

**Українська академія наук
Академія будівництва України
Київський національний університет будівництва і архітектури
Український державний університет залізничного транспорту**

*Савенко В.І., Доценко С.І., Куліков П.М., Ковальчук О.Ю., Гончаренко Т.А.,
Нестеренко І.С., Гоц В.І., Шатрова І.А., Демидова О.О., Дубинка О.В., Ключова
В.В., Ізмайлова О.В., Лященко Т.О., Пальчик С.П., Полосенко О.В.*

**Дослідження і математичне моделювання
організаційних структур та інтелектуальні
інформаційні інструменти в організації і управлінні
будівництвом**

Монографія

Видання 2-е виправлене і доповнене

Савенко В.І., Доценко С.І., Куліков П.М., Ковальчук О.Ю., Гончаренко Т.А., Нестеренко І.С., Шатрова І.А., Демидова О.О., Гоц В.І., Дубинка О.В., Ізмайлова О.В., Ключова В.В., Лященко Т.О., Пальчик С.П., Полосенко О.В..

Під загальною редакцією Савенка В.І., Гончаренко Т.А., Шатрової І.А.

Київ - 2022

**Нашим Учителям і колегам-вченим,
інженерам, будівельникам присвячується**

**Дозвіл на видання затверджено рішенням Вченї ради УАН
Протокол № 2018/1 від 12.02.2018 р.**

Рецензенти:

Лівінський О.М., д.т.н., професор, перший віце-президент УАН
Алекберов М.Б., д.т.н., професор
Ващенко В.М., д.ф-м. н., професор
Бондаренко С.В. д.е.н. , професор

Дослідження і математичне моделювання організаційних структур та інтелектуальні інформаційні інструменти в організації і управлінні будівництвом /Виконано спільно (Розділи 1-4- Савенко В.І., Куліков П.М., Пальчик С.П., Лященко Т.О.,Ковальчук О.Ю., Гоц В.І., Пальчик С.П., Розділи 5,6 - Доценко С.І., Савенко В.І., Розділ 7 - Ізмайлова О.В., Ключова В.В., Пальчик С.П., Розділ 8 - Нестеренко І.С., Шатрова І.А., Дубинка О.В.,Ковальчук О.Ю., Савенко В.І., Розділ 9 - Савенко В.І., Гончаренко Т.А., Нестеренко І.А., Шатрова І.А.,Демидова О.А., Розділ 10- Савенко В.І., Гончаренко Т.А., Шатрова І.А., Нестеренко І.С., Демидова О.О.)

Додатки Савенко В.І., Полосенко О.В.

Під загальною редакцією Савенка В.І., Гончаренко Т.А., Шатрової І.А.

К.: « _____ » 2022. – с.

Вічна тема прагнення до досконалості була і є основною рушійною силою вчених, досвідчених практиків і допитливої молоді, не обтяженої гірким досвідом реального буття. Скоріше всього істина знаходиться десь посередині. Одне без сумніву реально вірне твердження, що істина і розвиток знаходяться за межами нашого комфорту і тільки невтомно ідучий зможе наблизитись до мети — до Її Величності Досконалості.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| Вступ | 5 |
| 1. Формальна і неформальна структура організації. Цілі і результати | 8 |
| 2. Синергетика в економіці і будівництві зокрема через призму теорії катастроф і біфуркацій | 12 |
| 2.1 Біфуркаційна природа економічних криз і соціальних катастроф | 14 |
| 2.2 Управління хаосом | 15 |
| 3. Пошуки основних фундаментальних елементів будівельної організації, джерел та шляхів її ефективного функціонування | 18 |
| 4. Аналіз і оцінка функціонування виробничих організацій | 19 |
| 5. Теоретичне обґрунтування дидактичної багатовимірної технології моделювання знань | 27 |
| 6. Теоретичне обґрунтування ізоморфізму організаційної структури підприємства | 34 |
| 7. Моделі та методи прийняття рішень на основі багатьох критеріїв | 46 |
| 7.1 Загальна характеристика задачі | 46 |
| 7.2 Аналіз критеріального простору альтернатив. Множина Парето | 47 |
| 7.3 Методи поєднання локальних властивостей альтернатив | 50 |
| 7.4 Метод рівномірної оптимізації | 51 |
| 7.5 Метод лінійної згортки критеріїв | 53 |
| 7.6 Метод справедливого компромісу | 57 |
| 7.7 Метод ідеальної точки | 57 |
| 7.8 Метод оптимальної точки | 60 |
| 7.9. Метод головного критерію | 60 |
| 7.10 Метод додаткового критерію | 62 |
| 7.11 Метод додаткової експертної оцінки | 62 |
| 7.12 Прийняття рішень на основі багатьох критеріїв | 63 |
| 7.12.1 Короткі теоретичні відомості | 63 |
| 7.12.2 Приклад реалізації задачі прийняття рішень за вибором найбільш ефективного варіанта організаційно-технологічних рішень будівництва об'єкта | 65 |
| 7.13 Прийняття рішень за найкращим варіантом на основі якісних критеріїв | 67 |
| 7.14 Метод ранжування | 70 |
| 7.14.1 Визначення найкращого варіанту на основі одного критерію | 76 |
| 7.14.2 Визначення найкращого варіанту на основі багатьох якісних критеріїв | 77 |
| 7.14.3 Визначення значущості якісних критеріїв | 79 |
| 7.14.4 Методи Г.Тагучі в управлінні процесами | 79 |

| | |
|--|-----------|
| 7.15 Пошуки основних фундаментальних елементів будівельної організації, джерел та шляхів її ефективного розвитку. | 82 |
| 7.15.1 Типи організаційної культури | 82 |
| 7.15.2 Цілі як формуючий фактор соціальної (в тому числі будівельної) організації | 86 |
| 7.15.3 Основні управлінські цінності менеджменту організації | 87 |
| 7.15.4 Умови і шляхи забезпечення діалектичної єдності і вічної функціональної здатності будівельної організації | 88 |
| 8. Математична модель функціонування підрозділу складної виробничої комбінатної системи домобудівного комбінату типу ДБК-3, ДБК-4 | |
| 8.1 Побудова математичної (економіко-математичної) моделі задачі для підрозділу домобудівного комбінату ВАТ ДБК-3 заводу залізобетонних виробів (ЗЗБВ ДБК-3) | |
| 8.2 Розробка алгоритму розв'язання задачі | |
| 8.3. Методи розв'язання задач лінійного програмування (ЗЛП) випуску продукції (з.б. виробів) заводом залізобетонних виробів для будівельних підрозділів комбінату | |
| 8.3.1. Постановка ЗЛП та її математична модель випуску продукції | |
| 8.4. Методи розв'язання задач з використанням моделі транспортної задачі лінійного програмування (ЗЛП) | |
| 8.4.1. Постановка ЗЛП та її математична модель транспортної задачі | |
| 9. Вдосконалення методів розрахунків сітьових графіків в будівництві на основі теорії графів та інформаційних технологій | |
| 10. Розрахунки технологічних процесів за допомогою матричного методу в порівнянні з сітьовою моделлю | |

Література

ВСТУП

Дії людей з їхньої суб'єктивної точки зору є логічними і відносяться до логічного класу. Суб'єктивна ціль і об'єктивний результат співпадають в логічних діях і навпаки, в нелогічних діях суб'єктивна ціль і об'єктивний результат не співпадають.

В даній роботі розглянуто кілька типів взаємодії коли:

- 1) дії відбуваються несвідомо;
- 2) дії формально пояснюються і відбуваються на нереальній основі;
- 3) опорою є досвід, на основі якого прогнозується результат, хоча зв'язок результату і дії не усвідомлюється і невизначений;

- 4) дія виконується механічно, як наказ, який не обговорюється і не може змінюватись (хоча ще невідомо наскільки результат співпадає з очікуванням керуючої системи). Тобто мета виконавцю дії невідома, або навіть якщо і відома, то встановлюється не ним. Непередбачувані наслідки – це результат нелогічних дій, які ведуть до відхилення від поставленої мети. Оскільки неможливо передбачити абсолютно всі наслідки у формальних структурах і діях, то в умовах організації будь-яке планування і прогнозування обмежені. Побудова будь-якої моделі неминуче абстрагується від якихось несуттєвих на даний час обставин і фактів. Але організація багатозначна і складна система по суті своєї діяльності, цілях, інтересах і умовах функціонування окремих елементів.

Обмеженість формальної моделі і структури організації звужує можливості планування і прогнозування. Нескінченність пізнання вступає у протиріччя: прагнення точного рішення з обмеженістю формалізації, яка теж може змінюватись з розширенням технічних можливостей.

Виникає вплив неформальної частини реальності, яка залишається за рамками форми і не враховується. Формальна і неформальна структура взаємодіють і взаємодіючи можуть підсилювати або послаблювати організацію як систему. Вони існують як одне ціле.

Досконалість організаційної структури безумовно впливає на якість функціонування організації. При цьому з практичного досвіду відома

обмеженість можливостей оргструктури і функцій. Умови функціонування організації впливають як на оргструктуру так і на її функції.

Це можуть бути ускладнення викликані структурними чинниками організації: зміна технології без відповідної зміни в оргструктурі, протиріччя і конфлікти між підрозділами, невідповідність повноважень і відповідальності, незбалансованість і невідповідність посадових інструкцій реально виконуваним функціям і умовам роботи і т.д.

Крім того суттєво впливають зовнішні чинники, які ставлять організацію в складну ситуацію, що приводить до: нездатності приймати правильні рішення (стагнація) під тиском законних, а дуже часто і незаконних домагань (всякого роду інспекції, перевірок, рейдерських дій, зупинки виробництва, крадіжки і пошкодження майна, підбурювання населення, проплачені блокування і тиск на працівників, різного роду охлократичні дії, невдоволеність персоналу зарплатою, умовами праці, порівняно з іншими організаціями, перешкоди конкурентів, конфлікт між ролями на виробництві в оргструктурі та поза структурними (двірник на посаді директора, або генерал на посаді стропальника чи бетоняра) і т.д.

Своєчасний аналіз ситуації і застосування коригувальних чи запобіжних заходів має життєво важливе значення для ефективного функціонування організації. Як правило, це вдається тим організаціям, де автоматично постійно ведеться моніторинг функціонування усіх систем і процесів і вживаються компенсаційні заходи в разі необхідності. Багато уваги в даній роботі приділено тому, як формальна оргструктура з запланованими цілями, зв'язками, функціями і окресленими можливостями, в якій обов'язково є суб'єкт - організатор, (керівник, система керівництва), який свідомо направляє усі дії оргструктури на досягнення запланованої мети (цілі); взаємодіє з неформальною, тіньовою, але реально існуючою структурою, яка є ядром і джерелом самоорганізації системи.

Самоорганізація, як один із способів соціальної організації, яка знаходиться якби за межами формальної програми і в той же час, будучи в протистоянні формальній оргструктурі, об'єднує її в єдине ціле; спонтанна організованість яка виникає за рахунок внутрішніх соціальних неформальних

факторів: особистих якостей індивідів, соціально-психологічних якостей внутрішньої організації колективу, рефлексивних зв'язків та неформальних місць, де не діє формальна оргструктура. Неформальна самоорганізація системи може допомагати і компенсувати недоліки оргструктури (тимчасові) в разі усвоєння і сприйняття колективом працівників поставлених цілей, гармонізації відношень керуючої і керованої системи, і прийняттю своєчасних життєвоважливих для організації заходів. Це в принципі робить можливим виживання свідомих високоорганізованих систем в будь-яких умовах. Розглянуті методи і підходи дають можливість інженерного дослідження, оцінки і більш досконалого проектування організаційних систем.

1. ФОРМАЛЬНА І НЕФОРМАЛЬНА СТРУКТУРА ОРГАНІЗАЦІЇ. ЦІЛІ І РЕЗУЛЬТАТИ

Наявність такого факту чи явища як непередбачені обставини ставить обмеження вибору альтернатив і можливості точного передбачення і прогнозування.

Це впливає з відносної, але незаперечної обмеженості знань про організаційні структури і організаційні процеси, не існує абсолютних знань про будь-що в силу мінливості природи і світу. Природне прагнення узнати більше і досягти найвищого рівня досконалості, але меж немає, це процес нескінченний.

Виникає питання чи можливе існування та взаємодія, взаємна обумовленість суб'єктивних цілей і об'єктивних наслідків, які мають місце протиріччя, антиномії і як їх розкрити. Як зблизити, чи ототожнити в ідеалі між поставленою метою і отриманим результатом.

В.Парето досліджуючи це явище, (коли ціль і результат не тотожні) в теорії логічних і нелогічних дій відзначив: "Існують дії, коли використовуються засоби відповідні цілям, які логічно поєднують засоби і цілі. Але існують також дії (функції) в яких ці риси відсутні".

Усі людські дії (функції) з суб'єктивної точки зору людей є логічними і відносяться до логічного класу.

Суб'єктивна ціль і об'єктивний результат співпадають в логічних діях і навпаки, в нелогічних діях суб'єктивна ціль і об'єктивний результат не співпадають.

Розглянуті кілька типів взаємодії:

- 1) дії відбуваються несвідомо;
- 2) дії формально пояснюються і відбуваються на нереальній основі;
- 3) опорою є досвід, на основі якого прогнозується результат, хоча зв'язок результату і дії не усвідомлюється і невизначений;

4) дія виконується механічно, як наказ, який не обговорюється і не може змінюватись (хоча ще невідомо наскільки результат співпадає з очікуванням керуючої системи).

Тобто мета виконавцю дії невідома, або навіть якщо і відома, то встановлюється не ним. Непередбачувані наслідки – це результат нелогічних дій, які ведуть до відхилення від поставленої мети. Оскільки передбачити абсолютно всі наслідки у формальних структурах і діях неможливо, то в умовах організації будь-яке планування і прогнозування обмежені. Побудова будь-якої моделі неминуче абстрагується від якихось несуттєвих на даний час і погляд обставин і фактів. Але організація багатозначна і складна по суті своєї діяльності і цілях, інтересах і умовах функціонування окремих елементів.

Обмеженість формальної моделі і структури організації звужує можливості планування і прогнозування. Нескінченність пізнання вступає у протиріччя з прагненням з обмеженістю формалізації, яка теж змінюється з розширенням технічних можливостей.

Виникає питання про співвідношення і вплив неформальної частини реальності, яка залишається за рамками форми.

Критерії і джерело організованості:

1) формальна оргструктура з запланованими цілями, зв'язками, функціями і окресленими можливостями, в якій обов'язково є суб'єкт – організатор, (керівник, система керівництва), який свідомо направляє усі дії оргструктури на досягнення запланованої мети (цілі);

2) самоорганізація, як один із способів соціальної організації, яка знаходиться якби за межами формальної програми і в той же час, будучи в протистоянні формальній оргструктурі, об'єднує її в єдине ціле;

3) спонтанна організованість яка виникає за рахунок внутрішніх соціальних неформальних факторів: особистих якостей індивідів, соціально-психологічних якостей внутрішньої організації колективу, рефлексивних зв'язків та неформальних місць, де не діє формальна оргструктура.

Формальна і неформальна структура взаємодіють і взаємодіючи можуть підсилювати або послаблювати організацію як систему. Вони існують як одне ціле.

Досконалість організаційної структури безумовно впливає на якість функціонування організації. При цьому з практичного досвіду відома обмеженість можливостей оргструктури і функцій. Умови функціонування організації впливають як на оргструктуру так і на її функції.

Це можуть бути ускладнення викликані структурними чинниками організації: зміна технології без відповідної зміни в оргструктурі, протиріччя і конфлікти між підрозділами, невідповідність повноважень і відповідальності, незбалансованість і невідповідність посадових інструкцій реально виконуваним функціям і умовам роботи і т.д.

Крім того суттєво впливають зовнішні чинники, які ставлять організацію в складну ситуацію, що приводить до: нездатності приймати правильні рішення (Стагнація) під тиском законних, а дуже часто і незаконних домагань (всякого роду інспекцій, перевірок, рейдерських дій, зупинок виробництва, крадіжок і пошкодження майна, підбурювання населення, проплачені блокування і тиск на працівників, різного роду охлократичні дії), невдоволеність персоналу зарплатою, умовами праці, порівняно з іншими організаціями, перешкоди конкурентів, конфлікт між ролями на виробництві в оргструктурі та поза структурними (двірник на посаді директора, або генерал на посаді стропальника чи бетоняра) і т.д.

Своєчасний аналіз ситуації і застосування коригувальних чи запобіжних заходів має життєво важливе значення для ефективного функціонування організації. Як правило, це вдається тим організаціям, де автоматично постійно ведеться моніторинг функціонування усіх систем і процесів і вживаються компенсаційні заходи в разі необхідності.

Неформальна самоорганізація системи може допомагати і компенсувати недоліки оргструктури (тимчасові) в разі усвоєння і сприйняття колективом працівників поставлених цілей, гармонізації відношень керуючої і керованої

системи, чіткий розподіл функцій (в інтересах досягнення цілей вони можуть відрізнятися від прописаних в посадових інструкціях). Так, наприклад, захворілого монтажника, щоб не зірвати робочі зміни на монтажі будинку, може підмінити тимчасово майстер, чи черговий електрик, якщо має відповідну кваліфікацію і мотивацію. Це практикується в комплексних бригадах, де члени бригади мають по кілька спеціальностей і мотивовані за суміщення професій та досягнення загальної мети в установлені стислі терміни.

Організована колективна дія значно ефективніша, ніж розрізнені індивідуальні дії окремих працівників. Сила спільної праці формує спільні інтереси.

Ієрархічне рішення оптимізаційних задач і відповідна організація управління мають важливе значення для найбільш ефективного використання виробничого потенціалу будівельних організацій. Для більшості оптимізаційних задач характерна стохастичність вхідної інформації. Будівельні процеси і їх різноманітне забезпечення та умови роботи мають високий рівень стохастичності. Тому точне розв'язання задач оптимізації практично неможливе. Таким чином, оптимальний графік (план) на рік може бути тільки приблизним. У зв'язку з цим, із усіх можливих рішень виокремлюють деяку кількість планів, кожний з яких можна вважати близьким до оптимального і використовувати, як канву для діяльності з використанням статистичних методів і даних. (Спробуйте знайти такого математика на будові, його і в ВНЗ не так часто зустрінеш, не те що серед вищого керівництва). Проте існують прості математичні методи, які могли б бути корисними при аналізі ситуації при проектуванні і при прийнятті рішень в будівельній практиці.

Відштовхуючись від загальної схеми організації її внутрішнього і зовнішнього середовища, можна оптимізувати, за допомогою наукових методів, кожний елемент системи і спільну їх взаємодію для досягнення максимального ефекту.

2. СИНЕРГЕТИКА В ЕКОНОМІЦІ І БУДІВНИЦТВІ ЗОКРЕМА ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ТЕОРІЇ КАТАСТРОФ І БІФУРКАЦІЙ

Початковими положеннями ортодоксальної економіки є наступні:

1. Люди прагнуть до мети: споживачі – отримати максимальну користь, виробники – максимальний прибуток.

2. Рух до мети – процес зумовлений, однозначно прогнозований і універсальний, (тобто однаковий у всіх країнах). Результат процесу – рівноважний ринок – теж однозначний.

3. Рух до рівноважного ринку відбувається мимоволі і державний контроль для цього не потрібний і, більш того, він не бажаний.

Синергетичний підхід будує свої висновки на іншому фундаменті:

1. Економіка – система, що розвивається і повинна будуватися в рамках теорії систем, що розвиваються.

2. При русі до мети, завдяки нелінійним зворотним зв'язкам можуть виникнути нестійкі і хаотичні стадії. Це, у свою чергу, може привести до існування різних кінцевих станів рівноважного ринку. Сучасна наука може оцінити вірогідність різних варіантів, але не може дати однозначну відповідь, який з них матиме місце. Тому сучасна наука відмовляється від однозначного прогнозу майбутнього і тим відрізняється від ортодоксальної економіки.

3. За наявності декількох рівноважних станів загострюється проблема вибору. Ця проблема не може бути вирішена мимоволі. Вона повинна вирішуватися державою з урахуванням особливостей і національних інтересів країни.

Методологічними орієнтирами економічного аналізу в рамках синергетичного підходу можуть бути наступні:

1. Незамкнутість економічних систем.

Для того, щоб в складних системах відбувалися процеси самоорганізації, вони повинні бути відкритими. Будь-які економічні агенти, а також економічна система будь-якої держави в цілому, задовольняють вимогам, що пред'являються

до відкритих систем - в них постійно циркулюють потоки грошей, ресурсів, інформації і ін. Важливо мати на увазі, що відкритість будь-якої складної системи породжує цілий спектр нелінійних ефектів, які поки не знайшли віддзеркалення в економічній теорії.

При чому всякі недостовірні допущення при аналізі поведінки економічних агентів в сучасних умовах можуть завдати величезної шкоди економіці будь-якої держави – новітня історія рясніє такого роду прикладами.

2. Неврівноваженість економічних процесів.

Важливою характеристикою системи, здатної до самоорганізації, є нерівноваженість системи. Як відзначив Н. Моїсєєв, «Стійкість, доведена до своєї межі, припиняє будь-який розвиток. Вона суперечить принципу мінливості. Занадто стабільні форми – це тупикові форми, еволюція яких припиняється. Надмірна адаптація ... така ж небезпечна для досконалості системи, як і нездатність до адаптації». Теоретичні моделі врівноважених систем, кінець кінцем, виявляються нежиттєздатними конструкціями.

3. Безповоротність економічної еволюції.

Проходження через точки розгалуження еволюційного дерева, довершений «вибір», закриває інші, альтернативні шляхи і робить тим самим еволюційний процес необоротним.

4. Нелінійність економічних перетворень.

У найзагальнішому сенсі нелінійність системи полягає в тому, що її реакція на зміну зовнішнього або внутрішнього середовища не пропорційна цій зміні. У економічних систем існують такі стани, поблизу яких закони, управління подальшим розвитком даної системи, різко, без проміжних переходів, змінюються. Тобто настає такий момент часу, коли економічна система стає «раптом» в істотно іншому стані, але виявити ці переходи, хоча б в загальних рисах, економічна теорія не в змозі.

5. Неоднозначність економічних цілей.

У нелінійному середовищі можуть одночасно існувати багато шляхів розвитку процесів. З погляду синергетики майбутнє імовірніше, неоднозначне,

але разом з тим, воно не може бути будь-яким. Володіти відповідними методами синергетики – це уміти вибирати і оцінювати необхідні для цих цілей найважливіші параметри. Відмінність між реалістичними і утопічними проектами не в тому, що перші можна втілити в життя, а інші – ні. Утопії тим і небезпечні, що вони здійсненні; найближчі нам приклади «побудований в боях соціалізм» і потім після його руйнації очікування ринкового раю на його уламках. Характерною межею утопічного мислення служить гіпертрофія позитивних і ігнорування негативних наслідків того або іншого вибору.

2.1. Біфуркаційна природа економічних криз і соціальних катастроф

З синергетичної точки зору, розвиток соціуму як нелінійної системи описується через дві моделі: еволюційну і біфуркаційну. Відмінною особливістю еволюційного етапу розвитку є незмінність системної якості.

Це період з добре передбачуваними лінійними змінами. Але саме тут відбувається наростання внутрішньої нерівноваги, що відчувається як наростання кризи. Руйнування, дестабілізація кожної системи має свій сценарій.

У будові системи є свої слабкі місця, де збурюючий удар дає найбільші наслідки. Тому особливості дестабілізації залежать в першу чергу не від специфіки зовнішньої дії, а від будови самої системи.

У міру наростання внутрішньої неравноваги система наближається до біфуркаційного моменту, (до точки розгалуження). У цій точці еволюційний шлях системи розгалужується. Система стає дуже чутливою до зовнішніх і внутрішніх дій. Вибір того або іншого шляху в точці біфуркації залежить від чинника випадковості, що реалізується через діяльність конкретних людей. Саме конкретна посадова особа виводить систему на нову системну якість. Роль випадковості не просто велика, вона фундаментальна.

Вона робить процес незворотним. Розвиток таких систем має принципово непередбачуваний характер. Синергетика розуміє під загальноприйнятою закономірністю не єдиний шлях розвитку, а єдині принципи «ходіння по різних

маршрутах». Синергетичний підхід ставить в основу не тільки реальність, але і можливості, ситуації вибору, точки біфуркації (розгалуження процесу).

Точки біфуркації ще називають «динамічними ключами» управління.

Проте, мистецтво управління цими ключами поки що, пізнається, на жаль, на гіркому досвіді. Досвід останніх десятиліть показав, що в умовах нестабільності навіть невеликі флуктуації можуть запустити процес з непередбачуваними наслідками для всієї системи.

2.2. Управління хаосом

Синергетика постулювала кардинальний висновок про те, що хаос – це своєрідний порядок, точніше, хаос володіє складною і непередбачуваною формою порядку. У цій ситуації хаос виступає інструментом тонкої настройки. За простотою ідеї ховається тонкий і складний механізм управління, успіх дії якого не гарантований і не може бути зведений до набору правил і директив. У даній ситуації можна тільки вказати, як не можна управляти в умовах хаосу: збурення не повинні бути сильними; управління повинне бути надзвичайно чутливим до стану системи; важливо встановити, наскільки обмеженою повинна бути свобода дій поблизу моментів нестійкості, не все можна собі дозволити. Цілісність системи не повинна бути зруйнована. Завдання управління в ситуації хаосу – спробувати зберегти стабільність системи з одночасним пошуком нових альтернатив її розвитку. Нові рішення повинні бути націлені на стимулювання активності нових сил, на перспективні норми і принципи організації, на цінності, які можуть забезпечити організації розвиток.

Синергетична концепція хаосу відрізняється від уявлення про те, що розвиток є чергування порядку і хаосу і творча робота хаосу обмежена рамками особливих умов в розвитку організації – перехідних періодів. У структурах, що розвиваються, відбувається синтез порядку і хаосу. Цей синтез має два аспекта [8]:

1. «порядок» існує лише за рахунок хаосу, що вноситься в середовище;

2. завдяки своєму «порядку» структура набуває здатності адекватно реагувати на хаотичні дії середовища і цим зберігати свою стійкість.

Співвідношення між порядком і хаосом, гармонією і дисгармонією весь час змінюється. Іноді людей більше влаштовує порядок, але для більшості людських цілей найбільш корисним є ступінь безладу, що змінюється. Завдання управління полягає не в тому, щоб викорінювати хаос, а в тому, щоб добиватися вигідного співвідношення між порядком і безладом.

Розумне управління повинне навчитися чутливості в стосунках з нестійкістю, визначаючи граничні умови, сприяючи бажаній самоорганізації.

Важливо встановити, наскільки обмежена повинна бути свобода дій поблизу моментів нестійкості, щоб сприяти появі інноваційних зрушень і в той же час уникнути сповзання в хаос. Це неможливо зробити без добре злагодженого зворотнього зв'язку і без того, щоб управління стало процесом.

Оскільки будівництво – це складна система взаємопов'язаних процесів, то і управління будівництвом повинно бути системним.

З позицій синергетики ефективнішим методом управління є створення середовища, прийнятних умов для бажаної самоорганізації. Стратегія розвитку вимагає створення середовища такого розвитку. Синергетичний підхід до управління полягає у виході на бажаний аттрактор. Якщо є алгоритм виходу на аттрактор, то зберігається час і скорочуються матеріальні витрати. Треба «натискати» на середовище в потрібне місце, узгоджене з її власною структурою. Необхідно організувати і розумно виводити, ініціювати виробничі (будівельні) системи на власні механізми розвитку.

В галузі управління виробничими (будівельними) системами синергетика розглядає з наступних позицій.

- Як повинна функціонувати організація, як вона влаштована і функціонує насправді. Економіка – це система, що самоорганізується, зміна стану якої відбувається через її внутрішні механізми. Зовнішній світ, хоч і є причиною її змін, проте, цілком її не детермінує.

- Управляти – означає переводити систему з одного стану в інший, який відповідає цілям управління. Для цього потрібно так впливати на структурні компоненти системи, щоб вони еволюціонували в потрібному темпі в бажану сторону.

- Управління, по самій своїй суті, системне. Управління сучасними виробничими процесами має справу з взаємопов'язаними проблемами. Зростає роль не тільки лідерів, а і виконавців – персоналу і колективу. Хоча в приватному секторі права колективу і окремих працівників обмежені у зв'язку з вилученням з підприємств профспілок та інших громадських організацій.

- Пануючий в сучасній науці підхід до управління, згідно якому результат дії, що управляє, прямо пропорційний силі прикладених зусиль, має місце тільки у разі, коли керована система знаходиться в рівноважному стані з навколишнім середовищем і внутрішніми процесами. Коли ж система знаходиться в сильно розбалансованому стані, вона починає підкорятися законам нелінійного характеру – відгук системи непропорційний силі дії на неї.

- У нелінійних системах можливе явище, резонансного збудження. Резонансна, хоч і слабка дія, призводить до більшого ефекту, ніж сильна але неузгоджена з системою дія.

3. ПОШУКИ ОСНОВНИХ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ БУДІВЕЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ, ДЖЕРЕЛ ТА ШЛЯХІВ ЇЇ ЕФЕКТИВНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ

В ринкових умовах за критерій оптимальності діяльності будівельної організації, як правило, використовується прибуток. Такий критерій стимулює економію ресурсів як зовнішніх, так і нелімітованих своїх внутрішніх власних ресурсів, інфраструктурних потужностей

Використання прибутку в якості локального критерію оптимальності було б можливим, коли б не було необхідно діяти проти зриву термінів поставок матеріалів і конструкцій, виконання субпідрядних договорів, тощо. З'являється необхідність доповнити критерій за прибутками, додатково штрафами за недотримання договірних термінів поставок конструкцій, виконання субпідрядних робіт, замовлень, тощо.

Потрібно також підкреслити, що максимізація прибутку дає найкращі результати, у випадку якого ціни використовувані під час підрахунку прибутку досить близькі до цін оптимального плану. Ступінь близькості цих цін до оптимальних може показувати тільки розробка оптимального плану для будівельної організації, включаючи об'єкти будівництва.

Для оцінки ефективності процесу функціонування будь-якої системи управління і відповідності її стану сучасним вимогам потрібно мати узагальнений критерій. Такий критерій потрібен для аналізу оптимальності цієї системи і прогнозування напряму її модифікації.

4. АНАЛІЗ І ОЦІНКА ФУНКЦІОНУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ОРГАНІЗАЦІЙ

У кібернетиці рівень організації або дезорганізації системи управління характеризуються терміном «ентропія». В будівництві термін «ентропія» використовується як міра організації окремих будівельних процесів, так і організації будівництва об'єктів, включаючи роботу субпідрядних організацій, забезпечення матеріалами і конструкціями, роботу будівельної техніки тощо. На жаль статистика погодних умов не враховується в календарному плануванні. Просто здоровий глузд керівника і його інженерного корпусу не буде планувати на зиму риття котлована чи виконувати опоряджувальні роботи (надто дорого обійдеться опалення будови).

Чим гірше керована система, тим більше її ентропія. Тобто ріст ентропії свідчить про зменшення рівня керованості системи внаслідок незадовільної організації і координації будівельних процесів, порушення графіків поставки матеріалів і конструкцій, роботи субпідрядних організацій і будівельних машин, недостовірності інформації тощо. Невизначеність ситуації вносить чи не найбільше хаосу і відповідно високий рівень ентропії.

Разом з тим, слід підкреслити, що управління будівельною організацією є людино-машинною системою, в якій кінцеві рішення ухвалюють керівники відповідного рівня. Тому міру «ентропії» такої системи неможливо математично точно розрахувати але прогнозувати треба. На сьогодні, термін «ентропія» перспективно використовувати як теоретичну міру для аналізу і проектування людино-машинних систем у будівництві.

У зв'язку з тим, що на сьогодні не існує методів точного виміру, то необхідно знайти інший показник, який би виконував роль показника ентропії і цей показник було б можливо точно підрахувати. Проблема заміни показника ентропії будь-яким іншим показником ускладнена тим, що цей показник обов'язково не буде враховувати всіх факторів, які впливають на поведінку системи. Відсутність можливості точної формалізації загального критерію

функціонування системи свідчить, що будь-яка суворо формалізована модель має меншу різноманітність, ніж сама система. Як наслідок, система управління будівельною організацією, побудована на вищезазначеній моделі, не буде виконувати покладені на неї функції, якщо в неї не буде вмонтована людина як стохастичний, але свідомий, мислячий додаток до методики формалізованих планових розрахунків. Таким чином, для успішного функціонування будь-яких сучасних систем управління будівництвом в їх склад обов'язково повинна бути включена людина, як ланка, що забезпечує життєздатність усієї системи і реалізацію функції самоорганізації. Інтелектуальні, психофізичні, кваліфікаційні, духовні, світоглядні, соціальні та інші властивості людини-керівника, людини-творця, людини-виконавця, задіяних на різних рівнях системи, мають не менш важливе значення, ніж властивості і параметри, використовуваних атоматизованих чи роботизованих комплексів, машин, механізмів, інструментів, усіх видів ресурсів, включаючи час, фінанси, інформацію, енергію, матеріали і т.п., та методів і організаційно-технологічних форм і інтелектуальних схем та алгоритмів. При чому, досить складно точно виміряти параметри і взаємний вплив факторів і елементів системи всередині самої системи (будівельної організації), тим більше визначити величину дії зовнішніх сил - міжнародних і державних законів і норм, суспільних традицій, природних явищ і космічних законів. Без глибокого вивчення цих концептуальних основ важко запроектувати і тим більше створити досконалу модель. Наука вивчає, а історія знає численні спроби створення ефективних моделей розвитку трудових колективів і соціальних систем.

Глибокий аналіз загальних організаційних законів природних і соціальних законів провели О.О. Богданов, Л.фон Берталанфі та багато їхніх послідовників Глушков В.М., Анохін П.К., Анісімов О.С., Л.Рон Хаббард, Пригожин А.І., Щедровецький Г.П., Бушуєв С.Д., Калита П.Я. та ін.

Людина – творіння Природи. Природа створила людину і розумні живі високоорганізовані істоти, які за деякими параметрами перевершують людські здібності і організованість. Тому актуальним є питання навчання у Природі і

створення генома досконалості, який би не залишав людині, людському суспільству і трудовим організаціям, зокрема будівельним, іншої альтернативи, як постійно і ефективно вдосконалюватись.

На сьогодні відомі і надійно працюють там, де їх свідомо і правильно застосовують, такі потужні інструменти як міжнародні стандарти серії ISO 9001 та модель досконалості EFQM. Впровадження і сертифікація менеджменту підприємства згідно стандарту дає можливість досягнути рівня ділової досконалості за шкалою EFQM 250 балів, вище і далі ходу немає. Треба робити новий крок, нові зусилля, бо розвиток лежить за межами нашого комфорту. Тут медитаціями і млосним спогляданням не допоможеш, треба натужитись і ці зусилля повинні направлятись на приведення оргструктури і функціонування системи у відповідність з моделлю Досконалості з використанням Логіки RADAR.

Як показав досвід розробки і впровадження Моделі Досконалості на ВАТ ДБК-3 за 2-3 ресертифікації 2007-2011 рр. підприємство змогло піднятися першими в Київміськбуді і в Україні досягнути рівня досконалості 450 балів. Сьогодні в 2017 р. деякі здобувачі КНУБА видають це як власні розробки проте лауреатські нагороди (2008, 2010, 2011р) та висновки міжнародних експертів свідчать, що це було розроблено, впроваджено і захищено колективом ВАТ ДБК-3 під керівництвом команди фахівців (сертифікованих менеджерів та аудиторів ЕОQ) ще в 2007-2011 роках. Ще вище можна піднятися тільки в співдружності з наукою, соціонічними технологіями для створення лідерів, керівників усіх рівнів, мотивованим благородними ідеями персоналом, тобто духовною високоморальною організацією і Державою. Ці ідеї надихали геніїв людства Будду, Христа, Сократа, його друга Перікла і учня Платона, творця першої в нашому світі Академії, Піфагора, Миколу Коперніка, Філіппо Бруно, М. Теслу на служіння людям. Найстаріша виробнича організація в Японії заснована аж в 718 році прожила найдовше. Вона не ставила за мету прибутки. Головною метою було служіння людям, проте сьогоднішні часи, часи гонитви за золотим тільцем зробили свою справу. Фірма-довгожитель поглинута більш потужною і багатую

фірмою, яка тепер буде хизуватись іміджем найстарішого підприємства. Духовні організації існують значно довше, ніж виробничі. Інша мета, інші взаємини з людьми і підтримка Всесвіту. Це важко збагнути людям, так як козі прочитати газету чи вивчити таблицю множення. Інший рівень інтелекту, інший розвиток інші відносини із Всесвітом. Рон Хаббард не мав високих наукових регалій (так як і винахідник залізобетону французький садівник Жозеф Монье) але Бог дав йому провидіння створити діанетику і саєнтологію, які явно ігноруються чиновниками від науки. Також як і вчення О.О. Богданова, А.І. Пригожина, П.К. Анохіна, Валерія Кондратова та інших обдарованих Богом, а не людьми, вчених без титулів.

Міжнародна організація стандартизації ISO/FDIS у 2011 році запровадила стандарт ISO/FDIS 50001:2011(E). Подальшого розвитку цей стандарт набув у серії додаткових стандартів, які також були запроваджені в Україні з першого вересня 2016 року. Особливістю стандартів цієї серії є те, що вони засновані на методології серії стандартів ISO 9000 та ISO 14000.

Фундаментальним недоліком методології управління якістю, яка запроваджена у стандартах серії ISO 9000, а отже й в інших стандартах, які засновані на цій методології, є відсутність вимоги формування її як автоматизованої системи.

З іншого боку національні стандарти ДСТУ 4472:2005 та ДСТУ 4715:2007 вимагають формувати її як автоматизовану систему. При цьому в якості основи для формування таких систем застосовуються стандарти на автоматизовані системи, які розроблено у восьмидесятих роках минулого століття.

Перспективним напрямком розвитку автоматизованих систем управління є інтеграція всіх аспектів діяльності організації та управління ними на основі сучасних інтелектуальних інформаційних технологій, як у сфері управління технологічними процесами, так і при управлінні діяльністю організації взагалі.

При цьому, прийняття рішень в інтегрованих системах управління здійснюється в умовах ризику та невизначеності. Згідно Marko Bohanec інформаційні технології застосовуються для вирішення задач в

слабоструктурованих або неструктурованих процесах прийняття рішень. Процеси прийняття рішень добре структуровані в тому випадку, коли може бути сформована математична модель об'єкта управління. Дослідження поведінки об'єкта управління при дії відповідних вхідних сигналів дає можливість сформуванню відповідної системи управління цим об'єктом. За цим принципом можуть бути сформовані системи енергетичного менеджменту для технологічних процесів у формі систем автоматизованого управління технологічними процесами (АСУ ТП). Сучасні системи енергетичного менеджменту розвиваються у напрямку управління енергетичною ефективністю саме в технологічних процесах, тобто, для структурованих задач прийняття рішень. В той же час в енергетичному менеджменті існує ряд актуальних задач з прийняття рішень для яких не вдається сформуванню математичну модель об'єкта управління. Насамперед це стосується задач управління енергетичною ефективністю застосування енергетичних ресурсів у масштабах підприємства. В цьому випадку для структуризації процесу прийняття рішень застосовують інтелектуальні інформаційні технології. Фундаментальним недоліком такого підходу є те, що метод структуризації рішень включає в себе опис предметної області, а саме, об'єкту управління шляхом формування бази даних та формування на основі цих даних відповідної бази знань, що потребує розробки унікальних програмних продуктів з залученням фахівців з програмування та когнітологів. Як правило, такі системи підтримки прийняття рішень є унікальними саме тому, що база даних, а отже й база знань, формуються для конкретного об'єкту управління.

