

1.13 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^{PI3}), 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^P) 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, комп'ютерної 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 комп'ютерної 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 оргграфа.[99,100]

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.[100,102], а також при управлінні діяльністю. [101]

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.[101,105]. Дуже важливим є математичне забезпечення процесу моделювання, його дослідження і аналіз.[103]

Відомі різноманітні організаційно-технологічні моделі, що застосовуються у виробництві.[102,105] 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 [101,104]. 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.[102,103]

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-пізнє закінчення попередньої роботи (Рис.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. 1,2)

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.1. Аналітична схема виконання технологічного процесу

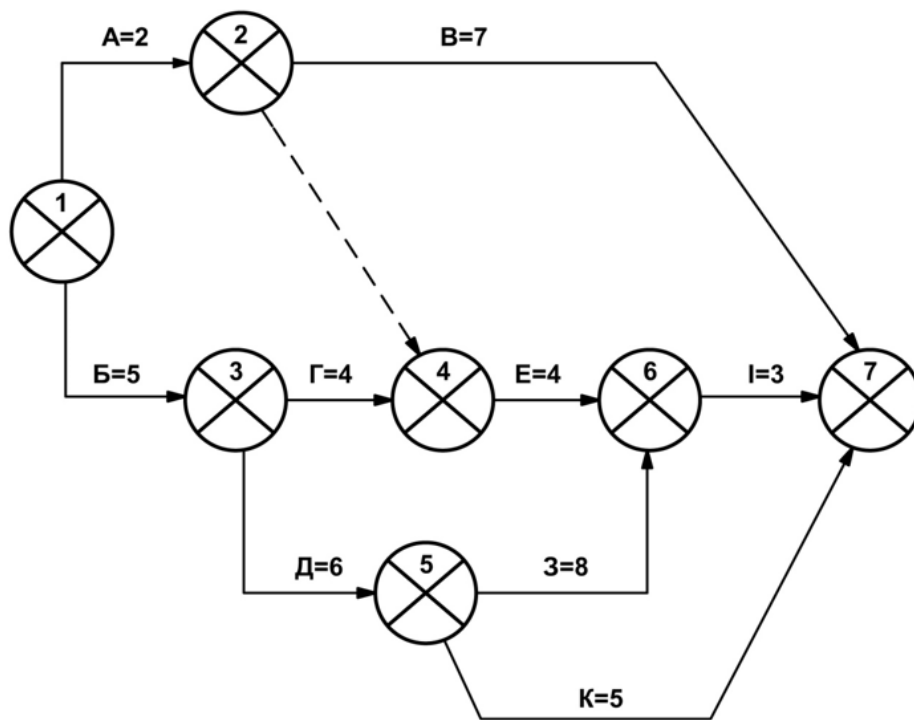
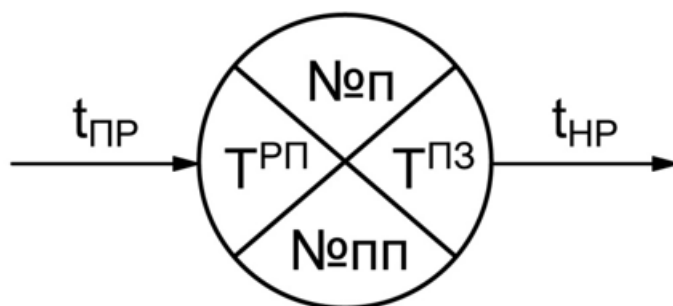


Рис. 2 Графічна модель. Сітьовий графік процесу.



№п - номер події

№пп - номер попередньої події

ТРП - ранній початок роботи $t_{\text{НР}}$

ТПЗ - пізнє закінчення роботи $t_{\text{ПР}}$

Рис.3 Параметри сітьового графіка, які позначаються в секторах кружечків подій (точках перетину графів, закінчення і початок робіт)

