



ISSN 1819-432X print / ISSN 1993-3495 online

СУЧАСНЕ ПРОМИСЛОВЕ ТА ЦИВІЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО
СОВРЕМЕННОЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО
MODERN INDUSTRIAL AND CIVIL CONSTRUCTION

2013, ТОМ 9, НОМЕР 1, 33–42

УДК 69.06:658.012.2

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ З ПЛАНУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОГРАМ, ЩО ВРАХОВУЮТЬ МІЖСИСТЕМНІ ЗВ'ЯЗКИ ТА РЕАЛІЗАЦІЮ РУХУ МАТЕРІАЛЬНИХ ПОТОКІВ

І. А. Арутюнян

*Запорізька державна інженерна академія,
пр. Леніна, б. 226, м. Запоріжжя, Україна, 69606.*

E-mail: iriara@yandex.ru

Отримана 11 лютого 2013; прийнята 22 березня 2013.

Анотація. У статті наведено розв'язок задач з організації та управління виробничого процесу. Адаптивність будівельної фірми до змін зовнішнього середовища – явище багатогранне. З точки зору логістики будівництва адаптивність будівельної фірми проявляється у здатності її виробничого апарату та організаційної структури досить швидко перебудуватися під зміни ринкової кон'юнктури. Логістика дозволяє вирішувати завдання, які базуються на принципах організації, планування й управління. Основним критерієм логістики будівництва є логістизація. Можливості логістичних систем локалізуються в основній ланці економічної діяльності учасників будівельного комплексу. Концепція логістики є системою поглядів на підвищення ефективності функціонування будівельної фірми на основі оптимізації функціональних і інформаційних процесів. Проблема планування (вибір) розміщення і розвитку виробництва (наприклад бази будіндустрії) вимагає її розв'язання з урахуванням міжсистемних зв'язків, які повинні відображати весь комплекс проблемних функціональних питань і знайти втілення в пропонуваній економіко-математичній моделі.

Ключові слова: запаси, матеріальні потоки, інформаційні потоки, організація, логістика, виробництво.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ПЛАНИРОВАНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОГРАММ, УЧИТЫВАЮЩИХ МЕЖСИСТЕМНЫЕ СВЯЗИ И РЕАЛИЗАЦИЮ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ

И. А. Арутюнян

*Запорожская государственная инженерная академия,
пр. Ленина, д. 226, г. Запорожье, Украина, 69606.*

E-mail: iriara@yandex.ru

Получена 11 февраля 2013; принята 22 марта 2013.

Аннотация. В статье приведено решение задач из организации и управления производственного процесса. Адаптивность строительной фирмы к изменениям внешней среды – явление многогранное. С точки зрения логистики строительства адаптивность строительной фирмы проявляется в способности ее производственного аппарата и организационной структуры достаточно быстро перестроиться под изменения рыночной конъюнктуры. Логистика позволяет решать задачи, которые базируются на принципах организации, планирования и управления. Основным критерием логистики строительства является логистизация. Возможности логистических систем локализуются в основном звене экономической деятельности участников строительного комплекса. Концепция логистики является системой взглядов на повышение эффективности функционирования строительной фирмы на основе оптимизации функциональных и информационных процессов. Проблема планирования (выбор) размещения и

развития производства (например базы стройиндустрии) требует ее решения с учетом межсистемных связей, которые должны отображать весь комплекс проблемных функциональных вопросов и найти воплощение в предлагаемой экономико-математической модели.

Ключевые слова: запасы, материальные потоки, информационные потоки, организация, логистика, производство.

APPROACH OF THE SYSTEMS TO DECISION OF TASKS ON PLANNING OF PRODUCTIVE PROGRAMS THAT TAKE INTO ACCOUNT INTERSYSTEM COPULAS AND REALIZATION OF MOTION OF MATERIAL STREAMS

Irene Arutyunyan

*Zaporizhzhya state engineering academy,
226, Lenin av., Zaporizhzhya, Ukraine, 69606.
E-mail: inara@yandex.ru*

Received 11 February 2013; accepted 22 March 2013.

Abstract. In the article a decision over of tasks is brought from organization and management of productive process. Adaptivity of building firm to the changes of environment – the phenomenon is many – sided. From the point of view of logistic of building the adaptivity of building firm shows up in ability of her productive vehicle and organizational structure quickly enough to reform under the changes of the market state of affairs. The logistic allows to decide tasks, that are based on principles of organization, planning and management. The basic criterion of building logistic is logistics. Possibilities of the logistic systems are localized in the basic link of economic activity of participants of building complex. Conception of logistic is the system of looks to the increase of efficiency of functioning of building firm on the basis of optimization of functional and informative processes. The problem of planning (choice) of placing and development of production (for example bases of line – up of industry) requires her decision taking into account intersystem connections that must represent all complex of problem functional questions and find embodiment in the offered economic-mathematical model.

Keywords: supplies, material flows, informative flows, organization, logistic, production.

Постановка задачі

Соціально-економічні перетворення стали причиною різкого зростання невизначеності зовнішнього середовища для будівництва.

