

ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ РЕЄСТРАЦІЇ ІНФОРМАЦІЇ  
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

**О.Г. Додонов, А.І. Кузьмичов**

# **МЕРЕЖЕВІ ОРГАНІЗАЦІЙНІ СТРУКТУРИ УПРАВЛІННЯ**

*Моделювання та візуалізація  
засобами Excel*

Київ  
Видавництво Ліра-К  
2021

*Рекомендовано до друку Вченою радою  
Інституту проблем реєстрації інформації НАН України  
( протокол № 1 від 12 січня 2021 р.)*

**Рецензенти:**

**В.В. Васильєв**, чл.-кор. НАН України, д.т.н., професор, зав. Відділенням гібридних моделюючих та керуючих систем в енергетиці Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України

**А.В. Матвійчук**, д.е.н., професор кафедри економіко-математичного моделювання, директор Інституту моделювання та інформаційних технологій в економіці ДВНЗ «Київський національний економічний університет ім. Вадима Гетьмана»

**Додонов О.Г., Кузьмичов А.І.**

Д60           Мережеві організаційні структури управління. Моделювання та візуалізація засобами Excel. К.: Видавництво Ліра-К, 2021. – 264 с.

ISBN 978-617-520-049-0

У виданні досліджуються об'єкти із мережевою організаційною структурою, де функціонування, управління процесами і операціями (роботами), формування, прийняття і супроводження рішень використовують специфічну аналітику мережевого (оптимізаційного, імітаційного) моделювання, при цьому особлива увага приділяється наочності отриманих результатів у вигляді мережевих структур. Розглянуті моделі типових задач та відображення відповідних мережевих структур реалізовано у доступному кожному користувачу середовищі табличного процесора Excel, функціональні можливості якого суттєво розширені доступними програмними продуктами.

**УДК 004.7:004.94**

## ЗМІСТ

Передмова.....	3
Вступ.....	6
<b>ПРОЕКТНА ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА УПРАВЛІННЯ .....</b>	<b>14</b>
ET-модель мережевої оптимізації.....	16
Задача пошуку найдовшого шляху у мережі .....	18
Задача пошуку найкоротшого шляху у мережі.....	22
Задача про потік мінімальної вартості з розгалуженням потоку у вузлах.....	24
Метод СРМ.....	26
Мережева модель проекту .....	29
Дугова мережева модель проекту (АОА).....	32
АОА: модель лінійного програмування .....	37
АОА: формульна модель.....	44
АОА: потокова модель ЛП .....	46
Вузлова мережева модель проекту (AON).....	48
AON: модель лінійного програмування .....	48
PDM: модель ЛП з розширеним набором зв'язків .....	52
AON: формульна модель.....	57
Декомпозиція крупного проекту .....	63
«Стиснення» критичного шляху .....	67
АОА: модель ЛП cost-time .....	73
Аналіз чутливості.....	76
AON: модель ЛП cost-time .....	79
Управління проектом в умовах ризику .....	82
Генерування випадкових чисел в Excel .....	83
Метод PERT .....	85
Моделювання ризиків.....	92
PERT-моделювання проекту в Excel.....	99
PERT-моделювання в RSP .....	118
Підтримка прийняття рішень в проектно-орієнтованому управлінні засобами VBA .....	128
Задача планування та розробки розкладу монопроекту .....	132

<b>ОПТИМАЛЬНІ СТРУКТУРИ МЕРЕЖЕВИХ ПОТОКІВ .....</b>	<b>136</b>
Класична транспортна задача.....	138
Задача про оптимальне призначення .....	139
Мережева транспортна задача (з проміжними пунктами).....	141
Задача про потоки мінімальної вартості (з обмеженням ПЗ дуг) .....	146
Задача про найкоротший шлях.....	149
Задача про максимальний потік/мінімальний перетин.....	153
Узагальнені потоки у мережах (з втратами/приростами).....	156
Узагальнені потоки в мережевій транспортній задачі.....	158
Задача комівояжера .....	164
TSP: еволюційне програмування і генетичний алгоритм .....	169
Задачі про паросполучення.....	172
Задача про найбільше паросполучення у мережі .....	172
Задача про паросполучення максимальної потужності .....	174
Задача про паросполучення мінімальної потужності у мережі.....	176
Задача китайського листоноши .....	177
Задачі розташування пунктів обслуговування .....	184
Задача Вебера .....	185
Задача про медіану графа.....	186
Задача PMP .....	187
Задача CPMP .....	194
Побудова мінімального покривного дерева.....	196
Багатопродуктові потоки .....	199
Транспортна задача з K-продуктовими потоками .....	200
K-продуктова задача про максимальні потоки .....	204
Потоки у мультиграфі .....	212
Мережева транспортна задача .....	213
Задача про максимальний потік-мінімальний перетин.....	213
Задача про найкоротший шлях .....	214
Оптимальні потоки у багатоетапних процесах.....	214
Матрична модель 3-етапної 1-продуктової ТЗ.....	215
Потокова модель 3-етапної 1-продуктової ТЗ .....	218
Задача «Робити чи купувати».....	220
Багатокритеріальна оптимізація компромісних організаційних рішень.....	225
Задача про призначення .....	226
Задача дискретної оптимізації .....	226
Задача управління проектом .....	228

Задачі про центри (локація-призначення) .....	230
Задача про оптимальний асортимент продукції .....	234
Транспортна задача.....	236
Задача про максимальний потік .....	237
Візуальна підтримка оптимальних рішень в просторових мережах .....	240
Задача комівояжера.....	240
Візуалізація графів.....	242
Побудова дерева мінімального покриття .....	248
3-продуктові потоки у виробничо-транспортній задачі (ЛП) .....	249
Відбір інвестиційних проектів за заданим бюджетом (SimOpt) .....	253
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА.....	259

## ПЕРЕДМОВА

*Про два повчальних сюжети  
з української і світової комп'ютерної  
історії на одну тему*

... Київ, початок 60-их років. Із чергової міжнародної конференції В.М. Глушков, директор Інституту кібернетики АН УРСР, привіз новину і поділився нею: В США придумали мережеву модель і метод критичного шляху для роботи з проектами організаційного управління будь-якого рівня, промислового, галузевого чи державного, наголосив, що наш щойно створений інститут не може бути осторонь цієї проблематики, бо це суто математична задача і як не нам її розв'язувати. Він із розумінням, як керівник крупних проектів, захопився цим, адже якщо організувати проект за цією моделлю, можна точно, навіть щоденно, розрахувати тривалість етапів усього організаційного процесу, правда, це можливе за єдиною і не простою вимогою – високою виконавчою дисципліною, без «можливо», «зачекаємо», «не встигли», «не змогли», «нема фондів» тощо.