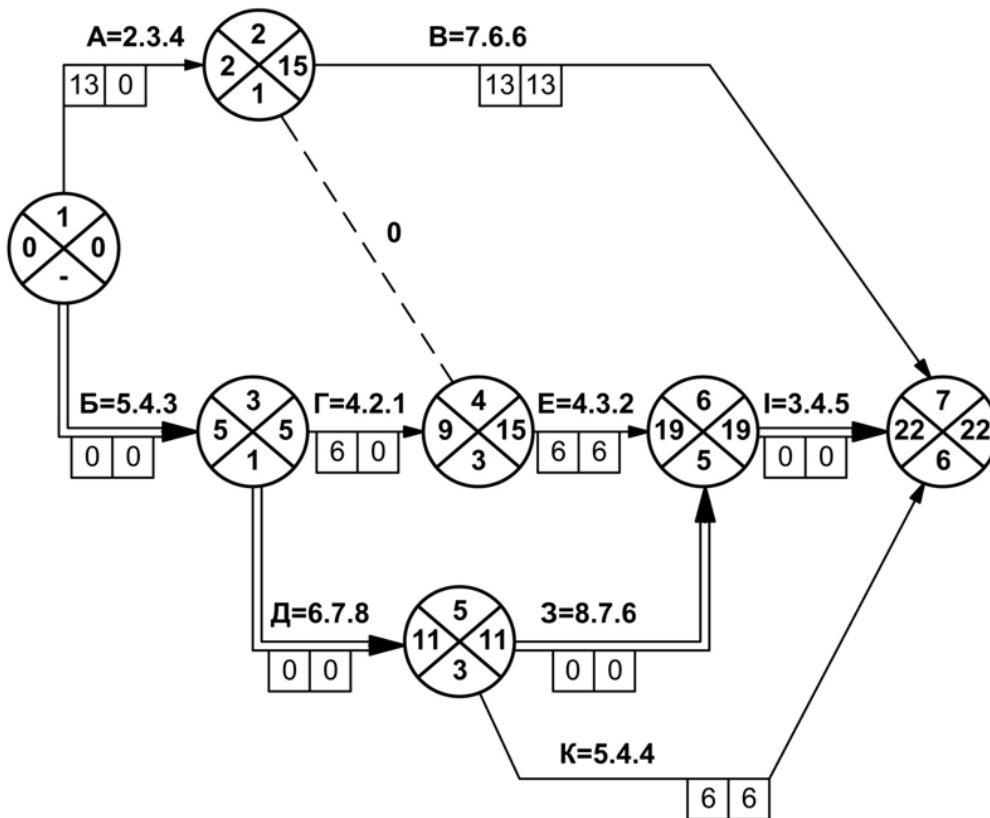


Рис.4 Приклад сітьового графіка типу роботи-дуги , де під дугами робіг в прямокутниках позначені повний і вільний резерви,а біля назви роботи А,Б і т.д. проставлені значення додаткових параметрів: час,кількість людей, інтенсивність капітальних вкладень

Позначення часових параметрів і формул для їх обчислення [105,108]

t_{i-j} – тривалість роботи і-j

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

$$T_{j-k}^{pp} = \max (T_{i-j}^{pp} + t_{i-j}) \quad (1)$$

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

$$T_{i-j}^{pz} = \min (T_{j-k}^{pz} - t_{j-k}) \quad (2)$$

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

$$T_{i-j}^{pz} = T_{i-j}^{pp} + t_{i-j} \quad (3)$$

Розрахунок резервів часу робіт даного графіка за традиційною методикою

r_{i-j}^{Π} повний резерв роботи $i-j$ (лівий прямокутник під стрілкою)