Важливу роль у своєчасному і якісному виконанні робіт відіграють комерційні служби, що організовують закупівлі матеріальних ресурсів. Збої в матеріально-технічному забезпеченні призводять до цілого ряду негативних моментів: зриваються графіки будівництва; виникають втрати робочого часу робітників; з'являються простої будівельних машин і устаткування; зростає вартість будівництва; не виконуються договірні зобов'язання; падає авторитет фірми [1, 2].

В сучасних умовах діяльність вітчизняних будівельних організацій характеризується складністю і динамічністю, що диктує не-

обхідність взяти на озброєння раціональні методи та принципи управління проектами як дієвого інструментарію, який здатний забезпечити успішне вирішення найбільш суттєвих проблем за рахунок надійного взаємозв'язку із зовнішнім середовищем, оптимального функціонування елементів системи в межах матеріальних та виробничих сторін діяльності будівельних організацій [3].

Концепція логістики є системою поглядів на підвищення ефективності функціонування будівельної фірми на основі оптимізації функціональних і інформаційних процесів. Концепція логістики орієнтується на майбутнє. Вона визначає напрям, в якому повинна розвиватися логістична система будівельної фірми. Для цього визначаються цілі діяльності фірми в галузі виробництва.

Для послідовної реалізації на практиці концепції логістики потрібний дієвіший принцип (підхід), який допоміг би розібратися в логістичних зв'язках між окремими фактами.

Аналіз

Такий принцип має назву принцип системного підходу. Цей принцип визначає не лише нові завдання, але і характер усієї управлінської діяльності в області логістизації будівництва [7].

Принцип системного підходу полягає в розгляді елементів логістичної системи як взаємозв'язаних і взаємодіючих для досягнення глобальної мети функціонування системи. Основою системного підходу є системні дослідження, є сукупністю наукових теорій, концепцій і методів, в яких об'єкт дослідження розглядається як система.

Поняття система є важливою категорією системних досліджень в цілому і системного аналізу зокрема.

У роботах І. В. Блауберга, В. Н. Садовського, Е. Г. Юдіна на основі результату аналізу різних концепцій загальної теорії систем і різних варіантів системного підходу є визначення поняття «система» і виділені найбільш суттєві ознаки і умови системи. За їх визначенням, система є «сукупністю елементів, що знаходяться в стосунках і зв'язках між собою і що утворюють певну цілісність, єдність» [9, 10].

Під системою розуміється [10]:

- комплекс елементів, що знаходяться у взаємодії (Л. Берталанфі);
- безліч елементів із стосунками між ними і між їх атрибутами (А. Хол, Р. Фейджин);
- сукупність елементів, організованих таким чином, що зміна, виключення або введення нового елемента закономірно відбиваються на інших елементах (В. Н. Сокир);
- взаємозв'язок самих різних елементів; усе, що складається з пов'язаних одна з однією частин (Бир Ст);
- відображення входів і станів об'єкта у виходах об'єкта (Месарович М.).

Під системою зазвичай розуміють сукупність – взаємопов'язаних елементів, об'єднаних єдністю мети (чи призначення) і функціональною цілісністю. При цьому властивість самої системи не зводиться до суми властивостей складених елементів. Логістична система утворюється

в результаті взаємодії складових її елементів. Причому ця взаємодія надає системі нові властивості, відсутні в окремо взятих елементів. Як правило, об'єднання елементів в систему здійснюється в результаті формування узгодженої взаємодії в щось нове, що має інтеграційну властивість, якої ці елементи до об'єднання не мали. Функціональна цілісність системи характеризує завершеність її внутрішньої будови. Саме система виступає як щось ціле відносно середовища; при збурювальній дії середовища проявляються внутрішні зв'язки між її елементами, і чим ці зв'язки сильніші, тим стійкіше система до зовнішніх збурень. Іншими словами, сукупність взаємозв'язаних структурних елементів утворює систему тільки у тому випадку, коли стосунки між елементами породжують нову особливу властивість цілісності, так звана системна, або інтеграційна властивість [1, 2].

Також ключовим в логістиці є поняття матеріальних потоків, що протікають між різними підприємствами або усередині одного підприємства. Матеріальний потік включає операції навантаження, розвантаження, транспортування, комплектацію та інші, а відповідний матеріальному інформаційний потік характеризується операціями збирання, опрацювання і передавання інформації [4, 5].

Таким чином, логістику можна розглядати як інструмент реалізації стратегії маркетингу будівельної організації. Причому транспортні витрати, що входять в ціну продукції, контролюються як маркетинговими, так і логістичними службами. Концепція логістики передбачає обмеження діапазону виробничих витрат і перенесення центра тяжіння управління в сферу економічної діяльності, що регулює виробництво і збут та характеризується наданням послуг, витрати на виконання яких постійно збільшуються [10, 12].

Логістичні системи управління визначають розвиток суспільства в цілому і будівельного виробництва зокрема. Майже усі показники систем (технічні, економічні та інші) є похідними від якості і ефективності управління.