Оскільки відомі методи структуризації рішень засновано на закономірностях формальної логіки, в якій об'єктом дослідження є знакові системи, виникає питання – чи можливою є структуризація рішення, в якій закономірності формальної логіки не застосовуються? Відомо, що людина в процесі смислового мислення здійснює формування та прийняття рішень без застосування мови й відповідно правил формальної логіки.

Дослідження процесів смислового мислення виконується в теорії природних інтелектуальних систем у формі фізіологічної кібернетики.

Найбільш успішною в цьому напрямку є теорія функціональних систем, яка розроблена академіком П.К.Анохіним. {35}

В теорії функціональних систем доведено, що взаємодія мотивації, обстановочної і пускової аферентації на пам'яті здійснюється одночасно на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку, а саме на основі конвергенції збуджень на одному і тому ж нейроні. При цьому мається на увазі здатність на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку, а саме на основі конвергенції збуджень мотивації, обстановочної і пускової аферентації та пам'яті на одному і тому ж нейроні синтезувати ціль діяльності.

Якщо суб'єкт управління буде здатен формувати архітектуру Моделі знань про предметну область на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку, виникає можливість формування на основі архітектури інформаційної моделі діяльності, яка забезпечить вирішення задачі формування цілі діяльності та прийняття оптимального рішення про її досягнення. З вищесказаного випливає наступне:

1) Будівельні організації мають системну природу і є штучно створеними цільовими системами для будівництва життєво необхідних людству об'єктів нерухомості.

2) Крім необхідних факторів для успішного існування і розвитку будівельної організації: а) персоналу (керівників, творців і виконавців); б) машин, механізмів, інструментів та інфраструктури; в) ресурсів (включаючи фінансові, енергетичні, інформаційні, матеріальні, інтелектуальні, час і т.д.); г) методів організації, управління, технологій, головним і визначальним чинником є суспільство, Держава, Всесвіт і ті, хто створив будівельну організацію.

3) Будівельна організація, як неособлена система (структура) при дотриманні певних умов (раціональне управління, постійний розвиток,

забезпечення необхідними ресурсами в тому числі і духовними, енергетичними) і сприянні зовнішнього середовища і Всесвіту може існувати вічно.

4) Джерелом для існування і розвитку будівельної організації є не тільки споживач продукції, але і єдність та боротьба внутрішніх антиномій (протиріч) керівництва і трудового колективу, посади і особистості, демократії і ентреалізму, ієрархії (як вертикальної, так і горизонтальної) і рівноправ'я та ін.

5) Синергія обернено пропорційна ентропії (мірі хаосу). Будівельна діяльність носить стохастичний (вірогіднісний) характер. У великій мірі залежить як від зовнішніх умов (клімату, погоди, природних явищ, соціуму, Держави, Всесвіту і т.д.) так і від внутрішніх чинників (4 основних, серед яких 1-персонал, 2-ресурси, 3-інфраструктура, машини, інструменти, 4-методи і технології). Математично точно створити достовірну модель неможливо, але впорядковуючи будівельну діяльність організації (закони, норми, стандарти, проекти, в т.ч. ПОБ, ПВР, технологічні карти, регламенти, інструкції, системи менеджменту і моделі досконалості) значно зменшується рівень ентропії (міра хаосу і невизначеності), зменшуються усі види втрат і збільшується синергія окремих процесів та всієї будівельної діяльності в цілому. Досягається ефект спільної дії, коли завдяки загальній цілеспрямованості, сильному однонаправленому силовому, енергетичному полю, ентузіазму учасників, сума спільної дії більше суми результатів окремих виконавців, тобто сума $2+2$ в рази більше, ніж 4.

6) Оргструктура будівельної організації домінує над функцією, тому вдосконалення на науковій основі оргструктури будівельних організацій (а ще більше тих, хто стоїть на більш високих рівнях) і заповнення посад на всіх рівнях відповідним персоналом за здібностями, кваліфікацією, підготовкою і досвідом, має не місцеве, а Державне значення- це перспектива і економічна безпека Держави.

7) Існує 2 підходи до аналізу і вдосконалення будівельної діяльності організації: консалтингова (як це пропонує Пригожин А.І.) і інституційна (Кінах А.К., Калита П.Я. і ін.) шляхом впровадження державних програм

термінового і жорсткого підвищення ділової досконалості підприємств України через створення досконалих зразків систем менеджменту організацій (СМ), моделей досконалості по типу EFQM. Перші (СМ) дають можливість підняття до рівня 250 балів по 1000 бальній шкалі EFQM (європейський фонд менеджменту якості), а Модель досконалості - до 450 балів і вище. При цьому консультанти конче необхідні, особливо на період розробки і сертифікації, бо самостійно подолати рубіж сертифікацій наші організації в силу зайнятості, безгрошів'я, некомпетентності і відсутності зовнішньої підтримки, не здатні. Кроком назад є виключення з ДБН А 3-1-5. Організація будівельного виробництва 2016р. п.9.3 попереднього ДБН ОБВ 2009р. Це зайвий раз свідчить про небажання вищого керівництва затрачувати зусилля (а вони немалі) на створення СУЯ і тим більше моделі досконалості. Зрозуміло, у кожного своє життя на цьому світі, хочеться прожити його без проблем. Але, як не крути, а розвиток знаходиться за межами нашого комфорту. Тому єдиний вихід для нас (бо проблеми вже в нашому спільному домі в Україні) - піднятися хоча б до рівня наших майбутніх конкурентів які скоро будуть на нашій землі, на землі України, для яких так наполегливо і довго готуються комфортні умови роботи на нашій території. Якість навчання, культура і ділова досконалість повинні стати рятівною ідеєю України в співдружності з усіма народами світу.

5. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДИДАКТИЧНОЇ БАГАТОВИМІРНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ МОДЕЛЮВАННЯ ЗНАНЬ

Метод теоретичного обґрунтування архітектури моделі дидактичної багатовимірної технології моделювання знань із застосуванням діалектичних відношень у формі «загальне» – «одиничне» відкриває можливість в умовах різкого зниження якості фахової підготовки спеціалістів для будівельної галузі, викликаного обмеженими можливостями проходження практики на виробництві, сконцентровано і цілеспрямовано визначити і дати необхідні знання фахівцям для виконання покладених на них функцій.

Підготовка спеціалістів будівельної базується на відповідних моделях знань для цієї предметної області. Традиційно знання для відповідної дисципліни представляються у формі існуючих Законів, норм, стандартів, монографій, підручників, конспектів лекцій, методичних вказівок, тощо. При цьому, виникає проблема встановлення логічних зв'язків між відповідними частинами матеріалів для різних джерел і практикою.

Для вирішення цієї проблеми активно розвивається дидактична багатовимірна технологія. Її основою є візуальні дидактичні багатовимірні інструменти «Концепція візуальних дидактичних багатомірних інструментів (ДБІ) полягає в перетворенні вербальної, текстової або іншої форми представлення інформації у візуальну, образно-понятійну форму, яка характеризується трьома параметрами: смисловим (змістовним), логічним і спеціальним графічним.

Багатовимірність теми, яка відображається інструментом забезпечується трьома основами (рис. 5.1): логіко-смисловим моделюванням, когнітивним поданням знань і радіально-круговою організацією.

При побудові ДБІ інформація відповідно до даних основ піддається перетворенню на основі ряду спеціальних принципів:

- принцип системності-багатовимірності при відборі і укрупненні змісту;

- принцип розщеплення-об'єднання і споріднений йому принцип додатковості при побудові і використанні ДБІ;
- принцип троїчності при формуванні смислових груп, що підвищують психологічну стійкість».

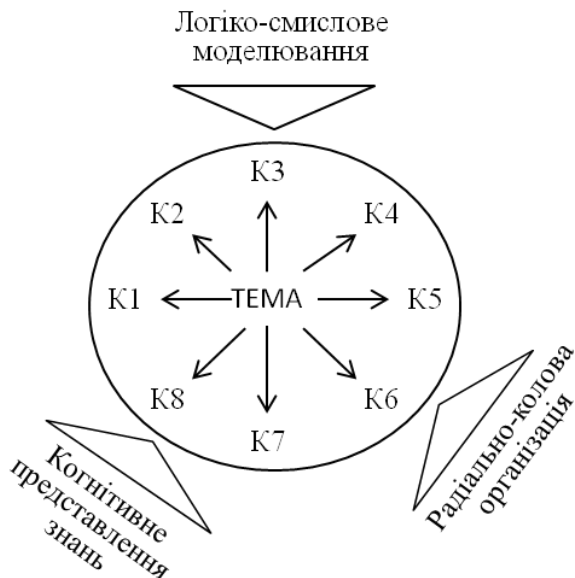


Рис. 5.1 – Тріада основ ДБІ [1]

K1-K8 – Координати – напрямлення вимірів теми, яка вивчається

Проблема багатовимірного представлення знань досліджувалася також у роботі Мятєжкіна К.О.[44]. Пропонується технологія формалізації слабо структурованих процесів логічними методами на основі формальної базової Т-системи. Для її побудови задається вихідна модель у вигляді графа $H = (X, E)$ [2] (див. рис. 5.2). Пропонується цей граф розбивати на чотири рівних квадранти з класифікацією його вершин. При цьому, кожний з під графів, розташованих у відповідних квадрантах, інтерпретується відповідним чином. Для кожної з вершин підграфів встановлюються відповідні причинно-наслідкові зв'язки.

В цих методологіях джерела знань пов'язані причинно-наслідковими відносинами.

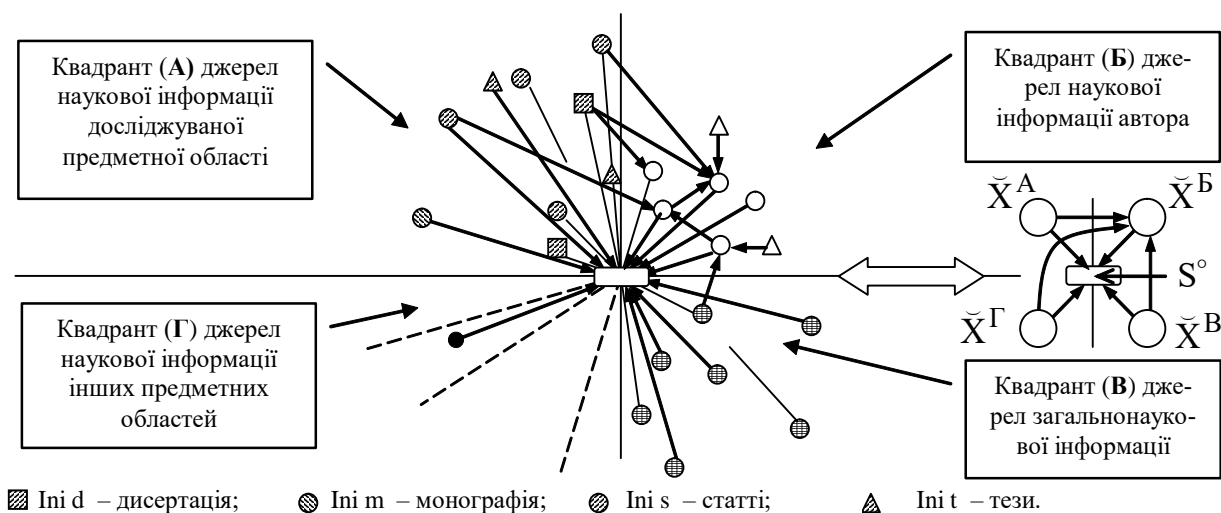


Рис. 5.2 – Граф вихідної наукової складової професійних знань викладача (інструктора) для підготовки фахівця

В роботі Бьюзена Т.Б. Супермышление [45, с 56] запропоновано графічний метод представлення процесу мислення у формі «радіантного мислення»:

«Термін «радіантне мислення» (від «радіанта»- точки небесної сфери, з якої ніби виходять видимі шляхи тіл з однаково спрямованими швидкостями, наприклад, метеоритів одного потоку) відноситься до асоціативних розумових процесів, відправною точкою або точкою докладання яких є центральний об'єкт. Яким чином отримується можливість користуватися цим новим способом мислення? За допомогою інтелект-карт, які є прямим додатком і формою графічного вираження радіантного мислення. Інтелект-карта завжди будується навколо центрального об'єкта. Кожне слово і графічне зображення стають за визначенням центром чергової асоціації, а весь процес побудови карти являє собою потенційно нескінченний ланцюг асоціацій, що відгалужуються, які виходять із загального центра або сходяться до нього. Хоча інтелект-карта будується на площині, наприклад аркуші паперу, вона являє собою тривимірну реальність - в просторі, часі та кольорі».

На рисунку 5.3 наведено приклад інтелект-карти.

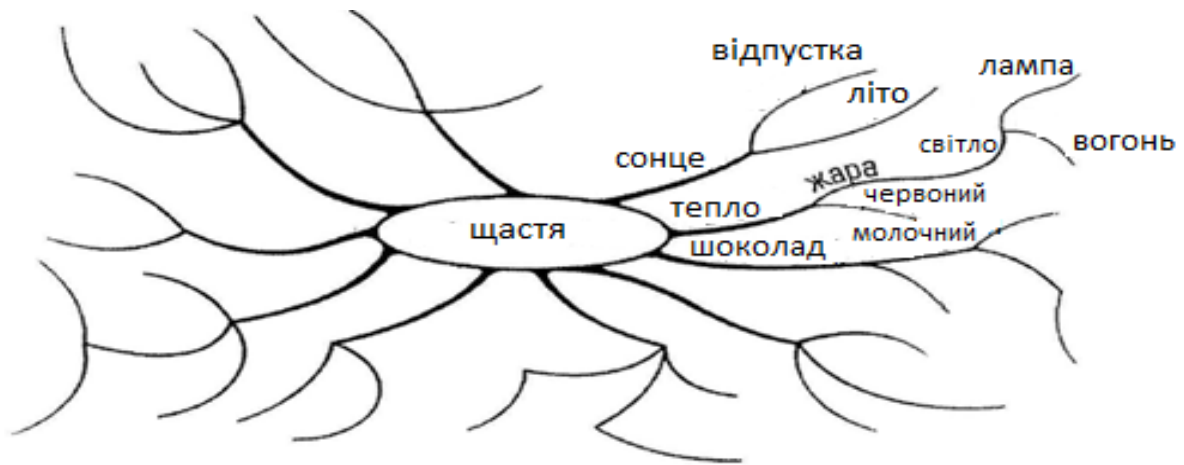


Рис. 5.3 – Приклад інтелект-карти для поняття «щастя» [3, с. 63]

В роботі Крогерус М.[46] наведено п'ятдесят моделей стратегічного мислення. Слід відзначити, що посеред них є десять моделей, які мають чотирьохвекторну архітектуру, яка подібна до архітектури декартової системи координат. На рисунку 5.4 наведено приклад такої архітектури [46, с 1 титулу].

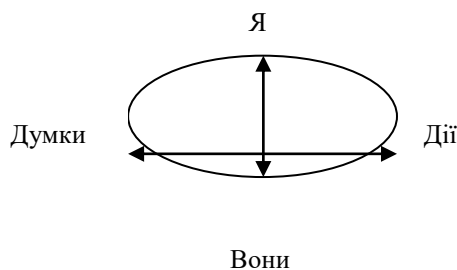


Рис. 5.4 – Варіант моделі стратегічного мислення

Пропонується встановити єдиний методологічний підхід до формування архітектур моделей структуризації знань.

В монографії Доценко С.І.[47] виконано розробку моделей знань на основі методології структуризації знань з застосуванням поняття «фактор».

Введено категорії:

- ресурсні фактори організаційної діяльності (РФОД) – (загальне);
- ресурсні фактори технологічної діяльності (РФТД) – (одиничне);
- процесні фактори організаційної діяльності (ПФОД) – (загальне);

процесні фактори технологічної діяльності (ПФТД) – (одиничне).

На основі принципу бінарних діалектичних відносин у формі «загальне» – «одиничне» встановлено діалектичні відносини для пар з переліку наступних понять: «мислення», «сміслове мислення», «інтелект», «розуміння», «смісл», «знання», «інформація», «дані».

На основі цього розроблено архітектури моделей мислення та смислового мислення (рис. 5.5, 5,6,5.7).

Ці моделі пов'язані ієрархічно. Перша модель (рис. 5.5) є основою для формування наступної моделі (рис. 5.6). Здійснюється перехід від понять мислення до понять, які характеризують смислове мислення першого рівня, а потім другого рівня.

Модель смислового мислення другого рівня встановлює зв'язок поміж поняттями «знання» та «смісл». Згідно цієї моделі знання можуть бути структурованими лише за їх смислом.

Виникає питання, яким чином структурувати знання за їх смислом?

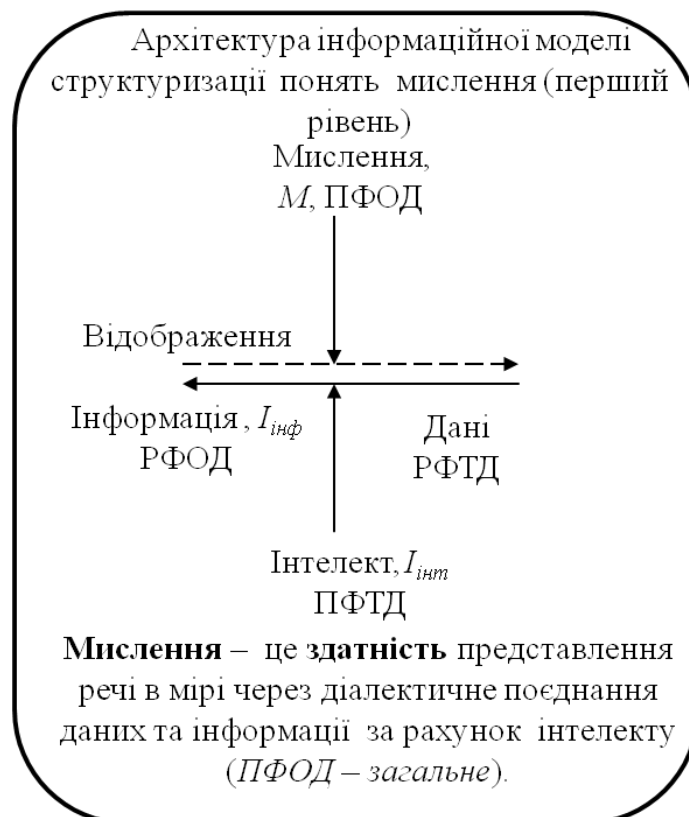


Рис. 5.5 – Архітектура інформаційної моделі структуризації понять мислення (перший рівень)

Для цього у роботі [47] додатково розроблена модель смислової діяльності (рис. 5.8). Вона також має чотирьохфакторну архітектуру, як і в архітектурах інформаційних моделей (див. рис. 5.5-5.7).

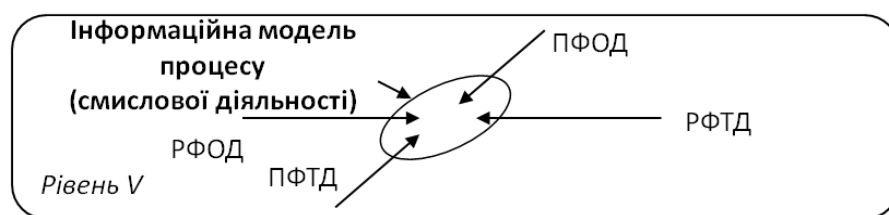


Рис. 5. 8 – Архітектура інформаційної моделі процесу (смислової діяльності)

У наступній роботі Доценко С.І.[48 с. 241] встановлена ізоморфність цих архітектур (рис. 5.5-5.8) з архітектурою інформаційної моделі декартової системи координат.

Кожна з розглянутих архітектур, заснована на діалектичних відносинах «загальне» \supset «одичне», в тому числі й для декартової системи координат для пар координат X та Y . При цьому, поміж суміжними координатами існують причинно-наслідкові відносини у формі декартового добутку: $Y \times X$.

З наведеного випливаєщо запропонована Р. Декартом система координат є універсальною не лише для графічного представлення функціональних відносин поміж елементами множин, а й для діалектичних відношень для понять, які характеризують смислове мислення та смислову діяльність.

Ці види діяльності, згідно , представляться у формі відповідних архітектур чотирьохфакторних інформаційних моделей структуризації знань.

Архітектури чотирьохфакторних інформаційних моделей структуризації знань, згідно теорії функціональних систем, засновано на центральній закономірності інтегративної діяльності мозку.

Таким чином, архітектура чотирьохфакторних моделей є універсальною для формування моделей структуризації знань про діяльність інтелектуальної системи як організованого цілого на основі центральної закономірності інтегративної діяльності мозку.

6. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ІЗОМОРФІЗМУ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ ПІДПРИЄМСТВА

Формування моделі діяльності підприємства є первинним по відношенню до формування циклу менеджменту. Архітектура функціонального представлення діяльності підприємства є первинною по відношенню до її організаційної структури, є основою для формування організаційної структури. Організаційна структура діяльності підприємства є ізоморфною. В теорії менеджменту необхідно переходити від циклу менеджменту до формування моделі діяльності згідно законів теорії функціональних систем.

Виходячи з методу постановки наукової проблеми, згідно М'ятежкіна К.О. [49], важливою є задача встановлення протиріч (антиномій) які притаманні обраній предметній області. Загально визнаною методологією наукового дослідження є методологія системного підходу.

Антиномії методології системного підходу розглянуто Блаубергом у роботі Проблеми цілісності і системний підхід [50]. Однак, аналіз показав, що окрім вказаних ним чотирьох антиномій цілісності, які притаманні методології системного підходу існують ще й інші антиномії, які розглянуті в роботі Доценко С.І. [51].

Звідси постає задача систематичного дослідження антиномій методології системного підходу з метою встановлення змісту існуючих протиріч з послідуочим їх вирішенням.

Об'єктом дослідження, при цьому, є підприємство у формі інтелектуальної системи, яка в свою чергу розглядається як організоване ціле, та її цілісна діалектично організована діяльність.

Серед протиріч, які встановлено і досліджено Доценком С.І.у роботі [51] слід відзначити, перш за все антиномію «цілісності» (протиріччя б): «система є дещо ціле» – «ціле не є системою». При цьому, поміж вказаними поняттями встановлено діалектичний зв'язок у формі:

«ціле» \supset «частина». (6.1)

Система є частиною цілого. Символ – « \supset » це знак звичайного реляційного оператора діалектичної єдності для понять «загальне», «одиничне».

З встановленого зв'язку поміж поняттями «система» «та ціле» у формі (6.1) виходить, що методологія цілісного підходу є більш загальною в порівнянні з методологією системного підходу і є основою для дослідження інтелектуальних систем, як організованих цілих.

В роботі [51] також встановлено і розкрито сьому антиномію – антиномію «структури»: архітектура функціонального представлення організованого цілого є зовнішньою по відношенню до її функціональних елементів – функціональна архітектура організованого цілого є внутрішньою по відношенню до її функціональних елементів.

Розкриття цього протиріччя було виконано шляхом доведення того, що архітектура функціонального представлення інтелектуальної системи, як організованого цілого, на основі теорії функціональних систем є єдиною можливою як для функціональних систем організового рівня, так і для інтелектуальних систем у формі функціональних систем надорганізового рівня, в тому числі й підприємств та установ.

В роботі по дослідженню інтелектуальних систем Доценка С.І.[52] для методології цілісного підходу встановлено додатково ще чотирнадцять протирічч у формі антиномій. Однак, серед них відсутня антиномія яка б відображала протиріччя, яке існує поміж теоріями управління, а саме: теорією автоматичного управління та теорією менеджменту. Згідно нумерації, яка введена в цій роботі [52] ця антиномія є двадцять п'ятою.

Це протиріччя у формі антиномії може бути сформовано наступним чином. В теорії автоматичного управління, при розробці системи управління завжди первинним є об'єкт управління.

В теорії менеджменту взагалі відсутня вимога формування моделі об'єкту управління. Достатньою є вимога реалізації циклу менеджменту (цикл Демінга-Шухарта).

Такий підхід породжує множинність варіантів організаційної структури управління підприємством. Для кожного підприємства, організації чи установи їх організаційні структури є унікальними і що важливо, можуть змінюватися у часі, тобто, можливий їх реінжиніринг.

Виходячи з ізоморфності архітектури функціонального представлення діяльності підприємств, яка була доведена в роботі Доценка С.І.[51], можливим є припущення про те що відповідна їй організаційна структура є вторинною по відношенню до неї і є ізоморфною для будь-яких підприємств, організацій та установ.

Задача встановлення однозначної організаційної структури підприємства може бути вирішена на основі розкриття наступного протиріччя первинності: первинною є архітектура функціонального представлення діяльності підприємства; первинною є організаційна структура підприємства. Згідно нумерації, яка введена у вищезгаданій роботі [52] ця антиномія є двадцять шостою антиномією первинності.

Пропонується встановити єдиний методологічний підхід до формування організаційної структури підприємств, організацій та установ на основі ізоморфної архітектури функціонального представлення діяльності підприємства, як інтелектуальної системи.

В теорії управління підприємством існують різні погляди на функції керівництва.

В теорії рефлексивного управління Авілова О.В.наприклад, управління визначається як: [53, с. 61]:

«Під рефлексивним управлінням (практикою рефлексивного управління) будемо розуміти: 1) актуалізацію соціально значущої затребуваності; 2) побудову безлічі унікальних управлінських понять (абстракцій) і відносин на цій множині - так званого концептуального

підприємства; 3) здійснення діяльності концептуального підприємства - управлінської діяльності, у тому числі за рахунок залучення до інтерпретації понять концептуального підприємства професійних фахівців» При цьому [53, с. 61-62]:

«Кожен керівник повинен створювати свою «систему» – своє концептуальне підприємство, яке завжди унікальне. Будь-яка запозичена ззовні система - як ціле, а не як засіб – відкидає керівника як такого. Поняття концептуального підприємства – професійне управлінське поняття, на відміну від позапрофесійного поняття системи. Концептуальне підприємство стає головною опорою в діяльності суб'єкта управління.

Тільки в контексті побудованої «власної справи» керівником може здійснюватися управління підлеглими особами, підключення яких найчастіше дійсно необхідно, але в цьому контексті воно вже не є вторинним і за важливістю, і за проблемністю. Підключення інших осіб до діяльності керівника - це лише момент рефлексивного управління, але не його сутнісна характеристика (як у більшості традиційних підходів, де: «кадри вирішують все!» ...»).

Порівнюючи традиційну методологію управління з методологією рефлексивного управління О. В. Авілов відмічає [53, с. 67]:

«Традиційному управлінню властиво досить суворе розрізнення понять «суб'єкт» і «об'єкт» управління. У концепції рефлексивного управління, навпаки, принципова єдність, в деякому сенсі навіть нерозрізнюваність цих понять. У досліджуваному нами підході суб'єкт безпосередньо управляє тільки власною діяльністю (рефлексивна схема). У рефлексивному управлінні діяльність керівника і є свій власний об'єкт, причому, справжній об'єкт, а не щось допоміжне до «істинного» об'єкту - діяльності підлеглих.»

У роботі Вороніна А.А. [54, с. 11] відмічається, що:

«В даний час спостерігається зближення позицій економічного та інженерного напрямків в моделюванні організацій. Не останню роль в цьому зіграв розвиток інформаційних технологій та обчислювальної техніки.

Виявилося, що пов'язана з обробкою інформації робота розподілених обчислювальних систем багато в чому нагадує роботу менеджерів в організаціях, і в даний час багато економістів використовують при моделюванні організаційних ієрархій термінологію і результати, що прийшли з інженерних наук, зокрема, інформатики. Таким чином, можна говорити про появу синтетичних теорій, які об'єднують досягнення інженерного та економічного підходів».

У роботі Вендрова А.М. [55] виконано аналіз існуючих інструментів моделювання бізнес-процесів з застосуванням інформаційних технологій, та наведена їх порівняльна характеристика.

А. М. Вендров відзначає [55 с. 4]: «Основна область застосування бізнес - моделей - це реінжиніринг бізнес - процесів.

При цьому передбачається побудова моделей поточної і перспективної діяльності, а також плану і програми переходу з першого стану в наступний. Будь-яке сучасне підприємство є складною системою, його діяльність включає в себе виконання десятків тисяч функцій, що взаємно впливають одна на одну і операцій. Людина не в змозі розуміти, як така система функціонує в деталях - це виходить за межі його можливостей.

Тому головна ідея створення так званих моделей «AS - IS» (як є) і «AS - TO - BE » (як має бути) - зрозуміти, що робить (робитиме) розглянуте підприємство і як воно функціонує (функціонуватиме) для досягнення своїх цілей.»

Найбільш відомими є наступні методи моделювання бізнес-процесів за Вендровим А.М.[55]:

- «– метод функціонального моделювання SADT (IDEF0) [56];
- метод моделювання процесів IDEF3 [57];
- моделювання потоків даних DFD [58];
- метод ARIS Методи і засоби моделювання бізнес-процесів [59];
- метод Ericsson-Penker;

– метод моделювання, використовуваний в технології Rational Unified Process за Крачтен Ф.[60].»

Вказані методології застосовуються для моделювання підприємства у формі «як є» для послідуєчого перетворення в стан «як буде». Однак цей майбутній стан визначається цілями, які воно досягає.

В цьому підході також не ставиться задача пошуку ізоморфної організаційної структури підприємства, яка б відповідала її функціональній архітектурі, а також задача пошуку ізоморфної архітектури функціонального представлення діяльності.

Для вирішення цих питань необхідно розробити модель діяльності організації. На цей час існують різні підходи до моделювання діяльності. Застосування інформаційних технологій забезпечує інтеграцію всіх аспектів діяльності в єдиному інформаційному середовищі. Цю задачу виконують інформаційно-керуючі системи.

Прикладом такої системи є система управління виробництвом, яка розроблена на основі теорії діалогового управління (рис. 6.1 б)) Мельцером М.І. [61]. Однак в цій теорії розроблено саме архітектуру функціонального представлення діяльності і підкреслюється її відмінність від структурно-функціонального представлення. Задача розробки відповідної організаційної структури управління не ставиться.

З іншого боку, в теорії управління існує напрямок досліджень метою якого є розробка математичної теорії організаційних структур за Воронік А.А.[62] й теорії управління цими структурами за Новіковим Д.А.[63].

В математичній теорії організаційних структур не ставиться задача пошуку ізоморфної організаційної структури підприємства, яка б відповідала її функціональній архітектурі. Не ставиться задача співставлення організаційної структури підприємства й архітектури функціонального представлення її діяльності.

В теорії управління підприємствами існує також напрямок, який сформовано Р. Хаббардом. Організуюча схема Хаббарда описує організацію як єдиний бізнес-процес, який включає 7 етапів або основних функцій.

Кожна з цих функцій є життєво необхідною, для того щоб організація була успішною. Така послідовність процесів ефективна для організації будь-якого розміру - як для підприємця, що має тільки кілька найманих працівників, так і для компанії з тисячами співробітників. За виконання кожної з цих 7 функцій відповідає окремий підрозділ.

1. Департамент персоналу і комунікацій забезпечує підприємство продуктивними співробітниками. Для цього проводиться аналіз ефективності бізнес-процесів з метою виявити підрозділи і посади, які стали «вузьким місцем».

2. Комерційний департамент займається маркетингом і просуванням продукту компанії. Для цього проводять опитування, розробляють рекламні матеріали і їх поширюють.

3. Фінансовий департамент збирає всі гроші, які будь-хто винен підприємству, проводить фінансове планування, здійснює оплати за рахунками і забезпечує облік.

4. Технічний департамент безпосередньо виробляє цінний кінцевий продукт підприємства. Якщо це торгова організація, то технічний департамент забезпечує пошук необхідних для успішної торгівлі товарів, організує закупівлю і доставку товару, щоб забезпечити потрібний асортимент.

5. Департамент якості і кваліфікації створює і підвищує якість діяльності організації. Для цього постійно проводяться неупереджені дослідження якості виробленого продукту.

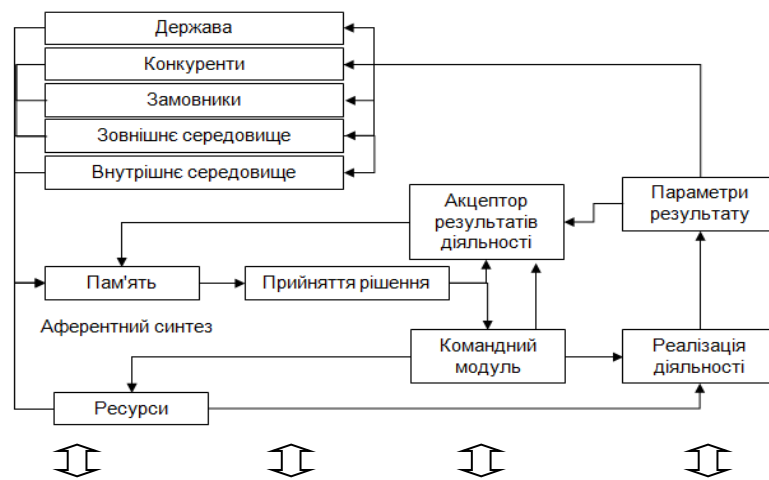
6. Департамент розвитку за допомогою ефективних зв'язків з громадськістю створює сприятливий імідж підприємства і таким чином створює основу для успішного розширення області впливу.

7. Адміністративний департамент встановлює організації цілі і стратегію, координує діяльність усіх підрозділів, щоб ця стратегія втілювалася в життя

Кожна з 7 функцій включає в себе три більш спеціалізовані функції.

В основі послідовності з 21 функції лежить інше фундаментальне відкриття Л. Рона Хаббарда - «Шкала усвідомлення». Детально про зв'язок організуючої схеми зі шкалою усвідомлення можна дізнатися з брошури Л. Рона Хаббарда «Оргсхеми і життєдіяльність».

а)



б)

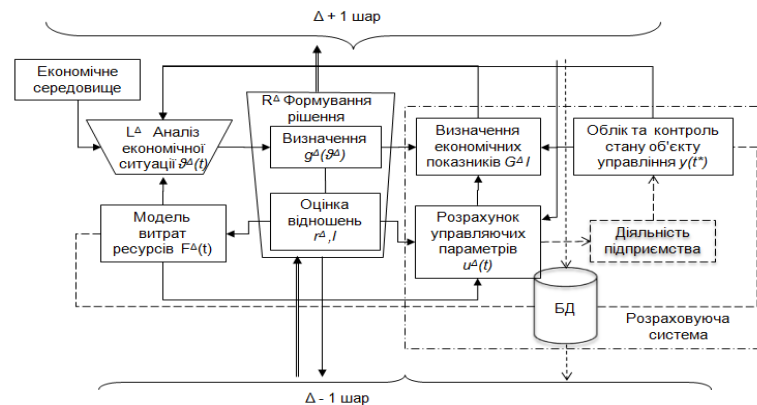


Рис. 6.1 – Порівняння архітектур моделей функціонального представлення діяльності

На рисунку 6.1 наведено варіанти архітектури функціонального представлення діяльності інтелектуальної системи за теорією функціональних систем.

На рисунку 6.1, а) представлена функціональна схема діяльності людини згідно теорії функціональних систем Анохіна П.К.[35]. .

На рисунку 6.1, б) представлена функціональна схема системи управління діяльністю підприємства, яка розроблена на основі математичної моделі запропонованої в загальній теорії систем Мельцера М.І. [61].

У вищезгаданій роботі Доценка С.І.[51] доведено, що архітектура функціонального представлення діяльності підприємства не залежить від рівня його організації і цілей діяльності і є ізоморфною до архітектури функціонального представлення діяльності людини. На основі цього пропонується розробку організаційної структури підприємства виконати на основі архітектури функціонального представлення діяльності людини (рис. 6.1, а)).

На рис. 6.2 наведено пропонувану організаційну структуру діяльності підприємства. Слід зауважити, що ця організаційна структура є подібною до архітектури функціонального представлення діяльності підприємства.

Підприємство юридично очолює керівник. З іншого боку для приватних підприємств керівні функції належать також власникам відповідного бізнесу в межах їх правового статусу. Цей рівень керівництва слід розглядати як стратегічний.

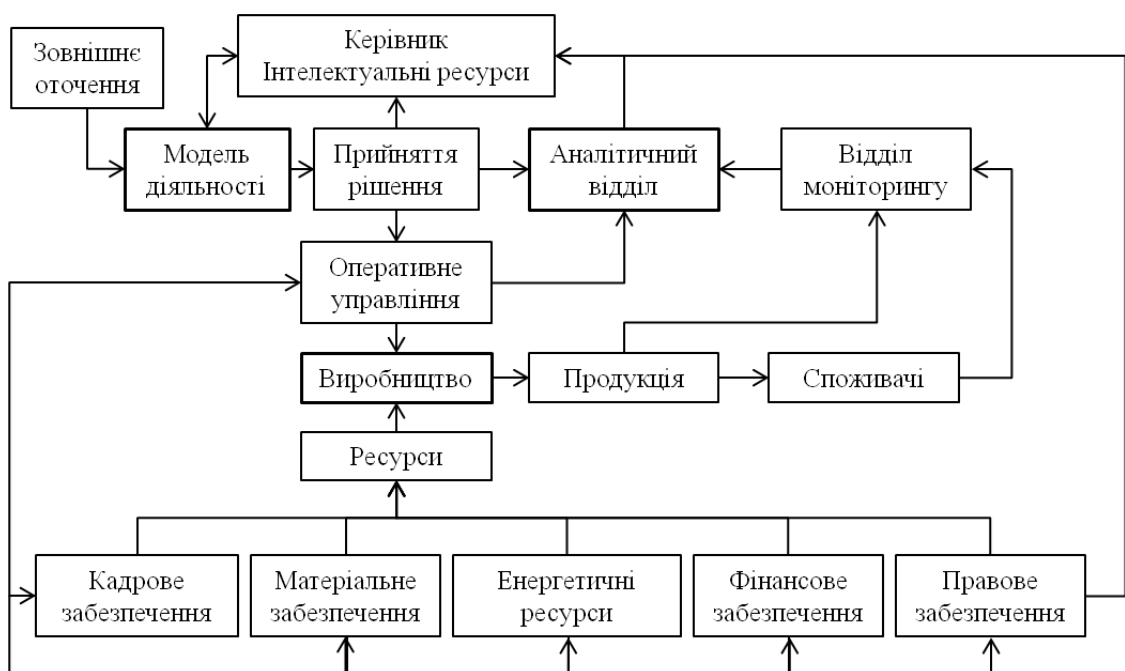


Рис. 6.2 – Організаційна структура діяльності підприємства

Стратегічні задачі керівництва вирішуються під час розробки моделі діяльності підприємства. Це обов'язкова функція керівництва підприємства і її реалізація потребує формування відповідного підрозділу для її реалізації. Наступна функція яка потребує свого вирішення полягає у прийнятті рішення про обрання конкретної моделі діяльності з запропонованих варіантів. Саме обраний варіант моделі діяльності буде реалізований в процесі виробничої діяльності. Зрозуміло, що на підприємстві повинна бути особа, яка має повноваження приймати відповідні рішення про реалізацію сформованої моделі діяльності.

В теорії рефлексивного управління взагалі пропонується відокремити діяльність керівництва від реального управління підприємством. Але ж модель діяльності формується для подальшого застосування її в процесі реалізації цієї діяльності. Адже важливо отримати результат діяльності. Якщо керівник сконцентрований лише на моделювання діяльності тоді хто буде приймати рішення про рівень реалізації встановленого проекту майбутнього результату та коригуючі дії, які необхідні для його досягнення?

Тому керівник обов'язково повинен контролювати перебіг всього циклу діяльності по досягненню встановленого результату діяльності.

Прийняте рішення передається до виконання у відділ управління (блок «Оперативне управління»), який формує відповідні команди та розпорядження виробництву, а також відділам, які забезпечують виробництво необхідними матеріалами, ресурсами, тощо.

Згідно теорії функціональних систем в архітектурі функціонального представлення діяльності надважливою є функція «Акцептор результатів діяльності». Реалізація цієї функції передбачає порівняння проекту майбутнього результату, який визначено в моделі діяльності з командами на його досягнення та отриманим результатом.