$$r_{i-j}^{\Pi} = T_{i-j}^{\Pi 3} - T_{i-j}^{P3} \quad (4)$$

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

$$r_{i-j}^B = T_{j-k}^{P\Pi} - T_{i-j}^{P3} \quad (5)$$

Для кращого уявлення застосування формул 3,4,5 представимо схему на рис.5

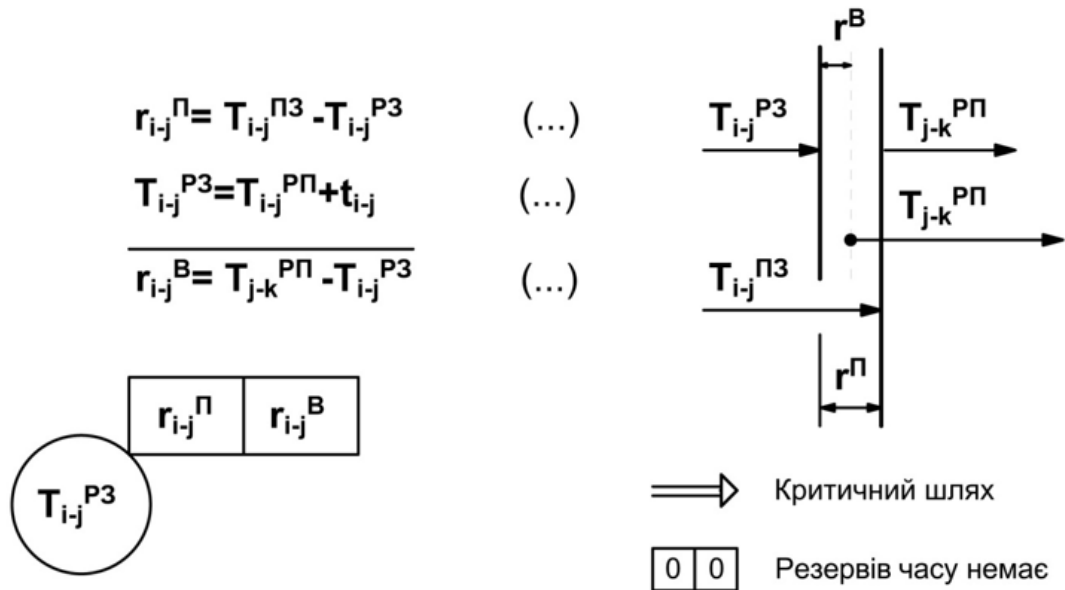


Рис.5 Графічна схема, інтерпретація повного та вільного резервів та формул для їх обчислення

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. [105] Для визначення раннього терміну настання j -ї події користуються правилом, математично записуваним так:

$$T_{j-k}^{(pn)} = \max\{T^{(pn)}_{ij} + t_{ij}\} \quad (\text{в загальному вигляді}) \quad (1)$$

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.6)

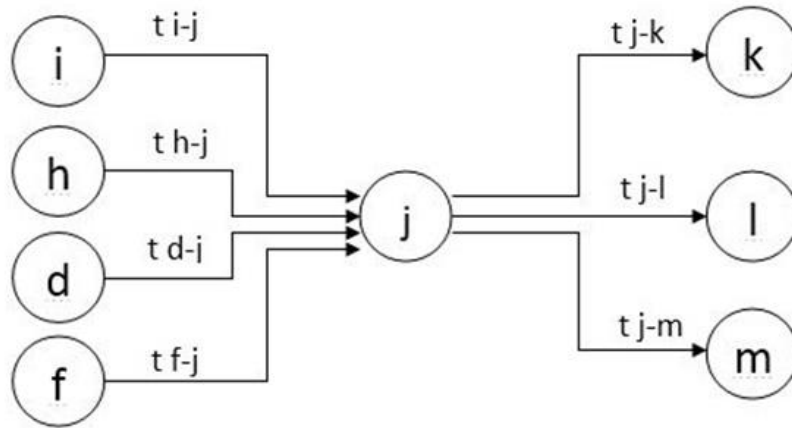


Рис.6 Схема для ілюстрації порядку вибору обчислених значень ранніх початків і пізніх закінчень робіт для внесення у відповідні сектори події

При розрахунку на графіку ранні початки і пізні закінчення позначаються

$$T_{j-k}^{pp} = \max (T_{i-j}^{pp} + t_{ij}) \quad (1)$$

великими літерами

А для табличної форми розрахунку прийнято використовувати малі літери

$$t_{j-k}^{pp} = \max (t_{i-j}^{pp} + t_{ij}) \quad (6)$$

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 розрахунків 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 7,8) зліва від повного (r_{i-j}^n) та вільного (r_{i-j}^B) резервів записано раннє закінчення роботи і-і (T_{i-j}^{p3})