Мета

Розробка економіко-математичної моделі для вирішення завдань з моделювання логістичної системи у вигляді сітьової моделі, що дозволить об'єднати всіх учасників циклу виробничого

процесу: постачальників, транспортні умови, виробників, собівартість виробництва, вартість перевезення продукції, попит і ціни (елементи мікро- та макрологістики) шляхом урахування міжсистемних зв'язків за рахунок методу циркуляції потоку в сіті з обмеженою пропускну здатністю. Це дозволяє вирішувати завдання з широкого спектра проблем логістизації будівництва та його матеріально-ресурсного забезпечення.

Основний матеріал

Проблема планування (вибір) розміщення і розвитку виробництва (наприклад бази будіндустрії) вимагає її розв'язання з урахуванням міжсистемних зв'язків, які повинні відображати весь комплекс проблемних функціональних питань і знайти втілення в пропонованій економіко-математичній моделі [6, 8].

Для розв'язання задачі з планування виробничих систем, враховуючи міжсистемні зв'язки, використовуємо укрупнений алгоритм, в якому задані наступні умови ухвалення рішень: принцип моделювання – особливі стани системи; інтенсивність виконання робіт – постійна і безперервна; жорсткі обмеження у ресурсах [11].

Алгоритм АВД є прямо-подвійним алгоритмом, тому задане початкове рішення може не задовольняти умовам ні прямої, ні подвійної задачі. Інші алгоритми не мають такої гнучкості [11].

Математична постановка та процеси рішення:
I. Початковими даними для розв'язання задачі визначення оптимального обсягу будівельних ресурсів (БР) є:

- c_{ij} – вартість перевезення БР;
- верхня (U) і нижня (L) пропускну здатність – обсяги БР.

Всі потоки і подвійні змінні прирівнюються до «0».

II. Визначення дуги з дефектом.

При роботі алгоритму дефекту визначаються значення π_i (двоїсті змінні) і f_{ij} (потік), для яких виконуються умови оптимальності.

Для роботи АВД необхідно для дуг встановити довільні потоки, які задовольняють умові збереження, а вузлам довільні величини π_i .

Перевіряючи стан дуги, можна змінювати потоки по них до тих пір, поки не будуть вико-

нані умови оптимальності. За значенням c_{ij} можна однозначно визначити, чи є дуга дефектною чи ні, а також виявити, що потрібно робити – збільшувати або зменшувати потік по дузі, для того щоб вона перестала бути дефектною. Зміна потоку по дузі призводить до порушення у вузлах, що зв'язані з нею, оскільки порушується умова збереження потоку. Цього можна уникнути, якщо змінювати потік по циклу, але шлях слід вибрати так, щоб, по-перше, жодна бездефектна дуга не стала дефектною і, по-друге, жодна з дефектних дуг не стала більш дефектною. Процедура, що дозволяє визначити, яким чином слід змінити потоки після всіх дуг, що розглядаються, і який шлях слід вибрати, отримала назву у фаховій літературі [11] – процедури розстановки позначок.

III. Процедура розстановки позначок.

1. Для того щоб дуга (i, j) перестала бути дефектною, потік по ній слід збільшити, тоді вона знаходиться в одному із станів α, β, δ . Приписати вузлу j позначку $[q, i^+]$, яка означає, що вузол j може отримати q_j додаткових одиниць потоку з вузла i . Якщо дуга знаходиться в стані α , то q_j визначити рівним $\min [q_i, L_{ij} - f_{ij}]$, а якщо в стані β або δ , то q_j визначити рівним $[q_i, U_{ij} - f_{ij}]$.
2. Якщо потік по дузі (i, j) слід зменшити, то вона знаходиться в одному із станів $\alpha_2, \beta_2, \delta_2$. Приписати вузлу i позначку $[q_i, j^-]$, яка означає, що потік, що виходить з вузла i та входить у вузол j , може бути зменшений на величину q_i . Якщо дуга знаходиться в стані α_2 або β_2 , то q_i визначити рівним $\min [q_j, f_{ij} - L_{ij}]$, а якщо – у стані δ_2 , то q_i визначити рівним $\min [q_j, f_{ij} - U_{ij}]$.
3. Якщо дуга (i, j) знаходиться в одному із станів α, β, δ , то вона не є дефектною і потік по ній змінювати не треба. Виняток становить стан β , для якого потік можна збільшити або зменшити таким чином, що ні одна з умов не буде порушена. Величина приросту потоку по дузі визначається за станом цієї дуги на основі правил.

Методика подальшого розв'язання задачі наступна. Вибирається дефектна дуга (i, j) , потік по якій слід змінити так, щоб вона перестала бути дефектною. Для виконання умови збереження потоку визначається додатковий шлях з вузла i у вузол j (або з j в i), і потім потоки по дугах цього

шляху змінюються відповідно до останньої з позначкою q_i (або q_j). Зміна потоку по дузі не допускається, якщо вона призведе до того, що (1) бездефектна дуга стане дефектною або (2) дефект дуги збільшиться.

