

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

**ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ
РЕСУРСІВ У БУДІВНИЦТВІ
(РОЗРОБКА Й ОПТИМІЗАЦІЯ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНУ
БУДІВНИЦТВА ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА)**

Методичні вказівки
до виконання курсової роботи № 1
для студентів, які навчаються за спеціальністю
192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Київ 2019

УДК 69.05:658.512.6

ББК 39

О-62

Укладачі: І.А. Шатрова, канд. техн. наук, доцент;
В.В. Титок, старш. викладач;
В.І. Савенко, канд. техн. наук, доцент;
М.О. Шебек, канд. техн. наук, професор

Рецензент: В.М. Погорельцев, канд. екон. наук, професор

Відповідальний за випуск О.А. Пугай, д-р техн. наук, професор

Затверджено на засіданні кафедри організації і управління будівництвом, протокол № 7 від 13 грудня 2018 року.

В авторській редакції.

Оптимізація використання ресурсів у будівництві (Розробка й О-62 оптимізація календарного плану будівництва промислового підприємства): методичні вказівки до виконання курсової роботи № 1 / уклад.: І.А. Шатрова та ін. – К.: КНУБА, 2019. – 32 с.

Містить загальні положення, завдання та послідовність виконання курсової роботи, список літератури та додатки.

Призначено для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Мета методичних вказівок – набуття студентами практичних навичок застосування методик розробки і оптимізації календарних планів будівництва комплексу будівель і споруд.

Ціль курсової роботи – закріплення отриманих під час вивчення дисципліни цільової підготовки знань. Підсумком цієї роботи повинна стати розробка календарного плану на будівництво комплексу будівель і споруд відповідно до ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» у складі проекту організації будівництва (ПОБ). У плані будівництва визначають терміни і черговість будівництва основних і допоміжних будівель і споруд, пускових або містобудівних комплексів з розподілом капітальних вкладень і обсягів будівельно-монтажних робіт по будівлям і спорудам і періодам будівництва (див. таблицю).

Календарний план на підготовчий період розробляється за такою ж формою (див. таблицю), але з розподілом обсягів робіт за місяцями.

3

Таблиця

Форма календарного плану будівництва (об'єкт)

Номер рядка	Окремі будівлі, споруди чи їх види (з виділенням пускового або містобудівного комплексу)	Кошторисна вартість, тис. грн.		Розподіл капітальних вкладень і обсяги будівельно-монтажних робіт за періодами будівництва (кварталами, роками), тис. грн.
		Всього	У тому числі обсяг будівельно-монтажних робіт	
А	Б	1	2	3

Примітки: 1. Номенклатуру графи Б установлюють за видами і особливостями будівництва. 2. Розподіл обсягів будівельно-монтажних робіт подається у вигляді дробу: в чисельнику – обсяг капітальних вкладень, у знаменнику – обсяг будівельно-монтажних робіт (для житлово-цивільних об'єктів подається за місяцями).

ВКАЗІВКИ ЩОДО СКЛАДУ, ЗМІСТУ ТА МЕТОДІВ ВИРШЕННЯ ПИТАНЬ, ЩО ПОВИННІ БУТИ ВИСВІТЛЕНІ В РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНІЙ ЗАПИСЦІ ТА ПОСЛІДОВНІСТЬ ЇЇ ВИКЛАДЕННЯ

Структуру і послідовність виконання курсової роботи показано на рис. 1.

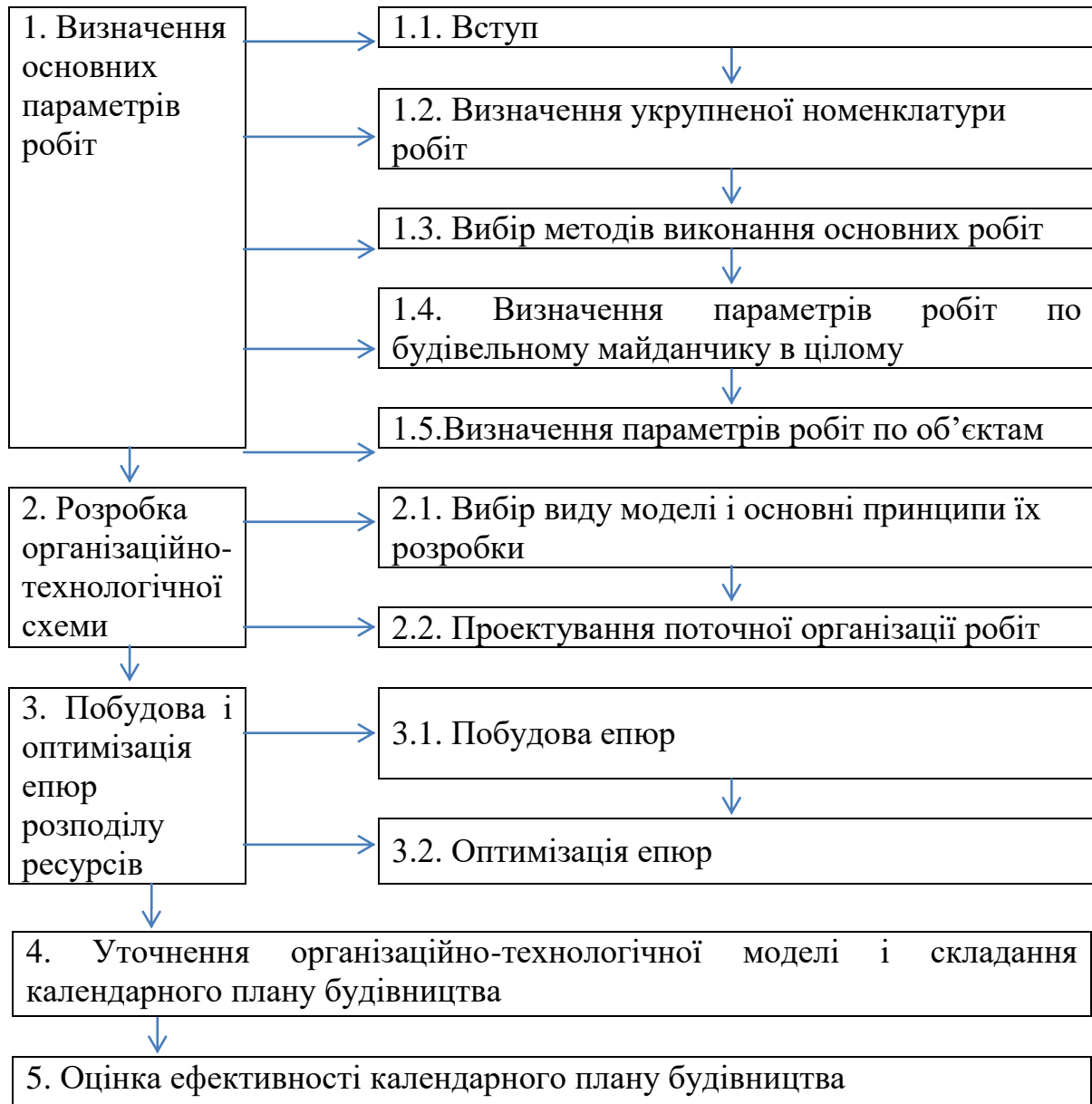


Рис. 1. Структура і послідовність виконання курсової роботи

1. Визначення основних параметрів робіт

1.1. Вступ

У цьому розділі вказується роль, призначення і основні принципи розробки календарних планів будівництва. Вартість укрупнених комплексів робіт по об'єктам приведена в табл. 1.

