

3. Вишнеvский В. Деньги нас не спасут. Почему Украина не инновационная держава/В.Вишнеvский, В.Дементьев [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://news2000.org.ua/>

4. Горидько Н. П. Технологическое насыщение и проблема эффективности инвестиционных процессов в современной экономике Украины/ Н.П. Горидько, Р. М.Нижегородцев//Вестник Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института). - 2011.- № 1 - С.13-21.

5. Економічна криза в Україні: виміри, ризики, перспективи. - Жаліло Я. А., Бабанін О. С., Белінська Я. В. та ін. / за заг. ред. Я. А. Жаліла. - К.: НІСД, 2009. - 142 с.

6. Кузьменко В.П. Инновационная теория циклического экономического развития Йозефа Шумпетера и «Общая теория занятости, процента и денег» Джона Кейнса (роль бюджетно-налоговой и кредитно-денежной политик в экономрегулировании)/ В.П. Кузьменко. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://iee.org.ua/files/conf/conf\\_article8.pdf](http://iee.org.ua/files/conf/conf_article8.pdf)

7. Полтерович В. Ловушка отсталости: Россия имеет шансы выйти из нее/ В.Полтерович// Прямые инвестиции. - № 5. – 2009. – С.8-11.

8. <http://www.doingbusiness.org/rankings/>

**Ключові слова:** антициклічна політика, інноваційна парадигма, тип інноваційного розвитку, технологічний уклад.

**Ключевые слова:** антициклическая политика, инновационная парадигма, тип инновационного развития, технологический уклад.

**Key words:** anticyclical policy, innovation paradigm, type of innovation development, technological mode.

УДК 330.46.658

Остапчук О.В., аспірант  
Хмельницький національний університет

### КРИТЕРІЇ ОПТИМАЛЬНОСТІ ТА СИСТЕМА ОБМЕЖЕНЬ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ФОРМУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ СТРУКТУР

**Остапчук О. В. Критерії оптимальності та система обмежень для розрахунку математичної моделі формування організаційних структур;** досліджена організаційна структура підприємства, що представляється у вигляді неорієнтованого графа, пропонується розрахунок критеріїв оптимальності та системи обмежень для обчислення математичної моделі формування організаційної структури.

**Остапчук О. В. Критерии оптимальности и система ограничений для расчета математической модели формирования организационных структур;** исследуется организационная структура предприятия, которое представляется в виде неориентируемого графа, предлагается расчет критериев оптимальности и системы ограничений для вычисления математической модели формирования организационной структуры.

**Ostapchuk O. Criteria of Optimality and System of Limitations for the Calculation of Mathematical Model of Forming of Organizational Structures.** The organizational structure of enterprise that appears as a non-oriental count is investigated, the calculation of criteria of optimality and system of limitations is offered for the calculation of mathematical model of forming of organizational structure.

**Постановка проблеми.** Проблема формування організаційних структур промислових підприємств є недостатньо вивченою, а існуючі методи формування організаційних структур не пропонують дійових моделей, що застосовуються на практиці. Тому ми пропонуємо застосування кількісних критеріїв вдосконалення організаційних структур з врахуванням комплексного характеру взаємодії складових її елементів.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Дослідження оптимізації організаційних структур займалися та вивчали у своїх працях вітчизняні і зарубіжні учені. Зокрема, Зикова А. А. [7], Бурков В. М. [2, 3], Воронін А. А., Мішина С. П. [4], Новіков Д. А. [9], Соловйов В. С. [11], Трамбле Ж. [12], Гераськін М. І. [5], Городнов В. П. [6], Леонтьєв С. [8], Харрарі Ф. [13] та інші.

**Виділення невирішеної проблеми.** Не дивлячись на значну кількість робіт з питань оптимізації організаційних структур підприємства слід відмітити відсутність методик формування організаційних структур, що дозволяють створити організаційну структуру, оптимальну за комплексом критеріїв ефективності з врахуванням характерних для промислових підприємств обмежень.