Отже, може виникнути така ситуація, що ми досягнемо деякого вузла, з якого подальший рух неможливий. У цьому випадку не можна побудувати шлях з j в i , а отже, задача не має розв'язку. При цьому марно переходити до іншої дефектної дуги і починати процес заново, оскільки для знаходження оптимального розв'язку, вказана дуга повинна бути обрана. Дана ситуація називається непроривом. При виникненні непрориву існує інший спосіб пошуку оптимального потоку.

Переходимо до аналізу методики наступного блока:

IV. Нагадаємо, що стан дуги однозначно визначається величиною $\hat{c}_{ij} = c_{ij} + \pi_i - \pi_j$ і тому він може змінитися внаслідок зміни значень π . За визначенням двоїстої задачі, яке було дано вище, кожному вузлу ставиться у відповідність деяка змінна π . Тому для потокової задачі з n вузлами існує рівно n двоїстих змінних π . При виникненні непрориву слід визначити значення яких перемінних π слід змінити, щоб побудувати шлях з вузла j у вузол i (або з i в j , якщо потік зменшується). При виникненні непрориву існують дві непересічні безлічі вузлів: позначених і непозначених вузлів. Розглянемо ті числа π , які відповідають дугам, що з'єднують позначені вузли з непозначеними. Представимо множину всіх позначених вузлів через A , а множину всіх непозначених вузлів – через \bar{A} . Скористаємось поняттям прямих і зворотних дуг. У першому випадку потік може перетікати з A в \bar{A} , у другому – з \bar{A} в A .

Позначимо множину всіх дуг, які виходять із вузлів, що належать A , і входять у вузли з \bar{A} і для яких $\hat{c} > 0$, а потік, що не перевищує верхню межу через V . Безліч всіх дуг, що виходять з вузлів і належать \bar{A} , та входять у вузли з A і для яких $\hat{c} < 0$, а потік не менший від нижньої межі позначимо через \bar{V} . Оскільки значення c можна обчислити для будь-якої дуги з множин V і \bar{V} , то процес обчислення потрібно продовжити наступним чином:

1) Випадок I: $\hat{c} > 0$.

Визначити $\xi_1 = \min[c_{ij}]$, якщо $V = \emptyset$, та $\xi_1 = \infty$ в іншому випадку.

2) Випадок II: $\hat{c} < 0$.

Визначити $\xi_2 = \min[-c_{ij}]$, якщо $V = \emptyset$, и $\xi_2 = \infty$ в іншому випадку.

3) Нехай $\xi = \min[\xi_1, \xi_2]$.

4) Для кожного вузла $k \in \bar{A}$ змінити відповідне вузлове число π_k , додаючи до нього величину ξ .

5) Зберегти усі попередні позначки.

Потім, повертаючись до процедури розстановки позначок, продовжуємо виконання розрахунків.

V. Виведення отриманих результатів.

У результаті розв'язання задачі на ЕОМ на друк виводиться: рух ресурсів; таблиця розрахунку даних, в якій наводяться номери (за порядком) всіх робіт, потреба у ресурсах, фактичні обсяги впровадження заходів [11].

Але існують труднощі при розв'язанні задачі такої природи.

Тому насамперед, різнобій (розузгодження) в одиницях виробництва і транспорту матеріальних потоків, наприклад, організація виробництва залізобетонних виробів для задоволення потреб в регіоні, доставка початкової сировини бетону проводиться в m^3 , транспорт в тоннах, виробництво виробів в m^2 , транспортування продукції в тоннах; а споживачі (залізобетонні блоки) в m^2 . А задача розглядується однопродуктова, звідси і розмірності її мають бути сумісні.

У кожному конкретному випадку модель має структуру хоч і не універсальну, але присутній елемент аналогії і подібності, а початкові дані мають особливості в їх підготовці, перетворенні для формування інформаційних масивів і для різних задач існують специфічні підходи.

Розробка моделі (сітьового графіка) реалізується за правилами, які використовуються при моделюванні виробничих систем (об'єктів будівництва, транспортні задачі на сітях, задачах про призначення, потокові задачі, виробничі задачі – постачання і виробництво виробів або продукції, розподіл продукції по споживачах і ін.) При цьому вид моделі має аналоги і включає елементи типізації, а інформаційна складова відрізняється між собою для конкретних задач, що є скрутним моментом для дослідження при підготовці початкових масивів і систем елементів творчості володіння і розуміння ситуації.

Наступна особливість полягає в постановці задачі. Для цього використовується типова методика

з урахуванням особливостей другого етапу, які характеризуються відомими труднощами.

Структура моделі розвитку і розміщення повинна мати гнучкість в моделюванні процесів і відображати різноманіття зв'язків усіх учасників виробничого процесу. Конструювання моделі охоплює число змінних, що відображають суть ситуації, і не вимагає великих витрат часу на формування початкових моделей.

Таким чином, модель не повинна жорстко залежати від впливу окремих фактів, вона має бути універсальною, а всі зміни слід коректувати початковими даними і міжсистемні зв'язки відбиваються (вписуються) в модель і її розмір залежить тільки від ширини обхвату залучених учасників.