Таблиця 1

Вартість укрупнених комплексів робіт по об'єктам

№ пор.	Укрупнений комплекс робіт	Обсяг капітальних вкладень/вартість БМР, тис. грн			
		Головний виробничий корпус	Блок допоміжних цехів	Інші об'єкти	Підсумок по комплексу об'єктів
1	Загальномайданчикові роботи підготовчого періоду				
2	Роботи підготовчого періоду по об'єктам				
3	Роботи по зведенню підземної частини				
4	Роботи по зведенню надземної частини				
	Інші роботи				

Звичайно кошторисна вартість укрупнених комплексів визначається по локальним кошторисам типових проектів або об'єктів – аналогів. Приблизна питома вага окремих комплексів робіт у відсотках від вартості будівельно-монтажних робіт по об'єктам машинобудівної промисловості наведені в додатку.

1.2. Визначення укрупненої номенклатури робіт

Номенклатуру укрупнених комплексів робіт визначають на основі об'єднання в один комплекс окремих робіт, які організаційно й технологічно пов'язані між собою і виконуються окремими спеціалізованими організаціями чи загально будівельними комплексними бригадами.

При розробці укрупнених графіків будівництва промислових підприємств можна прийняти таку номенклатуру укрупнених комплексів комплексів робіт: налагодження мереж електро-, водо- і тепlopостачання та каналізації; спорудження підземної і наземної частин об'єкта, покрівлі, підлоги, спеціальні роботи; монтаж устаткування; опоряджувальні роботи; пуско-налагоджувальні роботи; здача об'єкта; введення комплексу об'єктів в експлуатацію.

1.3. Вибір методів виконання основних робіт

Вибір методів виконання робіт при складанні календарних планів будівництва в складі ПОБ здійснюється тільки для основних трудомістких робіт.

При виборі методів необхідно керуватися типовими технологічними картами та досягненнями передового досвіду.

1.4. Визначення параметрів робіт по будівельному майданчику в цілому

Основні параметри робіт визначають двома етапами: на першому встановлюють для укрупнених видів робіт на будівельному майданчику в цілому, виходячи з нормативної відповідно до ДСТУ Б А 3.1-22:2013 «Визначення тривалості будівництва об'єктів» чи директивної тривалості будівництва комплексу будівель і споруд, потім (на їх основі) – для укрупнених комплексів робіт на окремих об'єктах.

Параметри робіт у цілому на будівельному майданчику розраховують у табличній формі (табл. 2.)

У гр. 1 наводять прийняту укрупнену номенклатуру робіт, у гр. 2 – кошторисну вартість кожного укрупненого комплексу робіт у цілому на будівельному майданчику (визначають як суму кошторисної вартості цих робіт на окремих об'єктах).

Тривалість виконання укрупнених комплексів робіт у цілому на будівельному майданчику (гр. 3) визначають, виходячи з нормативної тривалості основного періоду в днях (беруть за 100 %) та орієнтовної тривалості виконання цих комплексів робіт у процентах до тривалості основного періоду. Тривалість виконання укрупнених комплексів робіт у процентах до тривалості основного періоду будівництва визначають за об'єктами-аналогами.

Основні параметри укрупнених комплексів робіт на будівельному майданчику

Об'єкт і укрупнені комплекси робіт	Кошторисна вартість будівельно-монтажних робіт, тис. грн.	Тривалість, днів	Інтенсивність грн./день	Організація – виконавець	Виробіток за зміну, грн.	Змінність	Чисельність робітників, чол.
Загальномайданчикові підготовчі роботи	13,5	25	540	БМУ-4	45	1	12
Підготовчі роботи на будівельних майданчиках об'єкта	17,66	40	440	БМУ-4	40	1	11
Спорудження підземної частини	191,4	110	1740	БМУ-4	58	2	15

При виконанні курсового проекту тривалість укрупнених комплексів робіт від нормативної тривалості можуть бути визначені по даним табл. 3.

Таблиця 3

Вихідні дані

№ пор.	Комплекс робіт	Орієнтовна тривалість , у відсотках від тривалості основного періоду
1	2	3
1	Земляні роботи	20
2	Улаштування фундаментів	12
3	Монтаж каркасу	37

4	Улаштування покрівлі	34
---	----------------------	----

Закінчення табл. 3

1	2	3
5	Улаштування підлоги	
	а) підготовка	18
	б) чиста підлога	23
6	Оздоблювальні роботи	12
7	Сантехнічні роботи	22
8	Електромонтажні роботи	22
9	Монтаж технологічного устаткування	По нормам тривалості будівництва
10	Наладка і пуск	15
11	Благоустрій	10

Інтенсивність виконання кожного укрупненого комплексу робіт на будівельному майданчику в цілому (гр. 4 табл. 3) визначають діленням їх кошторисної вартості на тривалість.

У гр. 5 зазначають організацію-виконавця, враховуючи, що кожен укрупнений комплекс робіт виконує спеціалізована організація чи комплексна загальнобудівельна бригада.

Виробіток щодо кожного укрупненого виду робіт (гр. 6) визначають на основі досягнутого рівня організацією-виконавцем з урахуванням завдань на його зростання.

Дані про виробіток можуть бути прийняті по табл. 4.

Таблиця 4

Усереднений виробіток по окремим видам робіт

Етап (вид) роботи	Організація-виконавець	Середньозмінний виробіток на працівника, грн
1	2	3
Загальнобудівельні роботи		
Механізована розробка ґрунту	Спеціалізована	82-135
Улаштування паль, шпунта	Спеціалізована	75-90
Бетонні, монолітні	Загальнобудівельна	28-43
Монтаж збірних залізобетонних та металевих конструкцій	Спеціалізована	72-140
Мурування із цегли та	Загальнобудівельна	26-45

невеликих блоків		
------------------	--	--

Закінчення табл. 4

1	2	3
Теслярні та столярні роботи	Загальнобудівельна	27-54
Підлоги дерев'яні та з рулонних матеріалів	Загальнобудівельна	30-68
Підлоги наливні та кахельні	Загальнобудівельна	15-28
Покрівельні	Загальнобудівельна	28-56
Штукатурні та лицевальні	Загальнобудівельна	22-80
Малярні	Загальнобудівельна	20-60
Спеціалізовані роботи		
Монтаж технологічного устаткування та трубопроводів	Спеціалізована	57-86
Санітарно-технічні (внутрішні)	Спеціалізована	70-120
Електромонтажні (внутрішні)	Спеціалізована	90-120
Улаштування слабкострумних систем	Спеціалізована	41-52
Улаштування промислової вентиляції	Спеціалізована	50-89
Ізоляційні	Спеціалізована	43-80
Антикорозійний та хімічний захист	Спеціалізована	53-60
Улаштування зовнішніх мереж водопостачання, каналізації, теплофікації.	Спеціалізована	45-55
Мережі авто- та залізничних доріг	Спеціалізована	100-130

Змінність робіт (гр. 7) визначають, виходячи з виробничих умов. Роботи, що виконуються з використанням будівельних машин, мають бути як мінімум двозмінними.