Результатом такого співставлення є висновок про досягнення чи недосягнення спланованого результату. В разі досягнення відповідності отриманого результату проекту цикл діяльності завершується й формується новий цикл.

В разі невідповідності відділ прийняття рішень приймає рішення:

- про коригування моделі діяльності;
- про коригування управляючої дії.

Прийняте рішення передається для реалізації в блок управління.

Слід відзначити, що блок «Аналітичний відділ», який є прототипом блоку «Акцептор результатів дії» починає свою дію з моменту прийняття рішення в блоці «Прийняття рішення», оскільки до нього надходить рішення про обрання конкретної моделі діяльності.

Слід також відзначити, що архітектура функціонального представлення діяльності організації (рис. 6.1 а)) відповідає закону адекватності для систем автоматичного управління, розпізнавання і систем які самонавчаються.

Щодо розкриття протиріччя згідно двадцять п'ятої антиномії слід відзначити, що формування моделі діяльності підприємства, для реалізації якої передбачено відповідний відділ в організаційній структурі підприємства, свідчить про те, що первинною в організаційній діяльності передбачено саме формування цієї моделі, тобто об'єкта управління. Так само як і в теорії автоматичного управління. Таким чином, в теорії менеджменту необхідно переходити від циклу менеджменту до організації діяльності згідно законів теорії функціональних систем.

З наведеного випливає, що протиріччя згідно двадцять шостої антиномії розкривається наступним чином: первинною є архітектура функціонального представлення діяльності підприємства.

В подальшому необхідно дослідити відповідність розроблених архітектури функціонального представлення діяльності та організаційної структури діяльності законам кібернетики, а саме:

- закону адекватності;

- закону Ешбі (десята теорема Шенона);
- закону Шеннона;
- принципу зовнішнього доповнення С. Біра.

З виконаного розгляду методів формування архітектур функціональних моделей представлення діяльності підприємств, а також методів формування їх організаційних структур випливає:

1. Архітектура функціонального представлення діяльності підприємства є ізоморфною для всіх рівнів організації підприємства.

2. Архітектура функціонального представлення діяльності підприємства є первинною по відношенню до її організаційної структури.

3. Архітектура функціонального представлення діяльності підприємства є основою для розробки її організаційної структури.

4. Організаційна структура діяльності підприємства є ізоморфною оскільки архітектура функціонального представлення діяльності є також ізоморфною

5. Схема Хаббарда має лінійний характер реалізації процесів і не враховує наявність зворотних зв'язків, які притаманні будь-якій системі управління.

6. В запронованій організаційній структурі (рис. 6.2) передбачені зворотні зв'язки на рівні блоку управління, блоку виробництва та блоку реалізації продукції (споживання).

7. МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ БАГАТЬОХ КРИТЕРІЇВ

7.1 Загальна характеристика задачі

Постановка задачі прийняття рішень потребує визначення правила, що дозволяє порівнювати якість можливих альтернатив. Якщо порівняння ведеться по одному критерію, то найкраще рішення визначається з умов екстремального значення встановленого критерію. Однак, як вже аргументувалося вище, на практиці досить розповсюдженою є задача прийняття рішень з умов врахування багатьох критеріїв. Так, ми звикли до вислову «досягнути максимального прибутку при мінімальних витратах». Другий приклад, з множини альтернативних варіантів організаційно-технологічних рішень спорудження об'єктів будівництва треба вибрати найкращий на основі ряду показників, що часто бувають суперечливими. Таким чином виникає багатокритеріальна задача прийняття рішень, в якій кожний критерій характеризує деяку властивість варіанта рішень, що враховується при оцінці його ефективності.

В тому випадку, коли правило вибору F формалізоване, воно повинно бути описано деякою **функцією корисності** (функцією цінності) $v(f_1, \dots, f_j, \dots, f_n)$, де $\{f_j\}$ – множина критеріїв, що враховуються. Під функцією корисності ми будемо розуміти таку, що дозволяє кожному варіанту рішення A_i привести у відповідність деяке дійсне число v_i , що відображає ступінь його переваги в порівнянні з іншими.

Тоді альтернатива A_1 вважається кращою від альтернативи A_2 , якщо :

$$v_1(f_1, \dots, f_j, \dots, f_n) > (<) v_2(f_1, \dots, f_j, \dots, f_n), \quad (7.1.1)$$

При цьому задача вибору зводиться до знаходження такого варіанта, для якого $v(f_1, \dots, f_j, \dots, f_n) \rightarrow \text{extr}$.

Визначення $v(f_1, \dots, f_j, \dots, f_n)$ дозволяє перейти від порівняння окремих властивостей альтернатив, що відповідають встановленим критеріям, до порівняння їх в цілому по сукупності властивостей.

Визначені критерії оцінки можуть бути чисельними (повністю визначеними, з ймовірною визначеністю, невизначені) або мати якісний характер, формування функції $v(f_1, \dots, f_j, \dots, f_n)$ може бути формалізованим і недостатньо формалізованим, тощо. Розглянемо найбільш розповсюджені на практиці прийняття рішень випадки. Проаналізуємо ситуацію, коли критерії оцінки альтернатив мають чисельну оцінку і вважаються визначеними.

Кожний критерій $f_j (A_i)$ характеризує деяку локальну властивість альтернативи A_i . Наприклад, при розгляданні варіантів технології та організації будівельно-монтажних робіт це може бути тривалість виконання робіт, або продуктивність праці, або собівартість, тощо.

Найкраща альтернатива повинна характеризуватися найбільш вдалим поєднанням цих локальних властивостей і повинна мати екстремальне значення функції корисності, що відображає глобальну (інтегральну) властивість. Тому для вибору найбільш ефективного варіанта необхідно визначити, яким чином глобальна властивість залежить від локальних, після чого багатокритеріальна задача може бути зведена до задачі, що вирішується на основі одного комплексного критерію, який відповідає значенню функції $v(f_1, \dots, f_j, \dots, f_n)$.

7.2 Аналіз критеріального простору альтернатив. Множина Парето

На першому етапі вирішення багатокритеріальної задачі пошуку рішень доцільно провести попередній аналіз критеріального простору альтернатив. Він міститься у наступному. Кожній альтернативі може бути приведена у відповідність точка n -мірного простору E^n , координати якої відповідають значенням $\{f_j\} (A_i)$. Такий простір називається критеріальним [3,4]. В нашому прикладі домовимося, що чим менше значення критерію $f_j (A_i)$, тим краще варіант.

При порівнянні варіантів (наприклад, двох) можливі дві ситуації:

$$\begin{aligned} 1. f_j(A_1) &\leq f_j(A_2), j = 1, n, \\ f_j(A_1) &\neq f_j(A_2) \text{ принаймі для одного критерію} \end{aligned} \quad (7.2.1)$$

Альтернатива A_1 краще альтернативи A_2 .

2. Цього стверджувати не можна.

Умова (7.2.1) - природна умова переваги альтернативи A_1 перед A_2 . Її виконання дозволяє виключити A_2 з подальшого розглядання. Але існують альтернативи, що не поліпшуються. Вони відповідають ситуації 2.

Проілюструємо ці ситуації на основі приклада.

Приклад 1. Ефективність варіантів спорудження об'єкта будівництва (табл 7.2.1) оцінюється на основі двох критеріїв: вартість будівництва S та його тривалість T . Обидва критерії орієнтовані негативно.

Кожному варіанту відповідають точки критеріального простору з координатами T та S .

Згідно рис. 7.2.1 варіанти A_1, A_2, A_3, A_7 можуть бути виключені з розгляду, тому що існують варіанти, що краще їх по всім властивостям. Так, наприклад, варіант A_3 уступає по обом критеріям варіанту A_6 , варіант A_1 - варіанту A_6 , тощо. Варіанти A_4, A_5, A_6 , що відмічені зірочкою, відносяться до тих, що не поліпшуються. Вони визначають ефективну границю альтернатив та складають так звану **множину Парето** для даної задачі [3,4].

Визначити варіанти множини Парето для випадку двох критеріїв можна графічно (рис. 7.2.1). Для цього з точки критеріального простору, що відповідає розглядаємому варіанту, треба провести промені, що паралельне негативному напрямку осей. Якщо в куті, що утворився, нема інших варіантів, то розглядаємый варіант відноситься до множини Парето, якщо ні - то він виключається з цієї множини.

Характеристики варіантів спорудження об'єкта будівництва

| Номер варіанта | Вартість будівництва, млн.гр (S) | Терміни будівництва, міс. (T) |
|----------------|---|--------------------------------------|
| A_1 | 4.4 | 12 |
| A_2 | 4.7 | 10 |
| A_3 | 4.6 | 11 |
| A_4 | 3.9 | 12 |
| A_5 | 3.7 | 15 |
| A_6 | 4.5 | 9 |
| A_7 | 4.7 | 12 |

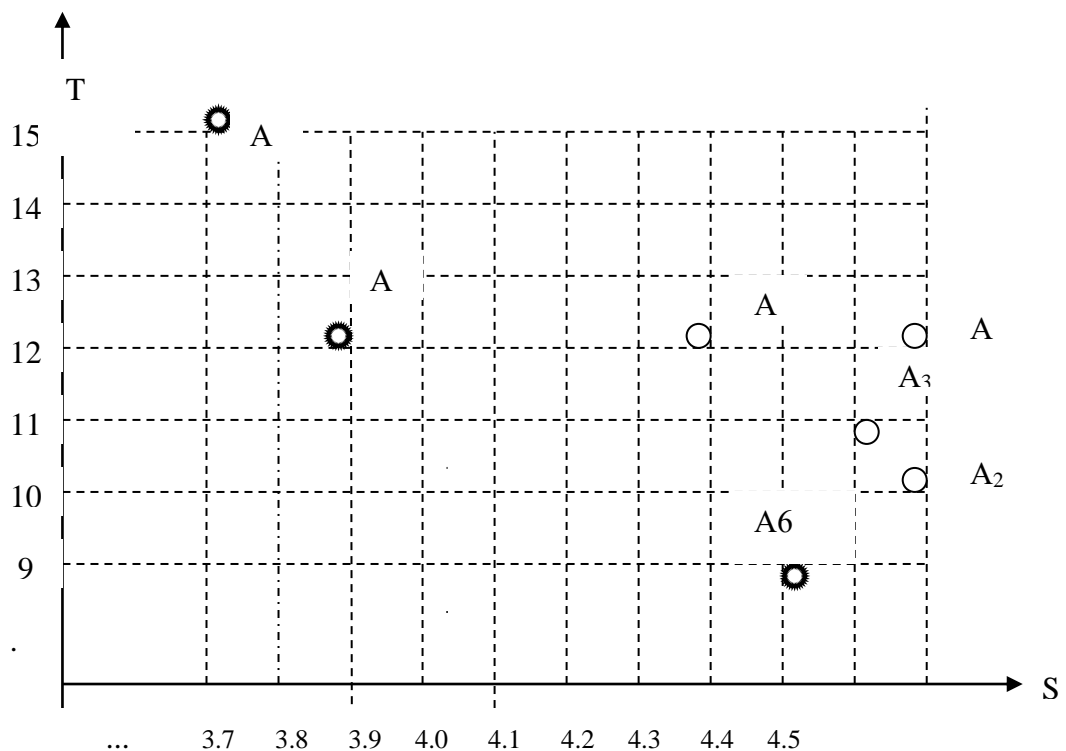


Рис.7.2.1.Критеріальний простір альтернатив

Остаточний вибір альтернатив проводиться з варіантів множини Парето, що як правило, дозволяє значно зменшити розмірність задачі. Можлива ситуація, коли до множини Парето увійде лише одна альтернатива (рис. 7.2.2.а) варіанти множини Парето позначені зірочкою). Рис. 7.2.2. демонструє ситуацію, коли альтернатив, що не поліпшуються, більше однієї, рис 7.2.2.б - коли всі альтернативи входять до множини Парето. Однак найбільш

розповсюджений випадок зображений на рис. 7.2.1, коли не поліпшуваних альтернатив менше (часто – значно менше) її початкового числа.

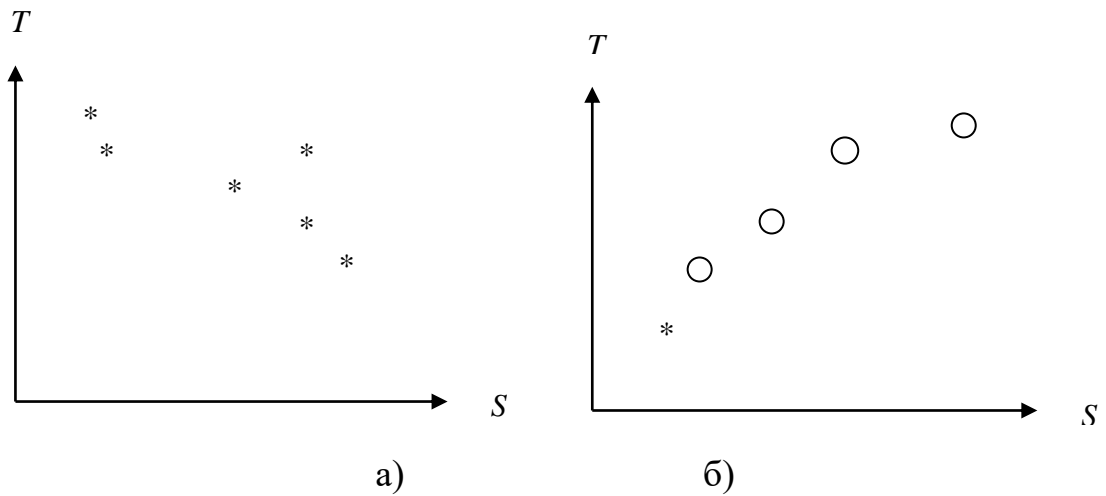


Рис 7.2.2. Множина Парето.

7.3 Методи поєднання локальних властивостей альтернатив

Цілком зрозуміло, що визначення варіантів множини Парето – перший етап в прийнятті рішень, тому що мета розв’язання більшості задач подібного класу – вибрати не підмножину, а одну найкращу альтернативу. Єдиного гарантовано ефективного методу порівняння альтернатив на основі ряду критеріїв, що приводить до такого ж аргументованого та однозначного результату, як формування множини Парето, в теорії прийняття рішень не існує. Є сукупність різноманітних методів, ефективність використання яких залежить від сутності критеріїв, що враховуються, їх пріоритету, умов прийняття рішень, тощо. Питання про доцільність застосування того чи іншого метода при вирішенні конкретної задачі приймає системний аналітик. В рамках комп’ютерних інформаційних технологій бажано максимально формалізувати процедури вибору методу і передати їх виконання користувачу.

Далі будуть розглянуті наступні методи розв’язання задач прийняття рішень в умовах врахування багатьох чисельних критеріїв:

- метод рівномірної оптимізації;

- метод згортки критеріїв;
- метод справедливого компромісу;
- метод ідеальної точки;
- метод оптимальної точки;
- метод головного критерію;
- метод додаткового критерію;
- метод додаткової експертної оцінки.

При розгляданні кожного методу будуть аналізуватися умови їх доцільного використання.

7.4 Метод рівномірної оптимізації

Метод рівномірної оптимізації вживається тоді, коли ОПР вважає, що значущість властивостей (і відповідних їм критеріїв), що враховуються при порівнянні варіантів рішень, однакова на всьому діапазоні зміни всіх критеріальних показників. Так, наприклад, порівняння альтернатив проектних рішень ведеться по їх вартості та термінам реалізації. ОПР вважає, що ці показники однаково важливі не залежно від рівня їх значень.

В протилежному випадку значущість термінів виконання робіт може падати при підвищенні їх вартості за межі визначеного діапазону або навпаки значущість термінів виконання робіт може зростати при зниженні їх вартості.

При використанні методу рівномірної оптимізації функція корисності і тим самим глобальна властивість альтернативи визначається як сума її критеріїв, що відповідають локальним властивостям. Функція корисності має вигляд:

$$v = \sum_{j=1}^n fj. \quad (7.4.1)$$

Необхідною умовою можливості використання (7.4.1) є вимірювання всіх критеріїв в однакових одиницях. Частковий випадок – приведення критеріїв до безрозмірного вигляду.

Один із засобів приведення критеріїв до безрозмірному вигляду $f_j^*(A_i)$ можна здійснити, наприклад, шляхом введення функції:

$$f_j^*(A_i) = \begin{cases} \frac{f_j^M - f_j(A_i)}{f_j^M - f_j^m} & \text{для позитивно орієнтованих критеріїв; (7.4.2)} \\ \frac{f_j(A_i) - f_j^m}{f_j^M - f_j^m} & \text{для негативно орієнтованих критеріїв;} \end{cases}$$

де $f_j^*(A_i)$ – значення j - того критерію для варіанта A_i в безрозмірному вигляді;

$f_j(A_i)$ - значення j - того критерію для варіанта A_i в визначеній одиниці вимірювання;

f_j^M - максимальне, f_j^m - мінімальне значення критерію f_j на визначеній множині альтернатив $\{A_i\}$.

Тоді вираз (7.4.2) може бути представлений:

$$\sum_{j=1}^n f_j^*(A_i) \quad (7.4.3)$$

де v_i - значення функції корисності для альтернативи A_i .

Приклад 2.2. Проілюструємо використання метода на основі приклада. Застосуємо вхідні дані, що наведені в табл 7.2.1. Зформулюємо задачу: з трьох варіантів спорудження об'єкту A_4, A_5, A_6 , що увійшли до множини Парето (див. приклад 1. та рис. 7.2.1.), вибрати найкращий, вважаючи, що ОПР визначив - критерії T і S мають однакову значущість.

Враховуючі на те, що критерії мають різні одиниці вимірювання, приведемо критеріальні показники варіантів до відносного вигляду згідно з (7.2.4):

$$T(A_4) = \frac{12-9}{15-9} = 0.5; \quad S(A_4) = \frac{3.9-3.7}{4.7-3.7} = 0.2;$$

$$T(A_5) = \frac{15-9}{15-9} = 1; \quad S(A_5) = \frac{3.7-3.7}{4.7-3.7} = 0;$$

$$T(A_6) = \frac{9-9}{15-9} = 0; \quad S(A_6) = \frac{4.5-3.7}{4.7-3.7} = 0.6.$$

Визначемо функцію корисності для кожного варіанту:

$$v(A_4) = T(A_4) + S(A_4) = 0.5 + 0.2 = 0.7;$$

$$v(A_5) = T(A_5) + S(A_5) = 1 + 0 = 1;$$

$$v(A_6) = T(A_6) + S(A_6) = 0 + 0.6 = 0.6.$$

Найкращий варіант A^* повинен відповідати умові:

$$\min_i \{ v(A_4), v(A_5), v(A_6) \}$$

і визначається як A_6 .

7.5 Метод лінійної згортки критеріїв

Якщо ОПР визначає різну значущість критеріїв і вона однакова на всьому діапазоні їх зміни, один з найбільш розповсюджених методів, що може бути запропонований – метод, що базується на принципі лінійної згортки критеріїв:

$$V_i = \sum_{j=1}^n \alpha_j f_j(A_i) \quad (7.5.1)$$

де α_j - значущість («удільна вага», ступень важливості) критерію f_j .

Функція (2.6) має більш загальний характер, ніж (2.3). При умові однакової значущості критеріїв (при рівності значень всіх α_j одиниці) вираз (2.6) перетворюється на вираз (2.3).

В даному методі важливою умовою його ефективності є адекватне визначення «удільної ваги» критеріїв. Найбільш розповсюджені шляхи їх визначення – розрахунковий або на основі експертних оцінок.

Розрахунковий шлях базується на можливості умовного приведення оціночних показників варіантів до загальної одиниці вимірювання ефективності рішень. Приведемо приклад визначення α_j розрахунковим шляхом.

Допустимо, що існує об'єкт промислового будівництва, у якого альтернативи проектних конструктивно-технологічних рішень визначають множину варіантів, що відрізняються за критеріями: терміни спорудження об'єкта (T) та його вартість (C). На рис. 7.5.1. відображено критеріальний простір альтернатив з визначенням координат варіантів. Оптимальному рішенню по тривалості відповідає точка A_1 , по вартості - A_6 . Розрахунковим шляхом привести до єдиного критерію можна приведенням критеріїв до однієї грошової одиниці вимірювання. При цьому пропонується розрахувати економічний ефект, що досягається завдяки скороченням термінів будівництва. Цей ефект може бути визначений наступним чином:

$$E = E_\phi + E_e; \quad (7.5.2)$$

де E_ϕ - економічний ефект, що досягається за рахунок скорочення незавершеного будівництва ($E_\phi = w_\phi(t)$);

E_e - економічний ефект, що досягається за рахунок прискорення введення об'єкта в експлуатацію ($E_e = w_e(t)$).

В цьому випадку вираз (7.5.2) може бути представлений у вигляді:

$$V_i = \alpha_c C_i + \alpha_t (T_e - T_i)_i \quad (7.5.3)$$

де α_c - «удільна вага» критерію вартість, $\alpha_c = 1$;

C_i - вартість робіт при варіанті i ;

α_t - «удільна вага» критерію тривалість будівництва;

$\alpha_t = E_\phi + E_e$;

$(T_e - T_i)$ - скорочення термінів будівництва в порівнянні з еталонним варіантом.

На рис. 7.5.1 графічно з врахуванням залежностей $w_\phi(t)$ і $w_\delta(t)$ скоректовано координати варіантів проекту та знайдений оптимальний варіант $A^* = A_1'$, при якому v приймає мінімальне значення.

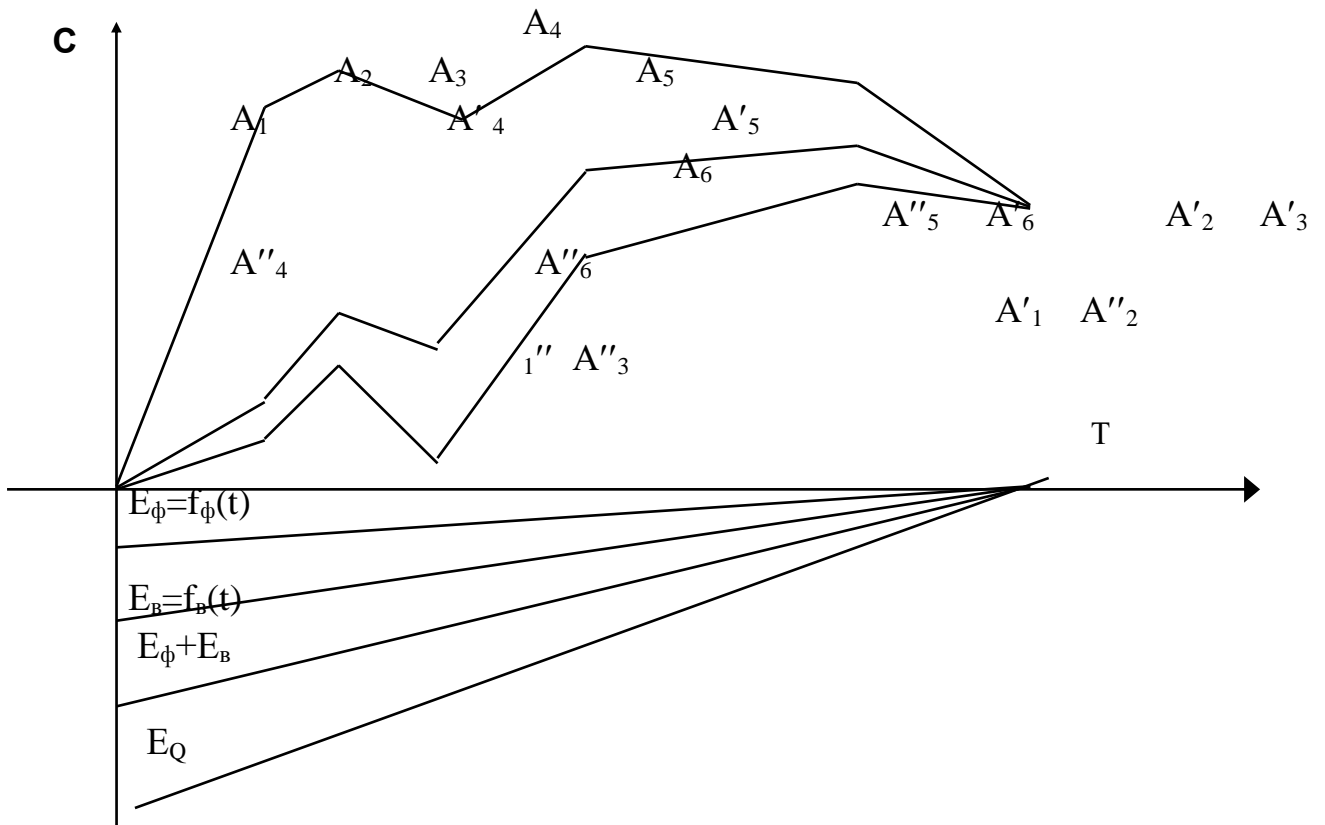


Рис.7.5.1. Лінійна згортка критеріїв оцінки конструктивно-технологічних варіантів проекту будівництва

Аналогічно можна порівняти «удільну вагу» інших критеріїв. Наприклад, критеріїв вартості (C) та трудомісткості (Q) робіт. Для цього пропонується оцінити економічний ефект, що досягається при зниженні трудомісткості робіт за рахунок величини накладних витрат (Eq_i):

$$Eq_i = H_\delta B \frac{(Q_i - Q_\delta)}{Q_\delta} ; \quad (7.5.4)$$

де Eq_i - економічний ефект від знижки трудомісткості робіт при i -тому варіанті;

H_δ - сума накладних витрат при еталонному варіанті;

B - доля умовно-постійної частини накладних витрат;

Q_i - трудомісткість виконання робіт при i -тому варіанті;

Q_0 - трудомісткість виконання робіт при еталонному варіанті.

При цьому величина $\alpha_Q = H_0 * B / Q_0$ може розглядатися як «удільна вага» критерію трудомісткості робіт.

Варіант A_3'' є оптимальним з врахуванням лінійної згортки трьох критеріїв: C, T, Q (див. рис. 7.5.1).

Розрахунковий шлях визначення порівняної значущості критеріїв реальний в умовах, коли різні властивості і відповідні їм критеріальні показники можна звести до їх грошових еквівалентів. Це ілюструє і наведений приклад. А коли треба враховувати різні властивості без перетворень в грошові еквіваленти? Для цього пропонується **шлях експертного визначення** «удільної ваги» критеріїв. Методи визначення ваги критеріїв експертним шляхом різноманітні. Це і ранжування критеріальних показників, їх попарне порівняння або безпосереднє оцінювання. Врахування погляду різних фахівців позитивно впливає на адекватність оцінок. Шлях експертного визначення значущості критеріїв при якісній організації цієї роботи дозволяє враховувати при виборі варіантів різні не зовсім формалізовані фактори, що можуть суттєво впливати на пріоритет критеріїв. Ці фактори можуть відображати технічну, соціально-економічну ситуацію в суспільстві, в галузі; тактику та стратегію замовника будівництва, проектною чи будівельною організацією, галузі тощо. При цьому важливо, щоб в оцінці порівняльної важливості критеріїв приймали участь особи, що компетентні в визначенні пріоритетів прийняття рішень.

Приклад 3. Проілюструємо використання метода лінійної згортки критеріїв на основі приклада. Застосуємо вхідні дані, що наведені в табл. 7.2.1. Зформулюємо задачу: з трьох варіантів спорудження об'єкту A_4, A_5, A_6 , що увійшли до множини Парето (див. приклад 1 та рис. 7.2.1) вибрати найкращий, вважаючи, що ОПР визначив - критерії T і S мають різну значущість. При цьому встановлено: $\alpha_T = 0.4; \alpha_S = 0.6$.

Враховуючі на те, що критерії мають різні одиниці вимірювання, при визначенні функцій корисності будемо застосовувати критеріальні показники варіантів в відносному вигляді (див. приклад 2) :

$$v(A_4) = \alpha_t T(A_4) + \alpha_s S(A_4) = 0.4 \times 0.5 + 0.6 \times 0.2 = 0.32;$$

$$v(A_5) = \alpha_t T(A_5) + \alpha_s S(A_5) = 0.4 \times 1 + 0.6 \times 0 = 0.4;$$

$$v(A_6) = \alpha_t T(A_6) + \alpha_s S(A_6) = 0.4 \times 0 + 0.6 \times 0.6 = 0.36.$$

Найкращий варіант A^* згідно з умовою :

$$\min_i \{ v(A_4), v(A_5), v(A_6) \}$$

визначається як A_4 .

7.6 Метод справедливого компромісу

Згортка критеріїв - досить розповсюджений та логічно виправданий метод розв'язання багатокритеріальних задач вибору. Його можливим недоліком може стати існування в ньому спроможності компенсації недопустимо малих (або великих) значень одних критеріїв достатньо великими (малими) значеннями інших. Так, наприклад, якщо варіанти будівництва характеризуються двома критеріями: технічна надійність споруди та час виконання робіт, то висока швидкість будівництва формально може компенсувати недопустимо низьку (близьку до нуля) надійність споруди.

Для запобігання таких випадків може бути рекомендовано застосувати близький за змістом до згортки критеріїв - принцип справедливого компромісу:

$$V_i = \prod_j^n f_j'(A_i) \quad (7.6.1)$$

7.7 Метод ідеальної точки

Метод ідеальної точки за умовами застосування близький до метода рівномірної оптимізації - він орієнтований на розв'язання

багатокритеріальної задачі в умовах рівної значущості критеріїв вибору. Особливість метода полягає в тому, що ОПР надається можливість оцінки всієї множини альтернатив шляхом їх порівнянням з таким ідеальним варіантом, який би склався, коли всі критерії мали би найкраще значення з спектру приведених вихідних даних.

Надамо пояснення. Нехай на множині альтернатив A задані n критеріїв. В просторі векторних оцінок R^n знаходиться ідеальна точка (точка утопії) $w = \{w_1, w_2, w_j \dots, w_n\}$, де w - min (при негативно орієнтованих критеріях) або max (при позитивно орієнтованих критеріях) $f_j(A_i)$. Таким чином, варіант $f_j(A_i) = w_j, j = 1, n$; був би ідеальним рішенням. Найкращою альтернативою буде вважатися та, у якої координати в критеріальному просторі мають найближчу векторну відстань від ідеальної точки w . Таким чином функція корисності визначається векторною відстанню до ідеальної точки. Це дозволяє легко підпорядкувати альтернативи та вибрати найкращу.

Приклад 4. Проілюструємо використання метода на основі приклада. Застосуємо вхідні дані, що наведені в табл 7.2.1. Зформулюємо задачу: з трьох варіантів спорудження об'єкту A_4, A_5, A_6 , що увійшли до множини Парето, (див. приклад 1 та рис. 7.2.2) вибрати найкращий з застосуванням метода ідеальної точки, вважаючи, що ОПР визначив - критерії T і S мають рівну значущість.

Для двох критеріїв функція корисності рішення буде мати вигляд:

$$v(A_i) = \sqrt{(T(A_i) - w_T)^2 + (S(A_i) - w_S)^2} \quad (7.7.1)$$

де w_T, w_S - координати ідеальної точки (у відносному вигляді) (див. приклад 2) за критеріями T та S відповідно, у нашому прикладі $w_T = 0; w_S = 0$.

$$v(A_4) = \sqrt{(0.5 - 0)^2 + (0.2 - 0)^2} = 0.53;$$

$$v(A_5) = \sqrt{(1 - 0)^2 + (0 - 0)^2} = 1;$$

$$v(A_6) = \sqrt{(0 - 0)^2 + (0.6 - 0)^2} = 0.6;$$

Найкращий варіант A^* згідно з умовою:

$$\min_i \{ v(A_4), v(A_5), v(A_6) \}$$

визначається як A_4 .

Вважаючи, що враховуються два критерія, задача має і графічне вирішення. На рис. 7.7.1а зображений критеріальний простір альтернатив множини Парето. Координати альтернатив визначені в відносному вигляді. З рисунку 7.7.1а видно, що варіант A_4 знаходиться на мінімальній відстані від ідеальної точки w .

Може бути поставлене питання об'єктивності цього підпорядкування. Однією з аксіом теорії прийняття рішень є аксіома незалежності вибору. Вона передбачає, що результат порівняння двох альтернатив A_1 та A_2 залежить тільки від них, а не від наявності або відсутності третьої альтернативи A_3 . Як легко можна бачити на рис. 7.7.5, метод ідеальної точки не відповідає аксіомі незалежності. Дійсно, при порівнянні двох альтернатив A_1 та A_2 векторна відстань від ідеальної точки w' менше у альтернативи A_2 . Альтернатива A_2 буде вважатися кращою від альтернативи A_1 . При введенні третьої альтернативи A_3 змінюються координати ідеальної точки w'' і порівняльний аналіз визначає перевагу альтернативи A_1 над альтернативою A_2 . Компенсує цей нелолік заміна ідеальної точки оптимальною.

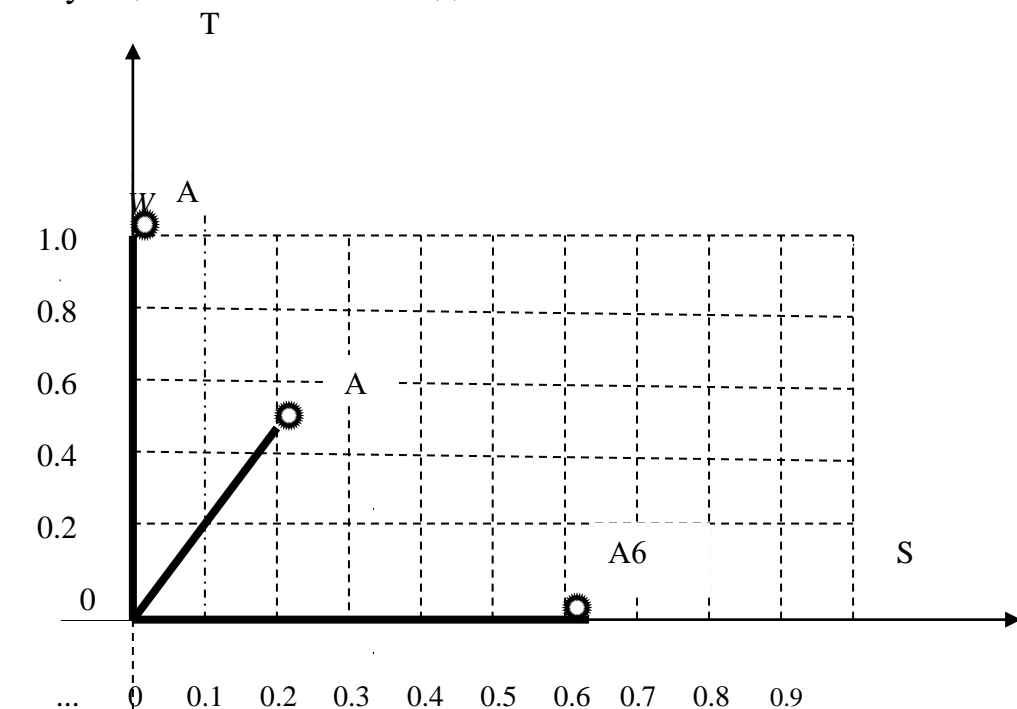


Рис. 7.7.1 а. Метод ідеальної точки

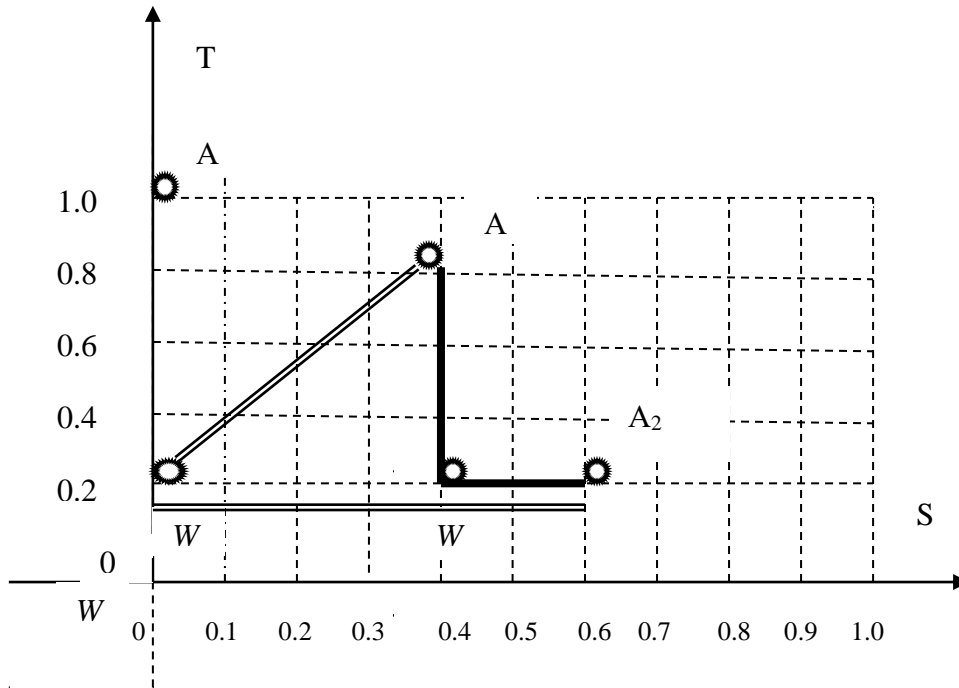


Рис. 7.7.1.б. Метод ідеальної точки. Порушення аксіоми незалежності.

7.8 Метод оптимальної точки

При прийнятті рішень ОПР може керуватися тим, що він знає бажані значення критеріальних показників. Останні визначають координати оптимальної точки в критеріальному просторі альтернатив. При цьому найкращим буде вважатися те рішення A^* , що векторно розміщено ближче до оптимальної точки. Метод оптимальної точки близький по змісту до метода ідеальної точки, але він ліквідує суттєвий недолік останнього - порушення аксіоми незалежності. Крім того, визначення ідеальної точки не має суттєвого обґрунтування, а визначення оптимальної точки відображає бажаний стан системи, що аналізується.

7.9. Метод головного критерію

При виборі рішень нерідко зустрічаються випадки, коли ОПР на всі критерії, крім одного, може накласти обмеження:

$$f_j(A_i) \leq (\text{або } \geq) f_{j\text{обм}}, \quad j = 2, n, \quad (7.9.1)$$

і шукати рішення A^* , що відповідає екстремальному значенню критерію $f_1(A_i)$. Вибір головного критерію ($f_1(A_i)$), а також значень $f_{j_{обм}}$ є функцією ОПР. Цей вибір умовний, і це може сказатися на об'єктивності розв'язання задачі. Так на рис. 7.9.1 проілюстровано, що при виборі головним критерієм T (тривалість будівництва) та обмеження C' (вартість будівництва) кращим варіантом є A_1 , в протилежному випадку - (головний критерій C , обмеження T') - варіант A_2 .

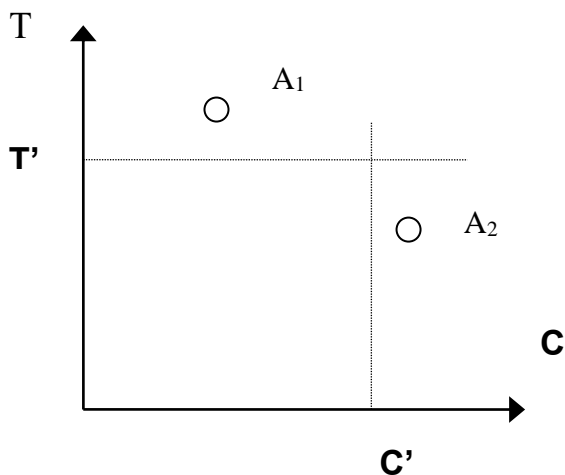


Рис.7.9.1. Вибір головного критерію

Приклад 5. Припустимо з множини альтернативних варіантів рішень, що наведені в таблиці 7.2.1 треба вибрати найкраще з умови, що головним критерієм буде вартість будівництва, а по критерію терміни будівництва накладено обмеження – тривалість не більше 11 місяців. З цих умов найкращий варіант буде A_6 .