Розроблена економіко-математична модель з урахуванням впливу міжсистемних зв'язків (рис. 1).

Розглянемо конкретний виробничий приклад.

Для урахування реальних умов виробництва при складанні структури сітьової моделі за визначенням оптимальної схеми розміщення і розвитку виробничої бази був розроблений варі-

ант початкової моделі по постачанню металевих конструкцій на об'єкти в м. Запоріжжя.

Для досліджень були прийняті заводи-постачальники: ВАТ «Запоріжсталь», ВАТ «Металобаз». Для цих заводів є реальні постачальники сировинних матеріалів, використовуваних для приготування металоконструкцій. Різні джерела і схеми постачання матеріалів впливають на собівартість виробництва металевих конструкцій.

Три заводи-виробники металевих конструкцій (ЗЗМК (Запорізький завод будівельних конструкцій), ВАТ «Стальконструкція – 103», ВАТ «Стальконструкція – 124») можуть отримувати сировину (металопрокат) від двох заводів-постачальників сировини (ВАТ «Запоріжсталь», ВАТ «Металобаз»). Вартість 1 тонни прокату заводу ВАТ «Запоріжсталь» складає 6–7 тис. грн., у ВАТ «Металобаз» 7–8 тис. грн.

Виробнича потужність і витрати на переробку 1 тонни сировини для кожного із заводів вказані в табл. 1.

Ці заводи повинні забезпечувати конструкціями чотири заводи-споживачі. Витрати на транспортування виробів (металоконструкцій) від виробника до споживача вказані в табл. 2.

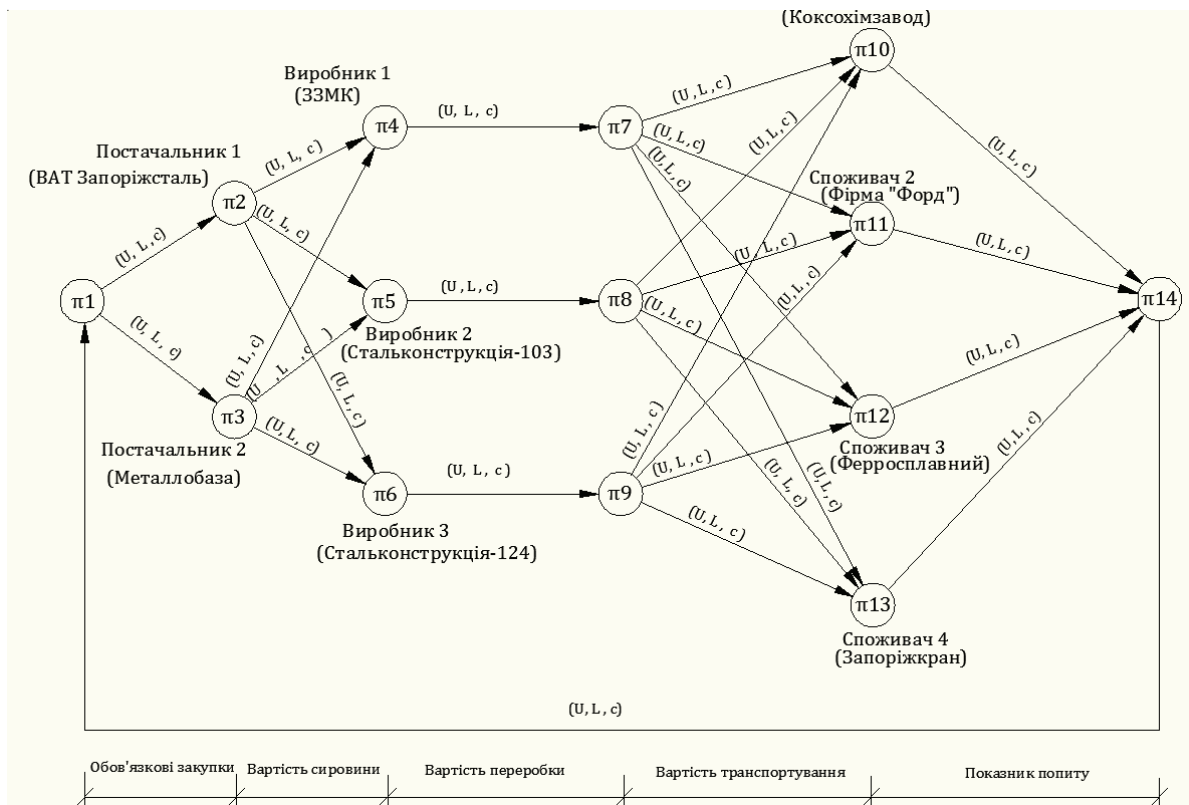


Рисунок 1. Загальна модель виробництва і розподілу.

У зв'язку з тим, що перевезення металевих конструкцій виконуються на ближні дистанції в рамках м. Запоріжжя, в розрахунку сітьової моделі ми приймаємо почасову оплату транспортних засобів з урахуванням всіх втрат. А для перевезень металевих конструкцій на великі відстані, за межі міста, рентабельніше є оплата транспортних засобів по кілометражу.