**Мета статті.** Запропонована модель формування оптимальних організаційних структур промислових підприємств на основі комплексу критеріїв, що характеризують їх стійкість, управляємість з врахуванням обмежень по економічності.

**Виклад основного матеріалу.** Автор пропонує представляти організаційну структуру у вигляді неорієнтованого графа [7]. Ребра графа є певного роду взаємовідношенням між елементами структури, а вершинами графа є безпосередньо елементи структури [2, 3], що здійснюють господарську діяльність і становлять організаційну структуру (бізнес - центри, відділи, департаменти, управління та ін.). Виходячи з того, що в дисертаційній роботі досліджується неорієнтована організаційна структура, зв'язки між елементами структури також будуть не орієнтовані. Тому надалі враховуватимемо лише те, чи є зв'язок між елементами, або такий зв'язок відсутній [5].

В якості критеріїв оптимізації оберемо наступні параметри: структурна надмірність ( $f_1$ ), нерівномірність розподілу зв'язків ( $f_2$ ), структурна компактність ( $f_3$ ) та індекс центральності ( $f_4$ ). Обрані критерії повністю характеризують економічні характеристики організаційної системи.

Організаційні зв'язки можуть мати такі відносини між двома господарюючими елементами як: інформаційні; фінансово-економічні; матеріально-технічні та інші. Під інформаційними відносинами розумітимемо такі відносини, які дозволяють одному елементу - керівникові генерувати управляючий вплив, та посилати його у вигляді певного сигналу іншому елементу структури - підлеглому. Під фінансово-економічними стосунками усередині організації розумітимемо фінансові потоки між двома елементами однієї структури, які прямо або побічно торкаються бюджету відповідного підрозділу. Матеріально-технічні стосунки між господарюючими суб'єктами є рухом матеріалів, інструментів, продукції та інших цінностей між елементами системи.

Критерій структурної надмірності характеризує перевищення загальної кількості зв'язків над мінімально необхідною для зв'язності між собою усіх структурних підрозділів організації з метою здійснення їх функцій.

Критерій нерівномірності розподілу зв'язків служить порівняльним показником завантаженості одних підрозділів організації відносно інших центрів. Це може проявлятися в нерівномірному або заниженому розподілі навантажень, неефективному використанні людських ресурсів.

Критерій структурної компактності характеризує такий найважливіший параметр управління організаційно-економічною системою, як тривалість передачі управляючого впливу від управляючого органу до об'єкту управління.

Індекс центральності показує, наскільки організаційна структура управління централізована. Чим вище значення критерію індексу центральності для організаційної структури управління, тим вона жорсткіша та більш ієрархічна.

З врахуванням зазначених вимог до вирішення проблем стійкість-економічність, рівномірність-нерівномірність в розподілі зв'язків, компактність-розгорнутість структури, централізація-децентралізація, виявимо також і ряд протиріч, з урахуванням яких завдання по формуванню організаційної структури не може бути вирішене. Метою моделювання є побудова максимально стійкої, компактної, централізованої і, в той же час, економічної структури, що, в принципі, неможливо. Зі збільшенням стійкості структури шляхом додавання в неї нових господарюючих суб'єктів з певною кількістю економічних зв'язків між ними неминуче відбувається бюрократизація системи, та різко зростають витрати на її утримання. В результаті виникають серйозні протиріччя, внаслідок яких вирішення головної проблеми є вкрай малоімовірним.

Складність таких проблем зумовила появу складних математичних моделей, що адекватно відображають вирішувану проблему, та, передусім, її багатоцільовий характер [6]. Тому при вирішенні сформульованої проблеми доцільно застосовувати моделі багатокритеріальної оптимізації. Тут постає питання про вибір комплексного критерію оптимальності, що агрегує усі чотири критерії. Сформулюємо завдання векторної оптимізації організаційної структури управління в загальному вигляді.

Нехай є матриця змінних моделі:

$$X = \{x_{ij}, i = \overline{1, N}; j = \overline{1, N}\}, \quad (1)$$

де: N - безліч індексів матриці змінних.

Матриця змінних моделі X носить назву матриці суміжності. Матриця суміжності є відображенням графа організаційної структури управління, що складається з безлічі вершин  $X = \{x_i\}$ .