Нерідко процес прийняття рішень із застосуванням метода головного критерію носить ітераційний характер. Дійсно, ОПР може визначати такі обмеження, що допустимого рішення просто не існує [жодна з альтернатив множини A не задовольняє (12)]. Тоді ОПР проводить роботу по формуванню нових альтернатив або повинен змінити обмеження. Навіть тоді, коли допустиме рішення існує, найкращий варіант може бути несподіваним для ОПР, бо він може мати значення критеріїв значно малі (або великі) в

порівняння з тими, що він очікує. Тоді обмеження теж потрібно змінювати та повторювати процедуру пошуку.

Екстремальне значення головного критерію залежить від рівня встановлених обмежень (12). Позначимо його $M_1(f_j \text{ обм})$, $j = 2, n$. У випадку необхідності проведення додаткових ітерацій пошуку рішень, що пов'язані зі зміною обмежень, ОПР було б корисно мати інформацію про швидкості зміни M_1 при послабленні одного з обмежень при фіксованості інших. Ці швидкості можна розглядати як часткові похідні $\frac{d}{df_j \text{ обм}} M_1(f_j \text{ обм})$ для $j = 2, n$. Враховуючи їх, ОПР має інформацію про $M_1(f_j \text{ обм})$ та $\frac{d}{df_j \text{ обм}} M_1(f_j \text{ обм})$ для $j = 2, n$, на основі якої може вирішувати питання про доцільність та шляхи подальших ітерацій пошуку рішень.

7.10 Метод додаткового критерію

Варіанти, що увійшли до множини Парето, оцінюються по якомусь додатковому критерію. Вибирається те рішення, що має найкраще значення по ньому.

Приклад 6. Припустимо з варіантів множини Парето (див. результати приклада 1) треба вибрати найкращий варіант за додатковим критерієм - трудомісткість робіт (табл.7.11.1)

За критерієм трудомісткості найкращий варіант буде A_4 .

7.11 Метод додаткової експертної оцінки

Метод додаткової експертної оцінки так само, як і метод додаткового критерію, базується на тому, що всі варіанти, що увійшли до множини Парето, вважаються однаково привабливими з точки зору критеріїв, що враховувались до цього.

Варіанти множини Парето поступають на експертну оцінку, за результатами якої на основі ранжування, попарного порівняння альтернатив, призначення варіантам балів чи пріоритетів вибирається найкращий варіант.

Таблиця 7.11.1

| Номер варіанта | Вартість будівництва, млн.гр S | Терміни будівництва, міс. T | Трудомісткість будівництва, чол./дн. |
|-------------------|---|--|--|
| A ₄ | 3.9 | 12 | 386 |
| A ₅ | 3.7 | 15 | 400 |
| A ₆ | 4.5 | 9 | 540 |

7.12 Методичні рекомендації до «РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ БАГАТЬОХ КРИТЕРІЇВ»

7.12.1 Короткі теоретичні відомості

Постановка задач прийняття рішень потребує встановлення правил, що дозволяють визначити якість можливих варіантів (альтернатив) проектування та управління будівництвом. Якщо порівняння ведеться на основі одного критерію, то найкраще рішення визначається з умов екстремального значення встановленого критерію. На практиці найбільш розповсюдженою є задача прийняття рішень з умов врахування багатьох критеріїв. Так, наприклад, з множини варіантів організаційно-технологічних рішень спорудження об'єктів треба вибрати найкращий на основі ряду показників (наприклад: терміни, вартість, трудомісткість тощо), що часто бувають навіть суперечливими. Бажано формалізувати правило вибору. В тому випадку, коли правило вибору F формалізоване, воно повинно бути описано деякою **функцією корисності** (функцією цінності) $v(f_1, \dots, f_j, \dots, f_n)$, де $\{f_j\}$ – множина критеріїв, що враховуються. Під функцією корисності будемо розуміти таку, що дозволяє кожному варіанту рішення A_i привести у відповідність деяке дійсне число v_i , що відображає ступінь його переваги в порівнянні з іншими.

Тоді альтернатива A_1 вважається кращою від альтернативи A_2 , якщо :

$$v_1(f_1, \dots, f_j, \dots, f_n) > (<) v_2(f_1, \dots, f_j, \dots, f_n), \quad (7.12.1)$$

При цьому задача вибору зводиться до знаходження такого варіанта, для якого $v(f_1, \dots, f_j, \dots, f_n) \rightarrow \text{extr}$.

Визначення $v(f_1, \dots, f_j, \dots, f_n)$ дозволяє перейти від порівняння окремих властивостей альтернатив, що відповідають встановленим критеріям, до порівняння їх в цілому по сукупності властивостей.

Визначені критерійні оцінки можуть бути числовими (повністю визначеними, з імовірною визначеністю, невизначені) або мати якісний характер; їх значущість у порівнянні одного з одним може бути постійною або змінюватись залежно від значення критеріїв при різних умовах прийняття рішень, формування функції корисності бути повністю формалізованим або ні.

У рамках розв'язання практичної задачі будуть розглядатися формалізовані методи прийняття рішень на основі визначення варіантів множини Парето [1; 2; 7] та із застосуванням найбільш розповсюджених методів: рівномірної оптимізації, лінійної згортки критеріїв, ідеальної та оптимальної точки, головного та додаткового критерію [1; 2; 7].

7.12.2 Мета-розв'язання задач прийняття рішень на основі багатьох критеріїв у визначених вище умовах.

7.12.3 Зміст заняття. Студент отримує опис однієї із систем прийняття рішень в галузі будівництва або: організаційно-технологічна підготовка будівництва; виконання проектних рішень будівництва; формування «портфелю замовлень» та плану роботи; оцінка варіантів розкладу задач;.

На основі заданої задачі необхідно виконати такі етапи:

- проаналізувати зміст побудови системи, при якому визначити: критерії та обмеження прийняття рішень; спрямованість кожного критерію та обмеження; ступінь значущості кожного критерію тощо;
- побудувати модель «чорної скриньки» системи, в якій відображається її назва, перелік вхідної інформації, необхідної для її реалізації та її джерела; перелік вихідної інформації, що повинна бути отримана в результаті реалізації;

- запропонувати моделі та методи прийняття рішень на основі багатьох критеріїв;
- побудувати дерево функцій, необхідних для реалізації системи обраним методом;
- побудувати інфологічну модель предметної області; побудувати ієрархічні моделі інформаційної технології розв'язання задач системи на основі обраного методу одним із заданих підходів їх побудови [2; 4; 5]: DFD-моделі (моделі потоків даних, нотації Йодана, нотації Гейна-Сарсона), SADT-моделі, діаграми прецедентів, структурно-часові схеми, операційні діаграми.
 - опис специфікацій процесів (постановок задач);
 - провести застосування всіх етапів запропонованої інформаційної технології з метою вибору найбільш ефективного варіанта рішень.

7.12.2 Приклад реалізації задачі прийняття рішень за вибором найбільш ефективного варіанта організаційно-технологічних рішень будівництва об'єкта

При організаційно-технологічній підготовці будівництва необхідно обрати найкращий варіант з врахуванням таких критеріїв: терміни виконання робіт T їх собівартість S , організаційно-технічний рівень результатів ОТР (якісний критерій). При альтернативному проектуванні сформовано сім можливих варіантів рішень, дані за якими подані в табл. 7.12.1. Задані обмеження по кожному критерійному показнику: по часу 20 міс., по собівартості до 15 млн грн., по організаційно-технічному рівню результатів 0,9.

Таблиця 7.12.1

| Варіанти ОТП | Критерійні показники | | |
|-------------------|----------------------|------------|-----|
| | T, міс | S, млн грн | OTR |
| A ₁ | 10 | 10 | 0,9 |
| A ₂ | 12 | 9 | 1 |
| A ₃ | 11 | 8 | 1 |
| A ₄ | 9 | 11 | 0,8 |
| A ₅ | 10 | 9 | 0,9 |
| A ₆ | 14 | 9 | 1 |
| A ₇ | 18 | 7 | 1 |
| Напрямок критерію | min | min | max |

Процес 1. На основі даних визначити підмножину варіантів, що відповідають встановленим обмеженням. До них належать *A1, A2, A3, A5, A6, A7*. Варіант *A4* не відповідає обмеженню по OTR.

Процес 2. Визначення варіантів множини Парето. До них належать *A3, A5, A7*.

Процес 3. Укрупнений процес визначення функції корисності кожного варіанта множини Парето і вибір найкращого варіанта. Цей процес складається:

Процес 3.1. Переводимо значення критерійних показників по варіантах множини Парето в нормалізований вигляд [2]:

| | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| $T_3 = \frac{18-11}{18-9} = 0,78$ | $S_3 = \frac{11-8}{11-7} = 0,75$ | $OTR_3 = \frac{1-0,8}{1-0,8} = 1$ |
| $T_5 = \frac{18-10}{18-9} = 0,89$ | $S_5 = \frac{11-9}{11-7} = 0,5$ | $OTR_5 = \frac{0,9-0,8}{1-0,8} = 0,5$ |
| $T_7 = \frac{18-18}{18-9} = 0$ | $S_7 = \frac{11-7}{11-7} = 1$ | $OTR_7 = \frac{1-0,8}{1-0,8} = 1$ |

Процес 3.2. Визначення ступеня важливості кожного критерію. Було проведено експертне оцінювання [1; 2; 3; 5]. Визначено: $0.3; =\alpha$ T $0.5; =\alpha$ S $0.2 =\alpha$ OTR .

Процес 3.3. Визначення функції корисності кожного варіанта [2; 7]:

$$V3=0.3\cdot 0.78+0.5\cdot 0.75+0.2\cdot 1=0.81;$$

$$V5=0.3\cdot 0.89+0.5\cdot 0.5+0.2\cdot 0.5=0.69;$$

$$V7=0.3\cdot 0+0.5\cdot 1+0.2\cdot 1=0.7$$

Найкращим варіантом рішень буде варіант A_3 , функція корисності якого має максимальне значення.

7. Прийняття рішень на основі багатьох критеріїв.

1 Короткі теоретичні відомості викладені в розділі 7.1

2 Мета-розв'язання задач прийняття рішень на основі багатьох критеріїв у визначених вище умовах на основі програмної реалізації задач в системі Microsoft Excel.

3 Зміст приклада- прийняття рішень на основі багатьох критеріїв. Задача оцінити та обрати найкращий варіант зміст задачі, склад критеріїв та метод реалізації заданий в таблиці. Значення критеріїв в відповідних одиницях вимірювання та вага критеріїв встановлюється самостійно. На основі заданого прикладу необхідно виконати такі етапи:

1). Знайомство із змістом поставленої задачі та теоретичними основами її розв'язання.

2). Опис критеріїв прийняття рішень. При описі критеріїв задається:

- назва критерію;
- одиниця вимірювання;
- напрям оптимізації кожного критерію;
- напрям оптимізації загального рішення;
- вага критерію;
- діапазон значень критеріїв в нормалізованому вигляді.

Приклад можливого опису критеріїв прийняття рішень по вибору варіанта організаційно - технологічних рішень наведений в табл. 7.13.1

Таблиця 7.13.1

Критерії прийняття рішень

| | | | |
|---------------------------------|-----------|--------|------|
| Діапазон нормалізованих значень | | 2 | 5 |
| Критерій | Од.вимір. | Напрям | Вага |
| Терміни | місяць | 1 | 0,3 |
| Вартість | тис.гр | 1 | 0,4 |
| Технологічність | бали | 2 | 0,3 |

3) Задання значень критерійних показників об'єктів оцінювання. Так в нашому прикладі комплексній багатокритерійній оцінці на основі встановленому списку критеріїв належать п'ять проектів (табл. 7.13.2).

Таблиця 7.13.2

| Об'єкти | Значення критеріїв | | |
|----------|--------------------|----------|--------------|
| | Терміни | Вартість | Технологічні |
| Проект 1 | 20 | 270 | 0,8 |
| Проект 2 | 18 | 270 | 0,7 |
| Проект 3 | 15 | 300 | 0,75 |
| Проект 4 | 22 | 290 | 0,88 |
| Проект 5 | 17 | 399 | 0,7 |

4). Оцінка діапазону значень критеріїв для застосування метода лінійної нормалізації (табл. 7.13.3)

Таблиця 7.13.3

| Об'єкти | Значення критеріїв | | |
|-----------------------|--------------------|----------|--------------|
| | Терміни | Вартість | Технологічні |
| Проект 1 | 20 | 270 | 0,8 |
| Проект 2 | 18 | 270 | 0,7 |
| Проект 3 | 15 | 300 | 0,75 |
| Проект 4 | 22 | 290 | 0,88 |
| Проект 5 | 17 | 399 | 0,7 |
| Максим. Знач. критер | 22 | 399 | 0,88 |
| Мінім. знач. Критерію | 15 | 270 | 0,7 |
| Діапазон значень | 7 | 129 | 0,18 |

5). Встановлення проміжних даних для нормалізації значень критеріїв (табл. 7.13.4).

6). Встановлення нормалізованих значень критеріїв та розрахунок функції корисності кожного рішення за заданим методом багатокритеріального оцінювання. В нашому прикладі застосований метод лінійної згортки (табл. 7.13.4).

7). Представлення діаграми порівняльної оцінки кожного об'єкту оцінювання за кожним критерієм

8). Представлення діаграми комплексної багатокритеріальної порівняльної оцінки об'єктів

9). Прийняття рішень відповідно встановленому завданню. В нашому випадку – вибір найкращого рішення. Це проект 3.

Таблиця 7.13.4

Проміжні дані для нормалізації значень критеріїв

| Об'єкти | Відхил.термінів | | | Відхилення вартості | | | Відхилення по технологічності | | |
|----------|-----------------|---------|----------|---------------------|---------|----------|-------------------------------|---------|----------|
| | від max | від min | Прийняте | від max | від min | Прийняте | від max | від min | Прийняте |
| Проект 1 | 2 | 5 | 2 | 129 | 0 | 129 | 0,08 | 0,1 | 0,1 |
| Проект 2 | 4 | 3 | 4 | 129 | 0 | 129 | 0,18 | 0 | 0 |
| Проект 3 | 7 | 0 | 7 | 99 | 30 | 99 | 0,13 | 0,05 | 0,05 |
| Проект 4 | 0 | 7 | 0 | 109 | 20 | 109 | 0 | 0,18 | 0,18 |
| Проект 5 | 5 | 2 | 5 | 0 | 129 | 0 | 0,18 | 0 | 0 |

Таблиця 7.13.5

| Об'єкти | Нормалізовані значення критеріїв | | | Функція корисності |
|----------|----------------------------------|-------------|--------------|--------------------|
| | Терміни | Вартість | Технологічні | |
| Проект 1 | 2,857142857 | 5 | 3,666666667 | 3,957142857 |
| Проект 2 | 3,714285714 | 5 | 2 | 3,714285714 |
| Проект 3 | 5 | 4,302325581 | 2,833333333 | 4,070930233 |
| Проект 4 | 2 | 4,534883721 | 5 | 3,913953488 |
| Проект 5 | 4,142857143 | 2 | 2 | 2,642857143 |

Такий план має деталізуватися на етапі оперативного планування, а метою оптимальності діяльності будівельної організації.

7.14 Метод ранжування

7.14.1 Визначення найкращого варіанту на основі одного критерію

Змістовна постановка задачі може бути сформульована наступним чином. З множини існуючих варіантів рішень треба вибрати найкращий з врахуванням однієї властивості, що характеризується відповідним якісним критерієм.

Для розв'язання цієї задачі методом ранжування експертам може бути запропоновано порівняти варіанти альтернативних рішень на основі врахування окремої властивості l . При цьому кожному варіанту експерт повинен присвоїти ранг (номер), що підвищується з убаванням властивості, що оцінюється.

Нехай є n варіантів рішень, окрему властивість l яких оцінює m експертів. Обозначим через X_{ij}^l ранг l -тої властивості j -того варіанту в оцінці i -того експерта. Сума рангів у ранжуванні i -того експерта:

$$X_i^l = \sum_{j=1}^n X_{ij}^l = 0.5n(n+1) \quad (7.14.1)$$

Якщо експерт однаково оцінює декілька варіантів, то їм повинні бути привласнені однакові ранги. При цьому для можливості використання математичного апарату методу, необхідно дотримуватися наступного правила - однаковим в оцінці варіантам він надає ранг, що рівний середньому арифметичному значенню місць, що між собою поділяють. У результаті опитувань експертів будується матриця X^l що відображають результати оцінок експертами об'єктів по властивості l . Елементом матриці буде значення X_{ij}^l .

Найкращий варіант A^* буде той, що відповідає умові:

$$\min_j \{X^l_j\}, \quad (7.14.2)$$

де X^l_j – сумарний ранг j -того варіанту по властивості l .

$$X^l_j = \sum_{i=1}^m X^l_{ij}. \quad (7.14.3)$$

Необхідний етап опрацювання результатів опитування - оцінка узгодженості думок експерта. Для цього визначається значення коефіцієнта конкордації (згоди) K^l [9,12]:

$$K^l = \frac{12 S^l}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m T_i^l} \quad (7.14.4)$$

при цьому $0 \leq K^l \leq 1$;

$$S^l = \sum_{j=1}^n d_j^l; \quad d_j^l = \left(X_j^l - X_{cp} \right)^2; \quad X_{cp} = 0.5 m (n + 1); \quad (7.14.5)$$

$$T_i^l = \sum_{\mu=1}^m \left(t_{\mu_i}^3 - t_{\mu_i} \right),$$

де $t_{\mu i}$ - число повторень μ - рангу в ранжуванні i -го експерта.

При повній узгодженості думок експертів при оцінці варіантів по властивості l коефіцієнт конкордації K^l дорівнює одиниці, а при повній розлагодженості - нулю. Розглянемо приклад на рис. 7.14.1.

Розраховуємо коефіцієнт конкордації для випадку повної погодженості думок експертів (див. рис. 7.14.1 а):

$$K^1 = (12(3-6)^2 + (6-6)^2 + (9-6)^2) / 9(27-3) = 1.$$

Розраховуємо коефіцієнт конкордації для випадку повної розлагодженості думок експертів (див. рис. 7.14.1 б):

$$K^1 = (12(6-6)^2 + (6-6)^2 + (6-6)^2) / (9(27-3) - 3(27-3)) = 0.$$

В реальних умовах K^1 знаходиться в межах від нуля до одиниці, і по його значенню можна судити про більшу або меншу узгодженість думок експертів.

Думки експертів можна вважати узгодженими, якщо $K^1 > 0.55$.

Узгодженість думок експертів можна оцінити на основі більш детального аналізу, метод проведення якого запропонований у роботі [12]. Він засновується на наступному. Всі можливі значення ранжування вважається рівно ймовірними. Тому значенням K^1 може бути приведена в відповідність деяка статистика Y при випадковому порядку варіантів в ранжуванні, що залежить від значень m та n . Висувається Ну гіпотеза про те, що думки експертів разлагоджені. Статистика Y має дві області значень: критичну область та область прийняття гіпотези. Критична область – це сукупність значень Y , для яких Ну гіпотезу відкидають. Область прийняття гіпотези включає в себе ті значення Y , при яких гіпотезу приймають.

| Експерт | Варіант 1 | Варіант 2 | Варіант 3 |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 1 | 2 | 3 |
| 3 | 1 | 2 | 3 |

а)

| Експерт | Варіант 1 | Варіант 2 | Варіант 3 |
|---------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 1 | 2 | 3 |
| 2 | 3 | 2 | 1 |
| 3 | 2 | 2 | 2 |

б)

Рис.7.14.1 Результати ранжування експертами трьох варіантів по одній властивості.

Головний принцип перевірки гіпотези - якщо розраховане значення Y_p належить критичній області, то гіпотезу відкидають. Як правило, для

перевірки H_0 гіпотези використовують критичні точки розподілення $Y_{кр}$. Критичними називаються точки, що відокремлюють критичну область від області прийняття гіпотези. Якщо $Y_p \geq Y_{кр}$, то H_0 гіпотезу відкидають, думки експертів вважають узгодженими. При перевірці H_0 гіпотези треба враховувати імовірність помилки α , що передбачає ситуацію, коли вірна гіпотеза H_0 буде відкинута. Найчастіше враховують такі значення α : 0.1; 0.05; 0.01.

В залежності від значень m та n Y_p розраховують по різних формулах і його значення порівнюється з $Y_{кр}$, що визначається на основі різних розподілень (табл. 7.14.1)

Приклад 1. Припустимо треба вибрати найкращий з сьома варіантів проекту спорудження об'єкту за критерієм реальності реалізації. В результаті опитування восьми експертів побудована наступна матриця ранжування (табл.7.14.2).

Таблиця 7.14.1

| n | m | Y_p | Розподілення, що рекомендується; |
|----------------------------|---|-------------------------------|--|
| 3 4 5 6 7 7 | 2...15 2...8 2...8 2...8 7 8 | $Y^{(1)}$ | Таблиці критичних значень (ГОСТ 23584-81) |
| ≥ 20 | ≥ 13 | $Y^{(1)}$ | χ^2 - розподілення зі ступенем свободи $\nu = n-1$ |
| $7 \geq n \geq 19$ | ≥ 13 | $Y^{(2)}$ | F-розподілення Фішера зі ступенем свободи $\nu_1 = n-1$; $\nu_2 = (n-1)(m-1)$ |
| ≤ 7 | ≥ 8 | $0.5[Y^{(1)} + (n-1)Y^{(2)}]$ | χ^2 - розподілення зі ступенем свободи $\nu = n-1$; F-розподілення Фішера зі ступенем свободи $\nu_1 = n-1$; $\nu_2 = (n-1)(m-1)$; $Y_{кр} = 0.5[\chi^2 + (n-1)F]$ |

| | | | |
|---------------|--------------------|-------------------------------------|--|
| ≥ 8 | $7 \geq m \geq 12$ | $Y^{(2)}$ | F-розподілення Фішера зі ступенем свободи $\nu_1 = n-1$; $\nu_2 = S^2 / [(m-1) \sum_{j=1}^n v_j^2] - (m-1)$, де $S = (m-1) \sum_{j=1}^n v_j$, $v_j = 1/(m-1) \sum_{i=1}^m (Y_{ij} - Y_{j\text{ср}})^2$; $Y_{j\text{ср}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Y_{ij}$ |
| ≥ 8 7 | 3...6 2...6 | $0.5[Y^{(1)} + (m-1)(n-1) Y^{(2)}]$ | χ^2 - розподілення зі ступенем свободи $\nu = n-1$; F-розподілення Фішера зі ступенем свободи $\nu_1 = n-1$; $\nu_2 = (n-1)(m-1)$; $Y_{кр} = 0.5[\chi^2 + (m-1)(n-1)F]$ |

Перевіримо узгодженість думок експертів. Для визначення коефіцієнта конкордації (4.3.) треба розрахувати значення $X_{ср}$, S та T_i . (14.4).

$$X_{ср} = 0.5m(n+1) = 0.5 \cdot 8 \cdot 8 = 32;$$

$$S = (12-32)^2 + (35-32)^2 + (37-32)^2 + (49-32)^2 + (13-32)^2 + (23-32)^2 + (55-32)^2 = 1334$$

$$T_1 = 2^3 - 2 = 6;$$

$$T_2 = 0;$$

$$T_3 = (2^3 - 2) + (2^3 - 2) = 12;$$

$$T_4 = 0;$$

$$T_5 = 2^3 - 2 = 6;$$

Примітка 1. $Y^{(1)} = m(n-1)K^1$; $Y^{(2)} = [(m-1)Y^{(1)}] / [m(n-1) - Y^{(1)}]$.

Примітка 2. Значення розподілення χ^2 наведені в таблиці Д1.1 (додаток 1), розподілення Фішера - в табл. Д1.2 (додаток 1).

$$T_6=(2^3-2)+(2^3-2)=12;$$

$$T_7=0;$$

$$T_8=0$$

$$K = \frac{12 \times 1334}{8^2(7^3 - 7) - 8(6 + 0 + 12 + 0 + 6 + 12 + 0 + 0)} = 0.753 .$$

Згідно з табл. 7.14.1 значення Y_p розраховується по формулі:

$$Y_p = 0.5[Y^{(1)} + (n-1) Y^{(2)}] = 0.5 \times (42 + 6 \times 49) = 168,$$

де $Y^{(1)} = m(n-1)K = 8 \times 6 = 42$; $Y^{(2)} = [(m-1)Y^{(1)}] / [m(n-1) - Y^{(1)}] = 7 \times 42 / (8 \times 6 - 42) = 49$.

$$Y_{кр} = 0.5[\chi^2 + (n-1)F] = 0.5(16.8 + 6 \times 7.14) = 29.82,$$

де значення χ^2 та F встановлені згідно з таблицею Д1.1 (додаток 1) та таблицею Д2.1 (додаток 2) при значенні $\alpha = 0.01$.

Матриця ранжування варіантів проекту

Таблиця 7.14.2

| Експерт | Варіанти проекту | | | | | | |
|-----------|------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 1 | 4 | 5 | 6 | 2.5 | 2.5 | 7 |
| 2 | 2 | 4 | 5 | 6 | 1 | 3 | 7 |
| 3 | 1.5 | 5 | 4 | 6.5 | 1.5 | 3 | 6.5 |
| 4 | 2 | 4 | 5 | 6 | 1 | 3 | 7 |
| 5 | 1 | 4 | 5 | 6 | 2.5 | 2.5 | 7 |
| 6 | 1.5 | 5 | 4 | 6.5 | 1.5 | 3 | 6.5 |
| 7 | 2 | 4 | 5 | 6 | 1 | 3 | 7 |
| 8 | 1 | 5 | 4 | 6 | 2 | 3 | 7 |
| Xj | 12 | 35 | 37 | 49 | 13 | 23 | 55 |

Думки експертів вважаються достатньо погодженим, тому що $Y_p > Y_{кр}$
 Таким чином найкращим варіантом згідно з умовою (4.2) буде перший.

7.14.2 Визначення найкращого варіанту на основі багатьох якісних критеріїв

У випадку необхідності порівняння альтернативних варіантів рішень на основі кількох властивостей, що мають якісний характер, буде побудовано L матриць ранжування, (де L – число властивостей, що враховуються). Головна мета розв’язання задачі – знайти найкращий варіант рішень, що найбільш повно відповідає всім встановленим властивостям. Для вирішення цієї задачі може бути запропонований шлях введення штучних числових оцінок відповідності варіантів властивостям, що розглядаються. В якості таких оцінок, наприклад, можуть розглядатися сумарні ранги кожного варіанта $\{X_j^l\}$. Значення X_j^l залежить від числа експертів, що приймають участь в опросі. Допустима ситуація, коли при порівнянні варіантів по різних властивостям може приймати участь різна кількість експертів. Тому може бути доцільним перевести ранги варіантів в деякий загальний для всіх властивостей діапазон можливих значень. Припустимо буде заданий діапазон значень від u_{\min} до u_{\max} . При чому u_{\max}^l присвоюється найкращому варіанту рішень по кожній властивості (варіанту з мінімальним значенням X_j^l), u_{\min}^l – найгіршому варіанту рішень по кожній властивості (варіанту з максимальним значенням X_j^l). Тоді перетворений ранг варіантів може бути визначений наступним чином:

$$U_j^l = U_{\min} + \frac{x_{\max}^l - x_j^l}{X_{\max}^l - X_{\min}^l} (U_{\max} - U_{\min}), \quad (7.14.5)$$

де X_{\max}^l та X_{\min}^l відповідно максимальні та мінімальні сумарні ранги, що отримані при оцінці експертами варіантів по властивості l .

Найявність штучних оцінок варіанта по кожній властивості U_j^1 надає можливість використовувати методи пошуку рішень з застосуванням чисельних критеріїв.

7.14.3 Визначення значущості якісних критеріїв

В разі, коли на думку ОПР критерії мають різну значущість, на основі метода ранжування можна визначити “питому вагу” β_l (ступінь важливості) ($\sum_{l=1}^L \beta_l = 1$) кожного критерія. Для цього експертам може бути запропоновано проранжувати критерії. В результаті ранжування буде визначений сумарний ранг кожного критерію X_l . “Питома вага” критерію розраховується по формулі:

$$\beta_l = \frac{X'_l}{\sum_{l=1}^L X'_l}; \quad (7.14.6)$$

де X'_l – перетворений сумарний ранг критерію l ; $X'_l = nm - X_l$.

Приклад 2. Припустимо треба оцінити “питому вагу” наступних трьох критеріїв оцінки проектів спорудження об’єкту будівництва: реальність реалізації (R); конкурентоспроможність (K); тривалість реалізації проекту (T). В результаті опитування семи експертів побудована наступна матриця ранжування (табл. 7.14.3).

Таблиця 7.14.3

| Критерії | Експерти | | | | | | | X_l |
|----------|----------|---|---|---|---|---|---|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| R | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| K | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 13 |
| T | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 19 |

Визначаємо середній ранг критеріїв:

$$X_{\text{ср}} = 0.5 \times 7 \times 4 = 14.$$

Визначаємо дисперсію думок експертів S та значення $\sum_{i=1}^b T_i$ (4.4):

$$S = (10-14)^2 + (13-14)^2 + (19-14)^2 = 42;$$

$$\sum_{i=1}^b T_i = (3^3-3) + 0 + 0 + (3^3-3) + 0 + 0 + 0 = 48$$

Визначаємо коефіцієнт конкордації думок експертів (4.3):

$$K = \frac{12 \times 42}{7^2(3^3 - 3) - 7 \times 48} = 0.6$$

$K > 0.55$, тому вважаємо думки експертів достатньо погодженими.

Знаходимо перетворені ранги критеріїв:

$$X'_R = 7 \times 3 - 10 = 11; \quad X'_K = 7 \times 3 - 13 = 8; \quad X'_T = 7 \times 3 - 19 = 2.$$

Згідно з формулою (7.14.6) знаходимо “питому вагу” критеріїв:

$$\beta_R = \frac{11}{11+8+2} = 0.524; \quad \beta_K = \frac{8}{11+8+2} = 0.381; \quad \beta_T = \frac{2}{11+8+2} = 0.095$$

І відповідно кращий варіант.

Такий план має деталізуватися на етапі оперативного планування за критерієм оптимальності діяльності будівельної організації.

7.14.4 Методи Г.Тагучі в управлінні процесами

У практиці забезпечення якості відомі методи Тагучі, широковикористовувані спочатку в японській промисловості, а потім і в західних країнах. Ці методи передбачають загальний (тотальний) контроль якості на всіх стадіях життєвого циклу продукції. При цьому передбачається застосування гнучких технологій контролю, з його жорстким регламентованим плануванням виходячи з мінімуму втрат, як у виробника, так і у споживача. Метод Тагучі дозволяє проранжувати процеси за величиною можливих втрат, тобто виявити процеси потенційно найбільш збиткові для бізнесу в цілому. При цьому дані процеси можуть функціонувати досить ефективно.

В американській та європейській системах якості було прийнято вважати якісними такі деталі, розміри яких не виходять за рамки допусків. Тагучі прийшов до висновку про те, що будь-яке відхилення від номінального значення розміру призводить до втрат, які несе виробник або споживач. Причому, втрати зростають пропорційно квадрату відхиленням від цільового значення параметра, (характеристики).

Функція втрат має такий вигляд:

$$L = k (y - m)^2$$

L - втрати для суспільства (як для виробника, так і для споживача)

k - постійна втрат

y - реальне значення характеристики

m - цільове значення характеристики (5)

Тагучі сформулював ряд принципів, дотримання яких дозволяє забезпечувати високу якість продукції, що випускається:

1. Втрати - це збитки, заподіяні споживачеві і виробникові відхиленням від цільового значення.

2. Якість необхідно планувати, керуючи факторами зниження витрат. Для цього вводиться поняття сигналу і шуму. Сигнал – цільове значення параметра, шум - відхилення. Шуми поділяються на зовнішні і внутрішні. Зовнішні шуми - це варіації навколишнього середовища, особливості працівників, старіння, зношення обладнання. Внутрішні шуми - це-недержавні неполадки.

3. Усувати втрати найкраще на стадії проектування і перепроєктування.

4. Рішення, які не знижують витрат, ігноруються.

Методи Тагучі є статистичними методами, розвиненими Генічі Тагучі, щоб поліпшити якість товарів промислового призначення.

Професійні статистики вітали цілі і поліпшення, започатковані методами Тагучі, особливо розвитком проектів для вивчення - трансформаційних змін, але піддали критиці неефективність деяких пропозицій Тагучі

Робота Тагучі включає три основних внески в статистику:

- Функція втрат;
- Філософія офлайнного контролю якості;
- Інновації в плануванні експериментів.

Методи Тагучі для виробництва

Тагучі довів, що найкраща можливість усунути втрати під час планування продукту і його виробничого процесу.

Він розробив стратегію для якісної розробки, яка може використовуватися в обох контекстах. У процесу є три стадії:

- Системне проектування;
- Параметр (міра) дизайн;
- Дизайн терпимості

Системне проектування це - дизайн на концептуальному рівні, включаючи креативність та інновації. Дизайн параметра. Як тільки поняття встановлено, номінальна вартість різних розмірів і параметрів дизайну повинна бути встановлена, стадія проектування деталі звичайної розробки. Радикальне розуміння Тагучі було те, що точний вибір необхідних цінностей під зазначеними експлуатаційними вимогами системи. За багатьох обставин це дозволяє параметрам бути обраними, щоб мінімізувати ефекти на виготовлення та шкоду навколишньому середовищу Жорсткі вимоги до параметрів при проектуванні дозволяють оптимізувати параметри настройки і мінімізувати шумові ефекти.

7.15 ПОШУКИ ОСНОВНИХ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ БУДІВЕЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ, ДЖЕРЕЛ ТА ШЛЯХІВ ЇЇ ЕФЕКТИВНОГО РОЗВИТКУ

7.15.1 Типи організаційної культури

1. Телеономічна організаційна культура це інтегративна, об'єднуюча культура командної діяльності (один за всіх і всі за одного). Рівень усвідомлення і свідомого переходу від рівня виживання до рівня постійного вдосконалення (ISO 9001 – 2000 і рівень 200-300 балів за шкалою EFQM). На цьому рівні організація підтримує функціонування, забезпечує виживання, утримуючи і, по можливості, розширюючи свій сектор ринку.

Забезпечується керованість, стабільність функціонування, формулювання цілей і забезпечення ресурсів для їх досягнення.

2. Цілеспрямований рівень діяльності. Цей рівень характеризується високою якістю роботи і професіоналізму. Це ділова культура організації на рівні світових стандартів плюс напрямок, освоєння моделі досконалості, напрямок дії самовдосконалення (300-500 балів за шкалою EFQM). Але стандарт є стандарт. Нове і більш конкурентоздатне знаходиться вище стандартного рівня.

На цілеспрямованому рівні організаційної культури підприємство більш впевнено “стоїть на ногах”, вміє гнучко реагувати на вимоги ринку, вдосконалюватись, зберігати і розширювати свої позиції на ринку. І головне - організація усвідомлює, бачить і знаходиться на шляху ділової досконалості.

3. Цілеустремлінський рівень організаційної культури організації. Це найвищий рівень розвитку, коли організація здатна створювати свою ідеологію, місію, виробничі і наукові цінності, завдяки яким організація стає лідером в своїй галузі, досконалою організацією, прикладом для інших. На цьому рівні організація стає генератором нових ідей, нових шляхів розвитку як в бізнесі, так і в науці. Це Модель досконалості в дії плюс нові наукові розробки і впровадження (500 і більше балів за шкалою EFQM).

На цьому рівні організація формує попит на свою продукцію. У будівельників це, коли ще до початку будівництва розкупляються квартири завдяки їхнім високим споживчим якостям (надійність, комфортність, енергоефективність, швидкість будівництва, прийнятна ціна, відкритість процесу створення продукції і руху інвесторських коштів і т.д.).

Це проактивна діяльність на упередження негативних тенденцій і створення свого ринку, формуючи попит на свою продукцію.

Таким чином діяв Київміськбуд, подолавши рівень сертифікації згідно ISO 9001-2000 (правда, на цьому і зупинився після смерті Поляченка В.О.), але навіть і цей рівень дозволив створювати бренд Київміськбуду.

Далі пішли ВАТ «ДБК-3», освоївши Модель досконалості і почавши на науковій основі в співдружності з ІТТФ НАНУ, КиївЗНДіЕП, НДІБК, НДІБВ, АБУ, УАН, КНУБА, Київпроект та іншими науковими та проектними інститутами і академіями створювати нові більш досконалі якості своєї продукції: енергоефективність, ощадливість, наукомісткість, доступність та ін.... Наукові дослідження і впроваджені енергоефективні науково-технічні розробки цих колективів були високо оцінені громадськістю та Державою і удостоєні Державної премії України в галузі науки і техніки на самому фініші існування ВАТ ДБК-3, який був незаконно поглинутий бізнесовими структурами м.Києва. Новий менеджмент, врахувавши недоліки і слабкі місця оргструктури і політики комбінату, успішно діє під новою назвою “Фундамент”, користуючись брендом ВАТ «ДБК-3», створеним раніше геномом виробничої культури, але вже без Моделі досконалості і колишнього наукового потенціалу.

На високому цілеустремлінському рівні організаційної культури працюють сьогодні будівельні організації і об'єднання (це теж сьогодні вимога часу і шанс захистити свій будівельний ринок і існування), такі як корпорація «ДБК-житлобуд», «Укрбуд» та інші.

Сюди ж можна віднести, умовно, і загарбника ВАТ «ДБК-3» компанію «Фундамент». Умовно, тому, що синергія комбінатної системи порушена.

Формально вона є, і навіть інфраструктура та оргсхема покращена, але цілі і інтереси власників, вищих керівників і персоналу, (колективу легально немає, також як і профспілок не існує, - принцип: розділай і властвуй - здійснено) відрізняються, не говорячи про акціонерів-фізичних осіб, яких просто обікрали. То яка тут синергія. Діє синергія зграї тих, хто зверху наживається і друга частина розрізненого персоналу, який поки що порівняно з іншими громадянами добре заробляє, тримається за роботу, бо треба якось виживати. Але чекати ентузіазму чи подвигів марно, бо сьогодні все іде через передоплату, на жаль.

На цілеустремлінському рівні організації намагаються змінити на краще середовище свого існування: закони, соціум, навколишнє середовище, купівельну спроможність населення, ринок, партнерів і т.д. Колишні рейдери стають білими і пухнатими, вчаться, ідуть у владу і т.д. - інакше на цьому рівні неможна.

Генеруються нові ідеї і цілі. Іноді стає мало одного міста, регіону, країни, континенту. Іде розширення можливостей і відповідно з'являються нові більш амбітні ідеї і цілі.

Будівельний комбінат

Комбінат (від латинського *combinatus*) – об'єднаний в парі, об'єднання промислових підприємств суміжних галузей, коли продукція одного підприємства є сировиною чи вихідним матеріалом (виробом) для іншого. А також об'єднання дрібних господарств. В японській мові це слово означає особливу форму виробництва.

В будівельній організації комбінатного типу, домобудівному комбінаті об'єднано два види виробництва – виробництво залізобетонних виробів і будівництво та допоміжні господарства. Дві різні системи виробництва об'єднаних в одну виробничу систему діють спільно і в цій спільній дії мають синергетичний ефект. Синергетичний ефект досягається завдяки спільній меті, єдиному центру керівництва всієї виробничої системи, чіткому

розподілу функцій, диспетчеризації, автоматизації, індустріалізації і науково-технічному супроводу виробництва.

