

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА “БУДІВЕЛЬНИХ, ДОРОЖНІХ МАШИН І БУДІВНИЦТВА”

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до виконання самостійної роботи
з курсу “Організація будівництва”
до теми
“Розрахунок сітьового графіка”
для підготовки здобувачів спеціальності:
192 "Будівництво та цивільна інженерія"
всіх форм навчання.

Кропивницький 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА “БУДІВЕЛЬНИХ, ДОРОЖНИХ МАШИН І БУДІВНИЦТВА”

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання самостійної роботи

з курсу “Організація будівництва”

до теми

“Розрахунок сітьового графіка”

для підготовки здобувачів спеціальності:

192 "Будівництво та цивільна інженерія"

всіх форм навчання.

“Затверджено”

*на засіданні кафедри “Будівельних,
дорожніх машин і будівництва”*

Протокол № 1 від 18.08. 2020 р.

Кропивницький 2020

УДК 624.131.1+551.49

Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи “Розрахунок сітьового графіка” з курсу “Організація будівництва” для підготовки здобувачів спеціальності: 192 "Будівництво та цивільна інженерія" всіх форм навчання / Укл.: О.В. Лізунков, В.В. Дарієнко. – Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – 14 с.

Рецензент: В.В. Яцун – канд. техн. наук, доцент.

© Розрахунок сітьового графіка
Укладачі О.В. Лізунков, В.В.
Дарієнко.

© РВЛ ЦНТУ, тиражування, 2020

Вступ

Методичні рекомендації містять практичний матеріал до виконання розрахунків на тему: "Сітьові графіки". Методичні рекомендації призначені для підготовки здобувачів спеціальності: 192 "Будівництво та цивільна інженерія" всіх форм навчання.

Мета роботи: самостійне вивчення методів розрахунку сітьових графіків в табличній формі та "на сітці".

Практичне заняття №.1

Тема: Розрахунок Сітьового графіка способом на "сітці"

Мета завдання: Закріпити знання з теми "Організація планування і управління будівництвом на основі Сітьових графіків."

При розрахунку кожна подія поділяється на чотири сектори (рис.1). Розрахунок починають з визначення ранніх строків початку робіт (t_{pn}), які записують в лівому секторі події. Ранній термін початку робіт, які виходять з першої події дорівнює "нулю", номер першої події - "0".

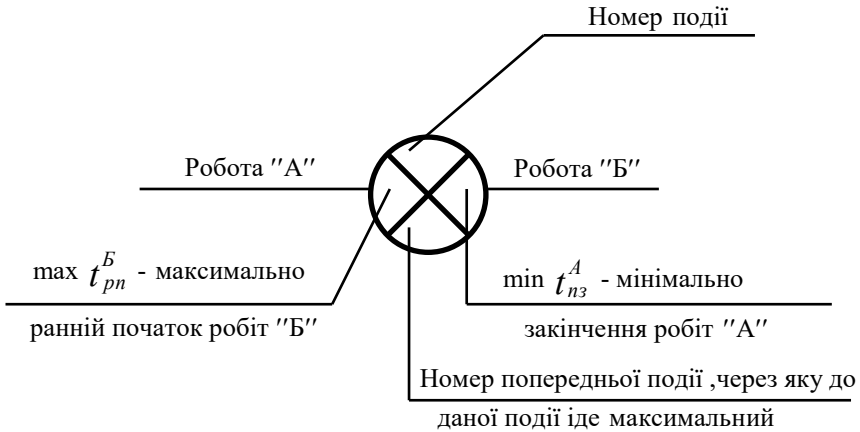


Рис. 1. Подія.

Ранній початок роботи дорівнює найбільшій із сум ранніх початків і тривалості попередніх робіт.

Для робіт 0-1, 0-2, 0-3 ранній початок робіт дорівнює "нулю", тому що ці роботи не мають попередніх робіт.

Якщо даній роботі передують дві та більше робіт, то її ранній початок визначається як максимальна сума раннього початку і тривалості попередніх робіт.