Безліч індексів матриці змінних N є не що інше, як кількість господарюючих суб'єктів економічної діяльності в організаційній структурі. Матриця змінних належить простору N - мірних векторів  $X \in R^N$  (простору змінних моделі).

Елементи матриці суміжності визначаються таким чином:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо вершина } x_i \text{ суміжна з вершиною } x_j; \\ 0, & \text{в іншому випадку;} \end{cases} \quad (2)$$

і є наявністю зв'язків, що сполучають вершину i з вершиною j, або їх відсутність.

Функціонування економічної системи спрямоване на виконання цілей, що визначаються вектором критеріїв, функціонально пов'язаних з матрицею змінних  $f_k(X), k = \overline{1, K}$ , де K - безліч індексів критеріїв. Безліч критеріїв  $k \in K$  можна представити

у вигляді вектору функції:

$$F(X) = \{f_k(X), k = \overline{1, K}\} \quad (3)$$

що є векторним критерієм (векторною цільовою функцією).

З урахуванням наявності чотирьох критеріїв (K = 4) позначимо [94]:

- структурна надмірність  $f_1(X)$ ,
- нерівномірність розподілу зв'язків  $f_2(X)$ ,
- структурна компактність  $f_{13}(X)$ ,
- індекс центральності  $f_{41}(X)$ .

$$f_1(X) = \frac{1}{2} \cdot \left[ \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_{ij} \right] \cdot \frac{1}{N-1} - 1 \rightarrow \max; \quad (4)$$

$$f_2(X) = \sum_{i=1}^N (\sum_{j=1}^N x_{ij})^2 - 4 \cdot \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_{ij}}{4} \cdot \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_{ij} + 4 \cdot \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_{ij}}{(\frac{N}{2})^2} \rightarrow \min; \quad (5)$$

$$f_3(X) = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_{ij}^2}{N \cdot (N-1)} - 1 \rightarrow \min; \quad (6)$$

$$f_4(X) = (N-1) \cdot \left( 2 \cdot \max \left\{ \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_{ij}^2 (i \neq j)}{2} \cdot \left( \sum_{i=1}^N x_{ij}^2 \right)^{-1} \right\} - N \cdot \frac{1}{\max \left\{ \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_{ij}^2 (i \neq j)}{2} \cdot \left( \sum_{i=1}^N x_{ij}^2 \right)^{-1} \right\} - (N-2)} \right) \rightarrow$$

max.

(7)

У цільових функціях (6) та (7) не містяться шукані змінні  $x_{i,j}$ , а є присутніми  $x_{i,j}^*$ ,

що є мінімальною відстанню між елементами  $i$  та  $j$  шуканого графа, тобто являються елементами матриці відстаней.

Функціонування організаційної структури пов'язане з певними витратами. Виділяється певний фінансовий ресурс в розмірі  $R$ . Нормативи витрат по кожному з діючих активних елементів (вершин графа) і зв'язків між ними (ребер графа) представлені у вигляді вектору і матриці витрат  $A$  і  $B$  відповідно:

$$A = (a_1 \ a_2 \ \dots \ a_n), \quad (8)$$

$$B = \begin{pmatrix} b_{1,1} & b_{1,2} & \dots & b_{1,j} & \dots & b_{1,n} \\ b_{2,1} & b_{2,2} & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{i,1} & \dots & \dots & b_{i,j} & \dots & b_{i,n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n,1} & \dots & \dots & b_{n,j} & \dots & b_{n,n} \end{pmatrix} \quad (9)$$

де:  $a_i$  - елемент вектору  $A$ , що показує сумарну величину витрат  $i$  - того підрозділу

(вершини);

$b_{i,j}$  - елемент матриці  $B$ , який є сумарною величиною витрат на підтримку зв'язку

між елементом  $i$  та елементом  $j$  організаційної структури.