На продуктивність праці і його якість крім об'єктивних факторів (погодні умови, сонячна радіація, нова техніка, матеріали і технології і т.д.) впливають також і суб'єктивні фактори, притаманні персоналу. Продуктивність праці окремого виконавця залежить від його кваліфікації, фізичних даних, витривалості, добросовісності. Продуктивність групи (екіпажу) буде визначатись крім особистих якостей ще й організованістю, злагодженістю сумісних дій в обмеженому просторі, а іноді і в умовах підвищеної небезпеки, в екстремальних умовах. Велике значення матиме мотивація: моральна і матеріальна зацікавленість. Однак в будь-якому разі при роботі групи необхідно враховувати індивідуальні особливості і сумісність типів їхнього інформаційного метаболізму. В основі психологічного дискомфорту людини лежить порушення його інформаційного метаболізму. Це порушення обумовлене недоотриманням індивідом потрібних сигналів, подразників від людини з доповнюючими типами психіки і перевантаженням непотрібними, подразнюючими сигналами людей, контакт з якими ускладнений із-за свого типу інформаційного метаболізму. Тобто ідуть сигнали, які не дають ні інформації, ні спокою.

В спільній роботі люди діють цілеспрямовано, ці дії більш результативні, коли вони мають психічну опору в людях з іншим психічним складом. Це один із секретів простої кооперації в досягненні синергізму. В спілкуванні людей дуже важливий рівень культури і інтелекту, але коли мова йде про психологічну сумісність, головним чинником є тип інформаційного метаболізму.

Вплив соціонічних факторів на формування ефективних оргструктур, їхню керованість і продуктивну роботу в різних галузях зі складними умовами діяльності (військові, будівельники, шахтарі і т.д.) доведено вченими соціоніками (Карпенко О.Б., Букалов А.В. та інші). Різні рівні синергії притаманні і взаємодії великих систем і організацій. Так синергія

зв'язків в системі комбінатної будівельної організації більш висока, ніж в інших оргструктурах. І це дає переваги комбінату більш успішно досягати поставлених цілей при інших рівних умовах.

7.15.2. Цілі як формуючий фактор соціальної (в тому числі будівельної) організації

Цілі виникають з природної доцільності або телеономії.

На рівні біологічних систем і організмів телеономія не породжує цілей як таких, а виникають корисні, необхідні життєво важливі дії чи процеси.

Соціальні, штучно створені з певною метою системи, організації мають певний напрямок дій, доцільних і корисних для організації. Цей доцільний напрямок дій, маючи субактивний зміст, набуває конкретного характеру у вигляді мети, цілі.

Діяльність кожного елемента організації: керівників, виконавців – суб'єктів і головних дійових осіб організації несе в собі телеономію, тобто доцільність. Всі зацікавлені в отриманні зарплати, а для цього потрібно створити продукцію чи послугу і реалізувати її, отримавши кінцевий цінний продукт і винагороду за нього. Телеономічні властивості притаманні і організаційним системам, як таким. В цільовій структурі організацій для її виживання, збереження рівноваги, стабільності виникають потреби у вирішенні спеціальних задач по досягненню внутрішньої і зовнішньої безпеки.

В діяльність створених людьми штучних організацій спеціально закладаються такі функції, такі технічні і організаційні системи, які направлені людьми на спеціальні організаційні дії для досягнення цілей організації. Досягнення цих цілей пов'язане з такими чинниками як: люди (керівники, виконавці), машини (обладнання, інфраструктура, інструмент), усі види ресурсів (матеріальні, фінансові, енергетичні, інформаційні,

інтелектуальні, час і т.д.), технології (методи, проекти, наукові розробки і т.д.).

Знеособлена структура організацій теж будується цілеспрямовано в залежності від характеру і виду діяльності. Конструювання організаційної структури здійснюється за певними законами в залежності від функцій, яку доведеться виконувати створюваній організації.

7.15.3. Основні управлінські цінності менеджменту організації

1. Керованість організації – один з найважливіших показників благополучного функціонування соціальної виробничої системи. І означає наскільки повно і чітко виконуються команди (чи рішення) керуючої підсистеми, керованою підсистемою.

Керованість може оцінюватись з двох основних позицій:

А. Узгодженість цілей з діями підрозділів і окремих членів організації.

Б. Виконання прийнятих рішень чи команд “зверху” керованими підрозділами.

- Узгодженість цілей і дій підрозділів і членів організації характеризується такими основними чинниками:

чіткість і досяжність цілей визначаються видом, якістю і змістом цілей:

а) стратегічні (ідеологія, місія, політика і т.д.);

б) довготермінові цілі;

в) оперативні (цілі підрозділів, служб, співробітників);

г) мотивовані цілі (ступінь стимулювання);

д) відпрацьовані, технологічні цілі, сплановані програми і т.д.;

е) корпоративна культура, участь у здійсненні і зацікавленість всього колективу.

- Виконання прийнятих рішень і наказів керівництва організації по термінах і по якості та повноті можна відстежити по документах: наказах, протоколах засідань і оперативних нарад за участю керівників організації

усіх рівнів, а також за результатами внутрішніх та зовнішніх аудиторів і перевірок в компанії (Див. матеріали додатків).

2. Інноваційність цілей.

Інноваційність – здатність генерувати і впроваджувати нові ідеї. Нові ідеї, як правило, зустрічають опір консервативної частини колективу організації в тому числі і керівництва, яке не хоче ризикувати керуванням компанії і своїми посадами.

Для інновацій необхідні певні умови:

- 1) відкритість і готовність до нововведень;
- 2) проактивність управління, яке повинно не тільки адекватно реагувати, а й створювати, провокувати необхідний клімат і реакцію оточення;
- 3) здатність і волю вищого керівництва до повного впровадження інноваційної ідеї (що значно додає навантаження менеджменту організації);
- 4) наявність науково-технічної бази, лабораторій, партнерів та ресурсів для проведення досліджень, розробок і їх впровадження.

3. Конкурентоздатність і попит на продукцію і послуги організації на ринку (...).

Для їх оцінки і підвищення використовують маркетингові дослідження, рекламно-іміджеві заходи, анкетування замовників, інвесторів, власного персоналу організації. (Див. додатки).

7.15.4 Умови і шляхи забезпечення діалектичної єдності і вічної функціональної здатності будівельної організації

Для гармонічного розвитку будь-якої системи необхідно забезпечити діалектичну єдність елементів. Рівновага системи можлива при балансі енергії позитивної і негативної, Інь і Янь, і т.д.

Атом елементарна система, яка визначає якість і властивості матеріалів. Порушення рівноваги веде до появи нової якості і нових властивостей. Нова кількість позитивного і негативного навіть при балансі –

це нова якість і нові властивості. В будівельній організації те ж саме: повинна бути діалектична єдність елементів, баланс між позитивним і негативним, віддаючим і приймаючим. Тобто має місце бінарна природа діалектичної єдності. Якби це не виглядало, а повинні бути даючі і приймаючі елементи. В збалансованій системі вони мають бути рівними.

Комбінат якраз і є такою системою. Комбінатна будівельна організація найдосконаліша за своєю природою організаційна структура, в якій свідомо чи несвідомо закладена діалектична єдність елементів Інть-Янівського типу, це віддаючі основні елементи: завод ЗБВ, УВТК, допоміжні господарства і приймаючі – це будівельні підрозділи, в яких теж є свої діалектичні “матрьошки”: даючі і приймаючі (підземщики і надземщики, монтажники і опоряджувальники, будівельники і замовники разом з інвесторами). І ще багато антиномій, у взаємодії і боротьбі яких народжується нова якість. Причому вплив і ролі в силу мінливості природи змінюються. Зміна функції породжує зміну оргструктури, яка потім керує, домінує над функцією. Вона при зміні, яка обов’язково породжується людьми (керівниками і виконавцями), умовами, методами і технологіями виконання робіт, обумовлює зміну оргструктури. І так до нескінченності. Але все це відбувається в бінарних чи комбінатних системних в рамках діалектичної єдності. Іншого не дано. В разі порушення діалектичної єдності, рівноваги системи, вона змінюється і без відновлення балансу, рівноваги руйнується.

При порушенні балансу, відбувається криза і звільнення сил і енергії для змін - система змінюється. Для нормального функціонування системи, для досягнення цілей, (якщо вони є чи їх спускають згори), потрібен спокій, баланс, рівновага. Якщо баланс не досягається система знаходиться в русі, в якомусь позитивному чи негативному напрямку, що в кінці кінців приводить або до балансу на більш високому енергетичному рівні або до руйнування по вичерпанню життєвих ресурсів. Це очевидно підтверджується в теорії катастроф.

Шлях до вдосконалення системи будівельної організації лежить через вдосконалення її елементів, зв'язків між ними і умов їхнього функціонування при умові розумного передбачення, планування і організації управління. Вічність будівельної професії і будівельної організації обумовлена технократичним шляхом розвитку нашої цивілізації, недосконалістю людей яким не може бути небо дахом над головою, які не можуть жити без неприродної інфраструктури, транспорту, зв'язку, енергії і харчування.

В ринкових умовах за критерій оптимальності діяльності будівельної організації, як правило, використовується прибуток. Такий критерій стимулює економію ресурсів як зовнішніх, так і нелімітованих своїх внутрішніх власних ресурсів інфраструктури і потужностей.

Використання прибутку в якості локального критерію оптимальності було б можливим, коли б не було необхідно діяти проти зриву термінів поставок матеріалів і конструкцій, виконання субпідрядних договорів тощо. З'являється необхідність доповнити критерій за прибутками, додатково штрафами за недотримання договірних термінів поставок конструкцій, виконання субпідрядних робіт, замовлень тощо.

Потрібно також підкреслити, що максимізація прибутку дає найкращі результати, у випадку якого ціни використовувани під час підрахунку прибутку досить близькі до цін оптимального плану. Ступінь близькості цих цін до оптимальних може показувати тільки розробка оптимального плану для будівельної організації, включаючи об'єкти будівництва.

Для оцінки ефективності процесу функціонування будь-якої системи управління і відповідності її стану сучасним вимогам потрібно мати узагальнений критерій. Такий критерій потрібен для аналізу оптимальності цієї системи і прогнозування напряму її модифікації.

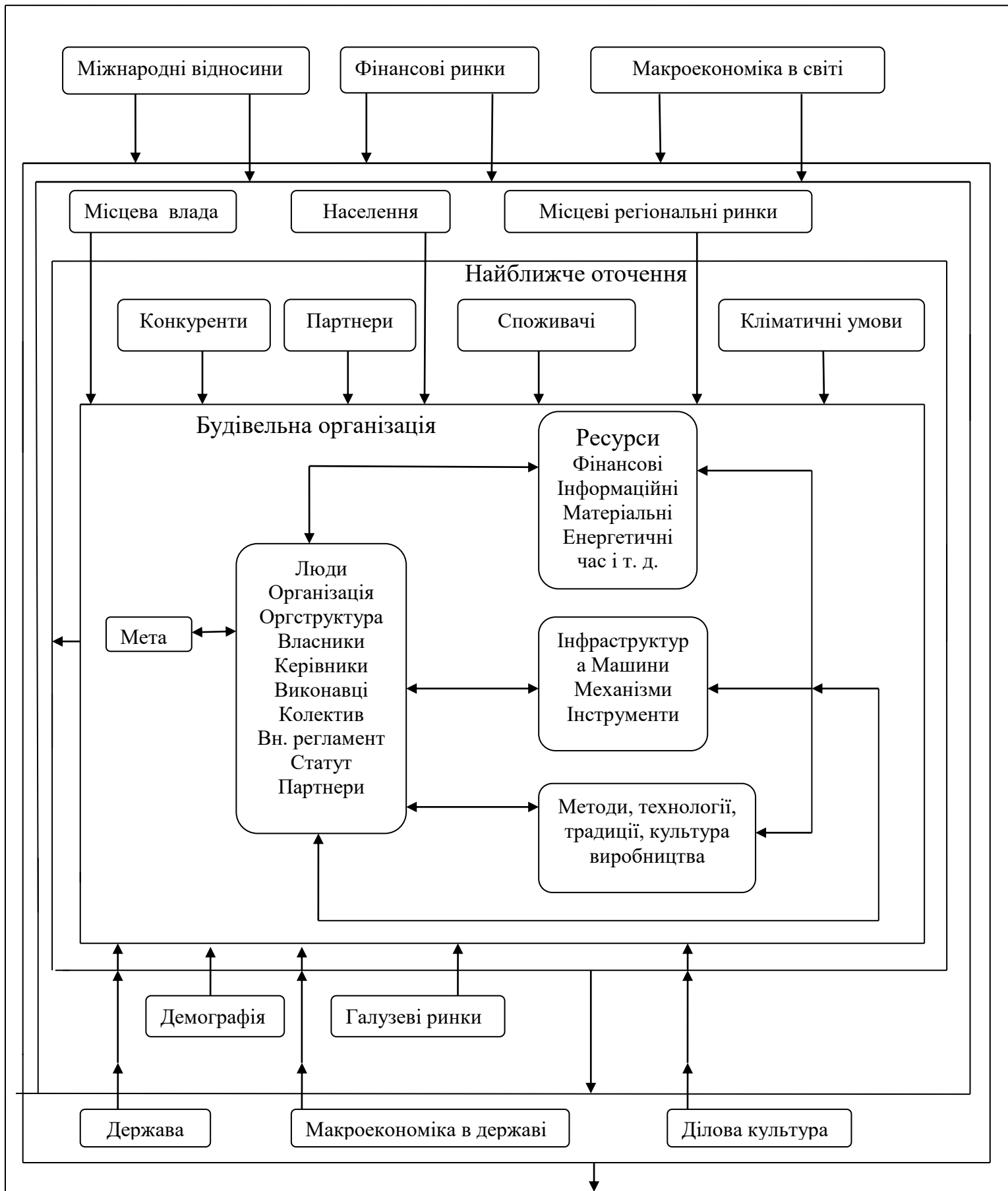


Рис 7.15.1 Внутрішнє і зовнішнє середовище будівельної організації

8. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДРОЗДІЛУ СКЛАДНОЇ ВИРОБНИЧОЇ КОМБІНАТНОЇ СИСТЕМИ ДОМОБУДІВНОГО КОМБІНАТУ ТИПУ ДБК-3, ДБК-4

8.1. Побудова математичної (економіко-математичної) моделі задачі для підрозділу домобудівного комбінату ВАТ ДБК-3 заводу залізобетонних виробів (ЗЗБВ ДБК-3)

Економіко-математична модель – це формалізоване представлення процесу виробництва залізобетонних виробів, система математичних залежностей, які описують реальні об'єкти, закономірності, зв'язки та процеси. Основними компонентами цих моделей є критерій ефективності та обмеження.

Критерій ефективності (або цільова функція) – представлено як математичний опис мети операції, показник очікуваної або досягнутої відповідності між отриманими результатами та поставленою метою. Цей критерій є еталоном, який служить для порівняння варіантів розв'язання задачі та повинен відповідати наступним вимогам:

- 1) мати конкретне числове значення;
- 2) вимірювати реальну ефективність системи;
- 3) визначатись доступними методами точно без великих трудовитрат, коштів та часу.

Обмеження – представлені як математичний опис наявних ресурсів та умов виробництва. Усі обмеження повинні мати фізичний зміст та кількісну числову оцінку.

8.2. Розробка алгоритму розв'язання задачі

Вибір методу розв'язання задачі пов'язаний із з'ясуванням можливості використання якогось із існуючих методів. У випадку, коли необхідно розробити спеціальний обчислювальний метод, складають окремий алгоритм.

Алгоритм – це система формальних правил, які однозначно призводять до розв'язання задачі.

Математичне програмування – це клас задач дослідження операцій, в яких відсутні неконтрольовані фактори, або такі фактори є детермінованими, тобто їх величини є однозначними і мають тверду нормативну основу.

Лінійне програмування – це найбільш вивчений різновид математичного програмування, всі залежності в задачах якого є лінійними. Будь-яка задача лінійного програмування (ЗЛП) може бути представлена у наступному вигляді:

$$\left\{ \begin{array}{l} y = \sum_{i=1}^n \lambda_i x_i \rightarrow \min(\max); \\ \sum_{i=1}^n \alpha_{ij} x_i \leq (\geq, =, <, >) \beta_j, j \in [1, m]; \\ \lambda_i, \alpha_{ij}, \beta_j \in Q, \end{array} \right. \quad (8.2.1)$$

де Q – множина раціональних чисел.

При цьому лінійні моделі є пропорційними, адитивними та невід’ємними.

Пропорційність визначається тим, що вплив кожної змінної (x_i) на значення цільової функції (y) та загальний обсяг використаних ресурсів (β_j) пропорційний величинам цих змінних, тобто при будь-якій ситуації $\lambda_i = \text{const}$ та $\alpha_{ij} = \text{const}$.

Адитивність полягає в тому, що цільова функція, а також само ліва частина кожного обмеження, являють собою суму внесків від кожної змінної, які пропорційні величинам відповідної змінної. **Невід’ємність** є підставою для того, що жодна змінна не може мати від’ємний рівень, тобто в будь-якому разі $x_i \geq 0$

8.3. Методи розв’язання задач лінійного програмування (ЗЛП) випуску продукції (з.б. виробів) заводом залізобетонних виробів для будівельних підрозділів комбінату.

8.3.1. Постановка ЗЛП та її математична модель випуску продукції

Розглянемо наступний приклад:

Підприємство будіндустрії випускає продукцію двох типів і використовує при цьому два основних види сировини. Відомо, що попит на продукцію другого типу не перевищує 5 тис. м³/добу. Витрати сировини, її добовий запас та очікуваний прибуток від реалізації продукції наведені у табл. 8.3.1. Необхідно визначити добовий обсяг випуску продукції кожного типу, при якому забезпечується отримання максимально можливого прибутку.

Таблиця 8.3.1

Вихідні дані

| Сировина | Тип продукції | | Добовий запас сировини, т |
|--|-------------------------------------|---|---------------------------|
| | 1 | 2 | |
| | Витрати, тис.грн/тис.м ³ | | |
| А | 2 | 1 | 10 |
| В | 3 | 5 | 30 |
| Очікуваний прибуток від реалізації продукції, тис.грн./тис. м ³ | 4 | 3 | – |

Оскільки в даній задачі необхідно визначити обсяги виробництва, а метою є максимільний прибуток від реалізації продукції, то введемо наступні величини:

X_1 – добовий обсяг продукції типу 1, тис. м³;

X_2 – те ж саме, типу 2, тис. м³;

$У$ – загальний очікуваний прибуток від реалізації продукції, тис. грн.

Введені показники пов'язані між собою залежністю вигляду:

$$У=4X_1+3X_2 \rightarrow \max \quad (8.3.1)$$

Обмеженнями цільової функції (4.1) слугують запаси сировини та попит на продукцію типу 2. Ці обмеження можуть бути відображеними таким чином:

$$\left(\begin{array}{l} \text{витрати для виробництва} \\ \text{обох типів продукції} \end{array} \right) \leq \left(\begin{array}{l} \text{добовий запас даного} \\ \text{виду сировини} \end{array} \right) \quad (8.3.2)$$

$$\left(\begin{array}{l} \text{добовий обсяг продукції} \\ \text{типу 2} \end{array} \right) \leq \left(\begin{array}{l} \text{граничний попит на} \\ \text{продукцію типу 2} \end{array} \right) \quad (8.3.3)$$

На основі вихідних даних ЗЛП залежності набувають наступного вигляду:

$$\begin{cases} 2X_1+X_2\leq 10 ; \\ 3X_1+5X_2\leq 30 ; \\ X_2\leq 5. \end{cases} \quad (8.3.4)$$

Оскільки однією із властивостей ЗЛП є її невід'ємність, то

$$\begin{cases} X_1\geq 0 ; \\ X_2\geq 0. \end{cases} \quad (8.3.5)$$

Отже, систему залежностей (3.1) можна представити у вигляді

$$\begin{cases} Y=4X_1+3X_2\rightarrow\max ; \\ 2X_1+X_2\leq 10 ; \\ 3X_1+5X_2\leq 30 ; \\ X_2\leq 5 ; \\ X_1\geq 0 ; \\ X_2\geq 0. \end{cases} \quad (8.3.6)$$

Маючи формалізоване представлення процесу, конкретні розрахункові формули можемо за допомогою ЕОМ автоматично в короткі терміни визначати ефективність випуску конкретних окремих видів продукції.

8.4. Методи розв'язання задач з використанням моделі транспортної задачі лінійного програмування (ЗЛП)

8.4.1. Постановка ЗЛП та її математична модель

Є n споживачів будівельних матеріалів и m постачальників. Відомі об'єми матеріалів, які треба доставити кожному споживачу a_i ($i=1,2,\dots,n$) і можливий об'єм поставок кожного постачальника b_j ($j = 1,2,\dots,m$). Вартість доставки продукції i -му споживачу от j -го постачальника складає C_{ij} . Необхідно знайти такі об'єми поставок матеріалів i -му споживачу від j -го постачальника X_{ij} , при яких буде забезпечена мінімальна загальна вартість доставки матеріалів.

Вихідні дані для розв'язання задачі представлені у вигляді таблиці 8.4.1.

Таблиця 8.4.1

Вихідні дані

| Постачальники | Споживачі | | | | Об'єми поставання |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----|-----------------|-------------------|
| | A ₁ | A ₂ | ... | A _n | |
| B ₁ | C ₁₁ | C ₁₂ | ... | C _{1n} | b ₁ |
| B ₂ | C ₂₁ | C ₂₂ | ... | C _{2n} | b ₂ |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| B _m | C _{m1} | C _{m2} | ... | C _{mn} | b _m |
| Об'єми споживання | a ₁ | a ₂ | ... | a _n | |

Математичне формулювання задачі полягає у знаходженні мінімуму функції

$$F = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n C_{ij} X_{ij} \quad (8.4.1)$$

при умовах

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = b_j \quad (8.4.2)$$

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} = a_i \quad (8.4.3)$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad (8.4.4)$$

Умова (8.4.2) – вимагає доставки всього об'єму поставок постачальника; умова (8.4.3) передбачає забезпечення необхідного об'єму поставок кожному споживачу; умова (8.4.4) виключає від'ємні значення поставок.

Оптимальне розв'язання задачі (1)-(4) досягається з використанням алгоритму транспортної задачі лінійного програмування.

Для розв'язання транспортної задачі методом потенціалів треба мати початковий опорний план. Є декілька методів пошуку початкових опорних планів транспортної задачі:

- метод північно-західного кута;
- метод мінімального елемента в матриці;
- метод подвійної переваги;
- метод апроксимації Фогеля.

8.4.2.Метод північно-західного кута

Побудова початкового опорного плану починається з лівого верхнього кута матриці (табл.8.4.2)

Таблиця 8.4.2

| a _i | b _j | | | | |
|----------------|----------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| | 290 | 240 | 240 | 140 | 140 |
| 300 | 13 290 | 4 10 | 9 | 12 | 8 |
| 250 | 4 | 10 230 | 7 20 | 5 | 4 |
| 350 | 15 | 13 | 10 220 | 14 130 | 18 |
| 150 | 6 | 12 | 9 | 6 10 | 3 140 |

Розподіл ресурсів першого постачальника здійснюється таким чином, що спочатку задовільняються потреби першого споживача, потім другого і т.д. до повного розподілу ресурсів. Після розподілу ресурсів першого постачальника переходять до другого і розподіляють таким же чином його ресурси. Розподіл ресурсів решти постачальників здійснюють у такому ж порядку. У результаті отримується початковий опорний план. Так як елементами матриці є вартість перевезень будівельних матеріалів за одиницю виміру, то загальна вартість перевезень становить:

$$(290 \times 13) + (10 \times 4) + (230 \times 10) + (20 \times 7) + (220 \times 10) + (130 \times 14) + (10 \times 6) + (140 \times 3) = 10750 \text{ грн.}$$

8.4.3.Метод мінімального елемента в матриці

В матриці вартості шукаємо мінімальний елемент (табл.8.4.3)

Таблиця 8.4.3

| a _i | b _j | | | | |
|----------------|----------------|----------|---------|-----|-----|
| | 290 | 240 | 240 | 140 | 140 |
| 300 | 13 | 4 240 | 9 60 | 12 | 8 |
| 250 | 4 250 | 10 | 7 | 5 | 4 |

| | | | | | |
|-----|----------|----|-----------|-----------|----------|
| 350 | 15 30 | 13 | 10 180 | 14 140 | 18 |
| 150 | 6 10 | 12 | 9 | 6 | 3 140 |

В даному випадку мінімальний елемент міститься в клітині (a_4b_5) . В цю клітину ставим максимально можливу поставку – 140 одиниць ($b_5=140 < a_4=150$). П'ятий стовпець виключаємо з подальшого розгляду. Знову знаходимо мінімальний елемент в матриці, який міститься в клітині (a_2b_1) . Через те, що $b_1=290 > a_2=250$, в клітину (a_2b_1) ставимо максимально можливу поставку – 250 одиниць. В частині матриці, яка залишилася, знову шукаємо мінімальний елемент і т.д.

Загальна вартість перевезень становить

$$(240 \times 4) + (60 \times 9) + (250 \times 4) + (30 \times 15) + (180 \times 10) + (140 \times 14) + (10 \times 6) + (140 \times 3) = 7190 \text{ грн.}$$

8.4.4. Метод подвійної переваги

В матриці вартості (табл.8.4.4) спочатку шукаємо мінімальний елемент в кожному рядку і помічаємо ці клітини знаком "X".

Таблиця 8.4.4

| a_i | b_j | | | | |
|-------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| | 290 | 240 | 240 | 140 | 140 |
| 300 | 13 | xx 4 240 | 9 | 12 | 8 |
| 250 | xx 4 250 | 10 | x 7 | x 5 | 4 |
| 350 | 15 30 | 13 | x 10 240 | x 14 80 | 18 |
| 150 | 6 10 | 12 | 9 | 6 | xx 3 140 |

Потім шукаємо мінімальні величини вартості в рядках і відповідні клітини також помічаємо знаком "X". В першу чергу ставимо максимально можливі поставки в клітини, які помічені знаками "XX". Потім по мірі зростання величини вартості перевезень ставимо поставки в клітини, які помечены одним

знаком "X" і інші клітини, які не помічені цим знаком. Загальна вартість перевезень становить: $(240 \times 4) + (60 \times 12) + (250 \times 4) + (30 \times 15) + (240 \times 10) + (80 \times 14) + (10 \times 6) + (140 \times 3) = 7130 \text{ грн.}$

84.5.Метод апроксимації Фогеля

Побудову початкового опарного плану перевезень починають з того, що в кожному рядку і кожному стовпцю матриці шукають різниці між найменшою вартістю до неї величини (табл.8.4.5)

Таблиця 8.4.5

| a _i | b _j | | | | | |
|------------------|----------------------------|------------|-------------|----------------------------|-----------------------|------------------|
| | 290 | 240 | 240 | 140 | 140 | Стовпчик різниць |
| 300 | x 13 | x 4 240 | x 9 | x 12 | x 8 60 | 4; 1; 4К |
| 250 | x 4 250 | x 10 | x 7 | x 5 | x 4 | 1; 1; 1; 1; 1К |
| 350 | 15 | x 13 | x 10 240 | x 14 110 | x 18 | 3; 4; 14; 1К |
| 150 | 6 40 | x 12 | x 9 | 6 30 | x 3 80 | 3; 3; 3; 3; 0К |
| Рядок різниць | 2 2 2 2 2 К | 6 К | 2 2 К | 1 1 1 1 1 К | 1 1 1 1 К | |

Різниці по рядкам записують справа, різниці по стовпцях – унизу. Із всіх різниць (як по рядкам, так и по стовбцях) шукаємо максимальну. В даному примере після першої ітерації максимальна різниця дорівнює 6 і відповідає другому стовпцю. В цьому стовпці знаходимо клітину з найменшою вартістю (a_1b_2) и ставимо в неї максимально можливу поставку. Вона дорівнює 240 одиницям вантажу. Враховуючи, що попит споживача B_2 задоволено стовпець B_2 виключаєм з подальшого розгляду і опозначаємо всі клітини цього стовбця знаком

“X”. В рядку різниць в стовбці B_2 после цифри 6 ставимо помітку К (кінець). После цього в частині матриці, яка не помічена знаком “X” знову шукаємо різницю між найменшою вартістю і ближньою до неї величини по рядках і стовбцях і повторюємо розрахунки за описаною процедурою до повного формування плану перевезень. Вартість перевезень становить: $(240 \times 4) + (60 \times 8) + (250 \times 4) + (30 \times 6) + (240 \times 10) + (110 \times 14) + (40 \times 6) + (80 \times 3) = 7040 \text{ грн.}$

8.4.6. Алгоритм оптимального розв’язання ресурсних задач з використанням методу потенціалів транспортної задачі лінійного програмування

Оптимальне розв’язання транспортної задачі методом потенціалів здійснюється таким чином: будується початковий опорний план (будь-який із розглянутих методів). Далі початковий опорний план за визначене число ітерацій доводять до оптимального.

Для прикладу за початковий опорний план візьмемо план, який побудовано з використанням методу мінімального елемента в матрицю (табл. 8.4.6).

Таблиця 8.4. 6

| | $V_1=14$ | $V_2=4$ | $V_3=9$ | $V_4=13$ | $V_5=11$ | Об’єми постачання |
|-------------------|---|------------|---|-------------|---|-------------------|
| $U_1=0$ | 13 | 1 240 | $\begin{matrix} - & 9 \\ 60 & \leftarrow \end{matrix}$ ↓ | 12 ----- | $\begin{matrix} + & 8 \\ \leftarrow & X \\ \uparrow & \end{matrix}$ | 300 |
| $U_2=10$ | 4 250 | 10 | $\begin{matrix} \downarrow & 7 \\ \downarrow & \\ \downarrow & \end{matrix}$ | 5 | $\begin{matrix} \uparrow & 4 \\ \uparrow & \\ \uparrow & \end{matrix}$ | 250 |
| $U_3=-1$ | $\begin{matrix} - & 15 \\ \leftarrow & \\ 30 & \downarrow \end{matrix}$ | 13 ←←←← | $\begin{matrix} + & \downarrow & 10 \\ \leftarrow & \downarrow & \\ & 180 & \end{matrix}$ | 14 140 | $\begin{matrix} \uparrow & 18 \\ \uparrow & \\ \uparrow & \\ \uparrow & \end{matrix}$ | 350 |
| $U_4=8$ | $\begin{matrix} + & \downarrow & 6 \\ 10 & \rightarrow \end{matrix}$ | 12 →→→→ | 9 →→→→ | 6 →→→→ | $\begin{matrix} \uparrow & 3 \\ \rightarrow & \uparrow & -140 \end{matrix}$ | 150 |
| Об’єми споживання | 290 | 240 | 240 | 140 | 140 | |

Клітини матриці, де заплановані поставки, будемо називати «зайнятими місцями». Клітини матриці, де нема поставок – «незайнятими місцями».

В основу процедури оптимізації плану покладено перерозподіл поставок початкового плану.

Змінити план поставок можна шляхом переміщення поставок в незайняту клітину матриці. Це обумовлює необхідність знати як впливає на функціонал переміщення поставок в ту чи іншу клітину матриці. Такі характеристики можуть бути розраховані з допомогою визначених чисел, які називають потенціалами..

Позначимо потенціали рядків через U_i , а потенціали стовпців через V_j (i и j – порядкові номери відповідно рядків і стовпців).

Із умови оптимальності відомо, якщо на перетині i -го рядка з j -м стовпцем стоїть зайнята клітина, то

$$V_j - U_i = C_{ij}, \quad (8.4.5)$$

де C_{ij} – вартість перевезень одиниці вантажу від i -го постачальника j -му споживачу .

Складаємо такі рівняння для всіх зайнятих клітин

$$\begin{aligned} V_2 - U_1 &= 4 \\ V_3 - U_1 &= 9 \\ V_1 - U_2 &= 4 \\ V_1 - U_3 &= 15 \\ V_3 - U_3 &= 10 \\ V_4 - U_3 &= 14 \\ V_1 - U_4 &= 6 \\ V_5 - U_4 &= 3 \end{aligned}$$

Маємо 8 рівнянь, на основі яких необхідно визначити 9 невідомих. Для зручності розрахунків, потенціал першого рядка приймаємо рівним 0.

Якщо $U_1 = 0$, то

$$\begin{aligned} V_2 &= 4; \\ V_3 &= 9; \\ U_3 &= 9 - 10 = -1; \\ V_1 &= 15 - 1 = 14; \\ U_2 &= 14 - 4 = 10; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_4 &= 14 - 1 = 13; \\U_4 &= 14 - 6 = 8; \\V_5 &= 3 + 8 = 11.\end{aligned}$$

Перевіряємо знайдені варіанти плану на оптимальність. Якщо знайдені величини потенціалів такі, що для всіх незайнятих місць матриці

$$\gamma_{ij} = U_i - V_j + C_{ij} \geq 0. \quad (8.4.6)$$

то план оптимальний.

Перевіряємо, чи задовольняють умові (8.4.6) незайняті місця матриці (див. табл.8.4.6):

$$\begin{aligned}\gamma_{11} &= U_1 - V_1 + C_{11} = 0 - 14 + 13 = -1; \\ \gamma_{14} &= 12 - 13 = -1; \\ \gamma_{15} &= 8 - 11 = -3; \\ \gamma_{22} &= 10 + 10 - 4 = 16; \\ \gamma_{23} &= 10 + 7 - 9 = 8; \\ \gamma_{24} &= 10 + 5 - 13 = 2; \\ \gamma_{25} &= 10 + 4 - 11 = 3; \\ \gamma_{32} &= 13 - 1 - 4 = 8; \\ \gamma_{35} &= 18 - 1 - 11 = 6; \\ \gamma_{42} &= 8 + 12 - 4 = 16; \\ \gamma_{43} &= 8 + 9 - 9 = 8; \\ \gamma_{44} &= 8 + 6 - 13 = 1.\end{aligned}$$

Якщо хоча б одна незайнята клітина матриці не відповідає умові оптимальності, то план не оптимальний і його можна поліпшити.

Якщо ми обираємо для поліпшення плану незайняту клітину, яка має найбільше порушення умови оптимальності (найбільше за абсолютною величиною від'ємне значення γ_{ij}), то одержання оптимального плану можна досягти за менше число ітерацій.

В даному прикладі – це клітина (a_1b_5) . Позначимо цю клітину знаком "X" і виконуємо поліпшення плану. Для цього із незайнятого місця, що позначено знаком "X", починаємо рухатися по замкненому ланцюжку. Обходимо цей ланцюжок у довільному напрямку, починаючи з клітини, яка позначена знаком "X". В кожному зайнятому місці матриці змінюємо напрямок тільки під прямим кутом і позначаємо ці клітини поперемінно знаком "-" і "+". В першій клітині,

позначеній знаком "X" ставимо знак "+". Рухаємося по замкненому ланцюжку доти доки не прийдемо в клітину, яка позначена знаком "X".

В клітинах зі знаком "-" берем найменше число, яке дорівнює об'єму перевезень, і віднімаємо його із всіх чисел, які містяться в клітинах із знаком "-", і додаємо число до чисел в клітинах із знаком "+". В даному випадку це число знаходиться в клітині (a_3b_1) і дорівнює 30. В результаті об'єм перевезень у від'ємних клітинах зменшиться на 30 одиниць, а в додатних – збільшиться на 30 одиниць.

Перевіряємо змінений план на оптимальність (табл.8.4.7). Для цього знову визначаємо потенціали даної матриці і перевіряємо на оптимальність незайняті клітини матриці. Діємо таким чином доти, доки не одержимо оптимальний план.

Таблиця 8.4.7

| | $V_1=11$ | $V_2=4$ | $V_3=9$ | $V_4=13$ | $V_5=8$ | Об'єми постачан- ня |
|----------------------------|----------|----------|----------------------|--------------------|----------------|---------------------------|
| $U_1=0$ | 13 | 4 240 | 9 →→→-- ↑ - 30 | 12 →→→-- | 8 →30+ ↓ | 300 |
| $U_2=7$ | 4 250 | 10 | ↑ 7 ↑ ↑ | 5 | ↓ 4 ↓ ↓ | 250 |
| $U_3=-1$ | 15 | 13 | ↑ 10 ↑←←← +210 | 14 ←← -140 ↑ | ↓ 18 ↓ ↓ | 350 |
| $U_4=5$ | 6 40 | 12 | 9 | ↑ 6 X +↑←-- | ↓ 3 ←↓ -110 | 150 |
| Об'єми спожив- вання | 290 | 240 | 240 | 140 | 140 | |

Визначаємо потенціали рядків і стовпців.

Якщо $U_1 = 0$, то

$$\begin{array}{ll}
 V_2 - U_1 = 4; & V_2=4; \\
 V_3 - U_1 = 9; & V_3=9; \\
 V_5 - U_1 = 8; & V_5=8; \\
 V_1 - U_2 = 4; & U_3=-1;
 \end{array}$$

$$\begin{aligned} V_3 - U_3 &= 10; & V_4 &= 13; \\ V_3 - U_3 &= 14; & U_4 &= 5; \\ V_1 - U_4 &= 6; & V_1 &= 11; \\ V_5 - U_4 &= 3; & U_2 &= 7; \end{aligned}$$

Перевіряємо, чи задовольняють умові оптимальності (6) незайняті місця матриці (див. табл.8.4.7):

$$\begin{aligned} \gamma_{11} &= 13 - 11 = 2; \\ \gamma_{14} &= 12 - 13 = -1; \\ \gamma_{22} &= 10 + 7 - 4 = 13; \\ \gamma_{23} &= 7 + 7 - 9 = 5; \\ \gamma_{24} &= 5 + 7 - 13 = -1; \\ \gamma_{25} &= 4 + 7 - 8 = 3; \\ \gamma_{31} &= 15 - 1 - 11 = 3; \\ \gamma_{32} &= 13 + 1 - 4 = 8; \\ \gamma_{35} &= 18 - 1 - 8 = 9; \\ \gamma_{42} &= 12 + 5 - 4 = 13; \\ \gamma_{43} &= 9 + 6 - 9 = 5; \\ \gamma_{44} &= 6 + 5 - 13 = -2. \end{aligned}$$

Так як ряд незайнятих клітин матриці мають від'ємні характеристики γ_{ij} , то одержаний план не є оптимальним.

Для зміни плану (табл. 8.4.7) обираємо клітину (a_{44}) , яка має найбільше за абсолютною величиною від'ємні значення $\gamma_{44} = -2$.

Для нового одержаного плану (табл. 8.4.8) повторюємо процедуру перевірки на оптимальність.

Таблиця 8.4.8

| | $V_1=11$ | $V_2=-1$ | $V_3=2$ | $V_4=6$ | $V_5=3$ | Об'єми постачання |
|-------------------|----------|----------|---------|---------|---------|-------------------|
| $U_1=-5$ | 13 | 4 | 9 | 12 | 8 | 300 |
| $U_2=2$ | 4 | 10 | 7 | 5 | 4 | 250 |
| $U_3=-8$ | 15 | 13 | 10 | 14 | 18 | 350 |
| $U_4=0$ | 6 | 12 | 9 | 6 | 3 | 150 |
| Об'єми споживання | 290 | 240 | 240 | 140 | 140 | |

Визначаємо потенціали рядків і стовпчиків.