Наприклад: роботи 2-6 і 2-8 мають дві попередні роботи 0-2 і 1-2, тоді $t_{pn}^{0-2} + t_{0-2} = 0 + 4 = 4 \text{ дн}$, $t_{pn}^{1-2} + t_{1-2} = 3 + 6 = 9 \text{ дн}$.

Таким чином, t_{pn} робіт 2-6 і 2-8 дорівнює найбільшій із двох сум, тобто - 9, її і запишемо в лівий сектор події 2, одночасно в нижній сектор запишемо номер попередньої події, через яку до даної події іде максимальний шлях, тобто - 1.

Для робіт - 1-2, 1-4, 1-3, що мають одну попередню роботу 0-1, ранній початок визначається як $t_{pn}^{0-1} + t_{0-1} = 0 + 3 = 3 \text{ дн}$.

Роботи 6-8 і 6-7 мають три попередні роботи 2-6, 4-6, 1-6; в такому випадку їх ранній початок визначається як найбільше значення з трьох сум:

$$t_{pn}^{2-6} + t_{2-6} = 9 + 7 = 16 \text{ дн}, \quad t_{pn}^{1-6} + t_{1-6} = 3 + 6 = 9 \text{ дн},$$

$$t_{pn}^{4-6} + t_{4-6} = 12 + 0 = 12 \text{ дн}$$

тобто t_{pn}^{6-8} і t_{pn}^{6-7} дорівнює 16.

Таким чином, визначаючи ранній початок всіх робіт і ранній термін закінчення події 8, отримуємо значення тривалості критичного шляху, яке дорівнює – 26 днів.

Проходження критичного шляху можна встановити за номерами подій, записаних у нижньому секторі.

Так в нижньому секторі події 8 записано - 7, це означає, що критичний шлях пройде через подію 7, в нижньому секторі якої записано 6 тощо. Таким чином, критичний шлях пройде через події 8-7-6-2-1-0 і на ньому розташовані роботи 0-1, 1-2, 2-6, 6-7, 7-8.

Після визначення критичного шляху розраховуємо пізні закінчення робіт, яке записуємо в правий сектор подій.

В подіях 0, 1, 2, 6, 8 ранній початок наступних робіт дорівнює пізньому закінченню попередніх робіт: $t_{pn}^{noci} = t_{n3}^{noner}$.

Розрахунок починається з завершальної для сітьового графіка події, тобто з визначення пізнього закінчення 2-8, 6-8, 7-8. Пізні закінчення цих робіт дорівнює $T_{кр}$ або ранньому строку завершення події 8, тобто - 26

$$t_{n3}^{2-8} = t_{n3}^{6-8} = t_{n3}^{7-8} = 25 \text{ дн}$$

Для роботи 6 - 7, що має тільки одну наступну роботу 7-8

$$t_{n3}^{6-7} = t_{n3}^{7-8} - t_{7-8} = 26 - 3 = 23 \text{ дн}$$

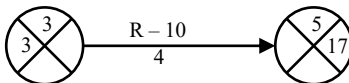
Для роботи 2-6, що має дві наступні роботи 6-7 і 6-8 пізні закінчення дорівнює найменшому із значень

$$t_{pn}^{2-6} = t_{n3}^{6-7} - t_{6-7} = 23 - 7 = 16 \text{ дн}, \quad t_{n3}^{2-6} = t_{n3}^{6-8} - t_{6-8} = 26 - 3 = 23 \text{ дн}.$$

Таким же чином визначаємо всі пізні закінчення пізніх робіт.

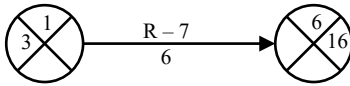
Загальний резерв часу роботи дорівнює різниці пізнього строку закінчення роботи та суми раннього початку і тривалості даної роботи.