Визначаючи інтенсивність робіт і чисельність робітників слід урахувати потужності будівельних підрозділів, залучених до будівництва комплексу будівель і споруд.

Чисельність робітників (гр. 8) визначають діленням інтенсивності на виробіток і змінність.

Параметри укрупнених комплексів робіт необхідні для того, щоб забезпечити введення комплексу об'єктів у нормативний строк. Вони є основою для визначення параметрів на окремих об'єктах, які

уточнюються залежно від умов: наявності фронту робіт, необхідності ув'язування останніх у потік тощо.

1.5. Визначення параметрів робіт по об'єктам

Параметри укрупнених комплексів робіт на об'єктах розраховують у табличній формі (табл. 4.1).

У гр. 1 перелічують об'єкти проектного комплексу або їх групи і прийняту для кожного з них укрупнену номенклатуру робіт. Гр. 2 заповнюють після «зшивання» графіка в поєднання окремих робіт у потік.

Обсяги будівельно-монтажних робіт у фізичних вимірах визначають за локальними кошторисами об'єктів-аналогів або типовими проектами. Коли немає фізичних обсягів, обчислених за кошторисами, обсяги робіт визначають у грошовому виразі (гр. 3, 4). Кошторисну вартість окремих об'єктів можна визначити за укрупненими показниками кошторисної вартості будівельно-монтажних робіт на 1 м³ будівельного об'єму споруди, а розподіл кошторисної вартості за видами укрупненої номенклатури – на основі даних про питому їх вагу, визначену за об'єктами-аналогами.

Ведучі будівельні машини (гр. 5) добирають за прийнятою методикою ведення робіт, порівнюючи різні технічно можливі варіанти їх використання з метою вибору кращого з них за техніко-економічними показниками.

У гр. 9 наведена трудомісткість одиниці, а для робіт, обсяги яких дано в грошовому виразі, наведений виробіток (гр. 9).

Нормативну трудомісткість (гр. 10) визначають множенням обсягів робіт на укрупнені показники трудовитрат (якщо обсяг робіт визначено у фізичних вимірах) чи діленням кошторисної вартості будівельно-монтажних робіт на середньо змінний виробіток, якщо обсяг робіт наведено в грошовому виразі (табл. 5).

Таблиця 4.1

Основні параметри укрупнених комплексів робіт на об'єктах

Об'єкти і роботи	Код робіт	Кошторисна вартість, тис. грн		Ведучі машини	Організація-виконавець	Трудомісткість, люд.-дн.	Змінність	Виробіток за зміну, грн.	Прийнята розрахункова чисельність, чол.	Прийнята розрахункова тривалість, дні	Денна інтенсивність, грн.	
		Капітальні вкладення	Будівельно-монтажні роботи								Капітальні вкладення	Будівельно-монтажні роботи
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Головний корпус:												
роботи підготовчого періоду	3-4	6,15	5,40		БМУ-4	120	1	45	$\frac{8}{8}$	$\frac{15}{15}$	$\frac{410}{410}$	$\frac{360}{360}$
зведення підземної частини	4-5	48,0	48,0	К-161	БМУ-4	800	2	60	$\frac{10}{8}$	$\frac{40}{50}$	$\frac{1200}{960}$	$\frac{1200}{960}$

Укрупнені показники трудомісткості

Вид роботи	Одиниця	Норма часу на одиницю люд.-дн., маш.-зм.	
		по промислового будівництву	по житлово- цивільному будівництву
1	2	3	4
Земляні роботи (механізовані)	1000м ³	15,6/3,6	18,6/4,5
Монтаж збірних залізобетонних конструкцій	100 м ³	67,0/10	48,0/5,0
Монолітні залізобетонні конструкції	100 м ³	180,0/0	145,0/0
Монолітні бетонні конструкції	100 м ³	120,0/0	120,0/0
Монтаж металевих конструкцій	1т	1,2/0,08	1,2/0,08
Заповнення віконних отворів	100м ²	5,0/0	6,0/0
Улаштування дверей та воріт	100м ²	6,0/0	7,0/0
Підлога асфальтова	100м ²	7,0/0	-
Підлоги інші	100м ²	10,0/0	-
Покрівля рулонна	100м ²	7,0/0	7,0/0
Покрівля металева	100м ²	8,0/0	8,0/0
Утеплення та звукоізоляція	м ³	0,6/0	0,6/0
Штукатурні роботи	100м ²	10,0/0	12,0/0
Масляне фарбування	100м ²	4,0/0	6,0/0
Вапнування	100м ²	2,0/0	3,0/0
Монтаж залізобетонних ферм	1м ³	1,5/0,1	-
Цегляне мурування	100м ³	55,0/0	65,0/0
Перегородки з гіпсових плит	100м ²	-	8,0/0
Скління вікон	100м ²	4,0/0	3,5/0
Перегородки гіпсобетонні	100м ²	-	3,5/0,7

Примітка. У чисельнику наведені людино-дні; у знаменнику – машино-зміни.

Чисельність робітників (гр. 11) установлюють так: аналізують об'ємно-планувальні вирішення кожного об'єкта. Як правило, першим розглядають найбільший об'єкт. Якщо параметри об'єкта й обсяги робіт забезпечать необхідний фронт робіт для встановленої раніше розрахункової чисельності робітників, необхідної для виконання даного укрупненого комплексу робіт у цілому на будівельному майданчику (див. табл. 4.1), її залишають як

розрахункову, керуючись при цьому типовими технологічними картами, картами трудових процесів і табл. 6.

Таблиця 6

Орієнтовна кількість робітників у бригадах

Етап (вид) роботи	Організація-виконавець	Орієнтовна кількість робітників
1	2	3
<u>Загальнобудівельні роботи</u>		
Механізована розробка ґрунту	Спеціалізована	4-6
Улаштування паль, шпунта	Спеціалізована	6-10
Бетонні, монолітні	Загальнобудівельна	14-17
Монтаж збірних залізобетонних та металевих конструкцій	Спеціалізована	5-12
Мурування із цегли та невеликих блоків	Загальнобудівельна	16-20
Теслярні та столярні роботи	Загальнобудівельна	14-17
Підлоги дерев'яні та з рулонних матеріалів	Загальнобудівельна	14-17
Підлоги наливні та кахельні	Загальнобудівельна	15-18
Покрівельні	Загальнобудівельна	14-18
Штукатурні та лицювальні	Загальнобудівельна	15-18
Малярні	Загальнобудівельна	12-15
<u>Спеціалізовані роботи</u>		
Монтаж технологічного устаткування та трубопроводів	Спеціалізована	16-24
Санітарно-технічні (внутрішні)	Спеціалізована	5-8
Електромонтажні (внутрішні)	Спеціалізована	8-12
Улаштування слабо-струмових систем	Спеціалізована	6-8
Улаштування промислової вентиляції	Спеціалізована	8-12
Ізоляційні	Спеціалізована	12-16
Антикорозійний та хімічний захист	Спеціалізована	5-7
Улаштування зовнішніх мереж водопостачання, каналізації, теплофікації.	Спеціалізована	16-20
Мережі авто- та залізничних доріг	Спеціалізована	16-24

Якщо згадана розрахункова чисельність не забезпечується належним фронтом робіт, то кількість робітників на об'єкті відповідно зменшують, решту робітників розрахункової чисельності можна залишити для паралельного виконання робіт на інших об'єктах. За прийнятою чисельністю робітників розраховують тривалість та інтенсивність робіт.