Глушков ставить групі Васильєва-Пухова завдання: розробити компактну і ефективну за рахунок наочності, демонстраційну модель АСОР (автоматизована система організації робіт) для популяризації метода керівникам державних організацій, які часто відвідували інститут. Він розраховував на наш досвід таких розробок, це, зокрема, демо-модель транспортної задачі лінійного програмування, де індикатори світилися лише на декількох дугах мережі із оптимальними транспортними потоками, а зміна даних (ручками змінюваних опорів) миттєво змінювала структуру потоків, це вражало і робило зрозумілою задачу.

Але з управління проектами проблема була складніша: абсолютна новизна самої задачі, відсутність публікацій, слабе уявлення про оптимізаційну задачу, яку, до того ж, треба було реалізувати електронною схемою ...

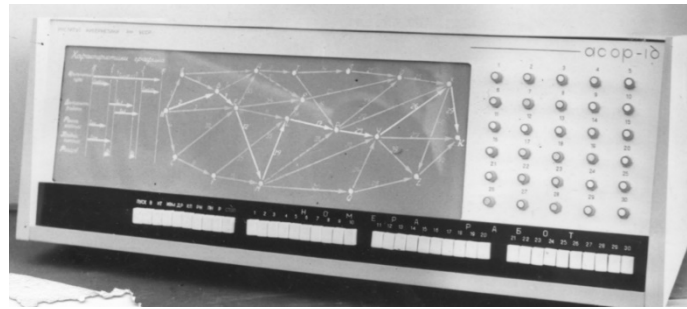
Колектив зробив ту модель, АСОР миттєво обчислює часові параметри проекту й навіть показує критичний шлях, який автоматично змінює свою конфігурацію за зміненими даними, зовні – така собі сіренька, як уся апаратура тих часів, за габаритами як радіоприймач, показували її гостям, але в планах – годі «гратися», треба братися за крупні мережі.

Та ось новина-«бомба» (1966 р.): «наверху» прийнято рішення провести в Москві першу в СРСР Міжнародну (!) промислову виставку, правда, з «організаційної техніки» (бо слово «обчислювальна» стосувалося товарів стратегічного значення і в умовах тодішньої «холодної війни» використовувати його було небажано).

І рішення Глушкова було тут однозначне і досить сміливе: єдиному в державі інституту кібернетики там – серед потужних і знаних заводів-виробників серійної техніки – бути!

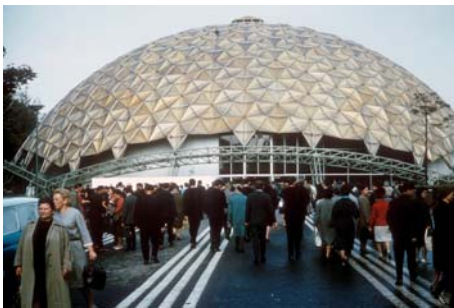
Але бути там – не просто, це: проблеми із секретністю, необхідний яскравий дизайн апаратури, спецдокументація на виріб (патентування, щоб без підробок і копіювання), допуск обслуговуючого персоналу тощо, бо ж там буде вище керівництво держави плюс загадкові гості «звідти», які можуть «причепитись» аж до міжнародного скандалу.

Ми й це пройшли, тепер ми стали учасниками-експонентами Міжнародної виставки!



АСОП-1д: мережева модель з відображенням проекту на 30 робіт

Зранку 12 вересня виставку, розташовану у недавно побудованому «космічному» павільйоні великого парку Сокольники, відвідало вище керівництво держави, а це: члени Політбюро ЦК партії на чолі із щойно вибраним генсеком Брежнєвим, військові, міністри, космонавти, директори заводів тощо, кругом охорона, павільйон тимчасово зачинено для наших відвідувачів і учасників з-за кордону.



Запам'яталося: ми, два аспіранти академіка Г.Є Пухова, Додонов і Кузьмичов, спілкуємось з Брежнєвим, розказуємо/показуємо, як діє розроблена у Києві мережева модель проекту, як уводити дані і як модель на це реагує, видно, йому це точно цікаво (він інженер за освітою, українець за походженням, за своєю посадою розумів смисл проектної роботи).

І от – Брежнєв таки не втримався, здивувавши своє байдуже оточення і охорону, сам покрутив ручки регульованих опорів для зміни даних (тривалостей робіт), впевнився, що критичний шлях щоразу змінює свою конфігурацію і довжину (тривалість проекту), його це задовольнило, аж розвеселило, він дякує, жваво ділиться враженням.

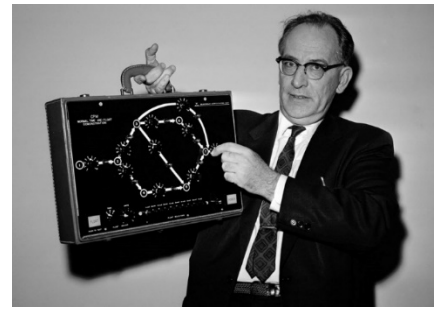
Мабуть тоді, на тлі ЕОМ-«динозаврів», наша скромна розробка, на вигляд наче проста і зрозуміла іграшка, але із серйозним смислом і вмістом, позитивно вплинула на подальшу долю Інституту кібернетики, адже позиція щодо «буржуазної і антилюдської» кібернетики ще залишалася подразником для багатьох, особливо, хто керував країною.

І на тлі нагромадження красивого «заліза» з-за кордону, вперше побаченого і мало зрозумілого не лише звичайному відвідувачу, а й навіть викладачам і науковцям, наша «крихітка» у величезному павільйоні була чи не єдиним і зрозумілим прикладом того, як конкретно обчислювальна техніка може бути використана на практиці, зокрема, саме від нас багато людей вперше чули про методологію мережевого моделювання проектів.

(Невдовзі були прийняті Постанови Уряду СРСР про вдосконалення планово-управлінської діяльності із використанням комп'ютерних систем організаційного управління).