Якщо $U_1 = 0$, то

$$\begin{array}{ll} V_2 - U_1 = 4; & V_1 = 6; \\ V_5 - U_1 = 8; & V_4 = 6; \\ V_1 - U_2 = 4; & V_5 = 3; \\ V_3 - U_3 = 10; & U_3 = -8; \\ V_4 - U_3 = 14; & V_3 = 2; \\ V_1 - U_4 = 6; & U_2 = 2; \\ V_4 - U_4 = 6; & V_1 = -5; \\ V_5 - U_4 = 3; & U_2 = -1; \end{array}$$

Перевіряємо, чи задовольняють умові оптимальності (6) незайняті місця матриці (див. табл.8.4.8):

$$\begin{array}{l} \gamma_{11} = 13 - 5 - 6 = 2; \\ \gamma_{13} = 9 - 5 - 2 = 2; \\ \gamma_{14} = 12 - 5 - 6 = 1; \\ \gamma_{22} = 10 + 2 + 1 = 13; \\ \gamma_{23} = 7 + 2 - 2 = 7; \\ \gamma_{24} = 5 + 2 - 6 = 1; \\ \gamma_{25} = 4 + 2 - 3 = 3; \\ \gamma_{31} = 15 - 8 - 6 = 1; \\ \gamma_{32} = 13 - 8 + 1 = 6; \\ \gamma_{35} = 18 - 8 - 3 = 7; \\ \gamma_{42} = 12 + 1 = 13; \\ \gamma_{43} = 9 - 2 = 7. \end{array}$$

Так як всі $\gamma_{ij} = \geq 0$, то одержаний план є оптимальним. Вартість перевезень складає : $(240 \times 4) + (60 \times 8) + (250 \times 4) + (240 \times 10) + (110 \times 14) + (40 \times 6) + (30 \times 6) + (80 \times 3) = 7040$ грн.

Крім того на комбінаті ВАТ ДБК-3 були розроблені, впроваджені і підтримувались в актуальному стані для усіх основних процесів (див. схему процесів ВАТ ДБК-3) методики, настанови, процедури та інструкції, схеми самооцінки, анкети внутрішнього і зовнішнього анкетування, програми внутрішніх і зовнішніх аудитів (спільно або за погодженням з міжнародними аудиторами при оцінках підприємства за моделлю досконалості EFQM), локальна електронна мережа відкрита для ознайомлення з будь-якого робочого місця з повним набором актуальної внутрішньої документації, поточної інформації та актуальних даних

9. ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКІВ СІТЬОВИХ ГРАФІКІВ В БУДІВНИЦТВІ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ ГРАФІВ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Теорія графів, започаткована геніальним вченим Леонардом Ейлером ще в 1736 році, є корисною в дуже різноманітних сферах людської діяльності: фізика, хімія, теорія зв'язку, проектування обчислювальних машин, електротехніка, машинобудування, архітектура і будівництво, дослідження операцій, генетика, психологія, соціологія, економіка, антропологія, лінгвістика, тощо. Граф іноді називають топологічним об'єктом, тобто об'єктом, властивості якого не змінюються при розтягуванні, стисненні та викривленні. За цією ж причиною (важливим є тільки наявність або відсутність з'єднань) граф – об'єкт дискретний і може бути заданий двома дискретними множинами: множиною точок, які називають вершинами, та множиною ліній, які з'єднують деякі вершини і називаються ребрами, дугами, а в будівництві роботами. На цих принципах теорії графів будуються сітьові графіки, які набувають нових властивостей і можливостей. Так точки перетину графів (робіт) позначаються кружечками-подіями, в секторах яких закладається додаткова цінна інформація (параметри часу – ранні початки наступних графів – робіт (T^{PI}) і пізні закінчення попередніх графів – робіт (T^{PB}), а також параметри самих графів – робіт (тривалість, кількість людей, капітальні вкладення, матеріальні ресурси. Механізми і т.д. – які вказуються над лініями графів – робіт та значення повного (r^H) та вільного (r^B) резервів і для зручності розрахунків час раннього закінчення попередньої роботи (T^{P3}) в кружечках під лінією. Сітьові графіки мають початкову і кінцеву подію-мету. Тобто створюється можливість здійснювати наглядний моніторинг руху до мети. Крім того далі робиться календаризація і оптимізація таких сітьових графіків, коли вже матимуть велике значення довжина графів – робіт. Початки і закінчення будуть прив'язані до календаря. Подальший розвиток цих ідей веде до появи нового інструмента MS PROJECT та інших інноваційних інтелектуальних інструментів. В

рамках даної статті розглядаються сітьові графіки, різні способи їх розрахунку в тому числі із застосуванням компютерної техніки. Розвиток інтелектуальних наукових інформаційних інструментів, компютерної техніки, підвищення ділової досконалості, культури, науки, освіти, виробництва, тобто створення генома досконалості – єдиний вірний шлях виходу з кризи економіки і суспільства країни

Система спеціальних термінів та означень теорії графів дозволяють просто і доступно описувати складні та тонкі речі. Особливо важливим є наявність наглядної графічної інтерпретації поняття графу. Зображення дозволяють відразу розгледіти суть процесів і їхню взаємодію, тому теорія графів застосовується в різних галузях науки і техніки. В кібернетиці ще з часів видатного радянського вченого В.М. Глушкова регулярно розглядались і досліджувались питання теорії графів, теорії оптимального управління, теорії диференціальних ігор, фінансової математики, дискретної оптимізації, дискретного, стохастичного програмування, про що публікувалось у Збірнику наукових праць [Національної академії наук України](#), Теорія оптимальних рішень. Широко відомі теоретичні праці Коршунова Ю.М. Математические основы кибернетики (останнє видання 2018р.). В техніці і зокрема в будівництві широко застосовуються сітьові графіки і календарне планування, відомі роботи Рибальського В.І. Автоматизовані системи управління будівництвом (1979р.), Організація будівництва Ушацький С.А., Шейко Ю.П., Тригер Г.М. та ін., А.Ю. Михайлов Организация строительства и календарное сетевое планирование (2020 р.)

Головна мета даної публікації полягає в популяризації давно відомих, але підзабутих, вдосконалених і розвинутих завдяки новим можливостям інформаційних технологій та компютерної техніки інтелектуальних інструментів в галузі організації і управління будівництвом, освіти, науки і виробництва.

При складанні великих проектів, що містять різні види робіт, часто виникає ситуація, коли ту чи іншу роботу можна почати лише після закінчення інших. Так, при будівництві будинку не можна приступити до оздоблювальних робіт, поки не зведені стіни, не можна зводити стіни до укладання фундаменту. Послідовність робіт зображується у вигляді орграфу.[223,224]. Тут вершини – виконані роботи (із

зазначенням їх тривалості), а стрілки вказують, які з них можуть виконуватися тільки після закінчення попередніх. Такі графіки називаються сітьовими графіками. Вони застосовуються при плануванні діяльності підприємства.[2,4], а також при управлінні діяльністю. [225]

Наприклад, знаючи дату початку будівництва і час, необхідний для виконання кожної роботи, можна з'ясувати, до якого терміну слід підвезти матеріали або запросити бригади фахівців: теслярів, малярів, електриків і т.д. Щоб визначити загальний час будівництва, потрібно знайти найтриваліший шлях по ребрах графа - він називається критичним шляхом. Тривалість шляху - це сума тривалостей робіт, що знаходяться на цьому шляху.

Сітьові графіки використовують не тільки будівельники, а й конструктори машин з великою кількістю деталей, диспетчери залізниць і багато інших фахівців.[225,229]. Дуже важливим є математичне забезпечення процесу моделювання, його дослідження і аналіз [227].

Відомі різноманітні організаційно-технологічні моделі, що застосовуються у виробництві.[226,229] Зважаючи на важливість вибору ефективних моделей, призначення та види організаційно-технологічних моделей, що використовуються при проектуванні будівельного виробництва, їх позитивні якості та недоліки, повинні уважно вивчатися і вміло застосовуватися [225,228] . Необхідно засвоїти такі важливі елементи як: побудова сітьових графіків у масштабі часу, розрахунок сітьових графіків на графіку, табличним способом за допомогою комп'ютерних програм, виконати календаризацію та побудову відповідних епюр [226,227].

Побудований за алгоритмом технологічного процесу сітьовий графік необхідно розрахувати. Все починається з позначення параметрів сітьового графіка на графіку і в секторах кружечків подій

У верхньому секторі події - номер події, у нижньому секторі – номер попередньої події, в лівому секторі – ранній початок наступної роботи, в правому секторі-пізні закінчення попередньої роботи (Рис 9.1), над стрілкою роботи - тривалість роботи, під стрілкою, у лівому прямокутнику - повний резерв часу, у правому прямокутнику

– вільний резерв часу (формули 4,5). Критичний шлях там, де резерви рівні 0, позначається подвійною лінією.

Будь-який технологічний процес можна представити у вигляді алгоритму чи аналітичної формули. А потім побудувати графічну модель у вигляді сітьового графіка, на якому використовуючи різні параметри робіт і умови та зовнішні фактори можна моделювати різні варіанти протікання процесів.

Побудова сітьового графіка виконується за аналітичною моделлю, технологічним алгоритмом процесу (Рис. 9.1,9.2)

Технологічна аналітична модель процесу

| Алгоритм,аналітична модель процесу | Назва і код роботи | Параметри час, кількість людей, інтенсивність кап. вкладень |
|---|--------------------|---|
| А ,Б - Почин одн. Г– Б (Чит Г після Б) В-А (В після А) Д – Б (Д після Б) Е – А,Г (Е після АіГ) З – Д (З після Д) К– Д (К після Д) І– Е,З (І після ЕіЗ) В, І, К – Зак.одн. | А 1- 2 | А (2,3,4) |
| | Б 1- 3 | Б (5,4,3) |
| | Фікт. роб. 2 - 4 | Фікт. роб. (0,0,0) |
| | В 2 - 7 | В (7, 6,6) |
| | Г 3 - 4 | Г (4,2,1) |
| | Д 3 - 5 | Д (6,7,8) |
| | Е 4 - 6 | Е (4,3,2) |
| | З 5 - 6 | З (8,7,6) |
| | К 5 - 7 | К (5, 4,4) |
| І 6 - 7 | І (3,4,5) | |

Рис.9.1 Аналітична схема виконання технологічного процесу

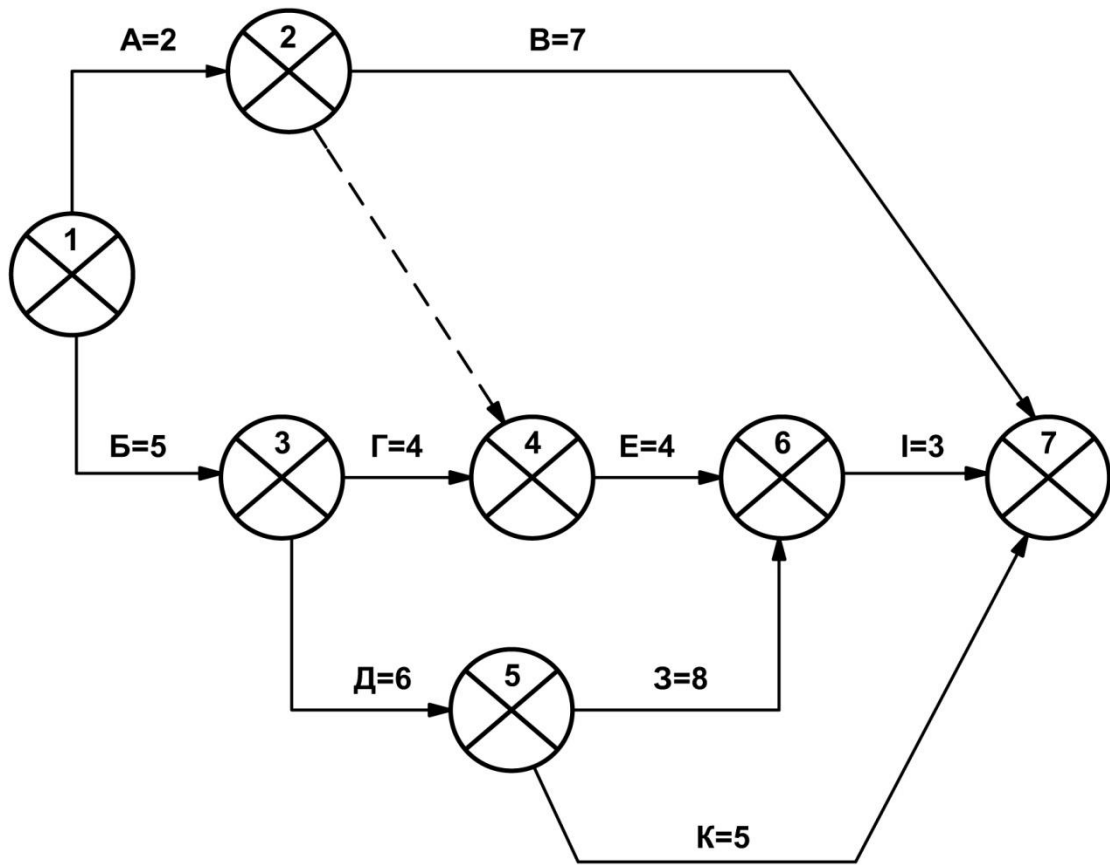
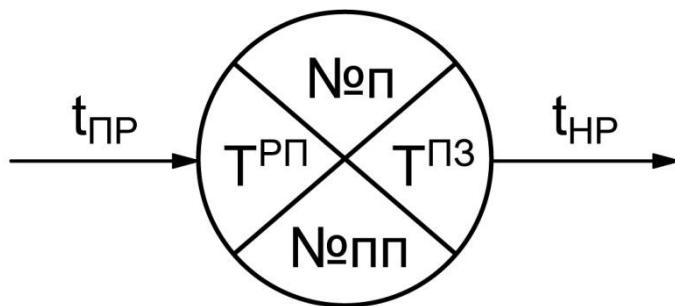


Рис. 9.2 Графічна модель. Сітьовий графік процесу.



№п - номер події

№пп - номер попередньої події

Трп - ранній початок роботи $t_{НР}$

Тпз - пізніє закінчення роботи $t_{ГР}$

Рис.9.3 Параметри сітьового графіка, які позначаються в секторах кружечків подій (точках перетину графів, закінчення і початок робіт)

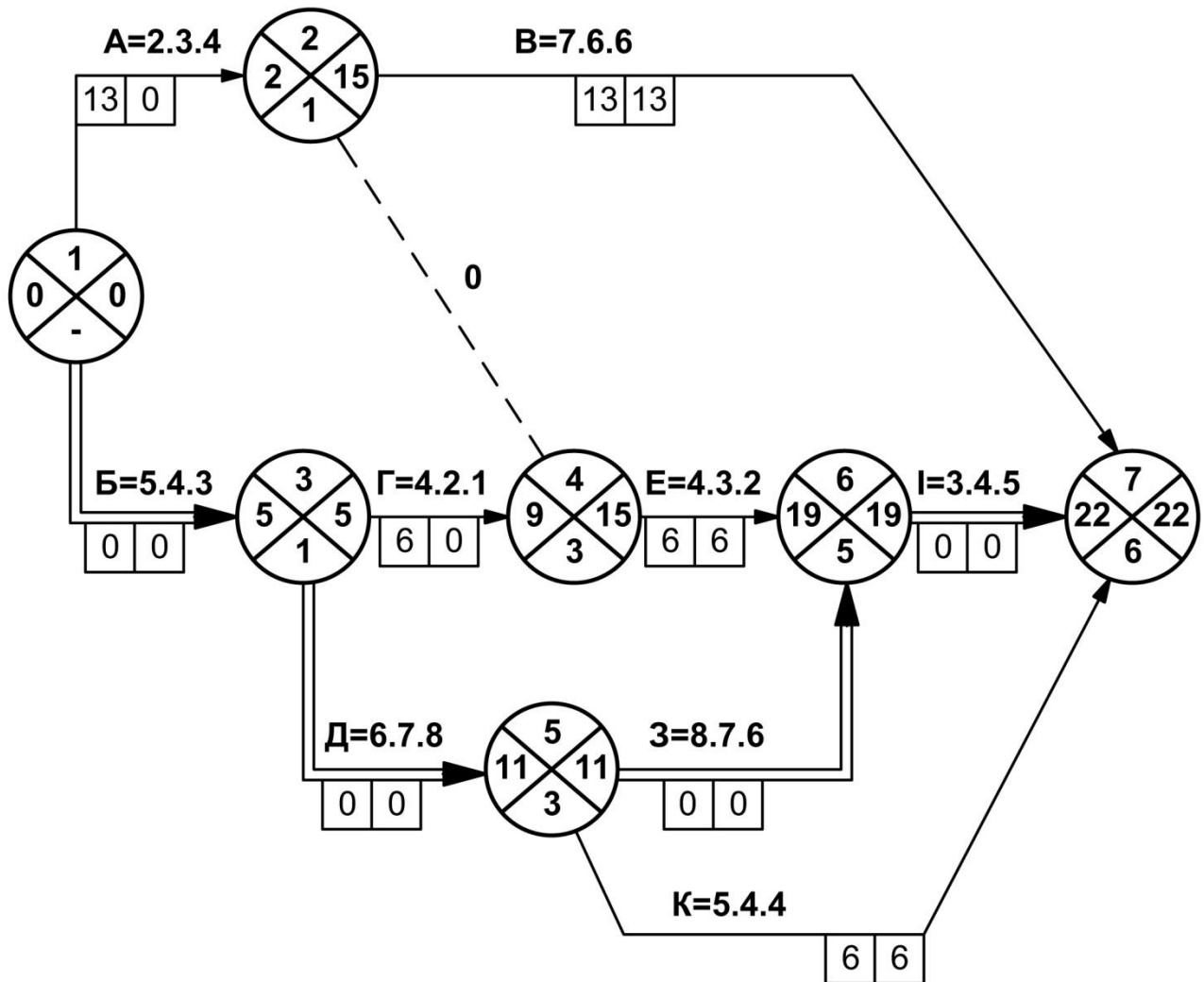


Рис.9.4 Приклад сітьового графіка типу роботи-дуги, де під дугами робіт в прямокутниках позначені повний і вільний резерви, а біля назви роботи А,Б і т.д. проставлені значення додаткових параметрів: час, кількість людей, інтенсивність капітальних вкладень

Позначення часових параметрів і формул для їх обчислення [229,232]

t_{i-j} – тривалість роботи і- j

T_{i-k}^{pp} – ранній початок (лівий сектор в кружечку події J) роботи і- k

$$T_{j-k}^{pp} = \max(T_{i-j}^{pp} + t_{i-j}) \quad (9.1)$$

T_{i-j}^{pz} – пізнє закінчення (правий сектор в кружечку події J) роботи і- j

$$T_{i-j}^{пз} = \min(T_{j-k}^{пз} - t_{j-k}) \quad (9.2)$$

$T_{i-j}^{пз}$ – раннє закінчення (на графіку не позначено, пізніше винесемо його на графік в кружечку під стрілкою роботи зліва біля прямокутників резервів часу) роботи і-j

$$T_{i-j}^{пз} = T_{i-j}^{пн} + t_{i-j} \quad (9.33)$$

Розрахунок резервів часу робіт даного графіка за традиційною методикою r_{i-j}^n повний резерв роботи і-j (лівий прямокутник під стрілкою)

$$r_{i-j}^n = T_{i-j}^{пз} - T_{i-j}^{пн} \quad (9.4)$$

r_{i-j}^s - вільний резерв роботи і-j (правий прямокутник під стрілкою)

$$r_{i-j}^s = T_{j-k}^{пн} - T_{i-j}^{пз} \quad (9.5)$$

Для кращого уявлення застосування формул 9.3,9.4,9.5 представимо схему на рис.9.5

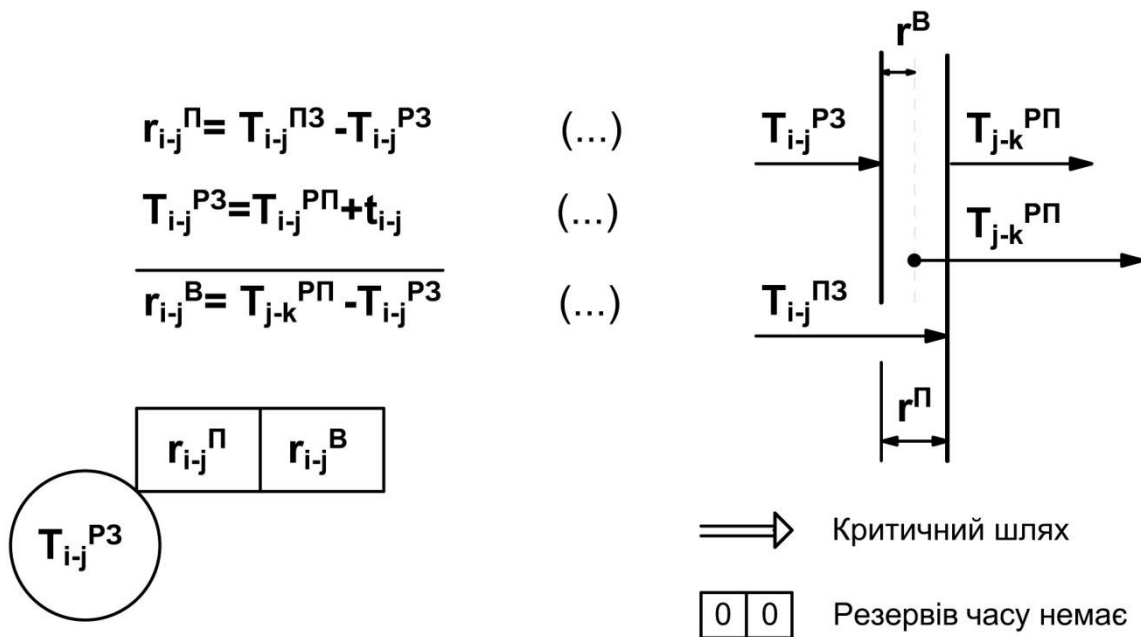


Рис.9.5 Графічна схема, інтерпретація повного та вільного резервів та формул для їх обчислення

Ранній термін настання події - це мінімально можливий термін, необхідний для виконання всіх робіт, що передують даній події. Розрахунок ранніх строків настання події ведуть в порядку - від початкової події проекту до завершальної. При розрахунку приймають, що ранній термін настання

початкової події дорівнює 0. [229] Для визначення раннього терміну настання j -ї події користуються правилом, математично записуваним так:

$$T_{j-k}^{(pn)} = \max\{T^{(pn)}_{i-j} + t_{ij}\} \quad (\text{в загальному вигляді}) \quad (9.1)$$

В подію можуть входити кілька попередніх робіт ($i-j$, $h-j$, $d-j$, $f-j$ і т.д.) і виходити – одна або кілька наступних робіт ($j=k$, $j-l$, $j-m$ і т.д.) (Рис.9.6)

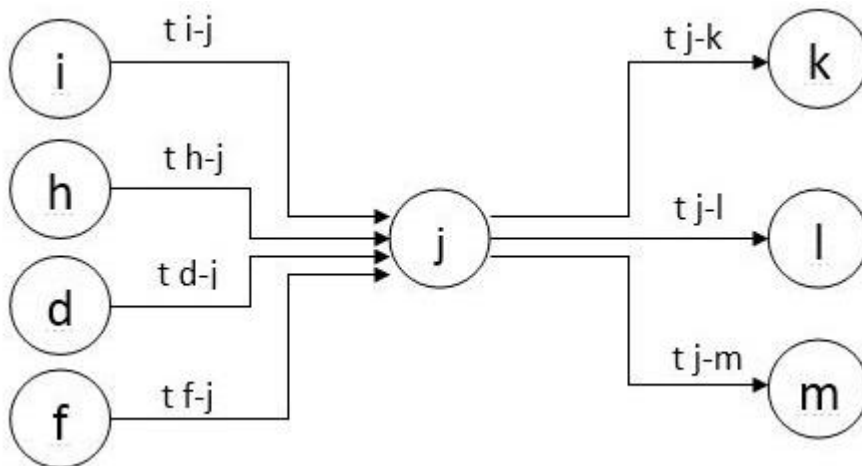


Рис.9.6 Схема для ілюстрації порядку вибору обчислених значень ранніх початків і пізніх закінчень робіт для внесення у відповідні сектори події

При розрахунку на графіку ранні початки і пізні закінчення позначаються великими літерами $T_{j-k}^{pp} = \max(T_{i-j}^{pp} + t_{ij}) \quad (9.1)$

А для табличної форми розрахунку прийнято використовувати малі літери $t_{j-k}^{pp} = \max(t_{i-j}^{pp} + t_{ij}) \quad (9.6)$

Таким чином, ранній термін настання j -ї події - є максимально можлива сума із сум ранніх строків настання попередніх подій і тривалості робіт, що з'єднують попередні події з аналізованою.

Пізній термін настання події - це максимально допустимий термін настання аналізованої події, який визначається з умови, що після настання цієї події в свій пізній термін залишається достатньо часу, щоб виконати наступні за ним роботи. Розрахунок пізніх термінів настання подій ведуть у зворотному порядку - від завершальної події проекту до початкової .

При розрахунку сітьового графіка визначається найдовший за тривалістю з можливих шляхів до мети, до завершальної події.

Критичний шлях там ,де резерви рівні 0 ,позначається подвійною лінією..

Можливе позначення параметрів і розрахунок сітьового графіка з винесенням на графік значень ранніх закінчень робіт (T_{i-j}^{p3})

З метою спрощення розрахунків на графіку вводяться позначення в кружечку зліва від прямокутників повного і вільного резервів під стрілкою роботи (Рис 9.7,9.8) зліва від повного (r_{i-j}^n) та вільного (r_{i-j}^e) резервів записано раннє закінчення роботи і-j (T_{i-j}^{p3})

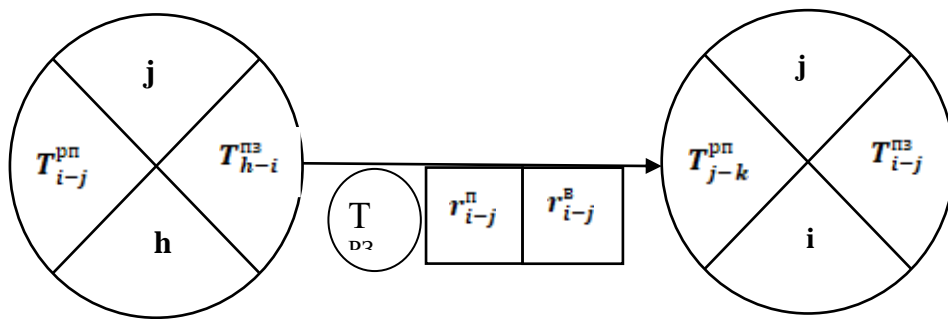


Рис 9.7 Фрагмент сітьового графіка з відповідними позначеннями під дугою роботи раннього закінчення, повного та вільного резервів

Таким чином на графіку маємо позначені всі необхідні параметри, чим спрощуються розрахунок резервів [229,232] $r_{i-j}^n = T_{i-j}^{nz} - T_{i-j}^{p3}$ (4) (число в правому секторі – мінус число в лівому кружечку) $r_{i-j}^e = T_{j-k}^{pn} - T_{i-j}^{p3}$ (5) (число в лівому секторі – мінус число в лівому кружечку).

Порядок розрахунку сітьового графіка на графіку:

1. Обчислюється значення ранніх початків (T_{i-j}^{pn}) робіт від початкової події 1 до кінцевої п і заносяться в лівий сектор подій, як і в попередніх прикладах зліва направо
2. Обчислюються пізні закінчення робіт (T_{i-j}^{nz}) зправа наліво від кінцевої події до початкової, таким же чином ,як і в попередніх прикладах, і заносяться в правий сектор подій

У верхньому секторі - номери подій від першої до завершальної, кінцевої події, у нижньому секторі – номери попередніх подій. У лівий прямокутник (перед прямокутником повного і вільного резервів (r_{i-j}^n, r_{i-j}^6)) записуємо обчисленні значення ранніх закінчень робіт (T_{i-j}^{p3}) , які необхідні для обчислення повного і вільного резервів за вищенаведеними формулами: $(r_{i-j}^n = T_{i-j}^{n3} - T_{i-j}^{p3}, (4) \quad r_{i-j}^6 = T_{j-k}^{pn} - T_{i-j}^{p3} \quad (9.5)$

Тобто на графіку є все необхідне для обчислення резервів часу. Віднімаючи значення в лівому кружечку або прямокутнику (T_{i-j}^{p3}) від числового значення правого сектора подій, маємо повний резерв, а віднявши його від числового значення лівого сектора отримуємо значення вільного резерву (r_{i-j}^6) . Розрахований сітвовий графік виглядатиме наступним чином (Рис.9.8)

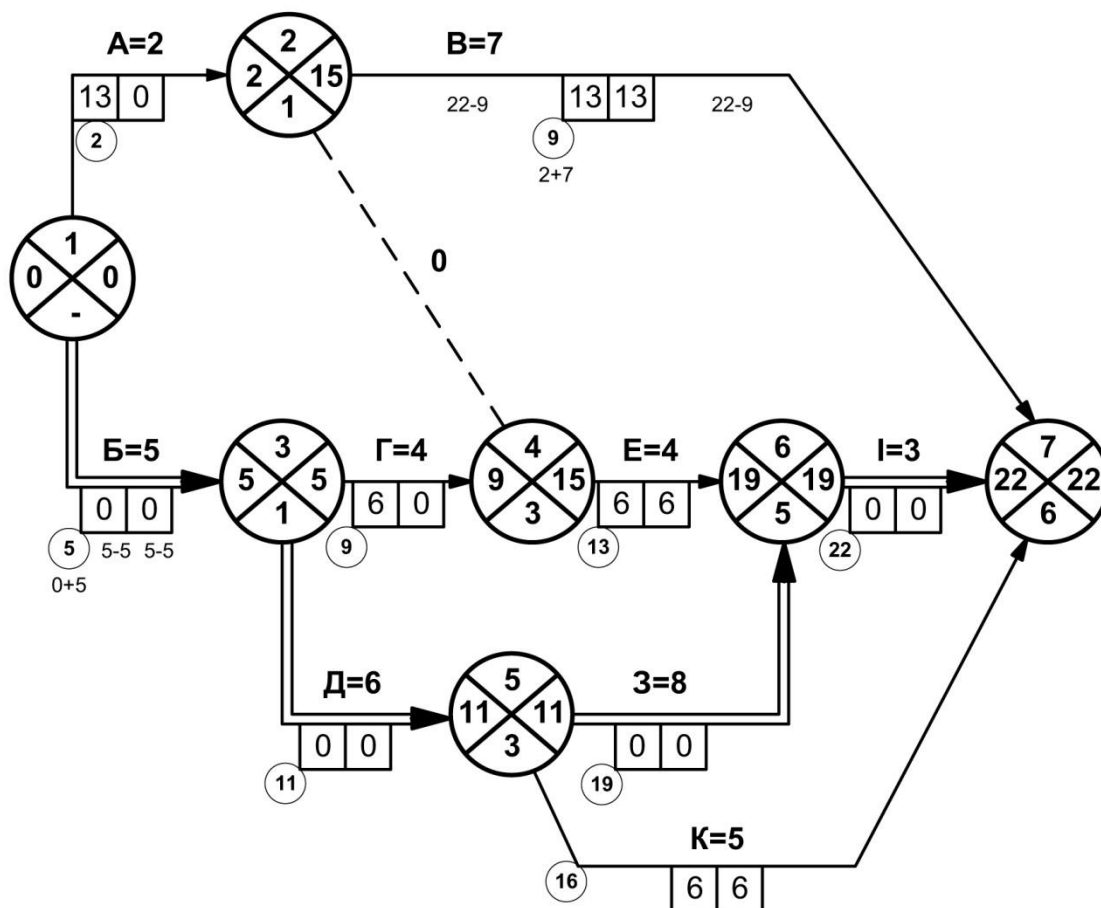


Рис.9.8 Вигляд сітвового графіка з винесеними на нього значеннями ранніх закінчень робіт

РОЗРАХУНОК ТАБЛИЧНИМ СПОСОБОМ [229,230]

Правила, використані вихідних даних для розрахунку граф (3-8) таблиці:1

1.Коди робіт визначаються на основі сітьового графіка (перша цифра - початок стрілки, друга - кінець),

Тривалості робіт вказані над стрілками. (t_{i-j})

Ранній початок робіт,що починаються вихідною подією = 0 ($t_{1-n}^{pp} = 0$)

2.Раннє закінчення (t_{i-j}^{pz})= Ранній початок(t_{i-j}^{pp}) + тривалість (t_{i-j})

$$(t_{i-j}^{pz} = t_{i-j}^{pp} + t_{i-j}) \quad (9.7)$$

3.Ранній початок подальших робіт = Найбільше з ранніх закінчень попередніх робіт ($t_{j-k}^{pp} = \max t_{i-j}^{pz}$) (9.8)

4.Критичний шлях - найбільше з ранніх закінчень робіт, що закінчуються останньою подією ($T_{кр} = \max t_{ост}^{pz}$) (9.9)

5.Пізнє закінчення робіт, що закінчуються останньою подією = Тривалості критичного шляху ($t_{ост}^{pz} = T_{кр} = \max t_{ост}^{pz}$) (9.10)

6.Пізній початок = Пізнє закінчення – Тривалість

$$(t_{i-j}^{pp} = t_{i-j}^{pz} - t_{i-j}) \quad (9.11)$$

7.Пізнє закінчення попередніх робіт = Найменше з пізніх початків подальших робіт ($t_{i-j}^{pp} = \min t_{j-k}^{pp}$) (9.12)

8.Повний резерв = Пізнє закінчення - Раннє закінчення або Пізній початок - Ранній початок ($r_{i-j}^p = t_{i-j}^{pz} - t_{i-j}^{pp}$) (9.13)

9.Вільний резерв = Ранній початок наступної роботи - Раннє закінчення даної роботи ($r_{i-j}^B = t_{j-k}^{pp} - t_{i-j}^{pz}$) (9.14)

10.Для робіт, що завершуються кінцевою подією, Вільний резерв = Критичний шлях Раннє закінчення даної роботи

$$(r_{ост}^B = T_{кр} - t_{ост}^{pz}) \quad (9.15)$$

Розрахунок сітьового графіка табличним способом

Крок 1

Внесення в розрахункову таблицю 1

№пп, кодів робіт, тривалість робіт (Гр.1,2,3,4)

Розрахункова таблиця

Таблиця 9.1

| № п/п | Код п/п | Код роб. | Трив т | Ранні | | Пізні | | Резерви | |
|------------|---------|----------|--------|----------|----------|----------|----------|---------|-------|
| | | | | терміни | | терміни | | $r^П$ | $r^В$ |
| | | | | $t^{рп}$ | $t^{рз}$ | $t^{пп}$ | $t^{пз}$ | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | - | 1-2 | 2 | 0 | | | | | |
| 2 | - | 1-3 | 5 | 0 | | | | | |
| 3 | 1-2 | 2-4 | 0 | | | | | | |
| 4 | 1-2 | 2-7 | 7 | | | | | | |
| 5 | 1-3 | 3-4 | 4 | | | | | | |
| 6 | 1-3 | 3-5 | 6 | | | | | | |
| 7 | 3-4 | 4-6 | 4 | | | | | | |
| 8 | 3-5 | 5-6 | 8 | | | | | | |
| 9 | 3-5 | 5-7 | 5 | | | | | | |
| 10 | 5-6 | 6-7 | 3 | | | | | | |
| 7 → кінець | | | | | | | | | |

Крок 2

Обчислення і внесення в Таблицю 2

ранніх параметрів ($t^{рп}, t^{рз}$) гр 5,6

ранніх початків і ранніх закінчень робіт

згідно наведених нижче формул (9.7,9.8)

| № п/п | Код п/п | Код роб. | Трив t | Ранні | | Пізні | | Резерви | |
|------------|------------|-------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| | | | | терміни | | терміни | | r ^П | r ^В |
| | | | | t ^{РП} | t ^{РЗ} | t ^{ПП} | t ^{ПЗ} | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | - | 1-2 | 2 | 0 | 2 | | | | |
| 2 | - | 1-3 | 5 | 0 | 5 | | | | |
| 3 | 1-2 | 2-4 | 0 | 2 | 2 | | | | |
| 4 | 1-2 | 2-7 | 7 | 2 | 9 | | | | |
| 5 | 1-3 | 3-4 | 4 | 5 | 5 | | | | |
| 6 | 1-3 | 3-5 | 6 | 5 | 5 | | | | |
| 7 | 3-4 | 4-6 | 4 | 9 | 9 | | | | |
| 8 | 3-5 | 5-6 | 8 | 11 | 11 | | | | |
| 9 | 3-5 | 5-7 | 5 | 11 | 11 | | | | |
| 10 | 5-6 | 6-7 | 3 | 19 | 22 | | | | |
| 7 → кінець | | | | 22 | | | | | |

$t_{НР}^{РП} = \max t_{ПР}^{РП}; (...)$ $t_{НР}^{РП}$ - (РП) ранній початок
(НР) наступної роботи

$t_{НР}^{РЗ} = \max t_{НР}^{РП} + t; (...)$ $t_{НР}^{РЗ}$ - (РЗ) раннє закінчення
(НР) наступної роботи

Крок 3

Обчислення і внесення в розрахункову таблицю 9.3

пізніх параметрів робіт

($t^{ПП}$, $t^{ПЗ}$. Графи 7,8) по формулах (.9.10, 9.11)

| № п/п | Код п/п | Код роб. | Трив t | Ранні | | Пізні | | Резерви | |
|------------|---------|----------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| | | | | терміни | | терміни | | r ^П | r ^В |
| | | | | t ^{РП} | t ^{РЗ} | t ^{ПП} | t ^{ПЗ} | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | - | 1-2 | 2 | 0 | 2 | 13 | 15 | | |
| 2 | - | 1-3 | 5 | 0 | 5 | 0 | 5 | | |
| 3 | 1-2 | 2-4 | 0 | 2 | 2 | 15 | 15 | | |
| 4 | 1-2 | 2-7 | 7 | 2 | 9 | 15 | 22 | | |
| 5 | 1-3 | 3-4 | 4 | 5 | 9 | 11 | 15 | | |
| 6 | 1-3 | 3-5 | 6 | 5 | 11 | 5 | 11 | | |
| 7 | 2-4 | 4-6 | 4 | 9 | 13 | 15 | 19 | | |
| 8 | 3-5 | 5-6 | 8 | 11 | 19 | 11 | 19 | | |
| 9 | 3-5 | 5-7 | 5 | 11 | 16 | 17 | 22 | | |
| 10 | 5-6 | 6-7 | 3 | 19 | 22 | 19 | 22 | | |
| 7 → кінець | | | | 22 | | | | | |

$$t_{HP}^{PP} = \max t_{ПР}^{PP}; \quad (...)$$

$$t_{HP}^{PЗ} = t_{HP}^{PP} + t; \quad (...)$$

$$r_{i-j}^П = t_{i-j}^{ПЗ} - t_{i-j}^{PЗ} \quad (...)$$

$$r_{i-j}^В = t_{i-к}^{PP} - t_{i-j}^{PЗ} \quad (...)$$

$$t_{i-j}^{PЗ} = t_{i-j}^{PP} + t_{i-j} \quad (...)$$

Крок 4

Обчислення і внесення в розрахункову Таблицю 4 повного (r^П) і вільного (r^В) резервів часу робіт (Графи 9,10)

згідно формул (0.13, 9.14)

Визначення резервів часу. Розрахункова Таблиця 9.4

| № п/п | Код п/п | Код роб. | Трив t | Ранні | | Пізні | | Резерви | |
|-------|---------|----------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| | | | | терміни | | терміни | | r ^П | r ^В |
| | | | | t ^{РП} | t ^{РЗ} | t ^{ПП} | t ^{ПЗ} | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | - | 1-2 | 2 | 0 | 2 | 13 | 15 | 13 | 0 |
| 2 | - | 1-3 | 5 | 0 | 5 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| 3 | 1-2 | 2-4 | 0 | 2 | 2 | 15 | 15 | 13 | 7 |
| 4 | 1-2 | 2-7 | 7 | 2 | 9 | 15 | 22 | 13 | 13 |
| 5 | 1-3 | 3-4 | 4 | 5 | 9 | 11 | 15 | 6 | 0 |
| 6 | 1-3 | 3-5 | 6 | 5 | 11 | 5 | 11 | 0 | 0 |
| 7 | 2-4 | 4-6 | 4 | 9 | 13 | 15 | 19 | 6 | 6 |
| 8 | 3-5 | 5-6 | 8 | 11 | 19 | 11 | 19 | 0 | 0 |
| 9 | 3-5 | 5-7 | 5 | 11 | 16 | 17 | 22 | 6 | 6 |
| 10 | 5-6 | 6-7 | 3 | 19 | 22 | 19 | 22 | 0 | 0 |
| 7 → | | | | 22 | | | | | |

$$t_{HP}^{PP} = \max t_{ПР}^{PP}; \quad (...)$$

$$t_{HP}^{PЗ} = t_{HP}^{PP} + t; \quad (...)$$

$$r_{i-j}^П = t_{i-j}^{ПЗ} - t_{i-j}^{PЗ} \quad (...)$$

$$r_{i-j}^В = t_{j-к}^{PP} - t_{i-j}^{PЗ} \quad (...)$$

$$t_{i-j}^{PЗ} = t_{i-j}^{PP} + t_{i-j} \quad (...)$$

РОЗРАХУНОК-ПЕРЕВІРКА ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМИ NET GRAF

(метод вказівки орг. виробництва (ОВ))

1. Всього робіт-10

2. Вносяться коди робіт і їхні тривалості - t_j

| № п/п | Код п/п | Код роб. | Трив t | Ранні | | Пізні | | Резерви | |
|------------|------------|-------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| | | | | терміни | | терміни | | r ^П | r ^В |
| | | | | t ^{РП} | t ^{РЗ} | t ^{ПП} | t ^{ПЗ} | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | - | 1-2 | 2 | 0 | | | | | |
| 2 | - | 1-3 | 5 | 0 | | | | | |
| 3 | 1-2 | 2-4 | 0 | | | | | | |
| 4 | 1-2 | 2-7 | 7 | | | | | | |
| 5 | 1-3 | 3-4 | 4 | | | | | | |
| 6 | 1-3 | 3-5 | 6 | | | | | | |
| 7 | 2-4 | 4-6 | 4 | | | | | | |
| 8 | 3-5 | 5-6 | 8 | | | | | | |
| 9 | 3-5 | 5-7 | 5 | | | | | | |
| 10 | 5-6 | 6-7 | 3 | | | | | | |
| 7 → кінець | | | | | | | | | |

3. Після операції "РОЗРАХУВАТИ"

**в таблицю автоматично вносяться
результати розрахунку**

4. Друк і аналіз отриманих результатів

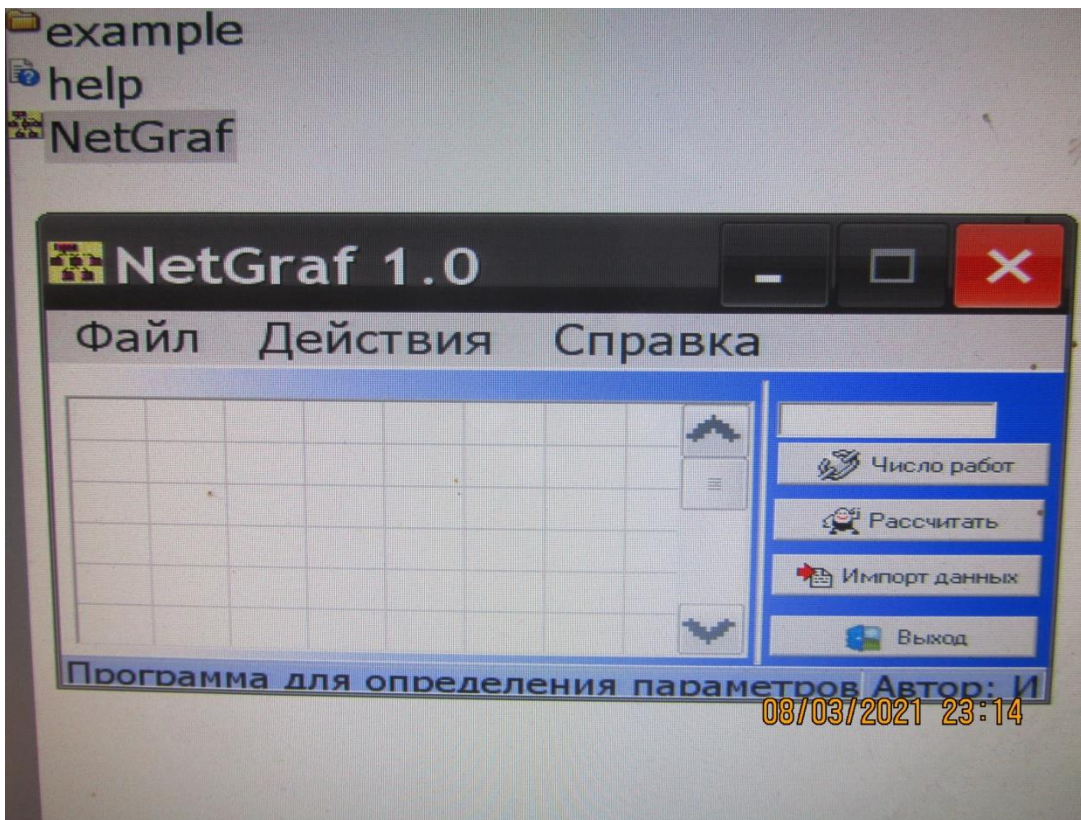


Рис. 9.9 Файл з програмою NetGraf, куди вводяться вихідні дані для розрахунку часових параметрів графіка і де показуються результати розрахунку

На розрахований за часом сітвовий графік процесу можуть наноситись інші, важливі параметри загального процесу і кожної конкретної роботи для якомога точнішого розрахунку організації і управління будівництвом або іншим видом діяльності.[231, 232]

Встановимо позначення на графіку додаткових ресурсів, в даному випадку :час, кількість працюючих, інтенсивність капітальних вкладень.