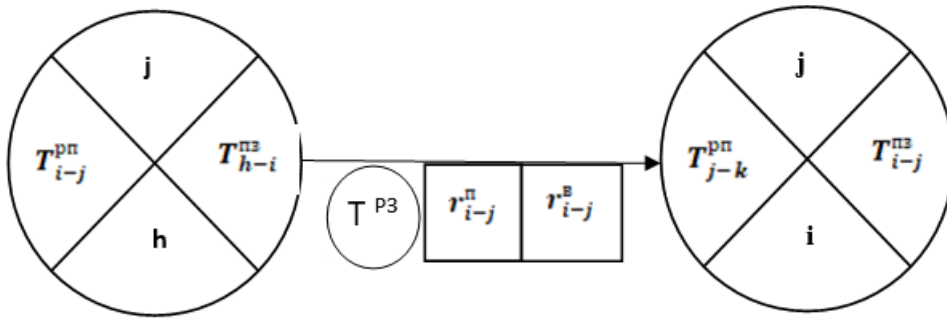


Рис7 Фрагмент сітьового графіка з відповідними позначеннями під дугою роботи раннього закінчення, повного та вільного резервів

Таким чином на графіку маємо позначені всі необхідні параметри, чим спрощуються розрахунок резервів [105,108] $r_{i-j}^n = T_{i-j}^{pz} - T_{i-j}^{p3}$ (4) (число в правому секторі – мінус число в лівому кружечку) $r_{i-j}^B = T_{j-k}^{pn} - T_{i-j}^{p3}$ (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}^{pz}) 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 $(r_{i-j}^{\Pi}, r_{i-j}^B)$) записуємо обчисленні значення ранніх закінчень робіт (T_{i-j}^{p3}) , які необхідні для обчислення повного і вільного резервів за вищенаведеними формулами: $r_{i-j}^{\Pi} = T_{i-j}^{p3} - T_{i-j}^{p3}, (4)$ $r_{i-j}^B = T_{j-k}^{p\Pi} - T_{i-j}^{p3} \quad (5)$

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}^B) Розрахований сітьовий графік виглядатиме наступним чином (Рис.8)

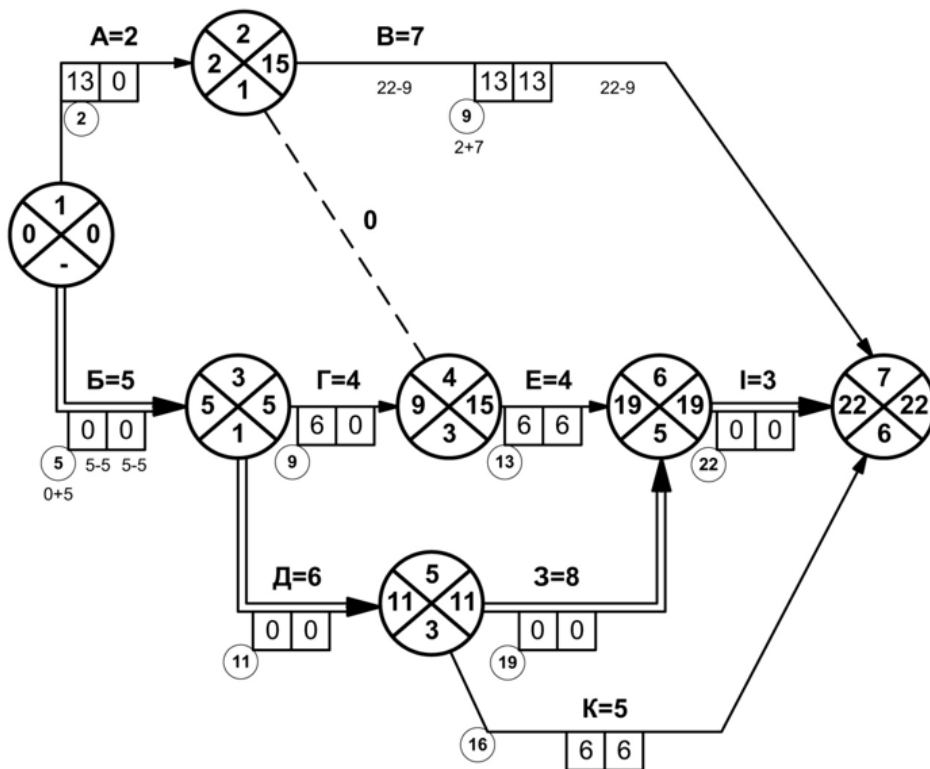


Рис.8 Вигляд сітьового графіка з винесеними на нього значеннями ранніх закінчень робіт