Витрати, пов'язані з функціонуванням організаційної структури, можна умовно розділити на дві складові - це витрати на утримання управлінь, департаментів, відділів, тобто тих елементів, які є вершинами в організаційних структурах і витрати, що відносяться до зв'язків між ними. Так, в [16] управлінські витрати зводяться лише до опису приватних витрат: "В якості витрат на управління враховуються поточні витрати на утримання апарату управління, експлуатацію технічних засобів, зміст завдань і приміщень, підготовку і перепідготовку кадрів управління. До них також відносяться одноразові витрати на дослідницькі та проектні роботи в області створення та вдосконалення систем управління, на придбання обчислювальної техніки та інших технічних засобів, що використовуються в управлінні, витрати на будівництво". Такий підхід не повністю відповідає відомим економічним нормам. Згідно з класичним підходом до класифікації витрат [14] розрізняють постійні та змінні, прямі та непрямі витрати. Відповідно до класичного підходу розглянемо, що входить до складу вектору  $A$  та матриці  $B$ . Класифікацію за статтями та видами витрат представимо на рисунку.

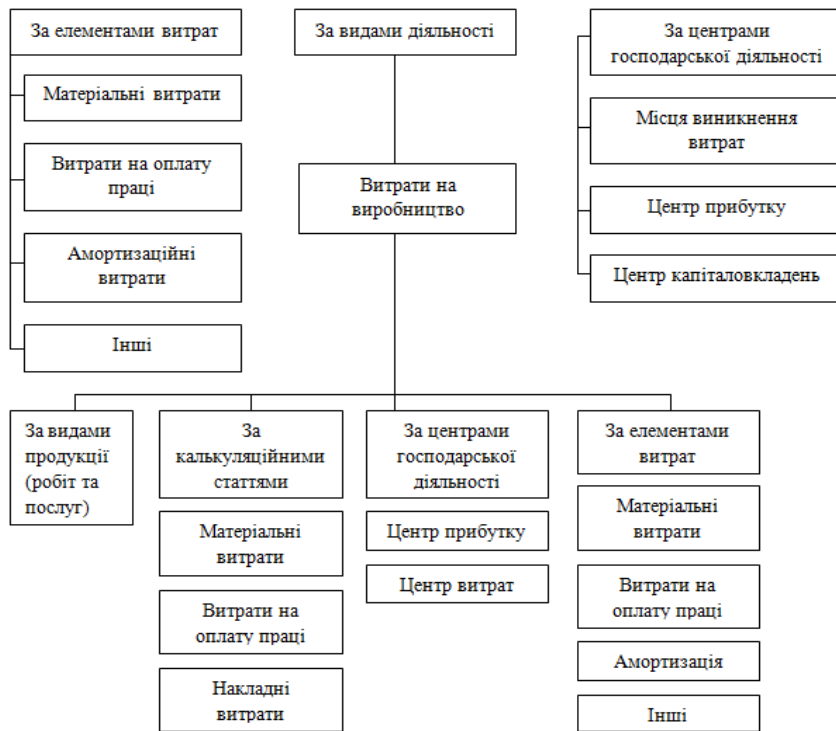


Рис. 1 - Класифікація організаційно-управлінських витрат організації

Представлена структура організаційно-управлінських витрат складена за допомогою [1].

Елементи вектору А включають матеріальні витрати, витрати на оплату праці, амортизаційні та інші витрати, розраховані для кожного елементу (вершини графа) індивідуально в грошовому вираженні. Елементами матриці В є сума витрат для кожної одиниці зв'язку організаційної структури (ребер графа) і що є, наприклад, витратами по видах виробництва, обслуговування потокових ліній, технологічних, інформаційних зв'язків.

Таким чином, можна записати обмеження у вигляді нерівності:

$$\sum_{i=1}^n a_i + \sum_{j=1}^n b_{i,j} \cdot x_{i,j} \leq R \tag{10}$$

Знак нерівності показує, що організаційну структуру можна сформувати з урахуванням обмеженості ресурсів її функціонування. Модель витрат, де зустрічаються такі обмеження, зустрічаються в роботах В. Леонтьєва. Цей підхід був "вдалим поєднанням складних проблем загальної економічної рівноваги із спрощеними допущеннями статичного аналізу" [15].