У таблиці 3 наводяться максимальний і мінімальний попит, а також ціна однієї тонни конструкцій для вказаних заводів споживачів

За допомогою алгоритму дефекту ми визначимо: де слід купувати сировину кожному заводу-виробникові; скільки тонн конструкцій потрібно виготовляти кожному заводу-виробникові; скільки тонн конструкцій необхідно продавати кожній будівельній організації (споживачеві); куди слід кожному заводу-виробникові відправляти свою продукцію.

Оптимальна схема постачання металоконструкцій визначена за критерієм оптимальності, що враховує мінімальні сумарні витрати на виробництво металоконструкцій, і їх доставку на об'єкти зображено на рисунку 2.

За початкові значення всіх потоків і подвійних змінних візьмемо $f_{ij} = 0, P_k = 0$. Зворотна дуга знаходиться в стані $\beta 1$, так як $a_{ij} = 0$ і потік по ній менше від нижньої межі i , таким чином, на початку роботи АВД зворотна дуга завжди є дефектною. Моделлю є орієнтований граф $G(U, A)$, що має обмежену пропускну спроможність, тобто існують завжди задані верхні і нижні границі матеріального потоку по всіх $(i, j) \in A$ і це обмеження не повинно порушуватися. Границі зміни потоку можуть дорівнювати нулю або нескінченності, тобто $f_{ij} \in [0 - \infty]$, f_{ij} – матеріальний (дуговий) потік.

Для постановки задачі використовуємо наступні позначення: f_{ij} – дуговий матеріальний потік, L_{ij} – нижня пропускну спроможність дуги (i, j) , F_{ij} – верхня пропускну спроможність дуги (i, j) , C_{ij} – вартість одиниці потоку з i у вузол j .

Спільне завдання може бути сформульоване у вигляді спеціальної задачі програмування.

Мінімізувати цільову функцію

$$L(f) = \sum_a C_{ij} f_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

при обмеженнях на пропускну спроможність дуг

Таблиця 1. Виробнича потужність заводів-виробників

Завод-виробник	Вартість переробки тонни сировини	Максимальна потужність, тонна	Мінімальна потужність, тонна
«ЗЗМК»	4800	1000	200
Сталь конструкція – 103	6500	450	100
Сталь конструкція – 124	7500	400	100

Таблиця 2. Витрати на транспортування виробів

Завод-виробник	Заводи-споживачі			
	Коксохімзавод	Фірма «Форд»	Феросплавний	Запоріжкран
«ЗЗМК»	750	1000	750	1250
Сталь конструкція – 103	750	1000	750	1250
Сталь конструкція – 124	750	750	750	1000

Таблиця 3. Попит споживачів в конструкціях

Споживач	Продажна ціна, тонна	Максимальний попит, тонна	Мінімальний попит, тонна
Коксохімзавод	11800	1500	0
Фірма «Форд»	13500	1000	0
Феросплавний	13500	1200	0
Запоріжкран	14500	1200	0

$$1) f_{ij} \leq F_{ij}, \quad (i, j) \in A, \quad (2)$$

$$2) f_{ij} \geq L_{ij}, \quad (i, j) \in A, \quad (3)$$

$$3) \sum f_{ij} - \sum f_{ji} = 0 \quad (4)$$

для всіх $i \in U, i \neq j$ – умова збереження потоку. Завдання визначення оптимального потоку, відповідне циркуляції мінімальної вартості, представлено у вигляді спеціальної задачі оптимального програмування (1–4).

Розв'язок виконується за допомогою розробленого програмного продукту «ПОТОК» рис. 3.

Оптимальний розв'язок задачі наведено в сітвовій моделі на рисунку 2.

Цільова функція прямої задачі:

$$L(x) = \sum C_{ij} \cdot f_{ij} = 9860000.$$

Цільова функція двоїстої задачі

$$Z(f) = \sum F_{ij} \cdot \alpha_{ij} - \sum L_{ij} \cdot \delta_{ij} = -9860000.$$

Пряма і двоїста функції співпадають.

У алгоритмі використовуються умови доповнюючої нежорсткості подвійної задачі лінійно-

го програмування і, зокрема, подвійні змінні d_{ij} і a_{ij} вибираються так, що

$$\alpha_{ij} = \max [0, \Pi_j - \Pi_i - C_{ij}],$$

$$\delta_{ij} = \max [0, \Pi_j - \Pi_i + C_{ij}].$$

Використовуючи знайдений розв'язок, можна побудувати сегмент сіті, що містить відповідні вузли, на основі значень $\Pi_i, \Pi_j, C_{ij}, F_{ij}, L_{ij}, f_{ij}$, а також α_{ij} – відповідною обмеженням на потік зверху в прямій задачі, а подвійні змінні – δ_{ij} , відповідною обмеженням на потік знизу.

Багатогранність методу АВД, ясна математична, логічна інформаційна і фізична ув'язка параметрів дозволяє йому зайняти гідне місце у розв'язанні цілого набору задач у виробленні рішень будівельного процесу.