Тривалість (гр. 11) визначають діленням трудомісткості на чисельність робітників і змінність. Отриману тривалість робіт слід порівняти з даними табл.8.

Інтенсивність (гр. 15, 16) визначають діленням капітальних вкладень і обсягів будівельно-монтажних робіт на тривалість будівництва.

Такі параметри робіт, як чисельність робітників, тривалість та інтенсивність можна при потребі уточнювати після оптимізації епюр розподілу капітальних вкладень, обсягів будівельно-монтажних робіт і потреби в робочих кадрах. Епюри будують на основі розробленої організаційно-технологічної моделі зведення комплексу будівель і споруд.

2. Розробка організаційно-технологічної моделі

Організаційно-технологічна модель залежно від виду й складності споруджуваного комплексу будівель і споруд може бути подана у вигляді лінійного чи сіткового графіка.

2.1. Вибір виду моделі. Основні принципи розробки моделей

Для порівняно невеликих промислових комплексів, що містять у своєму складі об'єкти з відносно простими об'ємно-планувальними і конструктивними рішеннями, організаційно-технологічна модель може бути подана у вигляді лінійного графіка.

Поточну забудову житлових масивів подають у вигляді циклограми.

Ураховуючи переваги сіткових моделей, які дають змогу використовувати ЕОМ для розрахунку тимчасових параметрів і вирішення різних ресурсних завдань календарного планування, комплексів об'єктів як організаційно-технологічні моделі при складанні календарних планів у складі ПОБ, доцільно розробляти сіткові графіки. Приклад укрупненого сіткового графіка будівництва промислового підприємства наведений на рис. 2.

Організаційно-технологічні моделі розробляють з таким ступенем деталізації, який би забезпечував визначення окремих етапів будівництва й необхідну оптимізацію епюр потреби в ресурсах (табл. 7).

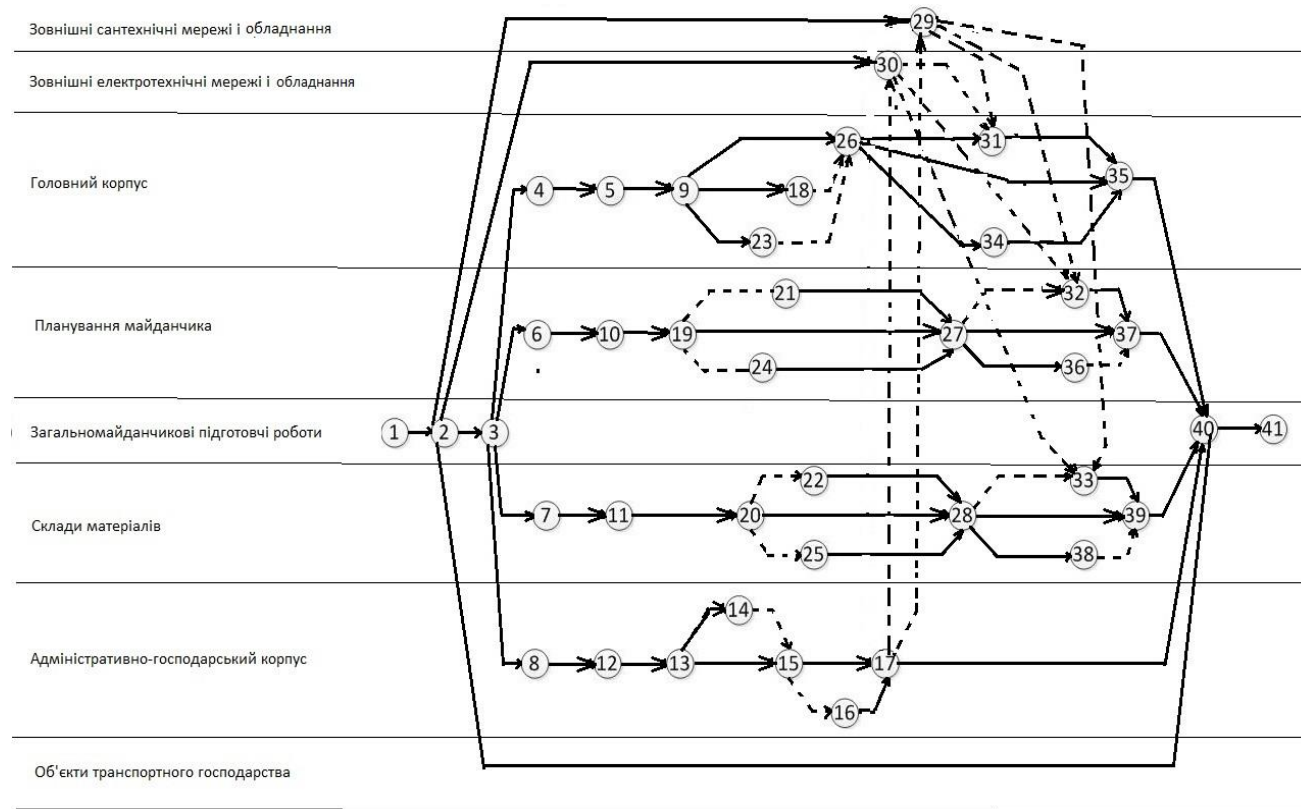


Рис. 2. Приблизний укрупнений сітьовий графік будівництва промислового підприємства.