Давню історію, як Брежнєв крутив ручки, нагадало рідкісне фото і з'ясувалося, що ручки на моделі проектної мережі крутили не лише у нас.

На фото – людина-легенда Дж. Моклі (John Mauchly), конструктор першої в світі ЕОМ ENIAC (разом з П. Еккертом), але тут він (тоді керівник крупної компанії із випуску серійних ЕОМ) показує метод критичного шляху на простенькій електричній моделі проекту на 10 робіт, зроблений у вигляді мобільного кейсу (на критичній роботі горить лампочка), це початок 1960-их рр.



Саме так, в непростий навіть для США період появи загадкової організаційної методології, він своїм авторитетом і з розумінням розробника складних систем щодо їх майбутнього особисто підтримав свого молодого колегу і співробітника, математика і програміста Дж. Келлі (J. Kelley), автора методу критичного шляху, бо тоді реалізація цього методу вимагала надзвичайно серйозних машинних ресурсів (ЕОМ випускалися поштучно) і часу (місяці).

І виходить, що далекоглядні генії, що наш Глушков, що той же Моклі, розуміючи неочевидну поки що звичайним оточуючим силу і перспективу оригінального винаходу, як от теперішній проектний менеджмент, відшуковують і знаходять шляхи і способи, прості і доступні, іноді схожі на дитячі ігри, щоби допомогти усвідомити те корисне, що знайдено і зроблено талановитими і умілими людьми.



## ВСТУП

Організаційна структура системи управління це внутрішня будова, сукупність стійких зв'язків і відносин між елементами, це форма, в рамках якої система реагує на зміни, формуючи передумови для переходу системи в цілому в нову якість. Актуальність вибору ефективної структури управління пояснюється, перш за все, тим, що для життєздатності і продуктивної роботи організації, її своєчасного реагування на постійно мінливі зовнішні і внутрішні чинники, їй необхідна найбільш прийнятна, гнучка управлінська структура, здатна з часом модернізуватися.

Змінити організаційну структуру для збереження свого набутого статусу, місця у суспільстві, в рейтингу чи на ринку буває непросто і недешево. Скажімо, в університеті чи науковому інституту для цього достатньо змінити розташування обладнання та спосіб розміщення працівників, зате, скажімо, для металургійного комбінату це взагалі недосяжне, тут можливі хіба що т. зв. «косметичні» зміни. У бізнес-середовищі найкраще ці зміни реалізуються у легкій промисловості, у машинобудуванні шляхом покращеного розподілу завдань між організаціями-партнерами і, важливо, залученням освіченого й досвідченого персоналу. Приклад: компанія Boeing налічує 170 тис. співробітників у 70 державах світу, їх освіченість: 140 тис. мають вищу освіту, отриману у 2700 навчальних закладах, 35 тис. мають науковий ступінь з інженерно-технічних, комп'ютерних та економічних спеціальностей.

Проектування управлінської структури: коли керівництво організації свідомо й обґрунтовано вирішило модифікувати структуру організації, тоді поглибленим аналізом сьогодення і перспектив розвитку воно визначає, як наявні завдання, їх сотні, розподілити і на які групи (роботи, види діяльності, роботи), щоби кожна група як структурна одиниця найкращим чином відповідала потребам середовища, стратегії, технологіям, матеріальним, фінансовим та людським ресурсам. Чим складніша структура, тим більшою є «ціна» менеджменту, управлінського персоналу [18].

Здатність формувати раціональні організаційні структури, користуючись досвідом, відповідними комп'ютерними і математичними моделями, часто є показником, що відрізняє ефективних менеджерів від неефективних: освічений, досвідчений і грамотний менеджер, який вільно і свідомо застосовує модельний підхід для отримання раціонального чи, краще, оптимального організаційного рішення, – чи не найцінніший кадровий ресурс організації, за яким «полюють» конкуренти.

Розрізняють дві групи таких структур, що відтворюють аналогічні природні структури, це:

- ієрархічні (деревоподібні) та
- новітні мережеві.

### **Ієрархічні структури**

Традиційними є ієрархічні організаційні структури, у першу чергу, це класична функціональна структура «дерево», наприклад:

- Комбінат → заводи → цехи → ділянки або
- Ректорат → інститути → деканати → кафедри → лабораторії.

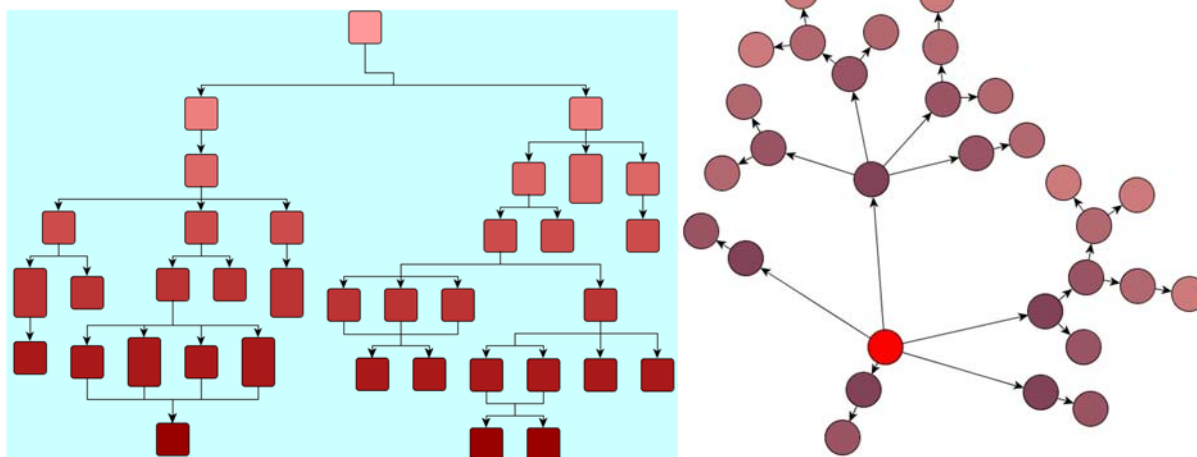
Сюди ж віднесемо функціональну та дивізіональну структури, дивізіон – «структури в структурі» як от декілька «відділів» у «відділенні».