Наприклад-робота А код 1-2

параметри роботи **A** (2,3,4)

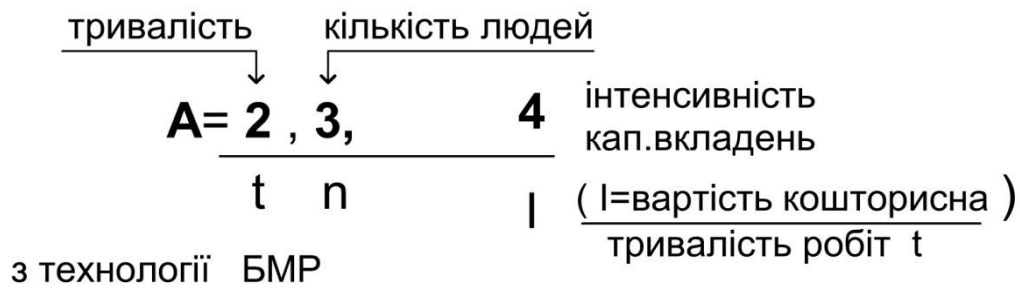


Рис.9.10 Позначення на графіку додаткових параметрів

Представлення календарного графіка по сітвовій моделі з заданими параметрами: часу – t , кількості працюючих людей – n , інтенсивності капітальних вкладень – I дає можливість календаризувати графік і побудувати відповідні епюри і графіки постачання ресурсів та машин і механізмів.

КАЛЕНДАРИЗАЦІЯ СІТЬОВОГО ГРАФІКА і ПОБУДОВА ЕПЮР

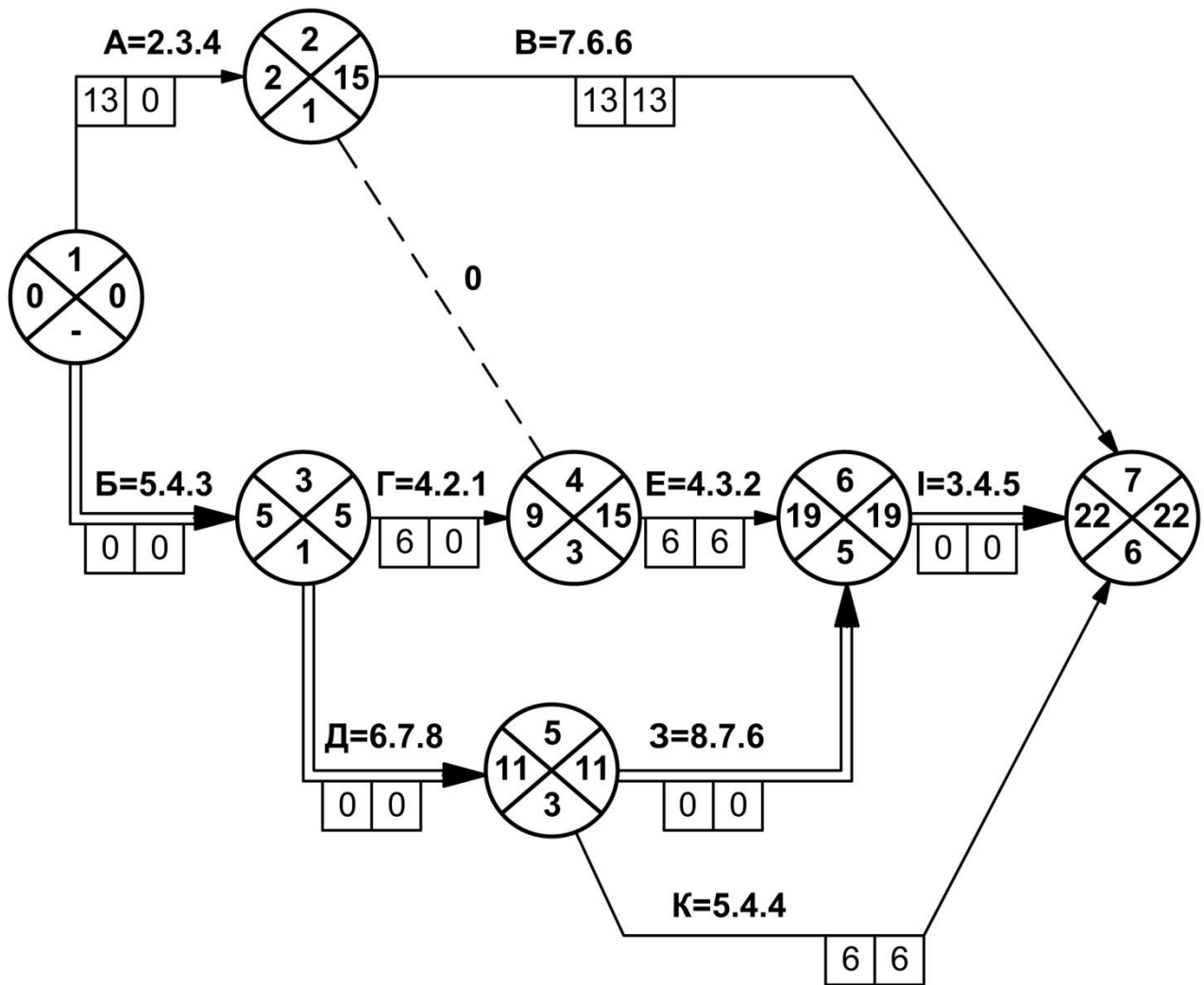


Рис. 9.11 Сітьовий графік з додатковими параметрами робіт

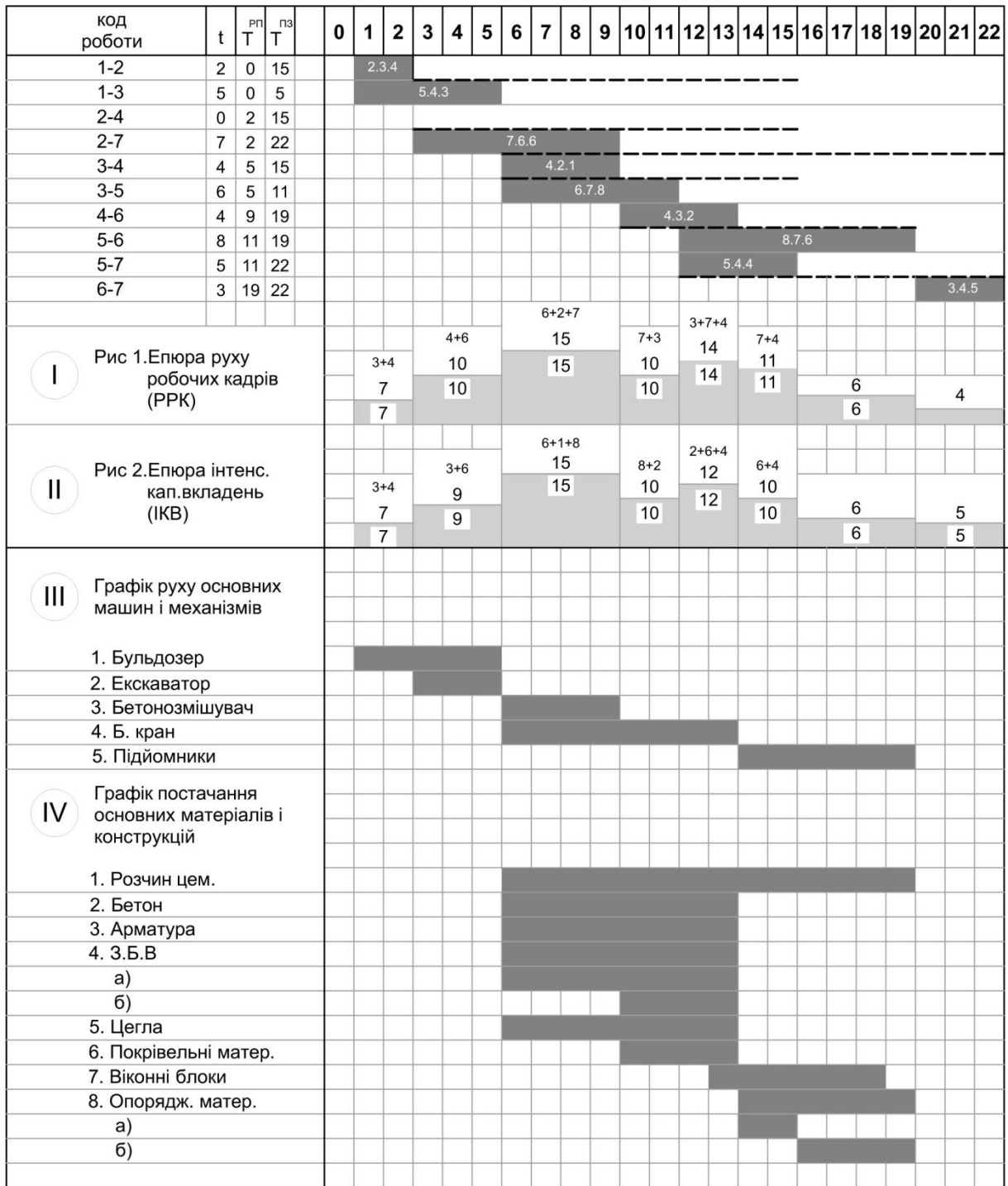


Рис.9.12 Календаризований графік з епюрами ресурсів та графіками постачання основних матеріалів,конструкцій, машин і механізмів

Календаризована сітьова модель з епюрами , та графіками руху основних машин і механізмів та конструкцій і матеріалів дає більш-менш повну картину для організації і управління процесами.[232, 233] Щодо будівельних процесів, які проходять на відкритому майданчику є можливість в залежності від пори року і погодних умов за середньостатистичними даними по кількості несприятливих

днів в конкретному місяці року вводити відповідний коефіцієнт погодних умов (Кпу) і швидко перераховувати терміни будівництва на кожному етапі і проводити оптимізацію процесу будівництва. Аналогічно можуть робитися поправки і на інші фактори. Наприклад на продуктивність праці від застосування нової техніки і технологій (Кнт., Кт), інтенсивності праці (Кінт) і т.д.

ВИСНОВОК

1. Застосування нових інтелектуальних інформаційних інструментів має велике значення для систем та синергічної дії елементів системи при досягненні бажаного результату – мінімізації дистанції між поставленою метою і результатом в умовах невизначеності функціонування з використанням автоматизованих систем та інформаційних технологій, які дають можливість врахування багатьох важливих впливових факторів, швидкого моніторингу та коригування ходу подій і оптимізацію усіх процесів.

10. РОЗРАХУНКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТРИЧНОГО МЕТОДУ В ПОРІВНЯННІ З СІТЬОВОЮ МОДЕЛЛЮ.

1. Оптимізація черговості зведення об'єктів з використанням матриць при розробці календарних планів будівництва промислових підприємств.

Порядок визначення раціональної черговості будівництва об'єктів під час формування неритмічного потоку з використанням матриць розглянемо на прикладі (табл.10.1.)

На основі вихідного варіанта черговості будівництва об'єктів визначаємо тривалість неритмічного потоку (табл.10.2).

Вихідні дані в матрицю записують так : у рядках матриці зазначають захватки (об'єкти), а в стовпчиках - бригади. В середину клітин матриці записують тривалість роботи бригад на захватках.(Таблиця 10.2)

Тривалість робіт на (об'єктах) захватках

Таблиця 10.1

| Захватка (об'єкт) | Бригада | | | |
|----------------------|---------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 3 | 4 | 2 | 4 |
| 2 | 2 | 3 | 4 | 3 |
| 3 | 4 | 5 | 6 | 2 |
| 4 | 5 | 1 | 2 | 2 |
| 5 | 1 | 6 | 6 | 5 |

У верхньому лівому куті позначають початок виконання робіт на захватці t_{ij}^n , а тому – завершення в нижньому правому – завершення робіт

$t_{ij}^3 = t_{ij}^n + t_{ij}$. У додаткових рядках внизу матриці зазначають сумарну тривалість роботи кожної бригади на захватках $\sum t_{ij}^n$ і максимальні організаційні перерви $\max \sum t_{on}$.

На першому етапі розрахунку умовно візьмемо , що всі роботи розпочинаються на першій захватці з нульової точки. Розрахунок матриці ведеться згори вниз.

Другим етапом розрахунку є визначення можливості початку суміжної роботи для кожної захватки з урахуванням закінчення попередньої. Для цього порівнюємо на кожній захватці строки завершення попередньої роботи і початку наступної. Так, на першій захватці строк завершення роботи першої бригади – три одиниці часу, а строк початку роботи другої бригади – 0. Отже, строк початку роботи другої бригади слід пересунути на величину $3-0 = 3$. Це число записуємо в клітинку 1-2 біля лінії , що поділяє суміжні роботи (у кружечку). Аналогічно визначаємо і значення для всіх захваток і у додатковий рядок внизу випикуємо знайдене максимальне значення організаційної перерви для кожної пари суміжних робіт.

Третім етапом є остаточний розрахунок неритмічного потоку не основі уточнення початку роботи бригад на захватках з урахуванням знайдених величин організаційних перерв. Так, для перших двох суміжних робіт максимальна організаційна перерва становить три одиниці часу. Отже, вважаємо, що строк початку роботи другої бригади на першій захватці дорівнює 3; третьої бригади на першій захватці беремо $3+6=9$, четвертої : $3+6+9=18$. Уточнені строки початку роботи бригад проставляють у тій самій матриці, поряд з умовними строками початку (відділяються крапкою з комою) і на їх основі проводять остаточний розрахунок тривалості неритмічного потоку. У нашому прикладі вона становить 34 одиниць часу. При цьому коефіцієнт щільності $K_{щ}$, що характеризує ступінь використання бригадами фронту робіт становить 0,66($K_{щ}$ - це відношення загальної тривалості роботи бригад на захватках до суми загальної тривалості з урахуванням простоїв підготовленого фронту робіт з організаційних причин).

Простій підготовленого фронту робіт з організаційних причин визначають порівнянням строку початку наступної роботи на певній захватці зі строком завершення попередньої (ці величини проставлено в клітинках матриці біля знака x).

Для визначення раціональної черговості будівництва об'єктів знаходимо сумарну тривалість роботи кожної бригади на всіх захватках Σt_{ij} . Одержані значення записуємо в додатковий рядок матриці й визначаємо серед них найтриваліших робіт на всіх захватках. У нашому прикладі – це комплекс робіт на всіх захватках. У нашому прикладі – це комплекс робіт третьої бригади, тривалість якого становить 20 одиниць часу. Потім визначаємо сумарну тривалість попередніх робіт (щодо найтривалішого комплексу робіт на всіх захватках) і записуємо в чисельнику, а сумарну тривалість наступних робіт – у знаменнику. Крім того, визначаємо різницю Δt_{ij} між тривалістю першого й останнього видів робіт.

Результати розрахунку неритмічного потоку для вихідного варіанта черговості будівництва об'єкта Таблиця 10.2

| Зах- ватка (об'єкт) | Бригади | | | | $\frac{\Sigma t_{ij}}{\Sigma t_{ij} + \Sigma t_{on}}$ | $\frac{\Sigma t_{ij}^{non}}{\Sigma t_{ij}^{наст}}$ | Δt_{ij} |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---|--|-----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | | |
| 1 | 0 | 0;3 | 0;9 | 0;18 | $\frac{13}{22}$ | $\frac{7}{4}$ | -1 |
| | 3 х | 0 4 х | 2 2 х | 7 4 | | | |
| | 3 3 | 3 4;7 | 4 2;11 | 2 4;22 | | | |
| 2 | 3 | 4;7 | 2;11 | 4;22 | $\frac{12}{22}$ | $\frac{5}{3}$ | -1 |
| | 2 х | 2 3 х | 1 4 х | 7 3 | | | |
| | 5 | 1 7,10 | 5 6;15 | 2 7;25 | | | |
| 3 | 5 | 7;10 | 6;15 | 7;25 | $\frac{17}{22}$ | $\frac{9}{2}$ | 2 |
| | 4 х | 1 5 х | 0 6 х | 4 2 | | | |
| | 9 | 2 12,15 | 6 12;21 | 5 9;27 | | | |
| 4 | 9 | 12;15 | 12;21 | 9;27 | $\frac{10}{20}$ | $\frac{6}{2}$ | 3 |
| | 5 х | 1 1 х | 5 2 х | 4 2 | | | |
| | 14 | 2 13;16 | 1 14;23 | 5 11;29 | | | |
| 5 | 14 | 13;16 | 14;23 | 11;29 | | | |

| | | | | | | | |
|---------------------|-----------|------------------|------------------|----------------|---------------------------------|---------------|-----|
| | 1 x 15 | 1 6 x 2 19;22 | 1 6 x 5 20;29 | 0 5 9 16;34 | $\frac{18}{20}$ | $\frac{7}{5}$ | -4 |
| $\sum t_{ij}$ | 15 | 19 | 20 | 16 | $K_{ш} = \frac{70}{106} = 0,66$ | max | min |
| max t_{on} | 3 | 6 | 9 | | | | |

Нова матриця формується в такому порядку (табл.10.3): у перший рядок матриці записують номер захватки, на якій сумарна тривалість робіт, що передують ведучому потоку, мінімальна, а в останній рядок – номер захватки, на якій сумарна тривалість наступних робіт є мінімальною. У тому самому порядку заповнюють другий і передостанній рядки матриці й усі інші. При цьому значення суми попередніх і суми наступних рядків зростає б мірою наближення до середини матриці.

Результати розрахунку неритмічного потоку поліпшеного варіанта черговості будівництва об'єктів з використанням показника $\frac{\sum t_{ij}^{non}}{\sum t_{ij}^{наст}}$

Таблиця 10. 3

| Зах- ватка (об'єкт) | Бригада | | | | $\frac{\sum t_{ij}}{\sum t_{ij} + \sum t_{on}}$ |
|---------------------------|---------------|-----------------------|------------------------|----------------------|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| | 0 | 0;4 | 0;9 | 0;16 | |
| 2 | 2 x 2 | 2 3 x 3;7 | 2 4 x 4;13 | 3 3 3;19 | $\frac{12}{19}$ |
| 4 | 2 5 x 7 | 3;7 0 1 x 4;8 | 4;13 5 2 x 6;15 | 3;19 4 2 5;21 | $\frac{10}{19}$ |
| 5 | 7 1 x 8 | 4;8 0 6 x 10;14 | 6;15 1 6 x 12;21 | 5;21 0 5 10;26 | $\frac{18}{19}$ |
| | 8 | 10;14 | 12;21 | 10;26 | |

| | | | | | |
|---------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| 1 | 3 x 11 | 3 4 x 14;18 | 3 2 x 14;23 | 3 4 14;30 | $\frac{13}{22}$ |
| 3 | 11 4 x 15 | 14;18 3 5 x 19;23 | 14;23 0 6 x 20;29 | 14;30 1 2 16;32 | $\frac{17}{21}$ |
| $\max t_{on}$ | 4 | 5 | 7 | | $K_{щ} = \frac{70}{100} = 0,7$ |

Сформовану нову матрицю розраховують . У цьому прикладі нова тривалість будівництва об'єктів становить 32 одиниці часу, що на дві одиниці менше тривалості потоку попередньої черговості.

Після цього формують матрицю за другим показником Δt_{ij} – різницю ритмів робіт першої і останньої бригад. У перший рядок записують номер захватки з мінімальною різницею ритмів роботи, а далі – мірою зростання чисельного значення цієї різниці. Розраховують оформлену матрицю (табл.10.4).

Результати розрахунку неритмічного потоку поліпшеного варіанта черговості будівництва об'єктів з використанням показника Δt_{ij}

Таблиця 10.4

| Зах- ватка (об'єкт) | Бригада | | | | $\frac{\sum t_{ij}}{\sum t_{ij} + \sum t_{on}}$ |
|---------------------------|---------------|----------------------|------------------------|---------------------|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 5 | 0 1 x 1 | 0;1 0 6 x 6;7 | 0;7 0 6 x 6;13 | 0;13 0 5 5;18 | $\frac{18}{18}$ |
| 2 | 1 2 x 3 | 6;7 4 3 x 9;10 | 6;13 3 4 x 10;17 | 5;18 1 3 8;21 | $\frac{12}{20}$ |
| 1 | 3 3 x | 9;10 4 4 x | 10;17 3 2 x | 8;21 2 4 | $\frac{13}{13}$ |

| | | | | | | |
|-------------------------|-----------|------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| | | 6 | 13;14 | 12;19 | 12;25 | 22 |
| 3 | 0 | 4 x | 13;14 4 5 x | 12;19 0 6 x | 12;25 0 2 | $\frac{17}{21}$ |
| | | 15 | 19;19 | 20;25 | 16;27 | |
| 4 | 11 | 4 x | 14;18 3 5 x | 18;25 5 2 x | 14;27 0 2 | $\frac{10}{19}$ |
| | | 15 | 19;23 | 20;27 | 16;29 | |
| max_{on} | | 1 | 6 | 6 | | $K_{щ} = \frac{70}{100} = 0,7$ |

У розглянутому прикладі тривалість потоку з новою черговістю становить 29 одиниць часу, що на 5 одиниць менше від попередньої тривалості потоку, що сформований за першим показником. Отже, мінімальна тривалість потоку буде при такій черговості :5, 2, 1, 3, 4. При цьому $k_{щ} = 0,7$, свідчить про поліпшення ступеня поєднання робіт на захватках проти попереднього варіанта черговості.

Розглянутий метод визначення раціональної черговості будівництва об'єктів є наближеним, проте розрахунки показують, що за умов найраціональнішої черговості включення в роботи захваток у неритмічних потоках тривалість скоротити на 20%.

2. Другий корисний аспект впливає з розрахунків, використовуючи матричний метод.

Сітьовий графік (рис.10.1), побудований за технологічним алгоритмом з часовими параметрами робіт (табл. 10.5) на кожному з 4 об'єктів (захваток) дозволяє дослідити хід технологічного процесу, визначити ранні початки і пізні закінчення робіт, резерви часу, критичний шлях. А от як організувати роботу спеціалізованих бригад на кожному об'єкті без простоїв, без технологічних очікувань, дає відповідь матричний метод розрахунків (рис. 10.2). Графік переходу і роботи бригад на об'єктах (рис.10.3) побудований на основі матричного розрахунку (рис.10.2) дає чітку

картину, коли треба починати роботу на конкретному об'єкті. щоб уникнути простоїв (очікувань). Так бачимо, бригаді покрівельників (Π_1) на першому об'єкті (захватці) краще почати роботу не одразу після закінчення роботи по монтажу каркасу (K_1) на першому об'єкті, на 5-й день, а днем пізніше, тоді робота на усіх об'єктах пройде без накладок і очікувань. Також як і опоряджувальні роботи на першому об'єкті ($O_{\Pi 1}$) для безперервності потоку слід починати на 3 дні пізніше після закінчення покрівельних робіт (Π_1). Таким чином забезпечується безперервність усіх потоків (рис.10.3). Кожна бригада відповідно укомплектована за кількістю і фаховою кваліфікацією персоналом, інструментом, машинами, механізмами, інфраструктурою, ресурсами (фінансовими, інформаційними, матеріалами та конструкціями і т.д.) ,проектно-технологічною документацією.

Тривалості виконання видів робіт на об'єктах Таблица 10.5

| Об'єкт | Фундаменти | Каркас | Покриття | Опорядження | $\Sigma, \Phi, K, \Pi, O_{\Pi}$ |
|--------|--------------|-----------|-------------|-----------------|---------------------------------|
| 1 | $\Phi_1 - 3$ | $K_1 - 2$ | $\Pi_1 - 4$ | $O_{\Pi 1} - 3$ | 12 |
| 2 | $\Phi_2 - 2$ | $K_2 - 4$ | $\Pi_2 - 3$ | $O_{\Pi 2} - 1$ | 10 |
| 3 | $\Phi_3 - 4$ | $K_3 - 3$ | $\Pi_3 - 2$ | $O_{\Pi 3} - 2$ | 11 |
| 4 | $\Phi_4 - 2$ | $K_4 - 3$ | $\Pi_4 - 4$ | $O_{\Pi 4} - 3$ | 12 |
| | 11 | 12 | 13 | 9 | |

Алгоритм виконання будівельного процесу при роботі 4 – х спеціалізованих бригад (Φ, K, Π, O_{Π})

1. Φ_1 – початок процесу
2. $K_1 - \Phi_1$
3. $\Phi_2 - \Phi_1$
4. $K_2 - \Phi_2, K_1$
5. $\Phi_3 - \Phi_2$
6. $K_3 - \Phi_3, K_2$
7. $\Phi_4 - \Phi_3$
8. $K_4 - \Phi_4, K_3$
9. $\Pi_1 - K_1$
10. $\Pi_2 - K_2, \Pi_1$
11. $\Pi_3 - K_3, \Pi_2$
12. $\Pi_4 - K_4, \Pi_3$
13. $O_{\Pi 1} - \Pi_1$
14. $O_{\Pi 2} - \Pi_2, O_{\Pi 1}$
15. $O_{\Pi 3} - \Pi_3, O_{\Pi 2}$
16. $O_{\Pi 4} - \Pi_4, O_{\Pi 3}$
17. $O_{\Pi 4}$ – завершення процесу

Ф – Фундаменти, К – Каркас,
 П – Покрівля, Оп. – Опорядження

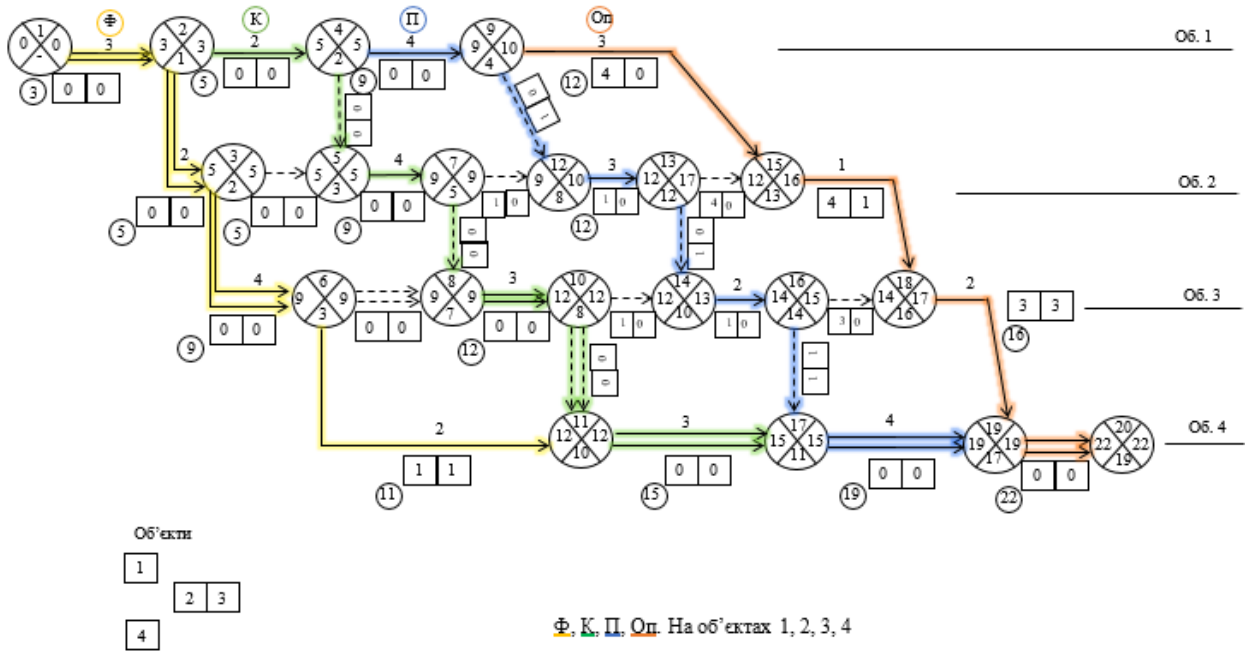


Рис.10.1 Сітвовий графік виконання процесів Ф,К,П,Оп (Фундаменти, Каркас, Покрівля, Опорядження) на об'єктах 1,2,3,4

| Об'єкти | Бригади (процеси) | | | | $\frac{\sum t}{\sum t + \sum t_0}$ | $\frac{\sum t_n}{\sum t_n}$ | Δt 1-4 |
|----------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| | 1 Ф | 2 К | 3 П | 4 Оп | | | |
| 1 | 0,0 3 3,3 3 | 0,3 2 5,2 0 | 0,6 4 10,4 -1 | 0,13 3 16,3 -3 | $\frac{12}{12 + [4]}$ | $\frac{5}{4}$ | 0 |
| 2 | 3 2 5,5 5 | 2,5 4 9,6 0 | 4,10 3 13,7 -1 | 3,16 1 17,4 -3 | $\frac{10}{10 + [4]}$ | $\frac{6}{3}$ | 1 |
| 3 | 5 4 9,9 9 | 6,9 3 12,9 0 | 7,13 2 15,9 -1 | 4,17 2 19,6 -2 | $\frac{11}{11 + [3]}$ | $\frac{7}{2}$ | 2 |
| 4 | 9 2 11,11 11,11 | 9,12 3 15,12 2 | 9,15 4 19,13 3 | 6,19 3 22,9 7 | $\frac{12}{12 + [1]}$ | $\frac{5}{4}$ | -1 |
| $\sum t$ | 11 | 12 | 13 | 9 | $K_{щ} = \frac{45}{57}$ | max | min |
| t_0 | | 3 | 3 | 7 | | | |

Рис.10.2 Матриця розрахунку будівельних потоків Ф,К,П,Оп

Послідовність виконання процесів Ф,К,П,Оп

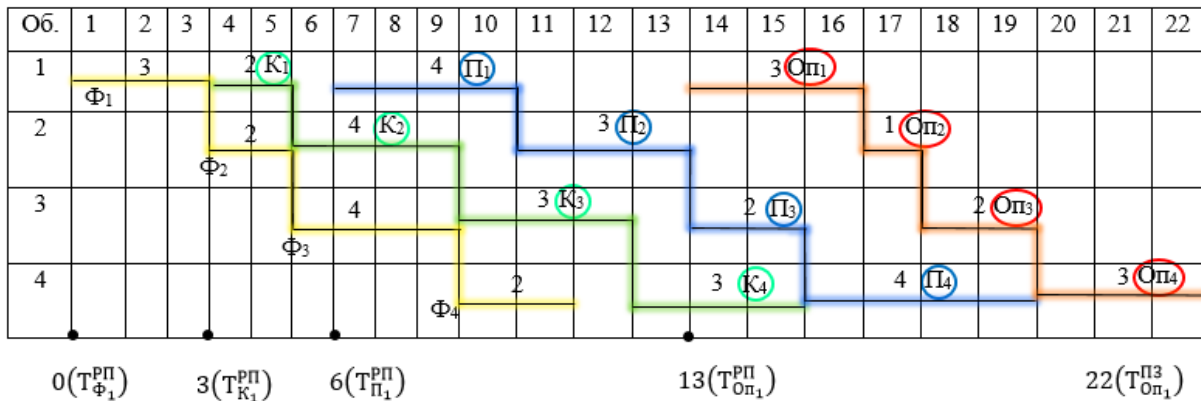


Рис.10.3 Графік переходу і роботи бригад на об*єктах

Висновки:

1. Матричний спосіб розрахунку параметрів технологічних будівельних процесів , як інтелектуальний інструмент для визначення черговості будівництва комплексу об*єктів дає можливість оптимізувати тривалість будівництва комплексу в цілому.
2. При виконанні оптимізації тривалості будівництва за допомогою матричного способу комплексу об*єктів в цілому, не менш важливим є підвищення якості організації кожного окремого процесу , усунення очікувань при переході спеціалізованої бригади з об*єкта на об*єкт , ритмічного безперервного виконання робіт.

ЛІТЕРАТУРА

1. Анісімов О.С. Організаційні онтології і аналіз систем діяльності (О.О. Богданов і сучасна методологія).- М .: ФГТУ Росак АПК, 2002.
2. Богданов О.О. Тектологія. Загальна організаційна наука. Кн. 1 - М.: Економіка, 1989.
3. Богданов О.О. Тектологія. Загальна організаційна наука. Кн. 2 - М.: Економіка, 1989.
4. Савченко О.В. Тектологія О.О. Богданова як прототип сучасної методології // Матеріали міжвузівської науково-практичної конференції молодих вчених "Ідеї Богданова А.А. і сучасність". - М., РАГС, 2003
5. Савенко В.І., Ключєва В.В. та ін..Ділова досконалість КНУБА 2016
6. Калита П.Я. Грани качества УАЯ –К. 2014 366 с.
7. Згуровский М.З., Доброногов А.В., Померанцева Т.Н. Исследование социальных процессов на основе методологии системного анализа.- К. 1997г.
8. Математическое моделирование экономических процессов, п/р Иволгина А.Н. – М.,1991.
9. Радугин А.А. Философия (курс лекций). – М.,1995.
10. Свидерский В.И. Диалектика и логика научного познания. Элементы и структура как категории диалектики. – М.,1966.
11. Фролов И.Т.,Араб-Оглы Э.А.,Арефьева Г.С. и др. Введение в философию в 2 ч.- М.,1989.
12. Философская энциклопедия в 5 томах.-М.,1970
13. Философский словарь, п/р Фролова И.Т. – 5-е изд.- М.,1987.
14. Черняк Ю.И. Зачем нужна теория систем – Фрунзе,1990.
15. Шрейбер А.К. Абрамов А.А.Гусаков Р.А. и др.. Организация и планирование строительного производства –М.; Висш.шк. 1987.-368с.
16. Клаузиус Р. Механическая теория тепла.- В кн: Второе начало термодинамики. М.-Л,1934 Косиманов В.В, Карно, Клапейрон, Клаузиус, М. 1985.