Види робіт: (1-2) – загальномайданчикові підготовчі роботи ; (2-3) – загальномайданчикові підготовчі роботи ; (2-29) – зовнішні санітарно-технічні мережі і обладнання; (2-30) – зовнішні мережі і обладнання енергозабезпечення; (2-40) – об'єкти транспортного господарства; (3-4), (3-6), (3-7), (3-8) – внутрішньо-майданчикові підготовчі роботи; (4-5), (6-10), (7-11), (8-12) – загальнобудівельні роботи підземної частини; (5-9), (10-19), (11-20), (12-13) – монтаж каркаса; (9-26), (21-27), (27-28) – монтаж обладнання; (9-18), (19-27), (20-28), 13-14 – спеціальні роботи; (9-23), (24-27), (25-28), (13-15) – улаштування покрівлі; (31-35), (32-37), (33-39) – пусконаладжувальні роботи; (26-35), (27-37), (28-39), (15-17), - улаштування підлоги; (26-34), (27-36), (28-38), (16-17) – опоряджувальні роботи; (35-40), (37-40), (39-40), (17-40) – здача окремих об'єктів; (40-41) – здача комплексу об'єктів

Орієнтовна тривалість виконання окремих видів робіт (етапів), дні

Вид робіт (етап)	Кошторисна вартість робіт, тис. грн	Об'єкти				
		головні виробни чі	адміні- стратив- но-побу- тові	складські та ремонт- них служб	підсобні виробничі та обслуговуючі	
					каркасні із збірних елементів	з несучи- ми стінами з цегли
1	2	3	4	5	6	7
Механізована розробка грунту	До 5	7-10	3-7	8-12	2-4	3-5
	10	10-20	7-13	17-20	-	-
	20	20-30	-	16-22	-	-
Улаштування паль	До 5	20-36	18-35	20-35	10-20	12-22
	100	48-60	30-50	35-50	-	-
	150	50-70	-	-	-	-
	200	60-80	-	-	-	-
	300	70-90	-	-	-	-
	Понад 300	90-110	-	-	-	-
Загально- будівельні, підземна частина	До 50	26-50	20-40	30-50	30-45	50
	100	70-100	50-70	60-80	60-80	40-80
	200	80-110	60-80	120	-	-
	Понад 200	120	-	-	-	-
Монтування каркаса будівлі	До 200	50-60	40-70	50-100	40-70	-
	300	70-80	130-150	130-140	-	-
	600	120-180	140-160	130-140	-	-
	Понад 900	220-230	-	-	-	-
Загально- будівельні, надземна частина	До 200	100-140	80-120	80-100	40-70	70-90
	400	140-200	90-110	120-140	-	-
	Понад 400	200-400	-	-	-	-
Монтаж технологічного обладнання та трубопроводів	До 300	70-100	10-30	30-80	10-40	10-60
	500	120-150	-	-	-	-
	Понад 500	210-230	-	-	-	-
Спеціальні монтажні роботи	До 500	100-140	50-100	50-80	10-40	20-50
	700	100-150	-	-	-	-
	Понад 700	180-250	-	-	-	-

Усі події й параметри робіт, які відображаються в організаційно-технологічних моделях, повинні охоплювати комплексні процеси, що виконуються однією організацією. На рис. 2 спеціалізовані роботи умовно показані у вигляді однієї роботи. Якщо спеціалізовані роботи (санітарно-технічні, електромонтажні) виконуються різними організаціями, то на графіку кожна з них показують окремо.

Для забезпечення ритмічної роботи будівельних організацій і скорочення строків будівництва при розробці графіків слід передбачати потокове виконання основних будівельно-монтажних робіт. При значних обсягах спеціалізованих робіт їх можна поєднувати в потік.

Розробку організаційно-технологічної моделі зведення комплексу будівель і споруд починають з проектування укрупнених графіків спорудження окремих об'єктів чи їх груп. Проектування укрупнених графіків будівництва окремих об'єктів здійснюється на основі ув'язки укрупнених комплексів робіт згідно з прийнятими організаційно-технологічними схемами їх зведення. Приклади топології укрупненого сітьового графіка будівництва об'єкта наведені на рис. 3 і 4.

У комплексі робіт початок будівництва кожного об'єкта слід передбачати тільки після виконання загально- та внутрішньомайданчикових підготовчих робіт.

При необхідності виконання значних обсягів робіт по звільненню та освоєнню території ці роботи відображаються у графіках (як окремий період визволення будівельного майданчика) і виконуються паралельно або з випередженням робіт підготовчого періоду.

2.2. Проектування поточної організації робіт

Поточність виконання робіт проектується для забезпечення безперервного й рівномірного завантаження підрозділів спеціалізованих організацій і комплексних загальнобудівельних бригад, а також рівномірного випуску будівельної продукції. При цьому в потоці можуть бути пов'язані як усі будівельно-монтажні роботи – від інженерної підготовки до впорядкування, так і окремі основні їх види. Це залежить від прийнятої структури потоку.

Фрагмент сітьового графіка з ув'язкою окремих робіт у потік, зображений на рис. 5.

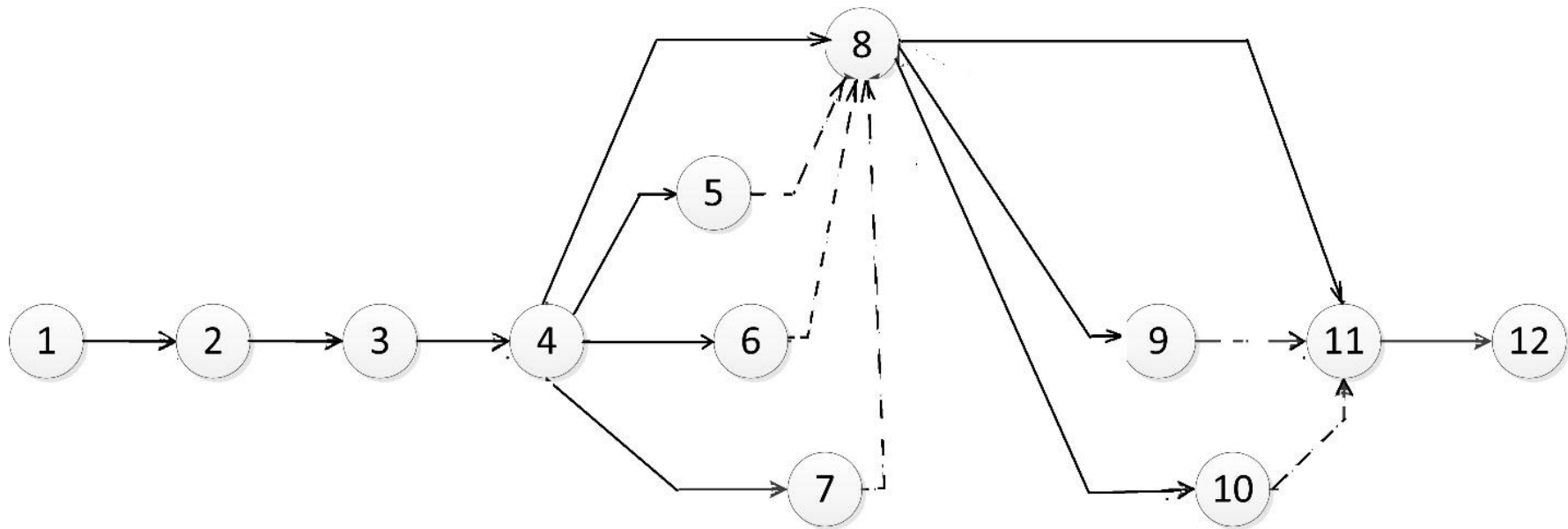


Рис. 3. Приклад топології сітьового графіка будівельного об'єкта без розбивки на ділянки.