### Функціональна структура

Функція – певне призначення, й, відповідно, продукт-орієнтована організаційна структура і конкретний результат діяльності колективу людей у її складі, які працюючи разом, володіють подібними навичками, мають схожі знання, використовують спеціальні інструменти та техніки для професійного виконання своїх завдань.

Виробництво, продаж, наукові дослідження та конструктивні розробки зазвичай організуються у функціональні підрозділи різного рівня (цех, відділення, відділ, група, ділянка чи лабораторія) за: специфічним продукційним напрямком, характерним видом діяльності, товарною групою, ринком чи географією.

Функціональну структуру ще називають лінійною, де лінія – послідовна конструкція функціональних підрозділів різного рівня зверху донизу із розгалуженнями всередині, це ще піддерево деревоподібної структури організації, лініями можна вважати конвейєри у складальному цеху:



### Дивізіональна структура

Оскільки проблеми, пов'язані із розвитком, зростанням та диверсифікацією, з часом ускладнюються, а їх число невпинно збільшується, менеджери розробляють нові форми організаційної діяльності для подолання проблем, пов'язаних з обмеженнями функціональних структур. Так, більшість топ-менеджерів крупних організацій вибирають дивізіональну (дивізіон – комплекс функціональних підрозділів) структуру, створюючи специфічні змішані групи з підрозділів для здійснення ускладненого чи унікального виду діяльності, виробництва конкретного виду продукції, для певної групи споживачів тощо із врахуванням локальних умов та обмежень.

Скажімо, у ВНЗ це новий навчально-дослідницький комп'ютерний клас факультету, утворений із деяких кафедральних комп'ютерних лабораторій й укомплектований оновленим персоналом, на комбінаті – склад готової продукції для кількох цехів, бригада збиральників доповнена комп'ютерниками та представниками КБ.

Завданням вдосконалення організаційної структури організації є створення раціональної конфігурації, більш керованої і продуктивної, різної форми, краще налаштованої на

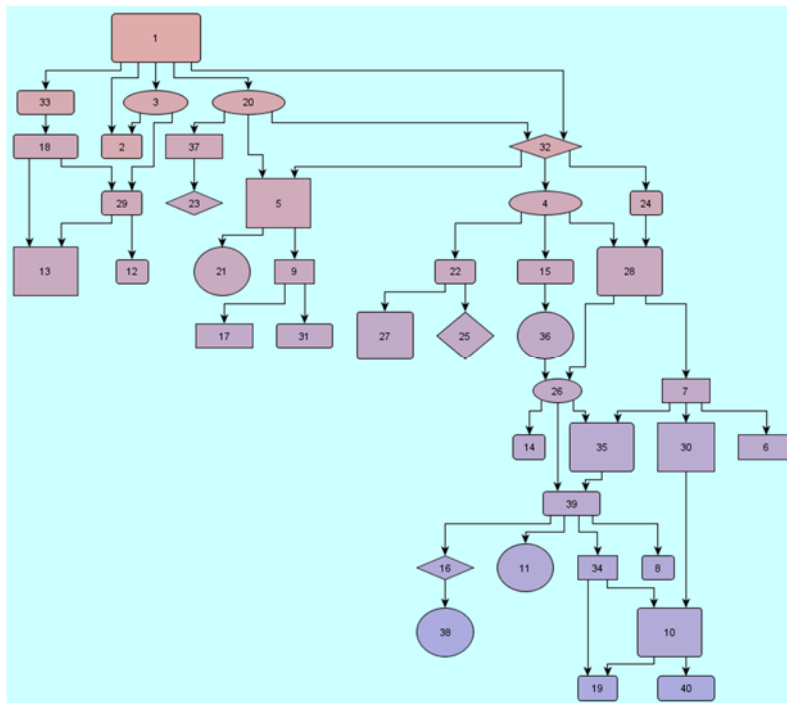
виконувану роботу, як варіант, за рахунок покращеного розташування обладнання, служб та робочих місць.

Коли менеджери організують ці підрозділи відповідно:

- до виду продукції (товару чи послуги), ці підрозділи мають *продукційну* структуру
- до територій, регіонів, країн світу, де вони працюють, ці підрозділи мають *географічну* чи *регіональну* структуру
- до типу споживача, на якого вони орієнтуються, ці підрозділи мають *ринкову* структуру тощо.

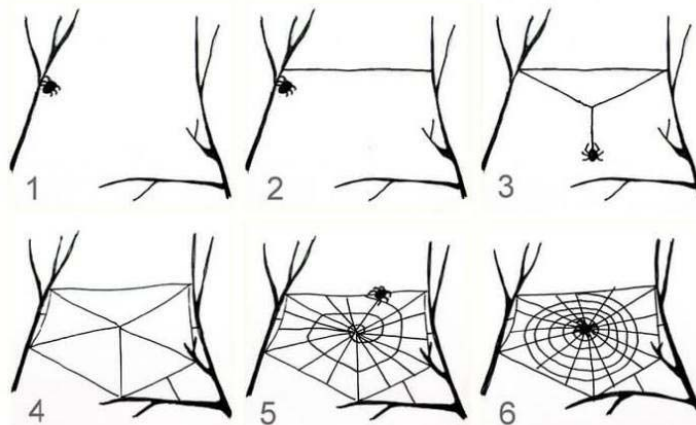
Орієнтація дивізіональної структури на продукт, ринок чи регіон дозволяє організаціям швидше та гнучкіше реагувати на конкретні обставини, з якими вони стикаються, зокрема, на появу нових замовлень чи зміну попиту.

Для ієрархічної структури характерно, що вона починається із кореня (з вихідними ребрами) і завершується листями («висячими» вузлами, де є лише входи):



### Мережева структура

Цю структуру будують так, як павуки плетуть павутиння (тенета):



де кожна складова підпорядкована кільком іншим складовим, на графі вузол має входів більше одного, наприклад, у матриці елемент визначається двома входами: рядком і стовпцем. Зокрема, якщо організаційна структура матрична, менеджери групують людей та ресурси одночасно за двома підходами, скажімо, на виробництві – за функціями та за продукцією, враховуючи наявну обмеженість унікального обладнання, комп'ютерних програм чи досвідчених аналітиків:

- працівники згруповані за функціями, щоб дозволити їм вчитися один у одного та бути більш кваліфікованими та продуктивними
- в той же час вони об'єднуються у продукт-орієнтовані групи, де члени різних функціональних підрозділів працюють над розробкою конкретного продукту.