Наприклад: загальний резерв часу для роботи 3-5



$$R_{3-5} = t_{n3}^{3-5} - (t_{pn}^{3-5} + t_{3-5}) = 17 - (3 + 4) = 10 \text{ дн}$$

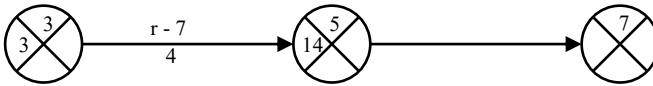
для роботи 1-6



$$R_{1-6} = t_{n3}^{1-6} - (t_{n3}^{1-6} + t_{1-6}) = 16 - (3 + 6) = 7 \text{ дн}$$

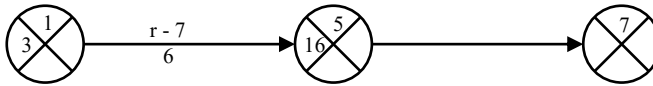
Простий резерв часу дорівнює різниці між раннім початком наступних робіт і сумою раннього початку та тривалості даної роботи.

Наприклад: простий резерв часу для роботи 3-5



$$\tau_{3-5} = t_{pn}^{5-7} - (t_{pn}^{3-5} + t_{3-5}) = 14 - (3 + 4) = 7 \text{ дн}$$

для роботи 1-6



$$\tau_{1-6} = t_{pn}^{6-7} - (t_{pn}^{1-6} + t_{1-6}) = 16 - (3 + 6) = 7 \text{ дн}$$

1. Складання сітєвих графіків в масштабі часу

Безмасштабний сітєвий графік (рис.2.), для якого розраховані всі параметри, можна скласти в масштабі часу і прив'язати їх до календарних строків (рис.3).

Складаються графіки за рівними початками (або пізніми закінченнями) робіт, для чого користуємося горизонтальною масштабною лінійкою, або віссю часу, на якій вказуються порядкові і календарні робочі дні, місяць, рік. На горизонтальній лінії наносять всі критичні роботи, тривалість яких визначає термін будівництва об'єкту.

Після визначення критичного шляху і наведення його жирною лінією, всі інші роботи наносяться послідовно – по ранніх початках – так, щоб вони були паралельні і не перехрещувались.

Проекція роботи на вісь часу буде дорівнювати сумі її тривалості і простого резерву.

Наприклад: тривалість роботи 3–5 дорівнює 4 дні, а її ранній початок – $t_{pn}^{3-5} = 3 \text{ дн}$.

При побудові сітєвого графіка в масштабі часу роботу 3–5 відкладають від центра порядкового номера 3 суцільною лінією тривалістю 4 дні, в кінці

якої ставлять позначку, кількість днів від позначки до події 5 є простим резервом часу роботи 3–5, який дорівнює $\Gamma=7$ днів; резерви часу зображаються пунктирною лінією.

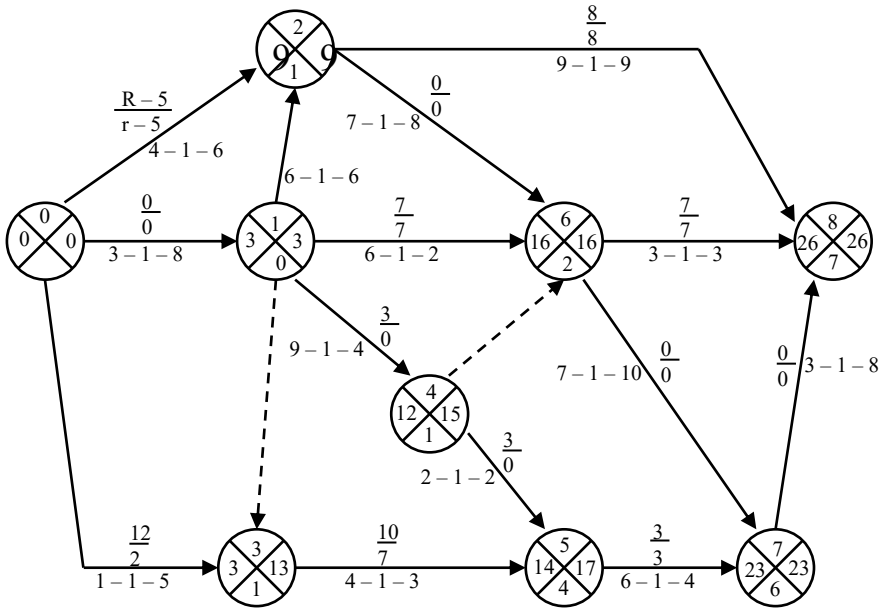


Рис.2. Розрахунок сітьового графіка способом "на сітці".