Види робіт: (1-2) – роботи підготовчого періоду; (2-3) – роботи по зведенню підземної частини; (3-4) – роботи по зведенню надземної частини; (4-5) – санітарно-технічні роботи; (4-6) – електромонтажні роботи; (4-7) – улаштування покрівлі; (4-8) – монтаж обладнання; (8-9) – опоряджувальні роботи; (8-10) – улаштування підлоги; (8-11) – пусканалагоджувальні роботи; (11-12) – здача об'єкта в експлуатацію

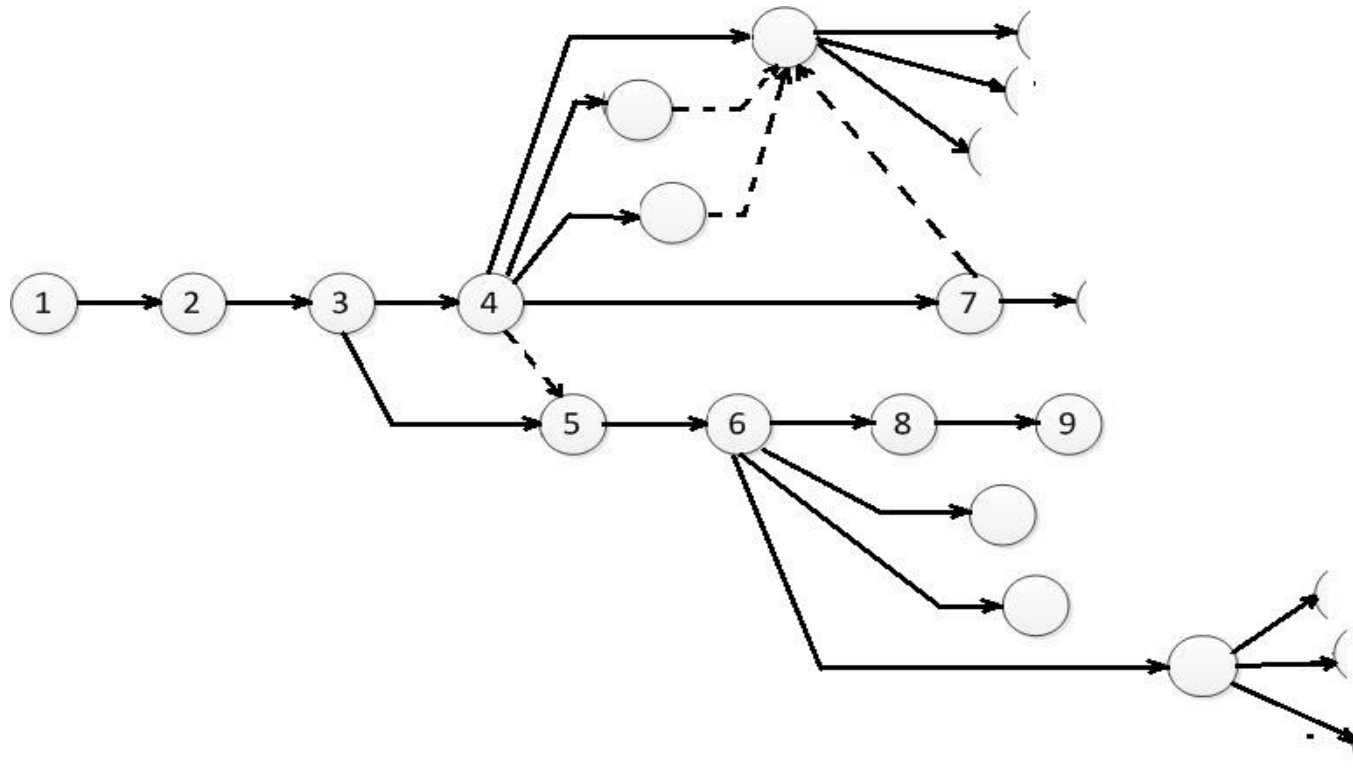


Рис. 4. Фрагмент топології сітьового графіка будівництва об'єкта при розбивці на дві ділянки.

Види робіт: (1-2) – роботи підготовчого періоду; (2-3) – (3-5) – роботи по улаштуванню підземної частини відповідно на I і II ділянки; (3-4) – (5-6) – роботи по зведенню надземної частини відповідно на I і II ділянки; (4-7) – (8-9) – улаштування покрівлі.

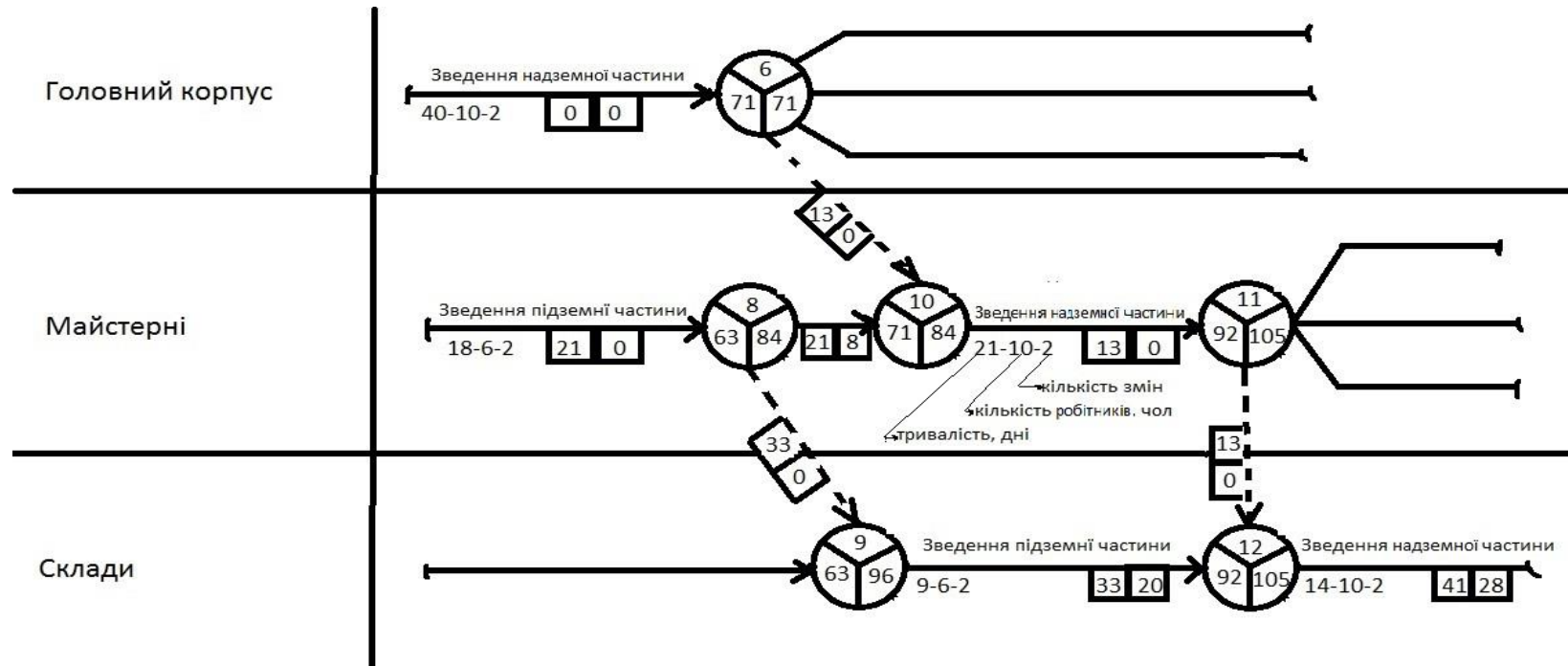


Рис. 5. Фрагмент сітьового графіка з ув'язкою в потік робіт підземної та надземної частини.