РОЗРАХУНОК ТАБЛИЧНИМ СПОСОБОМ [105,106]

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 ($t_{1-n}^{pp} = 0$)

$$\begin{aligned} 2. \text{Раннє закінчення } (t_{i-j}^{p3}) &= \text{Ранній початок } (t_{i-j}^{pp}) + \text{тривалість } (t_{i-j}) \\ (t_{i-j}^{p3} &= t_{i-j}^{pp} + t_{i-j}) \end{aligned} \quad (7)$$

$$3. \text{Ранній початок подальших робіт} = \text{Найбільше з ранніх закінчень попередніх робіт } (t_{j-k}^{pp} = \max t_{i-j}^{p3}) \quad (8)$$

$$4. \text{Критичний шлях - найбільше з ранніх закінчень робіт, що закінчуються останньою подією} \quad (T_{кр} = \max t_{ост}^{p3}) \quad (9)$$

$$5. \text{Пізнє закінчення робіт, що закінчуються останньою подією} = \text{Тривалості критичного шляху} \quad (t_{ост}^{p3} = T_{кр} = \max t_{ост}^{p3}) \quad (10)$$

6.Пізній початок = Пізнє закінчення – Тривалість

$$(t_{i-j}^{pp} = t_{i-j}^{p3} - t_{i-j}) \quad (11)$$

$$7. \text{Пізнє закінчення попередніх робіт} = \text{Найменше з пізніх початків подальших робіт} \quad (t_{i-j}^{p3} = \min t_{j-k}^{pp}) \quad (12)$$

$$8. \text{Повний резерв} = \text{Пізнє закінчення} - \text{Раннє закінчення або Пізній початок} - \text{Ранній початок} \quad (r_{i-j}^p = t_{i-j}^{p3} - t_{i-j}^{pp}) \quad (13)$$

$$9. \text{Вільний резерв} = \text{Ранній початок наступної роботи} - \text{Раннє закінчення даної роботи} \quad (r_{i-j}^B = t_{j-k}^{pp} - t_{i-j}^{p3}) \quad (14)$$

$$10. \text{Для робіт, що завершуються кінцевою подією, Вільний резерв} = \text{Критичний шлях} - \text{Раннє закінчення даної роботи} \quad (r_{ост}^B = T_{кр} - t_{ост}^{p3}) \quad (15)$$

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 1

№ 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	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^{PP}, t^{P3}) гр 5,6

ранніх початків і ранніх закінчень робіт

згідно наведених нижче формул (7,8)

Визначення ранніх параметрів

Таблиця 2

№ п/п	Код п/п	Код роб.	Трив t	Ранні		Пізні		Резерви	
				терміни		терміни		r^P	r^B
				t^{PP}	t^{P3}	t^{PP}	t^{P3}		
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	9				
6	1-3	3-5	6	5	11				
7	3-4	4-6	4	9	13				
8	3-5	5-6	8	11	19				
9	3-5	5-7	5	11	16				
10	5-6	6-7	3	19	22				
7 → кінець 22									

$$t_{HP}^{PP} = \max t_{HP}^{PP}; \quad (...) \quad t_{HP}^{PP} - (PP) \text{ ранній початок} \\ (HP) \text{ наступної роботи}$$

$$t_{HP}^{P3} = \max t_{HP}^{PP} + t; \quad (...) \quad t_{HP}^{P3} - (P3) \text{ раннє закінчення} \\ (HP) \text{ наступної роботи}$$

Крок 3

Обчислення і внесення в розрахункову таблицю 3

пізніх параметрів робіт

($t^{ПП}$, $t^{ПЗ}$. Графи 7,8) по формулах (.11,12)

Визначення пізніх параметрів

Таблиця 3

№ 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									

$$\begin{aligned}
 t_{HP}^{PP} &= \max t_{ПР}^{PP}; \quad (...) \\
 t_{HP}^{PЗ} &= t_{HP}^{PP} + t; \quad (...) \\
 r_{i-j}^П &= t_{i-j}^{ПЗ} - t_{i-j}^{PЗ} \quad (...) \\
 r_{i-j}^В &= t_{i-к}^{PP} - t_{i-j}^{PЗ} \quad (...) \\
 t_{i-j}^{PЗ} &= t_{i-j}^{PP} + t_{i-j} \quad (...)
 \end{aligned}$$