Висновок

Сформульовані теоретико-методологічні та концептуальні основи управління логістичними

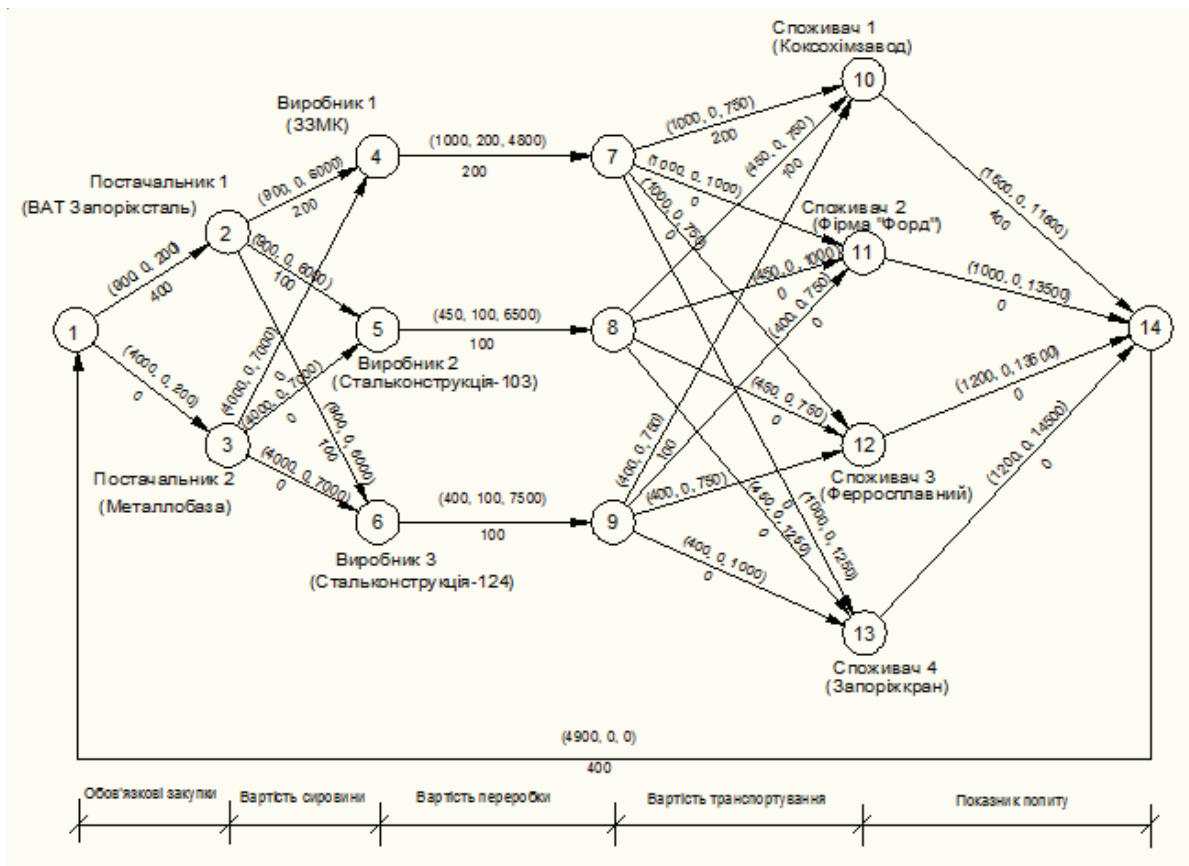


Рисунок 2. Оптимальний розв'язок задачі.

The image shows two overlapping windows from the 'Поток v2.01' software. The top window displays a table with columns: Почат. вузел, Кінц. вузел, Верхня пропускона здатність, Нижня пропускона здатність, Вартість, and Потк. The bottom window displays a table with columns: № дуги, Початковий вуз..., Кінцевий вуз..., Верхня про..., Нижня про..., Вартість, Потк, Вузел, and P1. A button labeled 'Розрахувати' is visible in the bottom right of the lower window.

Рисунок 3. Розв'язування задачі за допомогою програми «ПОТОК».

системами передбачають комплексне розв'язання задач управління матеріальними потоками та задач з управління виробничими системами будівельних підприємств та підприємств буді-

ндустрії з урахуванням міжсистемних зв'язків. В рамках зазначеної концепції здійснено розв'язання задач управління логістичними системами.