Також вводиться обмеження відносно мінімальної кількості вершин в організаційній структурі управління. Суть цього обмеження полягає в тому, що організаційна структура управління повинна складатися з декількох, як мінімум, обов'язкових елементів з метою її безперешкодного функціонування. Так, для промислових підприємств, характерний набір мінімально допустимих організаційних елементів був найширше розглянутий і розкритий в [10]. Представимо мінімально допустиму організаційну структуру управління виробничим підприємством (рис. 2), в яку входять як зв'язки, що управляють, так і інформаційні потоки.

Згідно [8], модель мінімальної організаційної структури будується виходячи з мінімального набору функцій, які здійснює промислове підприємство при виробництві продукції. Усі функції розподілені між відділами позначеної структури. Так, мінімальна кількість вершин дорівнює 15, якщо за основу приймати розглянутий вище мінімально - можливий апарат управління, що є ядром організаційної структури промислового підприємства.

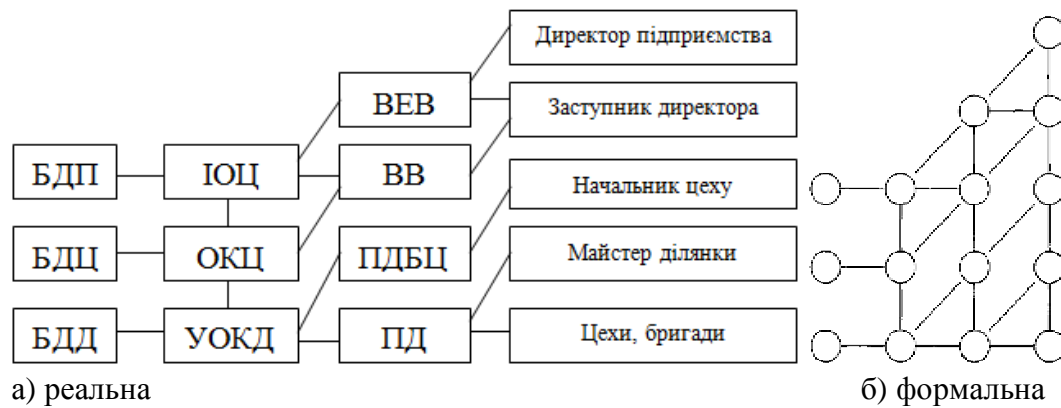


Рис. 2 - Структура управління виробничим підприємством з мінімальним числом ланок  
 БДП - база даних підприємства, БДЦ - база даних цеху, БДД - база даних ділянки,  
 ІОЦ - інформаційно-обчислювальний центр, ОКЦ - обчислювальний комплекс цеху,  
 УОКУ - управління обчислювальним комплексом ділянки, ВЕВ - виробничо-економічний  
 відділ, ВВ - виробничий відділ, ПДБЦ - бухгалтерія цеху, ПД - планування ділянки.

З рисунку можна зробити висновок про те, що наявність мінімального набору вузлів структури припускає і наявність мінімально - необхідного набору зв'язків:

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_{i,j} \geq 2 * M_{min}, \quad (11)$$

де  $M_{min}$  - мінімальна кількість взаємозв'язків системи

$\sum_{i,j=1}^N x_{i,j}$  - сума елементів матриці суміжності.

Виходячи з умови мінімально пов'язаного графа і повного графа, для організаційної структури з фіксованою кількістю вершин, рівним  $N$ , кількість зв'язків змінюватиметься в інтервалі:

$$N - 1 \leq \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_{i,j} \leq \frac{N(N-1)}{2}, \quad (12)$$

Стабільне функціонування організаційної структури промислового підприємства багато в чому залежить від наявності обов'язкових зв'язків між його окремими елементами. Обов'язковий характер зв'язків між елементами структури промислового підприємства можна формалізувати у вигляді обмеження:

$$x_{i,j} = p_{i,j}, \quad i, j \in 1..n, \quad (13)$$

де:  $p_{i,j}$  - елемент матриці  $P$  розміру  $n \times n$ , яка характеризує сукупність обов'язкових зв'язків між елементами промислового підприємства.