**Матрична організаційна структура** діє, наприклад, у навчально-дослідних університетах, де викладач кафедри (функція) одночасно є науковим співробітником науково-дослідного центру (продукція), або навпаки, а також в крупних розподілених у просторі науково-промислових об'єднаннях (альянсах).

Результатом такої організації є ускладнена мережа зв'язків між продукт-орієнтованими групами та спеціальними «тонкими» функціями, що робить матричну структуру досить гнучкою, хоча й складніше керованою з-за наявності двох управлінських центрів – кожен член команди виконавців підпорядковується двом керівникам, кожен з яких оцінює їх за функціональністю й ефективністю у командній роботі.

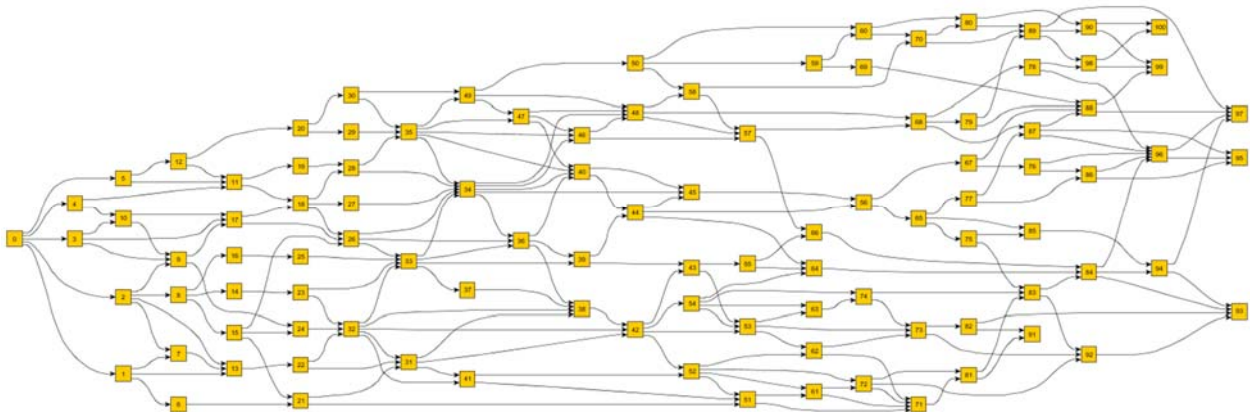
Додамо, що пошуку ефективної матричної організаційної структури моделюванням сприяє розвинений апарат матричної алгебри, який є основою розвинених економіко-математичних моделей, класичні приклади: модель «витрати-випуск» В. В. Леонт'єва, транспортна задача ЛП Дж. Данцига та інші, саме у матричній постановці.

Зростаюча глобалізація та використання новітніх ІТ призвели до нововведень, що у першу чергу охоплюють глобальні компанії, орієнтовані на швидкі зміни виробничих програм, це – електронно керовані стратегічні альянси у форматі мережеских структур.

У мережі складова (вузол) може мати:

- один вхід (джерело)
- один вихід (стік)
- декілька входів і виходів.

Мережева організаційна структура рідко може створюватися «з нуля» (хіба що для оперативного здійснення важливого проекту у критичній ситуації), скоріше, є певною композицією усталених і модифікованих ієрархічних структур, це видно на рисунку:



Мережеві структури – наслідок невпинної вдосконаленості ІТ та їх застосувань, розвиваються в умовах формування і ефективного використання локальних і глобальних мереж, хмарних обчислень та телеконференцій, комп'ютерних технологій моделювання графів і мереж. Ця структура значно полегшує управління розподіленими у просторі об'єктами типу стратегічних альянсів, дозволяє менеджерам обмінюватися власними наборами даних, програмами та інформацією, співпрацюючи на віддаленні, досить просто її модифікувати додаванням/заміною складових та зв'язків між ними.

Мережева структура є віртуальною, живо реагуючою на зміни, це формальна композиція: споріднені (КБ, проектні та дослідницькі центри) організації, ВНЗ, підприємства та фірми плюс постачальники, виробники та дистриб'ютори, яка призначена для вдосконалення виробництва та реалізації товару. Вона дозволяє організаціям гнучко керувати своїм глобальним ланцюгом створення вартості, щоб знайти нові шляхи зменшення витрат і підвищення якості продукції, не несучи при цьому надто великих витрат на функціонування складно організованої структури.

Організація, побудована за такою структурою, дуже швидко враховує вплив зовнішніх змін, цінової політики, ресурсного постачання й попиту, характерні приклади в бізнесі – машинобудування, зокрема, авто- та авіавиробництво, легка та харчова промисловість.

Конкретний приклад, компанія Nike, виробник спортивних товарів масового ужитку, вимоги до яких змінюються зі зміною моди дуже швидко, при чому, по різному у різних регіонах чи групах споживачів. Використовуючи глобальну мережеву ІТ-систему, Nike може змінити інструкції, розробити нову технологічну документацію для задоволення отриманого специфічного замовлення, миттєво надаючи це своїм структурним підрозділам, щоби якнайшвидше її віддалені виробники виготовили нові види продукції й доставили її замовникам. Тут діє строга виконавська дисципліна – якщо будь-які партнери з альянсу, які з різних причин не виконують вимоги до стандартів Nike, структура змінюється заміною організацій-партнерів через звичайний B2B (*business-to-business*) ринок.

Nike, будучи глобальним конгломератом організацій-партнерів, який фокусується на виробництві конкретної продукції (спортивного спорядження) для свого глобального сегментованого ринку, більше зосереджена на дотриманні вимог діючої мережевої структури, ніж на самостійному виробництві, бо мережева організаційна структура має стратегічні плани та зв'язки. У цій структурі загальні адміністративні завдання стосуються вибору, з ким і коли вступати у ділові відносини, щоби спільно вийти на світовий ринок. Така організаційна структура дозволяє топ-менеджменту Nike зосередитись на своїх компетенціях і досвіді та вирішуючи поточні завдання, включаючи адміністрування, виробництво, винаходи тощо. Її управлінська структура дотримується стратегії залишатися невеликою, це дозволяє компанії скоротити деякі витрати, які характерні звичайній структурі крупної компанії. Крім того, мережева організаційна структура дозволяє Nike генерувати ідеї за допомогою локальних змагань і тим самим контролювати і гарантувати, що стратегія, часові та капітальні ресурси оптимально відповідають центральним цілям бізнесу.