- 17 Чумак О.В. Энтропия и фракталы в анализе данных.-М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2011-164с.
- 18 Э.Х.Лийв. Инфодинамика. Обобщенная энтропия и негэнтропия - Таллин, 1998.-200с.
19. Прангишвили И.В. Энтропийные и другие системные закономерности: Вопросы управления сложными системами. Ин-т проблем управления им.В.А.Трапезникова. М.Наука,2003 -428с.
20. Низовкина Н.Г. Оценка темпов развития предприятия на основе связи темпов с энтропией. Научные записки НГУЭУ.-2009. № 1 (электронный ресурс). Режим доступа:[http://old.nsaem.ru/Science /Publications/Science – notes/Archive/2009/1/](http://old.nsaem.ru/Science/Publications/Science_notes/Archive/2009/1/)
21. Усов Л.С. Исследование энтропии как инструмента анализа и прогнозирования эффективности инновационной деятельности (концепция) // Инновации. Специальный выпуск.-2009.№ 1-С. 38-43.
22. Исламутдинов В.Ф. Универсальный подход к оценке эффективности и отбору инновационных проектов // Евразийский международный научно-аналитический журнал.- № 3 (27) (электронный ресурс).-Режим доступа: [http://www.m-economy.ru/ art.php?nArtid = 2062.](http://www.m-economy.ru/art.php?nArtid=2062)
23. Райзберг Б.А,Лозовский Л.Ш,Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь.- 2-е изд,испр.М: ИНФРА – М,1999.-479с
24. А.П.Левич. Энтропия как мера структурированности сложных систем // Труды семинара «Время,хаос и математические проблемы». М: Ин-т математических исследований сложных систем МГУ им.М.В.Ломоносова,2000. (электронный ресурс). - Режим доступа: [http:// www.chronos.msu.ru/Public/levich-ent-Ropia.html.](http://www.chronos.msu.ru/Public/levich-ent-Ropia.html)
25. Г.А.Краснов, В.В.Виноградов, А.А.Краснов. Условие возникновения синергетического эффекта при интеграции экономических систем// Вестник Нижегородского университета им.Н.И.Лобачевского.-2009.-№ 4 – с.219-222.

- 26 Блюменфельд Л.А. Інформація, динаміка і конструкція біологічних систем. Режим доступу: <http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/136.html>.
- 27 Глосарій. Режим доступу: [http://www.glossary.ru/cgi-bin/gl_sch2.cgi?RIIt\(uwsg.o9](http://www.glossary.ru/cgi-bin/gl_sch2.cgi?RIIt(uwsg.o9).
- 28 Голіцин Г. А. Інформація. Поведінка, мова, творчість.-М: ЛКІ, 2007р.
- 29 Демон Максвелла - Вікіпедія. Режим доступу: http://ru.wikipedia.org/wiki/Демон_Максвелла.
- 30 негентропії - Наука. Режим доступу: <http://ru.science.wikia.com/wiki/Негэнтропия>.
- 31 Осіпов А. І., Уваров А. В. Ентропія та її роль у науці. - МДУ ім. М. В. Ломоносова, 2004.
- 32 Пригожин І Сучасна термодинаміка, М.: Світ, 2002.
- 33.Термодинамічна ентропія - Вікіпедія. Режим доступу: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Термодинамическая>
34. А. А. Богданов Тектология Всеобщая организационная наука. Третье издание (Часть 1. — Л.-М. 1925; Часть 2. — Л.-М. 1927; Часть 3. — Л.-М, 1929).
35. П.К. Анохін Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем. В кн. Очерки по физиологии функциональных систем.. М., «Медицина», 1975, 448 с., ил. С. 17 – 62
36. Системокванты физиологических процессов М.: Международный гуманитарный фонд
37. Пригожин А.И. Методі развития организаций . –М. Знание -2005.
38. Аугустиновичюте А. теорія ознак Рейніна // Соціоніка, ментологія і психологія особистості. 1998. №№ 1 6.
39. Букалов А. В., Карпенко О. Б., Чікірісова Г. В. Про розподілі соціонических типів в різних виробничихколективах. // Соціоніка, ментологія і психологія особистості. 2000. - № 1.
40. Карпенко О.Б., Букалов А. В., Чікірісова Г. В. Ознаки Рейніна: гендерні відмінності і соціальні очікування // Соціоніка, ментологія і психологія особистості. 2000. - № 5

41. Рейнін Г. Р. Теоретичний аналіз типологічних описів особистості в психології // Соціоніка, ментологія і психологія особистості. 1999. - №№ 4 - 6.
42. Моделі та методи прийняття рішень
43. Штейнберг В. Э. Теория и практика дидактической многомерной технологии [Текст] / В. Э. Штейнберг. – М. : Народное образование, 2015. – 350 с. ISBN 978-5-87953-366-8
44. Метешкин К. О. Методологические основы автоматизированного обучения специалистов с использованием интеллектуальных информационных технологий: дис. д-ра. техн. наук : 05.13.06 / Международный славянский университет / К.О. Метешкин. – Харьков, 2006. – 346 л.
45. Бьюзен Т. и Б. Супермышление [Текст] / Пер. с англ. Е. А. Самсонов; Худ. обл. М. В. Драко. — 2-е изд.— Мн.: ООО «Попурри», 2003. — 304 с.:ил. + 16 с. вкл.— (Серия «Живите с умом»).
46. Крогерус М. Книга решений. 50 моделей стратегического мышления [Текст] / М. Крогерус, Р. Чепелер. С иллюстрациями Филипа Эрнхарта / [Пер. с нем. Е. Турчаниновой]. – ЗАО «Олимп–Бизнес», 2012. – 208 с.:
47. Доценко, С. І. Визначення шляхів розвитку інтелектуальних інформаційних технологій [Текст] / С. І. Доценко // Інформаційні технології та інновації в економіці, управлінні проектами та програмами : [Монографія / за заг. ред.. В. О. Тимофєєва, І. В. Чумаченко] — Харків: ФОП Панов А. М. , 2016. — 404 с.— С. 263—288.
48. Доценко С. І. Теоретичні основи створення інтелектуальних систем комп'ютерної підтримки рішень при управлінні енергозбереженням організацій : дис. д-ра. техн. наук : 05.13.06 /Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка / С. І. Доценко. – Харків, 2017. – 369 л.
49. Метешкин К. О. Методологические основы автоматизированного обучения специалистов с использованием интеллектуальных информационных технологий : дис. д-ра. техн. наук : 05.13.06 / Международный славянский университет / К.О. Метешкин. – Харьков, 2006. – 346 л.

50. Блауберг И. В. Проблема целостности и системный подход [Текст] / И. В. Блауберг. – М. : Эдиториал УРСС, 1997. – 448 с.
51. Доценко С. І. Теоретичні основи створення інтелектуальних систем комп'ютерної підтримки рішень при управлінні енергозбереженням організацій : дис. д-ра. техн. наук : 05.13.06 /Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка / С. І. Доценко. – Харків, 2017. – 369 л.
52. Доценко С. І. Методологія цілісного підходу до дослідження інтелектуальних систем: антиномії цілісності [Текст] / С. І. Доценко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. — Харків: — 2017. — № 4 (додаток). — С. 39—40.
53. Авилов А. В. Рефлексивное управление: методологические основания / А. В. Авилов. – Г. : Изд-во ГУУ, 2003. – 202 с.
54. Воронин А. А. Математические модели организаций: Учебное пособие / А. А. Воронин, М. В. Губко, С. П. Мишин, Д. А. Новиков. — М. : ЛЕНАНД, 2008. — 360 с.
55. Вендров А. М. Методы и средства моделирования бизнес-процессов (обзор) / А. М. Вендров // Jet Info Информационный бюллетень. – № 10 (137) / 2004, 32с.
56. Черемных С. В. Структурный анализ систем: IDEFтехнологии / С.В. Черемных, И. О. Семенов, В.С. Ручкин. – М.: Финансы и статистика, 2001.
57. Бистерфельд О.А. Моделирование бизнес-процессов с использованием методологии IDEF3 : учебно-методическое пособие / О. А. Бистерфельд ; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. – Рязань, 2008. – 44 с.
58. Калашян А.Н. Структурные модели бизнеса: DFD технологи / А. Н. Калашян, Г. Н. Калянов. – М. : Финансы и статистика, 2003. – 256 с. – ISBN: 5-279-02562-3
59. Каменнова М. Моделирование бизнеса. Методология ARIS / М. Каменнова, А. Громов, М. Ферапонтов, А. Шматалюк. – М. : Весть Метатехнология, 2001. – 327 с.
60. Крачтен Ф. Введение в Rational Unified Process / Ф. Крачтен: пер. с англ. – М.: Вильямс, 2002. – 240 с.

61. Мельцер М. И. Диалоговое управление производством (модели и алгоритмы) [Текст] / М. И. Мельцер. – М. : Финансы и статистика, 1983. – 240 с.
62. Вороник А. А. Оптимальные иерархические структуры / А. А. Воронин, С.П. Мишин. – М: ИПУ РАН. – 2003. – 214 с.
63. Новиков Д. А. Теория управления организационными системами / Д. А. Новиков.– М: МПСИ. – 2005. – 584 с.
64. Шаповалова І.С. Социогенетический підхід у вивченні організаційної культури // Наукові відомості БелГУ. - Білгород: Вид-во БелГУ. - 2009. - № 5. - С. 159-167.
65. Новіков О.В. Основи функціональної теорії еволюції економічних систем // Питання економіки і права .- 2011. - № 7. - С. 141--144.
66. Астаф'єв Б.А. Геном і закони Світу - основа організації життя майбутнього людства // Веб-сайт Російської академії природничих наук, відділення "Ноосферное освіту" - Режим доступу: http://www.raen-education.webhost.ru/plan_3_2.htm
67. Модель досконалості EFQM // EFQM. - Брюссель. - 2011 // Офіційний сайт EFQM. - Режим доступу <http://www.efqm.org/the-efqm-excellence-model>
68. Калита П.Я. Головне ланка, або як витягнути ланцюг соціально-економічних проблем (на прикладі України) // Стандарти
69. Бондар І.І. Математична модель – розрахунок кількості панеловозо-рейсів для поставки залізобетонних виробів із заводу ЗБВ ВАТ «ДБК-3» для будівництва об'єктів соціального житла в 2012-2013рр. Тези доповідей / II Міжнародна науково-технічна конференція «Ефективні технології в будівництві» м. київ, 6-7 квітня 2017 р. с.113-114
70. ІСО 9001: 2008. Системи менеджменту якості. Вимоги.
71. Ратнер В.А. Генетика, молекулярна кібернетика: Особистості та проблеми. - Новосибірськ: Наука, 2002.- 272 с.
72. Калита П.Я. Нарис про геномі успішності організацій і держави. Частина 1. / П. Калита // Стандартизація, сертифікація, якість. - 2014. - № 1.

73. Калита П.Я. Стабільність якості продукції. Оціночні показники // Стандарти і якість. - 1991. - № 2.
74. Калита П.Я. Від процесів управління якістю до цілісної технології безперервного вдосконалення організації // Стандарти і якість. - 2001. - № 1.
75. Калита П.Я. Системний технологічний комплекс управління якістю продукції // Стандарти і якість. - 1988. - № 4.
76. Калита П.Я. Системний технологічний менеджмент // Світ якості України. - 2004. - № 2.
77. Калита П.Я. Інженерна технологія забезпечення якості продукції по зворотним зв'язкам // Стандарти і якість. - 1989. - № 5.
78. Системи якості. Комплекси автоматизованого управління якістю системні технологічні. Загальні вимоги до інформаційно-технологічних моделей керування якістю: ДСТУ 2927-94. - Держстандарт України.
79. Бачевський Б.Є., Решетняк Є.А. Діагностика та оцінка потенціалу підприємства. Маркетинг: теорія і практика: Зб. наук. пр. Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. Вип. № 13. - Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2007. - 280 с.
80. Бачевський Б.Є., Перепелюкова О.В. Механізм реалізації потенціалу підприємства: Регіональний зб. наук. пр. з економіки. - Вип. 2 (23). – Донецьк: ДЕГІ, 2007. - С. 262 - 265.
81. Борисов А.Б. Великий економічний словник. - М.: Книжковий світ, 2000. - 895 с.
82. Гавва В.Н., Божко Е.А. Потенціал підприємства: формування та оцінювання: навчальний посібник. — К.: Центр навчальної літератури, 2011. — 224 с.
83. Гапоненко А.Л. Прискорення реконструкції та оновлення виробництва. - М.: Думка, 2009. - 172 с.
84. Добикіна О.К., Рижиков В.С., Касьянюк С.В. та ін. Потенціал підприємства: формування та оцінка: навчальний посібник. — К.: Центр навчальної літератури, 2007. — 208 с

85. Должанський І.З., Загорна Т.О., Удалих О.О. та ін. Управління потенціалом підприємства: навчальний посібник. — К.: Центр навчальної літератури, 2010. - 362 с.
86. Грещак М. Г., Колот. В. М., Наливайко А. П. та ін. Економіка підприємства. - К: КНЕУ, 2011. - 528 с.
87. Иванов Н.А., Одегов Ю.Г., Андреев К. Л. Трудовой потенциал промышленного предприятия. - Саратов, 2012. - 251 с.
88. Козаченко А.В., Ляшенко А.Н., Ладыко И.Ю. и др. Управление крупным предприятием: монография. - К.: Либра, 2006. - 384
89. Воронкова А.Е. Управлінські рішення з забезпечення конкурентоспроможності підприємства: організаційний аспект з міжнародної науково-практичної конференції 10 лютого 2000 р. – Новосибірськ: НГАСУ, 2000. - С. 338-340.
90. Маркс К., Енгельс Ф. Соч. Т. 23. С. 349., С. 353.
91. Богданов О.О. Загальна організаційна наука -тектологіяДодатки. Ч. 1. М. - Л., 1925. С. 110.
92. Пригожин А.И. Методы развития организаций –М. Знание 2007 -567 с.
93. Савенко В.І Доценко С.І. та ін... Монографія Конкурентоздатність будівельної організації – основа виживання економіки УАН Центр навчальної літер. К. 2017 -128с.
94. С.С. Савенко, В.І.Савенко та ін..-Монографія Аналіз фінансового стану будівельної організації _К. УАН Центр навч. літер. –К. 2017 95с.
95. Ichak Adizes. Corporate Leifcycles how and why corporations grow and die and what to do about it Prentice. Hall.
- 96.Савенко В.І. Доценко С.С. та ін.. Менеджмент якості в будівництві і геном ділової досконалості організації Монографія –К.Центр учбової літератури .2017- 232с.
- 97 Куліков П.М.та ін.. Діагностика стану підприємства –к

98. Шкворец Ю.Ф. Програмно-цільове управління формуванням і реалізацією державних пріоритетів науково-технічного та інноваційного розвитку. Монографія.-К.пп Сердюк В.Л. 2016-804с.
99. Гретченко А.И. Теория организации: разнообразие отношений в развитой рыночной экономике / А.И.Гретченко // Научные труды ДонНТУ. Серия: экономическая. Вып. 89-2,-Донецк,2005. –с.22-27
100. Davis L.E., North D.C. Institutional Change and American Economic Growth. Cambridge (UK): Cambridge University Press, 1997. – 7p.
98. Williamson O.E. The Mechanisms of Governance. Oxford: Oxford University Press, 1996. – 378p.
101. Якубенко В.Д. Базисні інститути у трансформаційній економіці / В.Д.Якубенко. – К.: КНЕУ,2004. – 252с.
102. Сухарев О.С. Основные понятия институциональной и эволюционной экономики: Краткий курс лекций / О.С.Сухарев/ РАН, Институт экономики.- Москва, Брянск, - 127с.
103. Норт Д. Інституції, інституційна зміна та функціонування економіки /Д.Норт. – К: Основи,2000. – 198с.
104. Скоробогатов А. Теория организации и модели неполных контрактов /А.Скоробогатов// Вопросы экономики,2007. - № 12. – с.71-95.
105. Менар К. Экономика организаций /К.Менар. – Москва, ИНФРА-М, 1996. – 159с.
106. Плиева З.Р. Виртуальное управление в инновационных инфраструктурах /З.Р.Плиева//Инноватика и экспертиза.-2009, Выпуск 1(3). –с.83-88.
107. Уорнер М. Виртуальные организации. Новые формы ведения бизнеса в XXI веке /М Уорнер, М.Витцель/ Пер.с англ. – М.; Хорошая книга, 2005. – 296с.
- 109 Измайлова О.В. Методи прийняття багатокритеріальних рішень в інформаційних системах; Навч.посібник,-К.(БИ),2002.-110с.
- 110 Сысоева Е.А. Факторы конкурентоспособности предприятия: подходы и составляющие / Е.А. Сысоева // Экономика и управление. Экономические науки. – 2010. – № 12 (73). – С. 283–287

- 111 Франів І.А, Коваль Л.М., Русин-Гриник Р.Р., Теоретичні аспекти управління конкурентоспроможністю підприємства // [Електронний ресурс] Сайт: http://www.nbuu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Mre/2010_3/3_5.pdf
- 112 Дикань, В.Л. Стратегічне управління конкурентоспроможністю як чинник інноваційного розвитку підприємства [Текст] / В.Л. Дикань // Маркетинг: теорія і практика. – Луганськ, 2010. – №16. – С. 55–58.
- 113 Романишин С.Б. Система управління конкурентоспроможністю підприємства / С.Б. Романишин // Науковий вісник НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.12
- 114 Герчанівська С., Рапіцький Т., До питання управління конкурентоспроможністю підприємства // Галицький економічний вісник. — 2011. — №3(32). — с.103-107 — (економіка суб'єктів господарювання)
- 115 Н.М. Абдикеев, Т.П. Данько, С.В. Ильдеменов, А.Д. Киселев. Реинжиниринг бизнес-процессов. Полный курс МВА. Учебник—2-е изд., испр.—М. : Эксмо, 2007.—592с.
- 116 Ойхман Е.Г., Попов Э. М. Реинжиниринг бизнеса: реинжиниринг организаций и информационные технологии. — М.: Финансы и статистика, 2005. — 333с.
- 117 Костюк Л. А. Теоретичні та методичні засади оцінки конкурентоспроможності / Л. А. Костюк // Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету. (Економічні науки). – 2012. – Випуск 2. – С. 22 – 30.
- 118 Белов О. В. Методичні підходи до оцінки рівня конкурентоспроможності торговельного підприємства / О. В. Белов, Л. М. Кириченко // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Економіка. – 2011. – Спецвипуск 33, Ч. 1. – С. 18 – 25.
- 119 Шкарлет С. М. Методологічні аспекти та методичні принципи оцінки конкурентоспроможності сироробних підприємств / С. М. Шкарлет, Л. С. Ладонько, Т. І. Корж // Науковий вісник ЧДІЕУ. – 2011. – № 3 (11). – С. 153 – 161.

- 120 Іванов Ю.Б. Конкурентні переваги підприємства: оцінка, формування та розвиток: монографія / Ю.Б. Іванов, П.А. Орлов, О. Ю. Іванова. – Х. : ІНЖЕК, 2008. – 352 с.
- 121 Формування сучасних моделей організаційних структур для адаптації будівельного виробництва до євростандартів УДК 339.03:658.015 О.А. Тугай, Ю.А.Чуприна, О.В. Сліпенчук Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ
- 122 Дитхелм Г. Управление проектами: В 2 т. СПб.: Бизнес-пресса, 2004. Т. 1: Основы. 3. Чейз Р. Б., Эквилайн Н. Дж., Якобс Р. Ф.
- 123 Производственный и операционный менеджмент: Пер. с англ. М.: Вильямс, 2004.
- 124 Бабенчук С.П. Подходи и решения к внедрению ЕКР систем / С.П. Бабенчук // Сборник научных трудов 2010. - Т. 4, № 4. - с. 84-85
- 125 Національна стратегія розвитку «Україна - 2015». Громадсько- політичне об'єднання «Український форум». - К.: 2008. - 74 с.
- 126 Особенности развития финансово-промышленных групп в Украине: материалы научно-практической конф. [«Проблеми економіки й управління у промислових регіонах»], (Запоріжжя, 22-24 травня 2008 р.) / Редкол.: Гудзь П.В. (відпов. ред.) та інші. Запоріжжя : ЗНТУ, 2008.344 с.
- 127 Паливода О.М. Критерії оцінки інновацій для вибору форм і методів державної підтримки / О.М. Паливода // Актуальні проблеми економіки. - 2008.- №3.- с.38-42
- 128 Пригожин А.И. Методи розвитку організацій / А.И. Пригожин. - М.: МЦФЗР, 2003. - 863 с
- 129 Просвирина И.И. Оценка бизнеса: затратный подход на основе погной стоимости неосязаемых активов / И.И. Просвирина // Вестник УГТУ-УПИ. - 2006. - №1. - с.16-23
- 130 Ротер М. Учитесь видеть бизнес-процессы. Практика построения карт потоков ценности / Майкл Ротер, Джон Шук : пер. с англ. Г. Муравьева. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. - 144 с.

- 131 Рунова Е.В. Оценка эффективности бизнес-процессов машиностроительного предприятия / Е.В. Рунова // Вестник КГФЗИ. - 2008. - №3. - с.27-30
- 132 Сергеева А.Д. Система мотивации топ-менеджеров на основе показателя стоимости бизнеса / А.Д. Сергеева // Вестник УГТУ-УПИ. -№3. - с.25-32
- 133 Сотскова Е.А. Управление промышленным предприятием как бизнес-процесс / Е.А. Сотскова // Вестник ИНЖЗКОНА: серия Экономика. 2008. - №7 (26). - с.56-59
- 134 Хаммер М., Чампи Дж. Реинжиниринг корпорации: манифест революции в бизнесе: Пер. с англ. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2006. 287 с..
- 135 Старцева Е. Реинжиниринг логистики вертикально интегрированных нефтяных компаний / Е. Старцева // [Логистика и управление цепями поставок.](#) - 2011. - [№ 43](#). - с. 75-83
- 136 Статистичний збірник «Статистичний щорічник України за 2012 рік» [Електронний ресурс] / за ред. О.Г. Осауленка. - К.: Державна служба статистики України. - 2013 р. - 522 с. - Режим доступу до збірника: [кїїр.У/ччч.икгзІаІ.доу. иа/](http://kiiр.У/ччч.икгзІаІ.доу. иа/)
- 137 Степанова О.В. Організаціо-економічні основи соціально- відповідального управління промисловими підприємствами : дис. на здобуття наук. ступеня канд. економ. наук : спец. 08.00.04 «Економіка і управління підприємствами (виробництво машин та устаткування; хімічне виробництво)» / О.В. Степанова. - 2008. - Суми. - 217 с.
- 138 Белов В.В. Моделирование и прогнозирование бизнес- процессов с помощью алгоритмов самоорганизации формальных описаний / В.В. Белов, В.И. Чистякова // Бизнес-информатика. - 2008. - №4. - с. 37-45
- 139 Мельник Л.Г. Экономика и информация: экономика информации и информация в экономике : Энциклопедический словарь / Л.Г. Мельник - Суми : ИТД «Университетская книга», 2005. - 384 с.
- 140 Блинов А.В. Реинжиниринг в сельском хозяйстве современной России / А.В. Блинов // Вестник ТГУ. - 2009. - №2. - с.388-391
- 141 Богатин Ю.В. Экономическое управление бизнесом: учеб. пособие для вузов / Богатин Ю.В. Швандар В.А. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 391 с.

- 142 Борисов А.Б. Большой экономический словарь / А.Б. Борисов. - М.: Книжный мир, 1999. - 895с.
- 143 Боярко І.М. Оцінка інвестиційної привабливості суб'єктів господарювання / І.М. Боярко // Актуальні проблеми економіки. - 2008. - №7.- с. 90-99
- 144 Брянцева Л.В. Межотраслевой прементивный реинжиниринг: Методология преобразований / Л.В. Брянцева // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.В. Вавилова. - 2008. - №5. - с.68-72
- 145 Варьяш И.Ю. Реинжиниринг финансового миропорядка / И.Ю. Варьяш // Банковское дело. - 2008. - №12. - с.30-35
- 146 Віноградова О.В. Реінжиніринг торговельних підприємств: теорія та методологія : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора економ. наук : спец. 08.06.01 «Економіка, організація і управління підприємствами» / Віноградова О.В. - Донецьк, 2006. - 40 с.
- 147 Вітлінський В.В. Економічний ризик та методи його вимірювання : Підручник / В.В. Вітлінський, С.І. Наконечний, О.Д. Шарапов. - К.: КНЕУ, 2000. - 354 с.
- 148 Войнов И.В. Моделирование ^кономических систем и процессов. Опыт построения АМ8-моделей: Монография / И.В. Войнов, С.Г. Пудовкина, А.И. Телегин. - Челябинск : Изд. ЮУрГУ, 2002. - 392 с.
- 149 Михеева Е.З. Особенности применения реинжиниринга бизнес- процессов на предприятиях Нижегородской области / Е.З. Михеева // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. - 2007. - №5. - с. 120-123
- 151 Економіка підприємства : підручн. / за заг. ред. Л.Г. Мельника. - Суми: ВТД «Університетська книга», 2004. - 648 с.
- 152 Економічні основи реінжинірингу бізнес-процесів / Таранюк Л.М. Монографія.- Суми: Видавничо-виробниче підприємство «Мрія - 1» ТОВ, 2008. - 560 с.
- 153 Економічне обґрунтування реінжинірингу бізнес-процесів виробничих підприємств: монографія / За заг. ред. Л.М. Таранюк. - Суми : ТОВ «Мрія-1», 2010. - 440 с.

- 154 Жукевич С.М. Діагностика фінансового стану системі управління підприємством / С.М. Жукевич, Н.В. Кудлаєва // Научний вестник ДГМА. - 2009. - №1. - с. 234-240
- 155 Адлер Ю.П., Липкина В.В. Лідерство як механізм постійного забезпечення конкурентоспроможності // Стандарти і якість. - 2000. - № 10. - С.14 - 22.
- 156 Азоев Г.Л., Челенков А.П. Конкурентні переваги фірми. - М.: ВАТ «Новости», 2000. - 256 с.
- 157 Аналіз існуючих методів оцінки конкурентоспроможності // Збірник праць регіональної міжвузівської науково-практичної конференції в КВВКІСУ. - Камишин, 1997. - С. 165 - 167.
- 158 Баумгартен Л.В. Аналіз методів визначення конкурентоспроможності організацій та продукції // Маркетинг в Росії і за кордоном - 2005. - № 4 (48). - С. 34 - 38.
- 159 Баяндін Н. Конкурентна розвідка і нові інформаційні технології // Банківська справа в Москві. - 2000. - № 7 (67). - С.63 - 65.
- 160 Белоусов В.Л. Аналіз конкурентоспроможності фірми // Маркетинг в Росії і за кордоном. - 2001. - № 5 (25). - С. 15 - 20.
- 161 Біляївський І.К. Маркетингове дослідження: інформація, аналіз, прогноз. Навчальний посібник. - М.: Фінанси і статистика, 2001. - 320 с.
- 162 Богданов А.В. Конкуренція: роль сервісного обслуговування // Проблеми теорії і практики управління російськими підприємствами: Зб. науч. тр. - Новосибірськ: НГАЕіУ, 2001. - С.73 - 80.
- 163 Гаврилова З.В., Богомолова І.П. Брендінг як елемент ринкової стійкості сучасного підприємства // Маркетинг в Росії і за кордоном. - 2008. - № 3. - С. 3 - 7.
- 164 Гармашов В.С. Стратегія забезпечення конкурентоспроможності фірми. - СПб., 2001. - 32 с.
- 165 Гомзяков К.В., Вараксин Д.В. Конкурентоспроможність продукції // Промисловість Росії. - 2000. - № 4 (36). - С.51 - 57.

- 166 Горбашко Е.А. Менеджмент якості та конкурентоспроможності: Учеб. посібник. - СПб.: Изд-во СПбГУЕФ, 1998. - 207 с.
- 167 Гусейнов Г.Г. Конкурентна стратегія фірми в умовах глобалізації світової економіки: Автореф. дис. ... канд. екон. наук / Ін-т світової екон. і міжнар. екон. відносин РАН. - М., 2002. - 21 с.
- 168 Данчик Е.А. Конкурентоспроможність підприємницьких структур та продукції. - М., 2002. - 23 с.
- 169 Демченко А.А., Кузьбожев Е.Н. Вимірювання конкурентоспроможності підприємства галузі: теорія і методи вимірювання. - Курськ, 2000. - 88 с.
- 170 Жданкін В.Д. Управління розвитком підприємства на основі підвищення його конкурентоспроможності. - Автореф. - Н. Новгород, 2000. - 56 с.
- 171 Замураєва Л.Є. Фактори, що забезпечують конкурентні переваги організації [Електронний ресурс] / / Режим доступу: http://perspectives.utmn.ru/2007_7/1.4.htm
- 172 Захаров О.М. Конкурентоспроможність підприємства: сутність, методи оцінки та механізми збільшення [Електронний ресурс] / / Режим доступу: www.logistics.ru
- 173 Іноземцев В. Цілі і структура корпорації як основи її конкурентоспроможності // Проблеми теорії і практики управління. - 2001. - № 3. - С.63 - 68.
- 174 Іноземцев Ю. Взаємозв'язок чинників конкурентоспроможності // Економіст. - 2000. - № 10. - С. 92 - 94.
- 175 До питання конкурентоспроможності будівельно-монтажної організації // Збірник праць Всеросійської науково-методичної конференції. - Тольятті. - 2000. - С. 260 - 262.
- 176 Калмиков Г.І. Будівельний бізнес в Росії: з чого почати і як досягти успіху? / Г.І. Калмиков. - М.: Флінта: Наука, 003. - 440 с.
- 177 Капліна О., Зайченко Д. Оцінка конкурентоспроможності підприємства на основі процесного підходу // Маркетинг. - 2005. - № 4 (83). - С. 21 - 26.

- 178 Каретніков Т.М., Каретніков М.В. Конкуреноспроможність фірм. - Челябінськ, ЧДТУ, 2001. - 142 с.
- 179 Корабельников В.М. Формування стратегії конкуренції / / Комерційна діяльність і підприємництво: Зб. науч. тр. - СПб.: СПбГІЕА, 1999. - С. 28 - 34.
- 180 Корольов С. В. Витрати виробництва в системі конкуреноспроможності компанії: зарубіжний досвід і російська практика / / Зовнішньоекономічний бюлетень. - 2003. - № 6. - С. 38 - 46.
- 181 Кравець Л.Г. Конкуреноспроможність підприємництва та конкурентна розвідка. - М., 2002. - 184 с.
- 182 Магомедов Ш., Койчакаев І. Метод оцінки конкуреноспроможності підприємства роздрібної торгівлі // Маркетинг. - 2007. - № 5 (96). С. 91 - 102.
- 183 Макалов Г.Ф. Система забезпечення конкуреноспроможності підприємства: Практ. посібник з якості для керівників і фахівців підприємств. - Тольятті, 2000. - 54 с.
- 184 Маракулин М.В. Оптимізація структури компанії з метою підвищення конкуреноспроможності // Маркетинг в Росії і за кордоном. - 2003. - № 1. - С.25 - 26.
- 185 Маркова О.В. Логістична концепція підвищення конкуреноспроможності підприємства // Укр. Волж. ун-ту ім. В.Н.Татищева. Сер. Екон. Вип.1. - Тольятті: Вид-во натовпом, 2000. - С.109 - 114.
- 186 Матлин Ф.М. Основи економіки будівельного виробництва. Учеб. посібник для поч. проф. освіти (Серія «Професійна освіта»). - М.: Академія, 2003. - 112 с.
- 187 Менеджмент в будівництві: Підручник / Під загальною ред. І.С. Степанова. - 2-е вид., Доп. і перераб. - М.: Юрайт-Издат, 2005. - 523 с.
- 188 Моїсеєва Н. Маркетингова активність як фактор конкуреноспроможності фірми // Маркетинг. - 1999. - № 6. - С. 3 - 22.
- 189 Мукміншін К.К. Систематизація дослідження конкуреноспроможності підприємства [Електронний ресурс] / / Режим доступу: <http://www.ecsocman.edu.ru/db/msg/182235.html>

- 190 Городів С. Роль держави у підвищенні конкурентоспроможності російських виробників // Проблеми теорії і практики управління. - 2002. - № 1. - С. 14 - 18.
- 191 Одинцов М., Ежкін Л. Реструктуризація - шлях підвищення конкурентоспроможності виробництва // Економіст. - 2000. - № 10. - С. 58 - 65.
- 192 Визначення конкурентоспроможності будівельних організацій в умовах ринку. Науково-технічний збірник МВВДІУ. - Балашиха, 1997. - С. 45 - 48.
- 193 Островський Г. Структура оборотного капіталу і конкурентоспроможність підприємства // Консультант директора. - 2002. - № 4 (160). - С.11 - 13.
- 194 Павлова Н.Н. Маркетинговий підхід до оцінки конкурентоспроможності товару // Маркетинг в Росії і за кордоном. - 2004. - № 1 (39). - С. 82 - 89.
- 195 Реклама в пресі [Електронний ресурс] / / Режим доступу: <http://www.os8.ru/press/index.htm#Perekrestok>
- 196 Сафіуллін Н.З., Сафіуллін Л.Н. Конкурентні переваги і конкурентоспроможність. - К.: Вид-во Казанського. ун-ту, 2002. - 104 с.
- 197 Синько В. Конкурентне середовище, необхідна для виробництва конкурентоспроможної продукції // Стандарти і якість. - 2000. - № 6. - С.38 - 42.
- 198 Рада з національної конкурентоспроможності. Огляд новин і публікацій у області стратегічного управління і планування за матеріалами зарубіжних сайтів [Електронний ресурс] // Режим доступу: www.naso.ru
- 199 Суботіна Т. Росія на роздоріжжі: два шляхи до міжнародної конкурентоспроможності // Питання економіки. - 2006. - № 2. - С. 46 - 64.
- 200 Таран В.А. Конкурентоспроможність підприємств: проблема сучасної політики і стратегія в галузі якості // Машинобудівник. - 1998. - № 2. - С. 6 - 12.
- 201 Фасхиев Х.А., Попова Є.В. Як виміряти конкурентоспроможність підприємства? // Маркетинг в Росії і за кордоном. - 2003. - 4. - С.7 - 12.
- 202 Фатхутдінов Р.А. Інноваційний менеджмент як система підвищення конкурентоспроможності // Управління персоналом. - 2000. - № 1. - С. 24 - 27.
- 203 Фатхутдінов Р.А. Конкурентоспроможність: економіка, стратегія, управління: Уч. посібник для вузів. - М.: ИНФРА-М, 2000. - 312 с.

- 204 Чернов А.В. Конкуренентоспроможність як економічна категорія // Сб. науч. тр. аспирантів і здобувачів Курган. держ. ун-та. - Курган: Вид-во Курган. держ. ун-ту, 1999. - С.123 - 126.
- 205 Шкардун В. Інтегральна оцінка конкурентоспроможності підприємств // Маркетинг. - 2005. - № 1 (80). - С. 32 - 36.
- 206 Калашян А.Н. Структурные модели бизнеса: ИГО-технологии /
- 207 А.Н. Калашян, Г.Н. Калянов. - М.: Финансы и статистика, 2003. - 256 с.
- 208 Кобелев Н.Б. Основы моделирования сложных ^кономических систем: Учеб. пособие / Н.Б. Кобелев. - М.: Дело, 2003. - 336 с.
- 209 Ковалев И.В. Реинжиниринг информационного обеспечения интегрированных систем управления производством / И.В. Ковалев, В. Лосев // Приборы. - 2010. - с. 31-36
- 210 Наумов А.А. Управление бизнес-процессами в условиях неопределенности / А.А. Наумов, М.Б. Хайрулин // Вестник УГТУ-УПИ. -№2. - с.109-119
- 211 Козерод Л.А. Реинжиниринг бизнес-процессов на основе стратегического подхода / Л.А. Козерод // Власть и управление на Востоке России. - 2009. - № 1 (46). - с. 205-211
- 212 Кольцова О.В. Бизнес-процесс как основа процессного подхода в управлении / О.В. Кольцова, В.И. Меньщикова // Вестник ТГУ. - 2008. - №5. - с. 113-118
- 213 Кондратьев В.В. Реструктуризация управления компанией: 17- модульная программа для менеджеров “Управление развитием организации”. Модуль 6 / В.В. Кондратьев, В.Б. Краснова. - М.: Инфра-М, 2000. - 240 с.
- 214 Конкуренентоспособность и реинжиниринг в антикризисном управлении / Шестопап Н.Ю., Дорофеев В.Д., Шестопап Ю.Т. Монография. - Пенза: Изд-во «ПИЗРАУ», 2002. - 180 с.
- 215 Лианский М.Е. Реинжиниринг бизнес-процессов для ^ффективной адаптации предприятий к изменениям внешней среды / М.Е. Лианский // Вестник ТГУ. - 2006. - №11. - с. 385-387

- 216 Лоханова В.Н. Реинжиниринг как инструмент преобразований в антикризисном управлении / В.Н. Лоханова // Вестник Университета (Государственный университет). - 2009. - Т.1, №25. - с.281-288
- 217 Маконков С.В. К вопросу о стоимостной оценке альтернативных затрат при реорганизации бизнес-процессов, связанных с управлением / С.В. Маконков // Инновации. - 2008. - №11. - с. 122-125
- 218 Мединский В.Г. Реинжиниринг инновационного предпринимательства: [учебн. пособие для вузов] / В.Г. Мединский, С.В. Ильдеменов; под ред. В.А. Ирикова. - М.: ЮНИТИ, 1999. - 414 с.
- 219 Тимофеев Ю.Е., Нестеренко І.С. Тригер Г.М. та ін Дослідження операцій. Методичні вказівки КНУБА. –К. 2002 -32с.
- 220 Мельник Л.Г. Экономика и информация: экономика информации и информация в экономике: Энциклопедический словарь / Л.Г. Мельник - Суми : ИТД «Университетская книга», 2005. - 384 с.
- 221 Михеева Е.З. Особенности применения реинжиниринга бизнес- процессов на предприятиях Нижегородской области / Е.З. Михеева // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. - 2007. - №5. - с. 120-123
- 222 Наумов А.А. Управление бизнес-процессами в условиях неопределенности / А.А. Наумов, М.Б. Хайрулин // Вестник УГТУ-УПИ. -№2. - с.109-119

ЛІТЕРАТУРА

- 223.1. Ніколаєва К.В, Койбічук В.В. Дискретний аналіз. Графи та їх застосування в економіці. Навчально-метод. посібник – Суми. УАБС НБУ. 2007-84с.
- 224.2. Іглін С.П. Теорія графів. Лекції та варіанти індивідуальних домашніх завдань. Навчальний посібник,/1-26 С.П. Іглін – Харків НТУ «ХПІ» 2017-146с.
- 225.3.Дорф Р, Бишоп Р. Современные системы управления DJVU. Раздел: Автоматизация (ТАУ) Пер.с англ. Б.И. Копылова.- М Лаборатория базовых знаний,2002 Изменен 10.07.2020 -832с.- ISBN 5-93208-119-8.

- 226.4. Дьяконов В.П, Круглов В.В. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем. Специальный справочник. СПб: Питер,2001 Изменен 11.12.2021-448с.
- 227.5. Коршунов Ю.М. Математические основы кибернетики DJVU. Раздел: Информатика и вычислительная техника Кибернетика 3-е изд. перераб. и доп.Изменен20.05.2021М:Энергоатомиздат,1987,20.05.2021 с.496.
- 228.6.ЭшбиУ.Р.Введение в кибернетику DJVU. Кибернетика. М.: Иностранная литература, 1959, Изменен 21.11.2020– 432с.
- 229.7. Організація будівництва. За редакцією С.А. Ушацького. Підручник. К.: Кондор,2007. –521 с..
- 230.8.Савенко В.І.,Шебек М.О., Шатрова І.А.та ін.Організація виробництва Методичні вказівки –К.КНУБА 2019 – с.31 .
- 231.9.А.Ю. Михайлов Организация строительства и календарное сетевое планирование .М. Издательство: Инфра-Инженерия 2020 -226с.
- 232.10. Савенко В.І.,Шатрова І.А.,Рудник Т.С. та ін.Методичні вказівки до побудови і розрахунку сітьових графіків графо-аналітичним та табличним способами. КНУБА –К 2016 с.21
- 233.11.Лівінський О.М.,Курок О.І., Савенко В.І, та ін. Організація,планування та управління будівництвом.–К (УАН) «МП Леся» 2016 -567с ISBN 978-966-7166-31-1