Література

1. Гаджинский, А. М. Логистика [Текст] : Учебник / А. М. Гаджинский. – 11-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство «Торговая корпорация "Дашков и К"», 2005. – 432 с.
2. Організація та проектування логістичних систем [Текст] : підручник / М. П. Денисенко, П. Р. Левковець, Л. І. Михайлова та ін.; за ред. М. П. Денисенка, П. Р. Лековця, Л. І. Михайлової. – К. : Центр учбової літератури, 2010. – 336 с.
3. Абрамов, Л. И. Организация и планирование строительного производства. Управление строительной организацией [Текст] : учеб. для вузов /

References

1. Gadzhinskii, A. M. Logistics. Textbook. The 11th revised and enlarged edition. Moscow: Publishing house «Commercial corporation "Dashkov and K"», 2005. 432 p. (in Russian)
2. Denisenko, M. P.; Levkovets, P. R.; Mihailova, L. I. et al. Edited by Denisenko, M. P.; Levkovets, P. R.; Mihailova, L. I. Organization and design of logistic system. Textbook. Kyiv: The centre of educational material 2010. 336 p. (in Ukrainian)
3. Abramov, L. I.; Minaenkova, E. A. Organization and planning of building production. Government of

- Л. И. Абрамов, Э. А. Минаенкова. – М. : Стройиздат, 1999. – 400 с.
4. Ефименко, А. З. Управление запасами сырьевых материалов и их оптимизация на предприятиях стройиндустрии [Текст] / А. З. Ефименко, А. Н. Рыбко, Н. Н. Дергачев // Экономика строительства. – 2005. – № 10. – С. 38–45. – ISSN 031-776.
 5. Жаворонков, Е. П. Логистика в строительстве [Текст] : учеб. пособие для вузов / Е. П. Жаворонков ; СГУПС. – 3-е изд., перераб. и доп. – Новосибирск : [б. и.], 2001. – 214 с. – ISBN 5-93461-042-2.
 6. Завадскас, Э. К. Комплексная оценка и выбор ресурсосберегающих решений в строительстве [Текст] / Э. К. Завадскас. – Вильнюс : Моклас, 1987. – 212 с.
 7. Ильин, Н. И. Системный подход в управлении строительством [Текст] / Н. И. Ильин. – М. : Стройиздат, 2001. – 165 с.
 8. Кирнос, В. М. Организация строительства [Текст] / В. М. Кирнос, В. Ф. Залунин, Л. Н. Дадиверина. – Днепропетровск : Пороги, 2005. – 309 с.
 9. Логистическая организация капитального строительства [Текст] / Под ред. В. Н. Стаханова. – Ростов-на-Дону : РГСУ, 1998. – 256 с.
 10. Основы логистики [Текст] : Учебное пособие / Под ред. Л. Б. Миротина, В. И. Сергеева. – М. : ИНФРА-М, 1999. – 204 с.
 11. Павлов, И. Д. Модели управления проектами [Текст] : учеб. пособие / И. Д. Павлов, А. В. Радкевич. – Запорожье : ГУ «ЗИГМУ», 2004. – 320 с.
 12. Смирчинський, А. Логістичний менеджмент у будівництві [Текст] : Монографія / Андрій Смирчинський, Валентин Смирчинський, Василь Мартинюк. – Тернопіль : ЗБРУЧ, 2006. – 262 с.
 - building organization. Textbook. Moscow: Stroizdat, 1999. 400 p. (in Russian)
 4. Efimenko, A. Z.; Rybko, A. N.; Dergachev, N. N. Government of reserve of raws and their optimization on interprises of building industry. In: *Construction economics*, 2005, Number 10, p. 38–45. ISSN 031-776. (in Russian)
 5. Zhavoronkov, E. P. Logistics in building. Schoolbook. The third revised and enlarged edition Novosibirsk: [s. n.], 2001. 214 p. ISBN 5-93461-042-2. (in Russian)
 6. Zavadskas, E. K. Intergrated assessment and choice of resource-saving solutions in building. Vilnius: Mokslas, 1987. 212 p. (in Russian)
 7. Ilin, N. I. System concept in construction management. Moscow: Stroizda, 2001. 165 p. (in Russian)
 8. Kirnos, V. M.; Zalunin, V. F.; Dadiverina, L. N. Organization of building. Dnepropetrovsk: Thresholds, 2005. 309 p. (in Russian)
 9. Logistic organization of major construction work. Edited by V. N. Stahanov. Rostov-on-Don: RGSU, 1998. 256 p. (in Russian)
 10. Logistic foundations. Schoolbook. Edited by L. B. Mirotin, V. I. Sergeev. Moscow: INFRA-M, 1999. 204 p. (in Russian)
 11. Pavlov, I. D.; Radkevich, A. V. Control model of projects. Schoolbook. Zaporozhye: GU «ZIGMU», 2004. 320 p. (in Russian)
 12. Smirichinskii, A.; Smirichinskii, V.; Martiniuk, V. Logistical management in building. Monograph. Ternopil: ZBRUCH, 2006. 262 p. (in Ukrainian)

Арутюнян Ірина Андріївна – к.т.н., доцент кафедри промислового та цивільного будівництва Запорізької державної інженерної академії. Наукові інтереси: розвиток логістизації будівництва в умовах ринкової економіки.

Арутюнян Ірина Андреевна – к.т.н., доцент кафедри промислового та цивільного будівництва Запорізької державної інженерної академії. Наукові інтереси: розвиток логістизації будівництва в умовах ринкової економіки.

Irene Arutyunyan – PhD (Eng.), Associate Professor; Industrial and Civil Building Department, Zaporizhya State Engineering Academy. Scientific interests: development of building logistization in the market economy conditions.