Якщо над кожною роботою навести дані про чисельність робітників, то можна скласти графік руху робочої сили (див. рис.3).

Переміщенням роботи в межах її простого резерву можна усунути "піки" і вирівняти "западини" досягаючи більш рівномірного розподілу даного виду ресурсів.

Сітьові графіки складені в масштабі часу, можна доповнювати даними про постачання матеріалів, конструкцій, будівельних машин, обладнання.

2. Поняття про оптимізацію сітьових графіків

Після визначення критичного шляху при розрахунку сітьового графіка виконують його порівняння з нормативними термінами будівництва об'єкта. Якщо критичний шлях не перевищує задані строки, то графік затверджується і він є документом для оперативного управління і контролю за ходом робіт.

Якщо критичний шлях більше нормативного терміну, сітвовий графік коригують.

Коригування сітвових графіків – це робота по поліпшенню тих чи інших параметрів графіка більш раціонального використання наявних ресурсів.

Сітвові графіки коригують за часом і по ресурсах. Коригування за часом – це скорочення загальної тривалості робіт, тобто зменшення довжини критичного та інших шляхів до нормативної або заданої тривалості будівництва об'єктів за рахунок:

- перерозподілу трудових ресурсів з некритичних робіт на критичні;
- залучення додаткових ресурсів на виконання критичних робіт;
- перегляду технології робіт у часі шляхом зміни послідовності виконання робіт, кількості захваток, а також суміщенням технологічних процесів у часі;
- зміни проектних рішень.

Коригування сітвових графіків по ресурсах – це забезпечення плану необхідними ресурсами і їх розподіл на основі наявних у будівельної організації ресурсів.

3. Поняття про планування та управління будівництвом на основі сітвових графіків

3.1 Моделювання будівельного виробництва

Сітвові графіки узгоджуються всіма виконавцями і затверджують в установленому порядку.

Так як сітвовий графік постійно відображає зміни параметрів будівельних процесів, характеристик його робіт і подій, то він в кожний розрахунковий момент часу відповідає дійсному положенню справ на будівництві.

Аналізуючи показники всіх робіт, які виконуються одночасно, маємо дані по обсягах будівельно-монтажних робіт, матеріально-технічних, чисельному складі робітників і інших показниках, необхідних для формування оперативних планових завдань на квартал, місяць, декаду, тиждень.

При цьому планові завдання згідно сітвових графіків, можуть формуватись на все будівництво, на будівлю, захватку, на окремі організації, бригади, ланки.

Основою управління за сітвовими графіками є постійний контроль виконання кожної роботи сітки в строки встановлені графіком.

Сітвові графіки є складовою частиною ПВР і ПОБ.

Комплексний укрупнений повузловий сітвовий графік на пусковий комплекс у складі ПОБ призначений для перспективного планування, визначення обсягів робіт по роках (кварталах) і виконавцях з розподілом на етапи та вузли.

Сітьові графіки в складі ПВР призначені для оперативного планування, управління і контролю виконання робіт виконавцями будівельного виробництва.

Сітьові графіки в складі ПВР сприяють визначенню і контролюванню строків завершення будівництва по окремих видах робіт, етапах будівництва і вузлах з метою введення об'єктів в експлуатацію в затверджені строки.

Організація оперативного управління будівництвом на основі сітьових графіків передбачає створення спеціальних оперативних служб до складу котрих включаються представники всіх організацій-виконавців і, в окремих випадках, замовника.