Об'єднаємо в систему обмежень вираження (10-13) :

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^N a_i + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N b_{i,j} x_{i,j} \leq R, \\ \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_{i,j} \geq 2 * M_{min}, \\ N - 1 \leq \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_{i,j} \leq \frac{N(N-1)}{2}, \\ x_{i,j} = p_{i,j}. \end{cases} \quad (14)$$

**Висновки та рекомендації.** Формулювання критеріїв ефективності і системи обмежень для організаційної структури управління дозволяє підійти до постановки проблеми формування структури, яка полягає в наступному: необхідно побудувати матрицю неорієнтованого графа  $X$ , що представляє організаційну структуру управління промислового підприємства, що містить у своєму складі  $n$  - вершин, що пов'язані між собою так, щоб критерії досягали оптимальних значень з урахуванням обмежень.

## Список використаних джерел

- 1 Багиев Г. Л. Организация предпринимательской деятельности / Л. Багиев. СПб. : СПбГУЭФ, 2001. - 233 с.
- 2 Бурков В. Н. Прикладные задачи теории графов / В. Н. Бурков, И. А. Горгидзе, С. Е. Ловецкий. – Тбилиси : Мецниереба, 1974. - 234 с.
- 3 Бурков В. Н. Теория графов в управлении организационными системами / В. Н. Бурков, А. Ю. Заложнев, Д. А. Новиков. М. : Синтег, 2001. - 52 с.
- 4 Воронин А. А. Оптимальные иерархические структуры / А. А. Воронин, С. П. Мишин. М. : ИПУ РАН, 2003. - 210 с.
- 5 Гераськин М. И. Алгоритм решения многокритериальных задач управления / М. И. Гераськин, Ю. Н. Лазарев // Известия СНЦ Российской академии наук. 2001, т. 3, №1. с. 80-85.
- 6 Городнов В. П. Математическое моделирование, оценка эффективности и синтез организационных структур предприятий / В. П. Городнов, О. В. Фык. - Х.: НУА, 2005. - 192 с.
- 7 Зыкова А. А. Основы теории графов / А. А. Зыкова. - М. : Наука, 1987. - 344 с.
- 8 Леонтьев С. Ключевые проблемы и направления совершенствования организационной структуры управления / С. Леонтьев // Экономика и жизнь, 1997, №5
- 9 Новиков Д. А. Синергетический эффект в моделях распределенного контроля / Д. А. Новиков, Н. Е. Рыбченко // Информационная экономика. Сборник трудов. Выпуск 5., под ред. Р. М. Нижегородцева. - М. : МГУ, 2005.
- 10 Румянцева З. П. Менеджмент организации / З. П. Румянцева. - М: Инфра-М, 1997. - 395 с.
- 11 Соловьев В. С. Организационное проектирование систем управления: учебное пособие / В. С. Соловьев. - М. : ИНФРА-М, 2002. - 150 с.
- 12 Трамбле Ж., Соренсон П. Введение в структуры данных / Ж. Трамбле, П. Соренсон. - М. : Машиностроение, 1982. - 784 с.
- 13 Харрари Ф. Теория графов / Ф. Харрари. - М. : Мир, 1973. - 480 с.
- 14 Шестакова К. Д. Экономическая теория / К. Д. Шестакова. - М. : Риор, 2005. - 107 с.
- 15 Structure of American Economy. New York; Oxford University Press. Leontief, Wassily. 1966. p. 396.
- 16 <http://www.cfin.ru/> - Корпоративный менеджмент.

**Ключові слова:** організаційна структура підприємства, критерії оптимальності, структурна надмірність, нерівномірність розподілу зв'язків, структурна компактність, індекс центральності.

**Ключевые слова:** организационная структура предприятия, критерии оптимальности, структурная избыточность, неравномерность распределения связей, структурная компактность, индекс центральности.

**Keywords:** organizational structure of enterprise, criteria of optimality, structural surplus, unevenness of distribution of connections, structural compactness, index of central.