Потоковість виконання робіт проектується у такій послідовності:

- 1) визначають об'єкти й укрупнені комплекси робіт, що включаються у потік;
- 2) установлюють кількість паралельно функціонуючих потоків;
- 3) розраховують черговість включення об'єктів у потік.

Узгодженість робіт в об'ємному потоці здійснюється відповідно до технології будівництва, з максимально можливим їх суміщенням.

Комплексний будівельний потік проектують для спорудження організаційно пов'язаних об'єктних потоків, продукцію якого є промислове підприємство (пусковий комплекс, черга), а для житлового будівництва – містобудівний комплекс. Будівлі й споруди періоду об'єднують у комплексний потік із урахуванням технологічної схеми виробництва, об'ємно-планувальних і конструктивних вирішень, а також територіального розташування об'єктів на будівельному майданчику.

Об'єктні потоки ув'язують у комплексному потоці за провідним процесом (наприклад, загально будівельні роботи підземної частини, монтаж каркаса, зведення покрівлі) за умови безперервного виконання цього процесу на всіх об'єктах комплексного потоку. Загальна тривалість комплексного потоку не повинна перевищувати нормативні (директивні) строки будівництва. В разі перевищення цих строків склад об'єктів комплексного потоку може бути змінений перевищенням ряду об'єктів до іншого потоку або формуванням додаткового паралельного комплексного потоку. Кількість паралельних потоків визначають, виходячи із встановленого строку будівництва й кількості споруджуваних об'єктів.

За умов потокової організації будівництва комплексу об'єктів необхідно забезпечувати максимально можливу й економічно доцільну концентрацію ресурсів на окремих об'єктах, що сприяє скороченню строків будівництва об'єктів та своєчасному введенню їх в експлуатацію. Проте в початковий і завершальний періоди будівництва слід передбачити поступове нарощування й згортання інтенсивності ведення робіт для створення сприятливих умов для розширення основних будівельно-монтажних робіт і підготовки споруджуваного комплексу об'єктів до введення в експлуатацію.

При організації житлової забудови у склад комплексного потоку звичайно включається 10-12 об'єктних потоків.

При забудові житлових масивів будівлями і спорудами, різними по об'ємно-планувальними і конструктивними рішеннями, для кожного з них передбачають об'єктні потоки.

Черговість будівництва об'єктів житлових районів визначається розбиттям їх на черги та вибором раціональної послідовності забудови. Розбиття на черги виконується з урахуванням особливості генерального плану. При цьому враховується необхідність обслуговування кожної черги єдиним кільцем під'їзних доріг, можливості введення в експлуатацію інженерних комунікацій кожної черги незалежно від інших черг, а також враховуються особливості, що впливають із умов організації будівництва, що склалися. Економічне обґрунтування черговості забудови виконується на основі розрахунку та порівняння обсягів незавершеного будівництва по інженерній підготовці території для різних варіантів послідовності забудови черг. Раціональною вважається така послідовність, при якій забезпечується мінімальний заділ по спорудженню інженерних мереж та доріг, необхідних для введення житлових будинків в експлуатацію.

При проектуванні потокової організації будівництва промислових підприємств у потік слід включати об'єкти, які суттєво впливають на загальний строк будівництва. Різномірні за об'ємно-планувальними та конструктивними вирішеннями об'єкти з порівняно невеликими обсягам робіт, як правило, у потік не включаються.

Черговість будівництва об'єктів промислових підприємств (пускових комплексів) визначають за організаційно-технологічною схемою їх спорудження. При цьому слід прагнути до мінімальних витрат на будівництво об'єктів тимчасового будівельного господарства, призначених для технічного й побутового обслуговування будівельного виробництва. Дотримуючись цих вимог, раціональну черговість спорудження об'єктів з різними обсягами і трудомісткістю робіт можна визначити формуванням неритмічних потоків за рахунок визначення (з використанням матриці такої черговості будівництва об'єктів), за яких забезпечується скорочення розривів у часі між роботою суміжних бригад на об'єктах, що сприяє скороченню тривалості комплексного потоку.

На основі організаційно-технологічної моделі розподіляють капітальні вкладення, визначають обсяги будівельно-монтажних

робіт і потребу в робочих кадрах за періодами будівництва. Це здійснюється побудовою відповідних епюр.

3. Побудова та оптимізація епюр розподілу ресурсів

У курсовому проекті передбачається побудова та оптимізація епюр розподілу капітальних вкладень, будівельно-монтажних робіт та робочих кадрів.

3.1. Побудова епюр

Побудова епюр виконуються наступним чином. Роботи сіткового графіка пов'язують за їх ранніми початками з календарем, взятим у відповідному масштабі. На часовій шкалі роботи розміщують так, щоб були сформовані графіки будівництва окремих об'єктів. На початку і в кінці кожного вектора проставляють номери початкової і кінцевої події робіт, над вектором інтенсивності – освоєння капітальних вкладень та обсяги будівельно-монтажних робіт, а під вектором тривалості робіт – чисельність робітників і змінність. Графіки будують, підсумовуючи щоденно відповідні ресурси і відображаючи їх значення в прийнятому масштабі (рис. 6).

Для забезпечення необхідного загального заділу з метою планомірного наростання готовності комплексу будівель і споруд та рівномірного використання трудових ресурсів одержані епюри розподілу ресурсів аналізують і при потребі коригують.

Отриманий розподіл капітальних вкладень та обсягів будівельно-монтажних робіт порівнюють з нормативним (відповідно до СНиП 1.04.03-85* та ДСТУ Б А 3.1-22:2013) або директивним і (при необхідності) проводять оптимізацію цих епюр.

Ефективність графіка потреби в кадрах характеризується ступенем рівномірності руху робітників на основі розрахунку коефіцієнта нерівномірності K_n :

$$K_n = P_{\max} / P_{\text{середн}} \quad (1)$$

де P_{\max} – відношення максимальної кількості робітників; $P_{\text{середн}}$ – їх середня кількість за весь період будівництва.