Для контролю за будівництвом на сітьових графіках визначають фактичний стан виконання робіт на кожен дату, збираючи оперативну операцію і відповідність її сітьовому графіку.

По ходу робіт і контролю за виконанням робіт сітьовий графік коригується у відповідності з наявністю трудових і матеріально-технічних ресурсів, а при зривах строків будівництва міняються дати подій.

Послідовність виконання завдання:

1. Визначити ранні терміни завершення подій і NN тих подій, з яких до даної події приходить найбільш напружений шлях.
2. Визначити критичний шлях і критичні роботи.
3. Визначити загальні і прості резерви часу.
4. Скласти календарну лінійку, сітьовий графік в масштабі часу і графік руху робочої сили.
5. Для 2-3 робіт, які лежать не на критичному шляху визначити календарні дати раннього початку і завершення ($t_{pn}; t_{p3}$), пізнього початку і завершення ($t_{nn}; t_{n3}$).

Контрольні питання:

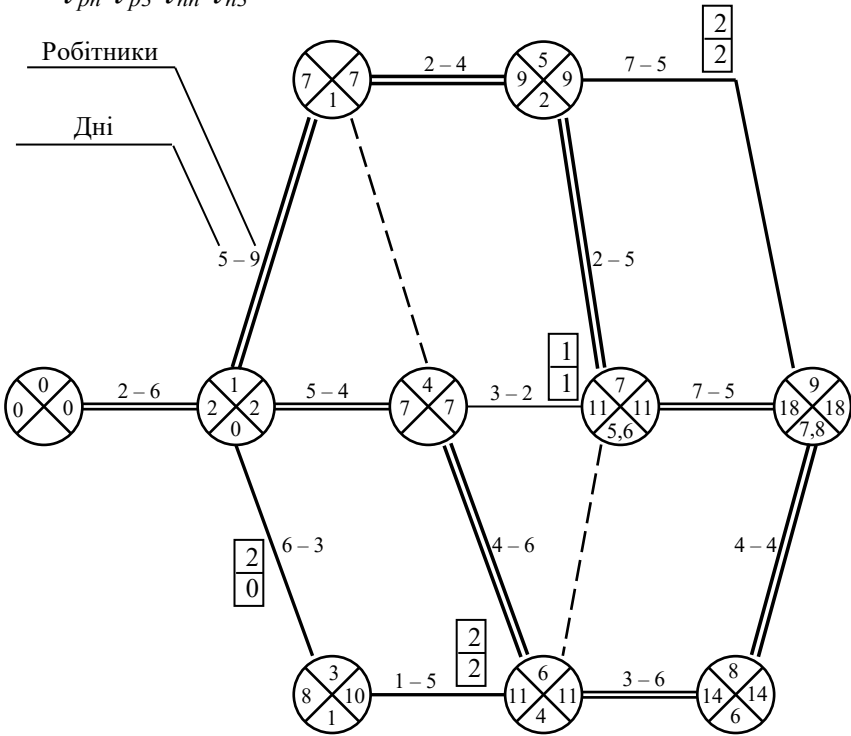
1. Що являє з себе сітьовий графік ?
2. Переваги сітьового графіка перед лінійним.
3. Як визначити ранній строк звершення події ?
4. Як знайти на сітьовому графіку положення критичного шляху ?
5. Як визначити пізні строки звершення подій ?
6. Чим відрізняються критичні роботи від інших робіт сітьового графіка ?
7. Як визначити загальні і прості резерви часу ?
8. Визначити за допомогою календарної лінійки $t_{pn}; t_{p3}; t_{nn}; t_{n3}$

Приклад рішення

("0" варіант)

Виконати розрахунок сітьового графіка способом "на сітці", скласти календарну лінійку, визначити резерви часу і критичний шлях. Для трьох робіт, які лежать не на критичному шляху визначити календарні дати

$t_{pn} \cdot t_{p3} \cdot t_{nm} \cdot t_{n3}$



Критичний шлях тривалістю 18 днів проходить через події:

0-1-2-5-7-9

0-1-4-6-7-9

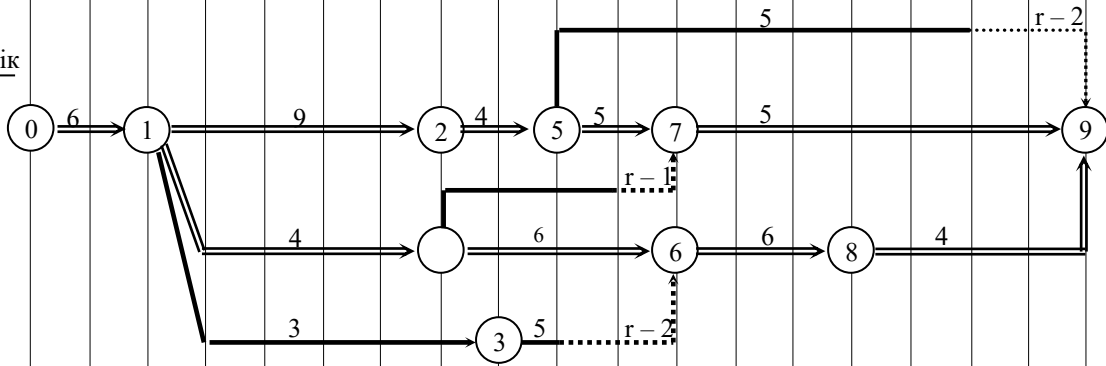
0-1-4-6-8-9

Складання Сітьового графіка в масштабі часу (приклад рішення)
 "0" варіант

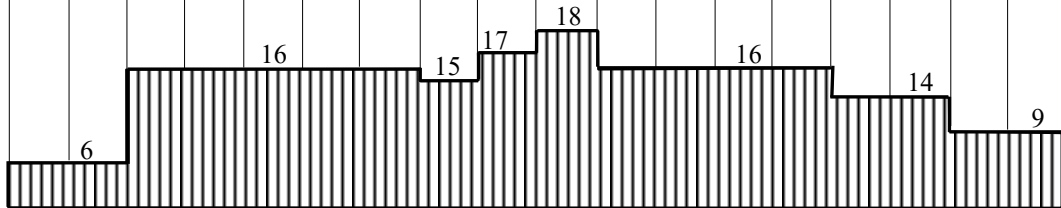
Календарна лінійка

Рік	2021																		
Місяці	Жовтень																		
Декада	I							II							III				
Календарні дні	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25
тpн	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Сітковий графік
в масштабі



Графік руху
робочої сили



Рік	20021																		
Місяці	Жовтень																		
Декада	I						II						III						
Календарні дні	1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25
тпн	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Визначення розрахункових параметрів:

1) для роботи "3 – 6"

$$тпн^{3-6} = 8, \text{ що відповідає } 11.10.99$$

$$тпн^{3-6} = тпн^{3-6} + t = 8 + 1 = 9, \text{ що відповідає } 12.10.99$$

$$тпн^{3-6} = 11, \text{ що відповідає } 16.10.99$$

$$тпн^{3-6} = тпн^{3-6} - t = 11 - 1 = 10, \text{ що відповідає } 15.10.99$$

1) для роботи "1 – 3"

$$тпн^{1-3} = 2, \text{ тобто } 03.10.99$$

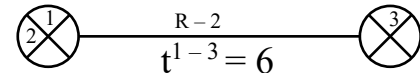
$$тпн^{1-3} = 2 + 6 = 8, \text{ тобто } 11.10.99$$

$$тпн^{1-3} = 10, \text{ тобто } 15.10.99$$

$$тпн^{1-3} = 10 - 6 = 4, \text{ тобто } 05.10.99$$

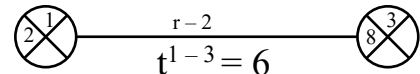
1. Загальний резерв часу роботи "1 – 3" (R)