Структура дає керівникам відомств нижніх рівнів можливість брати участь у процесі прийняття рішень, що забирає автономію вищого керівництва як того, хто несе виключну відповідальність за прийняття рішень в організації. Використання мережевих організаційних структур швидко зростає, оскільки організації визнають багато можливостей, які пропонуються, щоби зменшити витрати та збільшити організаційну гнучкість.

Додамо, що управлінські автоматизовані інформаційні системи, які забезпечують успішне функціонування мережових організаційних структур і систем, базуються на досконалому програмному забезпеченні, методологічною основою якого є аналітичний апарат мережового моделювання.

### Аналітика мережових структур

Практично усі організаційні рішення, що приймаються на певному рівні відповідальності, від побутового до державного чи навіть глобального, що стосуються стратегій, структур, процесів, робіт та інструментарію, базуються на знаннях і вимагають попереднього осмислення дій, розуміння наслідків та обґрунтування цих рішень шляхом відповідного аналізу.

Ключове слово «аналіз» є основою інтегрованого сучасного поняття *Analytics*, визначене в *ABOK (Analytics Body of Knowledge)*<sup>1</sup> у вигляді узгодженої композиції двох складових, двох фундаментальних інформаційних методологій:

- прийняття кількісних організаційних рішень
- на основі перетворень даних та інформації,

зادля досягнення єдиної мети – «прийняти краще рішення», ключове слово – «рішення».

Схоже, поняття *Analytics*, до якого треба звикати і яким користуватися, спроба узагальнити поняття, інструментар і проблематику, визначені у традиційних наукових напрямках, орієнтованих на рішення: *Decision Science, Decision Management, Decision Analysis, Decision Modeling* тощо (число посилань в Google наближається до 2-ох млрд.).

Поява подвоєного визначення аналітики як виду діяльності відтворює кардинальні зміни в практиці прийняття організаційних рішень, зокрема, друга частина визначення викликана появою концепції «великих даних» та дейтамайнінгу.

Вибір одного із двох підходів залежить від специфіки поставленого завдання та визначає певні умови до засобів його виконання:

- традиційного, орієнтованого на оптимізацію (*Decision-centric analysis*) та
- новітнього, орієнтованого на пошук інсайту у наборах даних (*Data-centric analysis*).

Перший з них – це математично насичена проблематика комп'ютерного моделювання задач оптимізації та симуляції (імітаційного моделювання, ІМ), яка виникла на замовлення практики із появою перших ЕОМ зі змішаними, як зараз здається, машинними ресурсами, що з самого початку активно розвивалася, є успішною і продуктивною, це неодмінна складова сучасної управлінської, інженерної та економічної освіти.

Другий підхід, викликаний інтенсивним розвитком комп'ютерної техніки і мережових технологій, визначив впровадження унікальних теорій, методів та алгоритмів із досі екзотичної проблематики, як-от штучний інтелект чи машинне навчання, де, зрозуміло, обґрунтовано і природно використовуються традиційні засоби.

Тут ключове слово «дані» (*data*) визначило новітні поняття, інструментар і проблематику: *Data Science, Data Analysis, Data Modeling* (число посилань в Google досягло 3-ох

---

<sup>1</sup> J. Cochran (Ed.) INFORMS. *Analytics Body of Knowledge*. – Wiley, 2019. – 386 p.

млрд.), нові професії (дата-аналітик, дата-інженер) і сферу діяльності, від бізнесу до державного управління чи міжнародної безпеки, тут сформовано і поступово вдосконалюється специфічний клас програмного забезпечення, розрахованого на багатомашинні та «хмарні» інформаційні системи.

У навчальній і науковій літературі поняття *Analytics* як процес/підхід представлено орієнтованою на практику бізнес-аналітикою (*Business Analytics*), ядром якої є давня наука *Дослідження операцій* [17, 28] та її «дочка» – *Наука управління (Management Science)* [3, 5, 10, 16, 26, 27].

Предмет – *організаційне управління*, де прийняття рішень здійснюється із застосуванням розвиненого аналітичного апарату та інструментаря будь-де, будь-якого масштабу та рівня відповідальності, із використанням засобів та переваг новітньої дата-проблематики.

У другому визначенні *Analytics* криється важливий і багатозначний термін щодо її функції – «інсайт». Фактично, пошук інсайту, тобто, зрозумілого уявлення про суть, вміст та характерні властивості чогось складного – мета будь-якого пошукового дослідження, яке за наслідками, буває, може мати навіть історичне значення. Скажімо, допитлива дитина знає, що найбільш цікаве в іграшці знаходиться десь всередині, що не видно, це шуканий інсайт, і щоби його отримати, вона просто робить *аналіз* (з др.-грецьк. – розкласти, розділити) іграшки.

Тож *інсайт* як результат виконаного аналізу – *розуміння*, наскільки це можливо, того, незорого, що досліджується, щоби підготувати для прийняття *розумне* – зважене і обґрунтоване, раціональне чи навіть оптимальне – *рішення*, і це мета обох підходів.

Цей термін привнесли в управлінську практику об'ємні набори даних, де інсайт, знайдений методами дейтамайнінгу, представлений у вигляді т. зв. *паттерна (pattern<sup>2</sup>)* із конкретними властивостями наявного набору даних.

В традиційній практиці прийняття шуканого рішення знайдений аналітиками інсайт має різні назви, згідно задачі, що розв'язується, але суть одна.

По-перше, це знайдена відповідь на вічне запитання типу «Хто винен?», тобто, визначено розрахунками, що саме стримує отримання результату кращого, ніж є, це – конкретне «вузьке місце» в комунікаціях, ресурсному забезпеченні, неякісній кадровій політиці тощо. Знайдене певними зусиллями «вузьке місце» дає змогу сформулювати зважену й обґрунтовану відповідь на друге вічне запитання «Що робити?», конкретно вказуючи, що саме потребує змін, підвищеної уваги й оперативних дій, направлені на прийняття кращих за існуючі організаційні рішення.

