е.С., Новик И.Б. Проблемы кибернетики. -М.: Знание, 1969. -178с.
41. Плоткин Б.К. Введение в коммерцию и коммерческую логистику: Учеб. пособие / СПБУЭФ. - СПб., 1996. - 171 с.
42. Плоткин Б.К. Основы логистики: Учебное пособие / ЛФЭИ. - Л., 1991. - 53 с.
43. Плоткин Б.К. Управление материальными ресурсами: Очерк коммерческой логистики: Учебное пособие/ЛФЭИ.-Л.1991.-128с.
44. Плоткин Б.К. Эконометрические основы коммерческой логистики и маркетинга: Учебное пособие / СПБУЭФ. - СПб., 1992. - 64 с.
45. Пономаренко В.А., Макарова Е.В. Определение затрат на содержание систем подземного транспорта угольных шахт Донбасса. –Донецк, ДонУГИ, 1967. -36с.
46. Пономаренко О.І., Пономаренко В.О. Системні методи в економіці, менеджменті та бізнесі.-Київ: Либідь, 1995.-245с.
47. Попов А.Б. Основные компоненты методологии технических идей и решений. Люберцы: ИПК Минживмаш, 1982. -75 с.
48. Промыслов Б.Д., Жученко И.А. Логистические основы управления материальными и денежными потоками: Проблемы, поиски, решения. - М.: Нефть и газ, 1994. - 103 с.
49. Родионова В.Н. Логистика - это метод управления материальными потоками. Организатор производства: Теоретический и научно-практический журнал. - Воронеж. - 1994. - №1(2). - 60 с.
50. Родников А.Н. Логистика: Терминологический словарь. - М.: Экономика, 1995. - 251 с.
51. Рынок и логистика / Под ред. М.П. Гордона. - М.: Экономика, 1993.-143 с.
52. Сергеев В.И. Логистика: Учебное пособие //СПбГИЭА.-СПб.,1995.-132 с.
53. Системы внутришахтного транспорта. -М.: Недра. 1977. -335 с.
54. Системы подземного транспорта на угольных шахтах / Под ред. В.А. Пономаренко. -М., Недра. 1975. -309 с.
55. Смехов А.А. Введение в логистику. - М.: Транспорт,1993.- 113 с.
56. Смехов А.А. Новое научное направление или новая панацея. Материально-техническое снабжение. - 1990. - №1. - С. 64-75
57. Смехов А.А. Основы транспортной логистики: Учебник для вузов. - М.: Транспорт, 1995. - 197 с.

58. Солод Г.И. Систематизация средств механизации процесса транспортирования сыпучих грузов. В сб. Шахтный и карьерный транспорт/Под ред.А.О.Спиваковского,вып.4.-М.:Недра,1978.-365с.
59. Спиваковский А.О., Потапов М.Г., Приседский Г.В. Карьерный конвейерный транспорт. -М.: Недра. 1979. -324 с.
60. Техника и технология погрузки, разгрузки, транспортирования и складирования в энергоемких производствах / Под ред. В.А.Будишевского, А.А.Сулимы. -Донецк, 2000.-350с.
61. Тиверовский В.И. Логистика и развитие промышленного транспорта, Транспорт: наука, техника, управление. - 1990. - №2. - С. 34-41
62. Типовые технологические схемы ПРТС комплексной механизации доставки вспомогательных материалов на поверхности и в околоствольных дворах шахт: М., Центргипрошахт, - 1979.-55с.
63. Унифицированные узлы технологических схем сопряжений транспортных звеньев на поверхности: М., Центргипрошахт,-1985,-89с.
64. Цукубая М. Секреты логистической системы "Канбан". Подъемно-транспортная техника и склады.- 1990.- №3. -С. 52-58
65. Шахмейстер Л.Г., Солод Г.И. Подземные конвейерные установки. М.: Недра, 1976.-432 с.
66. D. Arnold. Materialflußlehre: Braunschwei, Wiesbaden-Vieweg, 1995.-302S.