$$R^{1-3} = тпн^{1-3} - (тпн^{1-3} + t) = 10 - (2+6) = 2 \text{ дн.}$$



2. Простий резерв часу "1 – 3" (r)

$$r^{1-3} = тпн^{1-3} - (тпн^{1-3} + t) = 8 - (2+6) = 0 \text{ дн.}$$

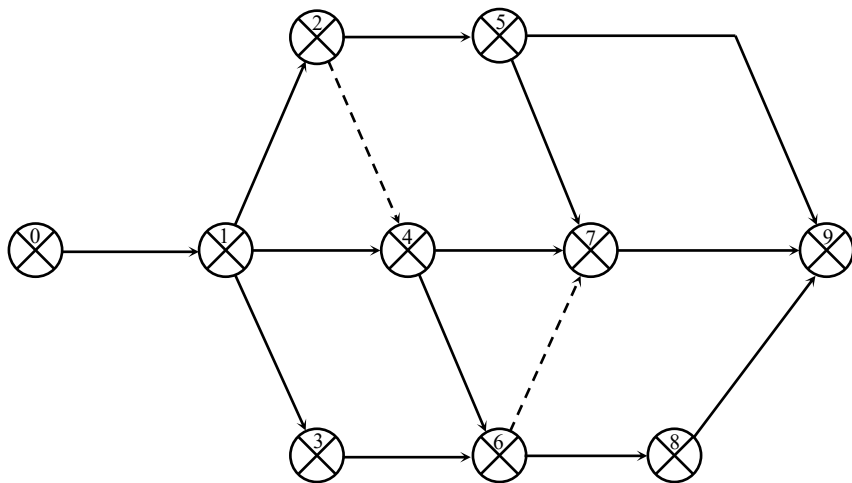


Завдання до практичної роботи
 Виконати розрахунок сітьового графіка способом "на сітці",
 скласти календарну лінійку, визначити резерви часу і критичний шлях.

Для трьох робіт, які лежать не на критичному шляху визначити календарні дати $t_{pn}, t_{p3}, t_{mn}, t_{n3}$.

№ п/п	Роботи	Варіанти										
		0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1.	0 – 1	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	3
2.	1 – 2	5	4	3	6	5	3	5	4	2	3	7
3.	1 – 3	6	3	2		4	6	4	3	4	5	4
4.	2 – 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.	3 – 6	1	2	4	3	5	1	6	4	1	2	5
6.	2 – 5	2	6	5	2	7	5	7	5	6	4	3
7.	4 – 6	4	2	3	1	2	4	2	2	1	1	2
8.	4 – 7	3	1	1	7	3	2	6	7	2	3	5
9.	5 – 7	2	5	7	4	6	7	5	3	5	6	4
10.	5 – 9	7	4	5	6	5	3	7	6	4	5	3
11.	6 – 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.	6 – 8	3	6	5	4	3	6	2	5	4	3	2
13.	7 – 9	7	3	2	4	5	5	3	6	3	4	5
14.	8 – 9	4	6	2	7	6	2	7	2	1	6	7
15.	1 – 4	3	5	6	3	3	4	6	6	6	4	6

Завдання до практичної роботи
Схема сітьового графіка



Навчально-методичне видання

Методичні рекомендації до виконання самостійної роботи “Розрахунок сітьового графіка” з курсу “Організація будівництва” для підготовки здобувачів спеціальності: 192 "Будівництво та цивільна інженерія" всіх форм навчання.

Укладачі: *О.В. Лізунков, В.В Дарієнко*

Редактор *В.О.Омельяненко*

Комп'ютерний набір та верстка *Н.А.Томаченко*

Тиражування на різнографі *В.О.Омельяненко*

Здано до друку 18.09.2020. Підписано до друку “04”09 2020. Формат 64x84 1/16 (A5). Папір газетний. Умов. друк. арк. 1. Тираж 100 прим. Зам. № _____ / 2020.

РВЛ ЦНТУ. м. Кропивницький, пр. Університетський, 8. Тел.: 597-541, 559-245.