Суттєво, що АВОК – звід знань про наукову аналітику, яка збудована на багаторічному<sup>3</sup> світовому досвіді управлінської та організаційної практики, є всебічною сутністю концепції та навичок, якими має керуватися аналітик (проект-менеджер, особа, що приймає рішення, ОПР) – це той, що професійно розробляє та застосовує аналітичний інструментар, свідомо розуміючи, що таке аналітика та як її використовують для розв'язання складних задач, покращення рішень та формулювання більш ефективних стратегій.

---

<sup>2</sup> зразок, шаблон – характерні властивості та взаємовідносини складових набору даних

<sup>3</sup> 1937 рік, перша згадка про дисципліну Operations Research

1967 рік, перша згадка про дисципліну Management Science як «The business use of Operations Research»

Тож цілком логічно, що розробником АВОК став саме *INFORMS* (*The Institute for Operations Research and the Management Sciences*) – найбільша міжнародна асоціація професіоналів із дослідження робіт та науки управління (*OR/MS*).

Принципова властивість *Analytics* у складі АВОК – інтеграція розвинутого аналітичного апарату *OR/MS* із класичними (математична статистика, теорія ймовірностей), оригінальними (машинне навчання, імітаційне моделювання) та новітніми («великі дані», дейтамайнінг) напрямками досліджень.

Структурно апарат *Analytics* складається із трьох специфічних аналітик, що базуються на базовому науковому апараті, специфічних моделях, технологіях та професійних техніках, характерній проблематиці, задачах та спеціальних інструментах, це:

- описова (*Descriptive Analytic*), про «що було?»,
- прогнозна, передбачувальна (*Predictive Analytic*), про «що буде?»,
- вказуюча, приписна (*Prescriptive Analytic*), про «що зробити» [10].

Ця класифікація не строга, певними інструментами можна розв'язавши задачу у «своїй» аналітиці, а наступними діями отримати результат суміжної аналітики, можливі конструкції «опис → прогноз» чи «прогноз → припис».

Будь-яке аналітичне дослідження – це наукова діяльність, яка здійснюється за схемою:

*задача → дані → модель → реалізація → аналіз результату → звіт.*

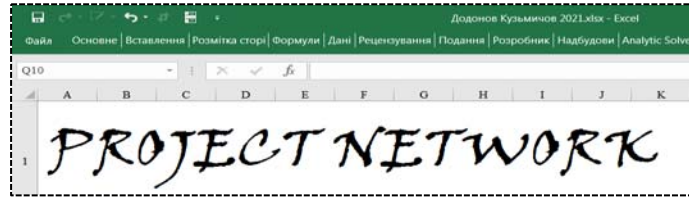
Усі етапи важливі, визначаючи реальну можливість реалізації поставленого завдання, але головним вважається моделювання (від абстрактного, до математичного і комп'ютерного), де рівень фахівця-аналітика сукупно сконцентрований: грамотність та досвідченість, розуміння проблеми, можливість отримання та роботи з даними, вільне володіння наявним інструментарем тощо.

Саме тому підручники для ВНЗ та бізнес-шкіл, де готують менеджерів, присвячені моделюванню (*Data-* та *Decision Modeling*): вручну для простих задач із ілюстративними цілями чи, зазвичай, на комп'ютері, а якщо на комп'ютері, то в Excel, популярному (вивчається ще в школі), доступному і потужному обчислювальному середовищі.

Сила Excel як інструментальної, аналітичної і табличної платформи, це: широкий набір функцій, наявність стандартних (вбудованих) та можливість завантаження необхідних для роботи пристосованих програм-надбудов (пробних і безкоштовних та робочих із купівлею ліцензій, супровід документацією, прикладами, вебінарами) та спеціальних функцій, регулярне вдосконалення самої електронної таблиці (ЕТ, *spreadsheet*).

Тож в категорії комп'ютерного моделювання ЕТ-моделювання (*Spreadsheet Modeling*) є незамінним засобом розв'язання типових чи спеціальних задач організаційного планування та управління [4, 7, 8, 12, 21, 26, 27, 39-41].





---

# ПРОЕКТНА ОРГАНІЗАЦІЙНА СТРУКТУРА УПРАВЛІННЯ

---

## Вступ

Проектна, тобто, побудована на основі проектної мережі, організаційна структура – сучасна, чітко спланована й документована за міжнародними стандартами [PMBOK, 1, 44] структура управління комплексом різноманітних видів діяльності, які, через їх вирішальне чи навіть критичне значення, вимагають забезпечення неперервного керуючого, координуючого і інтегруючого впливу при задоволенні жорстких обмежень на терміни, ресурси і якість робіт, що характерно для специфічної професійної роботи з відповіданими проектами.

Зазвичай керівник підрозділу крупної організації в межах класичної ієрархічної організаційної структури має безліч різних обов'язків і несе відповідальність за різноманітні аспекти декількох різних програм, проблем, проектів, видів продукції і послуг. Неминуче, що в цих умовах навіть хороший керівник буде на якісь види діяльності звертати більше уваги, а на інші – менше. В результаті неможливо врахувати особливості, всі деталі проектів, що може привести до найсерйозніших наслідків, як мінімум, до затримки його завершення.

Тож для того, щоб ефективно управляти проектами, і, перш за все, крупномасштабними, що виникають в складно організованих «системах систем» (типу космічних програм), спеціально створюються і професійно використовуються проект-орієнтовані структури [20, 45], керовані за методологією системної інженерії<sup>4</sup>.

Під проектною організаційною структурою управління розуміється спеціальний підрозділ організації, як мінімум, проектний офіс, створений для розв'язання конкретної комплексної задачі «Розробка проекту ... та його реалізація».

Сенс проектної структури – комплектація і поглиблена підготовка команди кваліфікованих і дисциплінованих працівників різних спеціальностей для здійснення завдання у встановлені терміни з заданим рівнем якості і в рамках виділених для цього матеріальних, фінансових і трудових ресурсів. Проектна структура передбачає забезпечення централізованого управління як всім ходом робіт з боку топ-менеджменту і замовників, та і по кожній складовій великого проекту, від групи однорідних робіт до певної особливої роботи, яка вимагає підвищеної уваги.

Переваги проектних управлінських структур:

- інтеграція різних видів діяльності з метою отримання високоякісних результатів: планування, техніко-економічний аналіз, комп'ютерне розв'язання задач оптимізації та імітації, автоматизована візуалізація мережевих конфігурацій, комплексний підхід до реалізації проекту,
- гнучка змінюваність структури, що дозволяє оперативно відшукувати нові рішення для змінених входів чи за результатами розрахунків,
- активна і уважна робота керівників і виконавців проектів,
- посилена особиста відповідальність конкретного учасника як за проект в цілому, так і усієї команди.