Крок 4

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

згідно формул (13,14)

Визначення резервів часу. Розрахункова Таблиця 4

№ п/п	Код п/п	Код роб.	Трив t	Ранні		Пізні		Резерви	
				терміни		терміни		$r^П$	$r^В$
				$t^{ПП}$	$t^{ПЗ}$	$t^{ПП}$	$t^{ПЗ}$		
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					

$$\begin{aligned}
 t_{HP}^{ПП} &= \max t_{ПР}^{ПП}; & (...) & \quad r_{i-j}^{П} = t_{i-j}^{ПЗ} - t_{i-j}^{ПЗ} & (...) \\
 t_{HP}^{ПЗ} &= t_{HP}^{ПП} + t; & (...) & \quad r_{i-j}^{В} = t_{j-к}^{ПП} - t_{i-j}^{ПЗ} & (...) \\
 & & & \quad t_{i-j}^{ПЗ} = t_{i-j}^{ПП} + t_{i-j} & (...)
 \end{aligned}$$

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

Введення вихідних даних(Графи 1,2,3,4) Таблиця5

№ 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

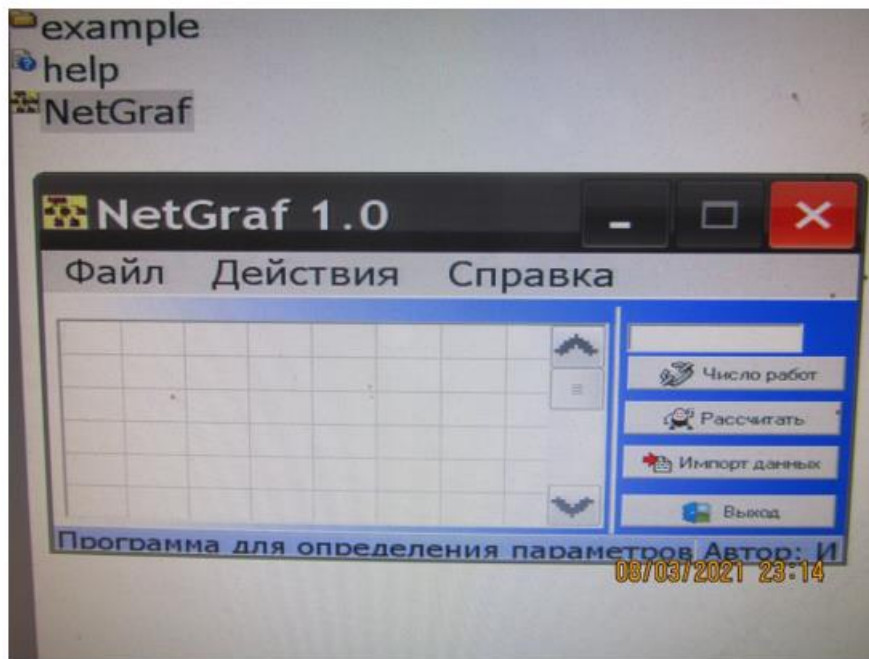


Рис. 9 Файл з програмою NetGraf, куди вводяться вихідні дані для розрахунку часових параметрів графіка і де показуються результати розрахунку

На розрахований за часом сітьовий 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.[107,108]

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

Наприклад-робота А код 1-2

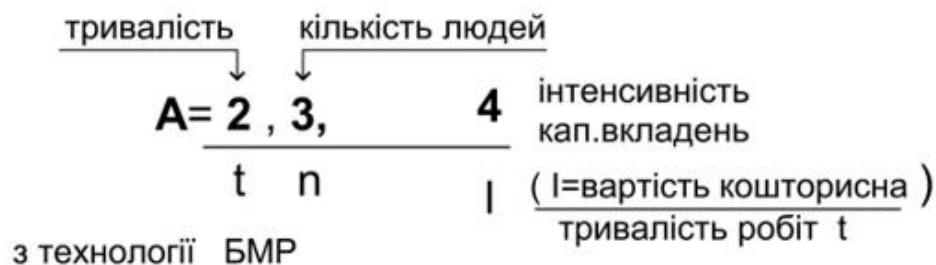


Рис.10 Позначення на графіку додаткових параметрів

Представлення календарного графіка по сітвовій моделі з заданими параметрами: часу – t , кількості працюючих людей – n , інтенсивності

капітальних вкладень – І дає можливість календаризувати графік і побудувати відповідні епюри і графіки постачання ресурсів та машин і механізмів.