ЗМІСТ

	3
ПЕРЕДМОВА.....	
Глава 1. ПОНЯТІЙНИЙ АПАРАТ ЛОГІСТИКИ.....	6
1.1. Історія терміна і сучасне поняття.....	6
1.2. Матеріальний потік.....	15
1.3. Інформаційний потік.....	20
1.4. Логістична операція.....	23
1.5. Загальна мета, основи і принципи логістики.....	26
1.6. Основні вимоги логістичного управління.....	32
1.7. Логістична функція.....	34
Глава 2. ФІЗИЧНИЙ РОЗПОДІЛ.....	35
2.1. Інтегроване логістичне управління.....	35
2.2. Фізичний розподіл товарів.....	38
2.3. Тенденції в розподілі товарів.....	39
Глава 3. ТРАНСПОРТНА ЛОГІСТИКА.....	41
3.1. Мета і завдання транспортної логістики.....	41
3.2. Елементи транспортної логістики.....	45
3.3. Основні логістичні операції на транспорті.....	50
3.4. Транспортно-експедиційні послуги в логістиці.....	54
3.5. Альтернативи транспортного обслуговування.....	56
3.6. Планування вантажопотоків у транспортних системах.....	65
Глава 4. СИСТЕМИ ЗБЕРІГАННЯ І ПЕРЕРОБКИ У ЛОГІСТИЦІ.....	81
4.1. Загальні відомості про системи зберігання.....	81
4.2. Складське устаткування і показники його використання.....	87
4.3. Основні техніко-економічні показники в системах зберігання і переробки.....	94
4.4. Управління потоковими процесами в системах зберігання і переробки.....	113
4.5. Напрямки розвитку складського господарства.....	117
Глава 5. УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ.....	123
5.1. Поняття про запаси.....	123
5.2. Види запасів.....	124
5.3. Витрати на утримання запасів.....	125
5.4. Системи управління запасами.....	128

Глава 6. СТВОРЕННЯ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКИХ СИСТЕМ У ЛОГІСТИЦІ.....	135
6.1. Роль транспортно-складських систем в управлінні потоковими процесами.....	135
6.2. Основні соціальні і природні фактори, що впливають на розміщення трансформаційних центрів.....	145
6.3. Розташування трансформаційних центрів у транспортно-складських логістичних системах.....	146
6.4. Ефективність інвестицій для створення трансформаційних центрів.....	160
6.5. Зони обслуговування трансформаційних центрів.....	165
Глава 7. ПОСТАНОВКА І СИСТЕМНІ МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ ПЕРЕМІЩЕННЯ ВАНТАЖІВ.....	172
7.1. Системний підхід до розв'язування транспортних задач.....	172
7.2. Структурний аналіз і структуроутворення транспортуючих пристроїв.....	189
7.3. Вибір оптимальної технологічної схеми і видів транспорту розгалуженої транспортної системи енергоємного виробництва сітьовими методами.....	200
7.4. Складання плану перевезень з мінімальними транспортними витратами розподільним методом.....	232
7.5. Вибір параметрів транспортно-технологічних систем методом багатокритеріальної оптимізації.....	241
Глава 8. ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ВАНТАЖОПОТОКІВ ЕНЕРГОЄМНИХ ВИРОБНИЦТВ.....	254
8.1. Види і характеристики вантажопотоків.....	254
8.2. Приймальна здатність, експлуатаційне навантаження і технічна продуктивність конвеєрів.....	260
8.3. Технологічні параметри проміжних ємностей.....	264
8.4. Оптимізація конвеєрних комплексів.....	270
Глава 9. ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛОГІСТИКИ ЕНЕРГОЄМНИХ ВИРОБНИЦТВ.....	274
9.1. Принципи побудови інформаційного забезпечення.....	274
9.2. Особливості роботи і технічні вимоги до керуючої системи вугільної шахти.....	282
9.3. Технічні засоби добору й одержання інформації.....	284
9.4. Технічні засоби передачі інформації і логістичні об'єкти вугільних шахт.....	288
9.5. Організація виробничого зв'язку на підприємствах гірничодобувної галузі.....	290
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	296

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

Автори:

Будішевський Володимир Олександрович,
Гутаревич Віктор Олегович,
Кислун Валерій Олександрович,
Ніколайчук Валерій Євстафієвич,
Суліма Анатолій Олександрович.

ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЛОГІСТИКА ЕНЕРГОЄМНИХ ВИРОБНИЦТВ

Під редакцією В.О.Будішевського, А.О.Суліми,

Підп. до друку 07.03.03 р.
Друк різнографічний.

Формат 60x84 ¹/₁₆
Ум. друк. арк. 17,55
Тираж 5000 прим.

Папір PolSpeed
Обл. вид.-арк. 18,65
Замовл. №230

Надруковано РВА, ДонНТУ, 8300, м.Донецьк, вул.Артема,58