Підкреслимо: на відміну від інших видів організаційної діяльності інтенсивна робота із чіткої реалізації розрахованого і затвердженого до виконання календарного плану проекту, в умовах невизначеності і ризиків, вимагає високої виконавської дисципліни від усіх учасників, інакше: недобудови чи не у кожному населеному пункті або ж поступова руйнація зробленого з-за недотримання вимог до якості, передбачені, але навіть не розпочаті цікаві проекти.

---

<sup>4</sup> Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK), version 2.2. – Stevens, 2020. – 1086 p.



Багаторічний світовий досвід свідчить, що відстежити й врахувати усі деталі й властивості робіт, їх взаємозв'язки та неперервну змінюваність для прийняття рішень навіть для порівняно невеликого проекту є досить непростою справою, для крупних проектів – це надзвичайно серйозна проблема, для розв'язання чого розробляють й застосовують спеціальні розрахункові й наочні засоби та інструменти проектного менеджменту.

Такими інструментами є готові до використання комплексні програмні продукти спеціального призначення для комп'ютерної реалізації повного циклу процедур з управління проектом, а саме: організації (*Organizing*), загального планування (*Planning*), календарного планування (складання розкладу, *Scheduling*), керування ресурсами (*Managing resources*), супроводження і керування змінами, корегування й контролю (*Controlling*).

Робочими інструментами такого ж призначення, в чомусь обмеженими, а в чомусь й із більш корисними й навіть розширеними функціями, є доступні кожному, особисто керовані й досить гнучкі обчислювальні засоби, що базуються на застосуванні універсальних офісних програм для автоматизації розрахунків, такою програмою є електронна таблиця (ЕТ) MS Excel, на платформі якої сформувалася успішна і популярна аналітична технологія ЕТ-моделювання (*spreadsheet modeling*) [4, 27, 49].

## **ЕТ-модель мережевої оптимізації**

Організаційною підставою успішної побудови моделі АСОР, про яку йшлося на початку видання, була добре відома в СРСР наукова школа, заснована і очолювана академіком Г. Є. Пуховим, де були визначені принципи і шляхи рішень щодо побудови електричних та електронних моделей. Зокрема, вже у 1960-ті рр. актуальними стали типові задачі потокової (мережевої) оптимізації, за якими пошук оптимуму досягається мережевою – апаратно реалізованою – моделлю, де вузли представляють аналоговими чи гібридними (цифро-аналоговими) уніфікованими пристроями (процесорами типу багатополюсника із гнучкою структурою) для автоматичного визначення екстремуму вхідних величин, а орієнтовані дуги визначають інформаційні зв'язки між вузлами.

За такими принципами створення електронної моделі певного організаційного процесу зводиться до формування набору універсальних процесорів пошуку екстремуму вхідних величин, визначення характеристик і поєднання їх між собою згідно з топологією мережі.

Згодом й до сьогодні за таким принципом будують однорідні багатомашинні чи багатопроекторні обчислювальні комплекси, які, правда, діють за певним іноді досить складним обчислювальним алгоритмом<sup>5</sup>.

Завдяки природним властивостям процесу автоматичної мінімізації втрат енергії, покладених в основу електричних/електронних схем, модель такого типу за своєю суттю і формою є звичайним електричним колом, де потік електричного струму автоматично імітує потоки, характерні для відповідного модельованого об'єкта (продукти, фінансові кошти, ресурси, інформація, транспортні засоби, час), але, зрозуміло, за спеціальними ускладненими умовами. Так, професор Пухов та його колеги й учні сформувавши пріоритетний науковий напрям у галузі математичного та комп'ютерного моделювання, названий «електронним моделюванням»<sup>6</sup>, із цієї проблематики з 1979 року й дотепер в Інституті проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України проводять відповідні дослідження, видається міжнародний науково-теоретичний журнал із такою ж назвою.

До появи у масовому користуванні універсальних ЕОМ достатньої потужності саме компактні й досконалі за характеристиками електронні моделі, будучи впровадженими в управлінську практику у вигляді спеціалізованих обчислювальних засобів, визначили коло реальних наукових, практичних і технічних завдань з прийняття рішень, користуючись відповідними математичними моделями з мережевою організацією. Основна перевага таких моделей перед алгоритмічною і програмною реалізацією задач математичного, зокрема, лінійного програмування на ЕОМ, можливість *миттєвого* отримання шуканого результату за будь-яких змін початкових даних, адже результатом розв'язку потокової задачі оптимізації є схема розподілу електричного струму по утвореній мережі за заданими початковими даними і, відповідно, автоматичне визначення значень напруги у відповідних точках схеми за принципом мінімізації витраченої енергії.

Головне: швидкість електронної моделі не залежить від розміру задачі, для розв'язання якої вона створена. І саме ця властивість, яка якнайкраще відповідає специфіці діяльності ОПР, стимулювала активний розвиток теорії і методів математичного моделювання задач потокової оптимізації, до яких зводиться безліч практичних завдань оперативного оптимального планування та організаційного управління.

Сучасні комп'ютери мають надзвичайно високі експлуатаційні характеристики, що дозволяє досить швидко відшукувати оптимальний розв'язок мережевих задач великого розміру за ефективними алгоритмами з використанням відповідних програм математичної оптимізації, але ця швидкість залежить від розміру задачі, для розв'язання якої вона створена.

Для цього, зокрема, у складі табличного процесора MS Excel, з успіхом використовують програми-оптимізатори типу стандартної версії Excel Solver чи версії промислового призначення ASP (від Frontline System) для задач, де до 16 тис. невідомих змінних [4].

---

<sup>5</sup> Пухов Г. Е., Васильев В. В. Электрическая модель задачи о кратчайшем пути. – К.: ВЦ АН УССР, 1961.

Васильев В. В., Пухов Г. Е., Клепикова А. Н., Кузьмичев А. И. Развитие теории математического моделирования задач оперативного оптимального планирования на базе создания квазианалоговых математических моделей. – М.: ГКНТ СССР, 1965

<sup>6</sup> тоді поняття «електронна модель» вважалося новацією й викликом «старим електричним» моделям