КАЛЕНДАРИЗАЦІЯ СІТЬОВОГО ГРАФІКА і ПОБУДОВА ЕПЮР

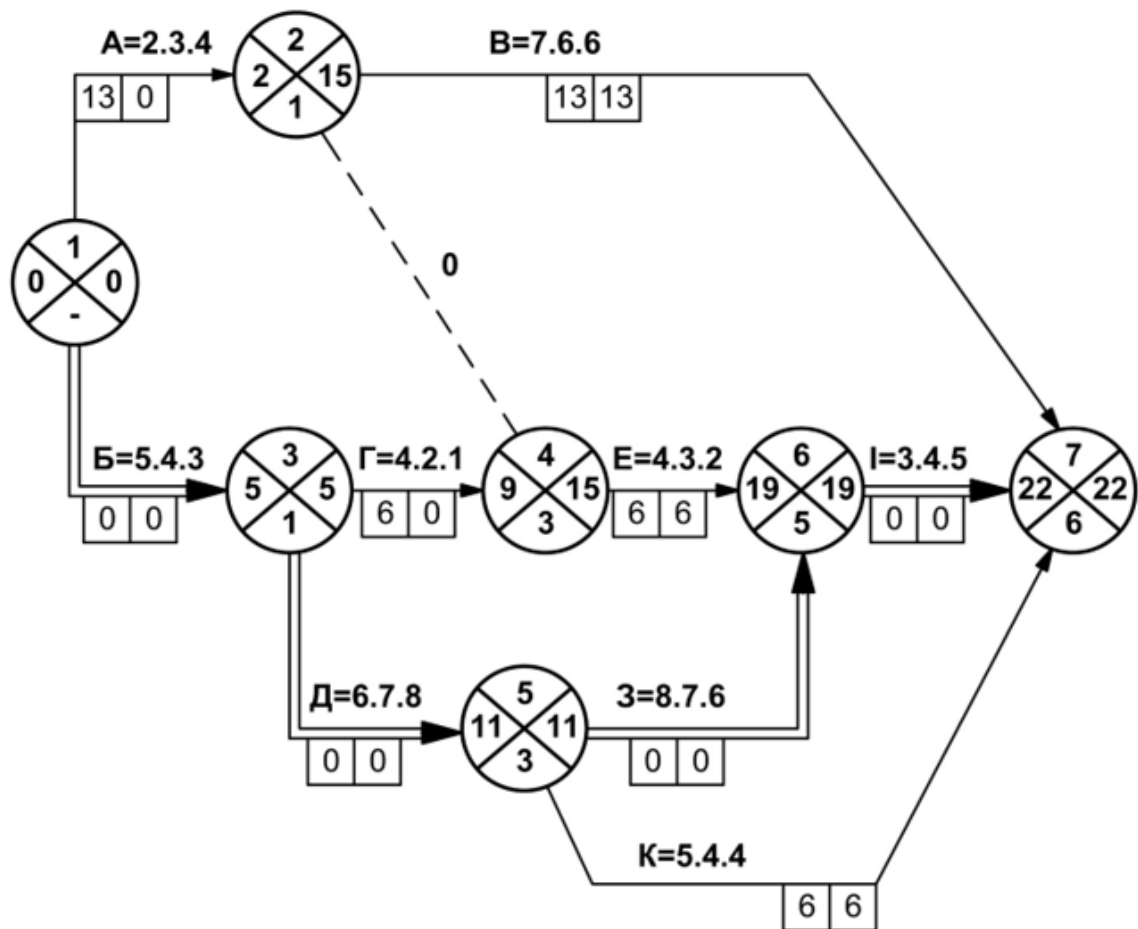


Рис.11 Сітьовий графік з додатковими параметрами робіт

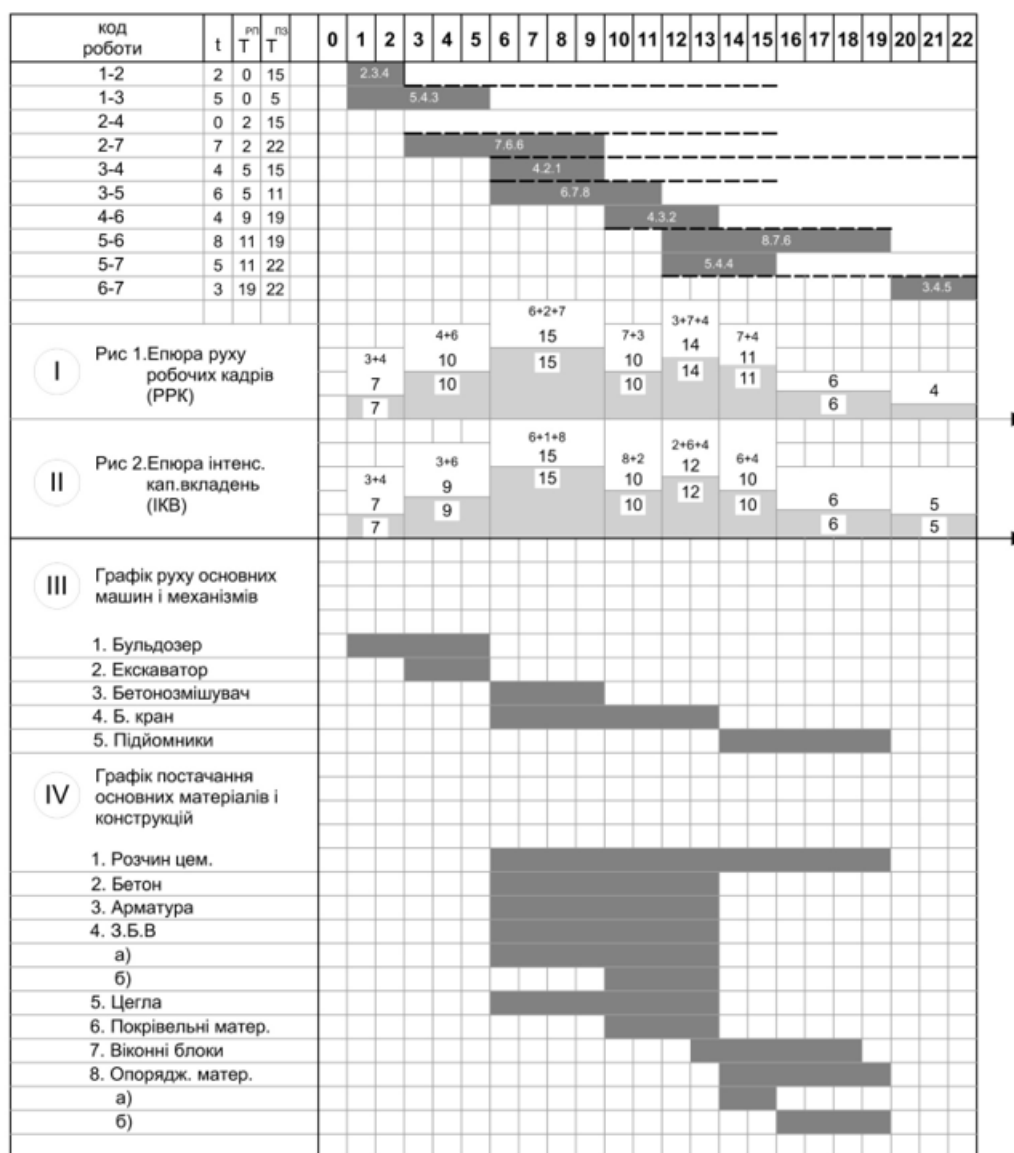


Рис.12. Календаризований графік з епюрами ресурсів та графіками постачання основних матеріалів,конструкцій, машин і механізмів

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.[108,109] 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.