Середня кількість робітників визначається діленням сумарної трудомісткості Q , люд.-днів, на загальну тривалість будівництва комплексу будівель і споруд T , днів:

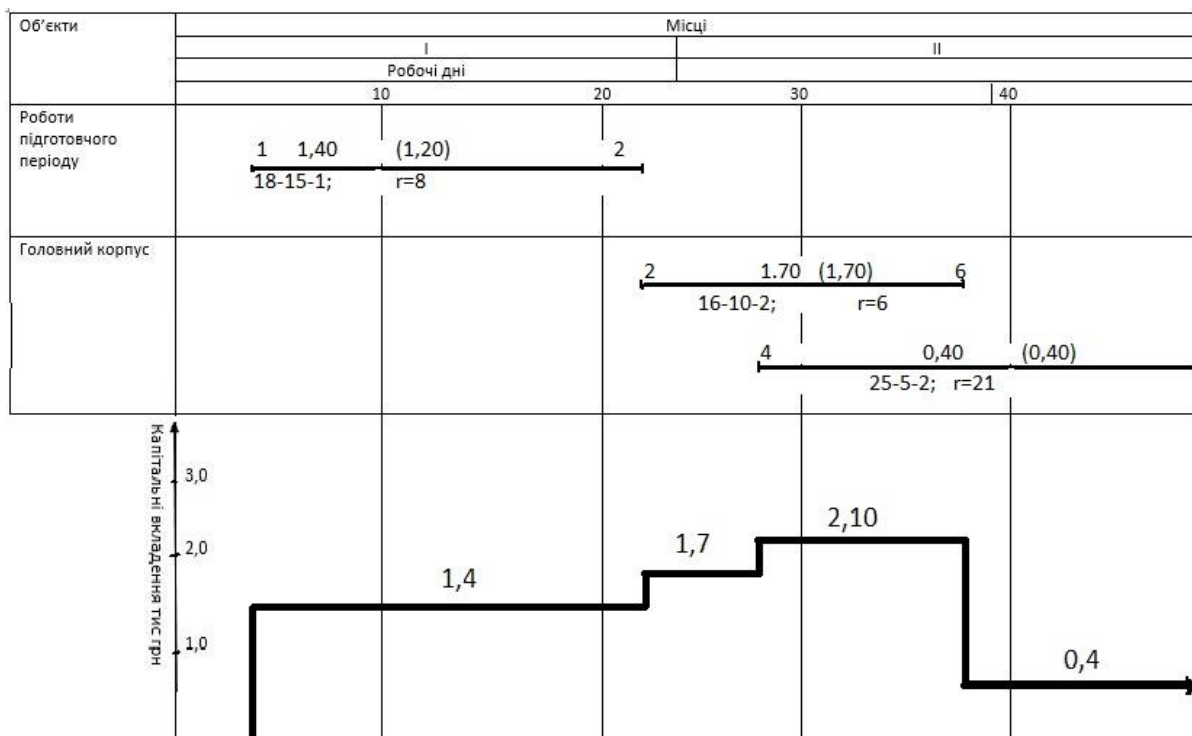
$$P_{\text{середн}} = Q / T \quad (2)$$

де Q – сумарна трудомісткість; T – загальна тривалість будівництва комплексу будівель і споруд.

Графік потреби в кадрах вважають ефективним, якщо $K_n \leq 1,5$.

За більшого значення K_n . Слід відповідно скоригувати організаційно-технологічну модель.

Під час побудови графіків потреби в робочих кадрах іноді відбувається різко короткотривале зростання кількості робітників – «піки», це вимагає не виправданого збільшення площ приміщень для санітарно-побутового обслуговування працюючих на будівельному майданчику. В цьому випадку також коригують організаційно-технологічну модель.



Умовні позначки:



Рис. 6. Фрагмент епюри розподілу капітальних вкладень

3.2. Оптимізація епюр

Оптимізація епюр потреби в ресурсах здійснюється переміщенням робіт на календарній сітці чи зміною тривалості їх виконання в межах резервів часу. Фрагменти епюр розподілу капітальних вкладень і кадрів показані на рис. 7, де епюра розподілу кадрів має як «піки», так і «западини».

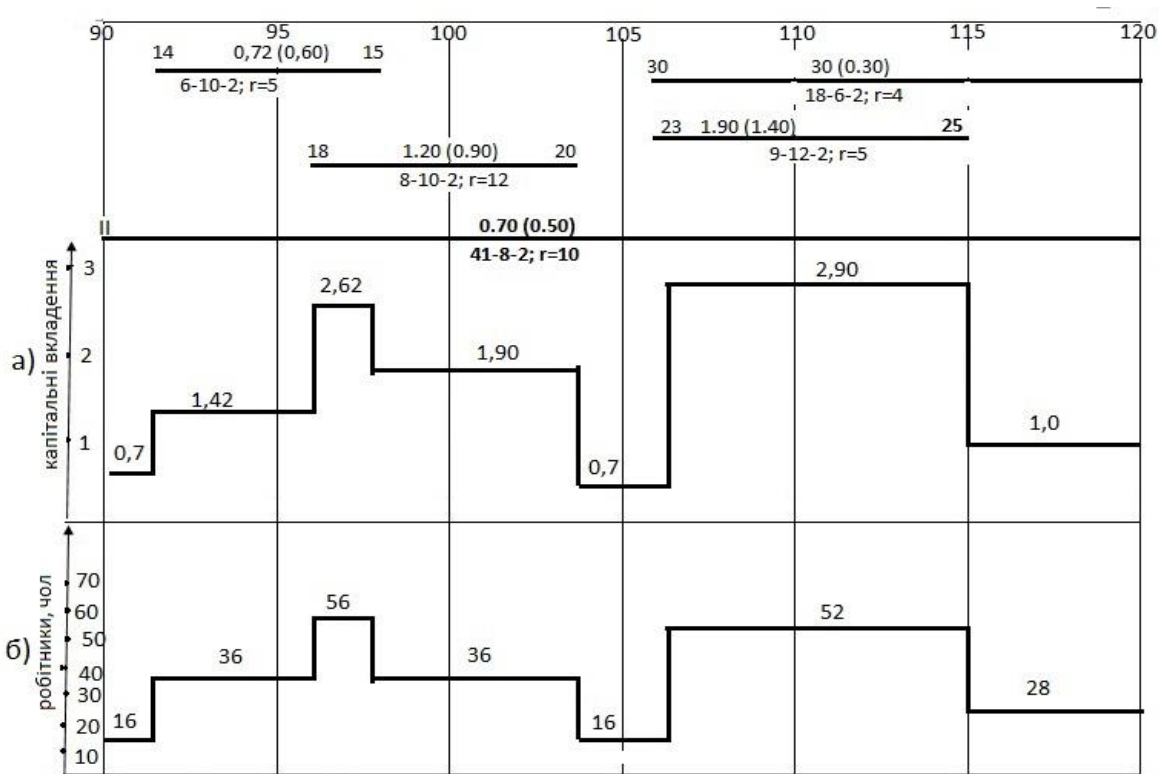


Рис. 7. Фрагмент епюри розподілу капітальних вкладень (а) і робочих кадрів (б) до оптимізації

Оптимізацією епюри шляхом переміщення початкової події роботи 18-20 на два дні і збільшення тривалості роботи 23-25 на п'ять днів у

межах вільних резервів у часі досягнуто більш рівномірного розподілу ресурсів (рис. 8).

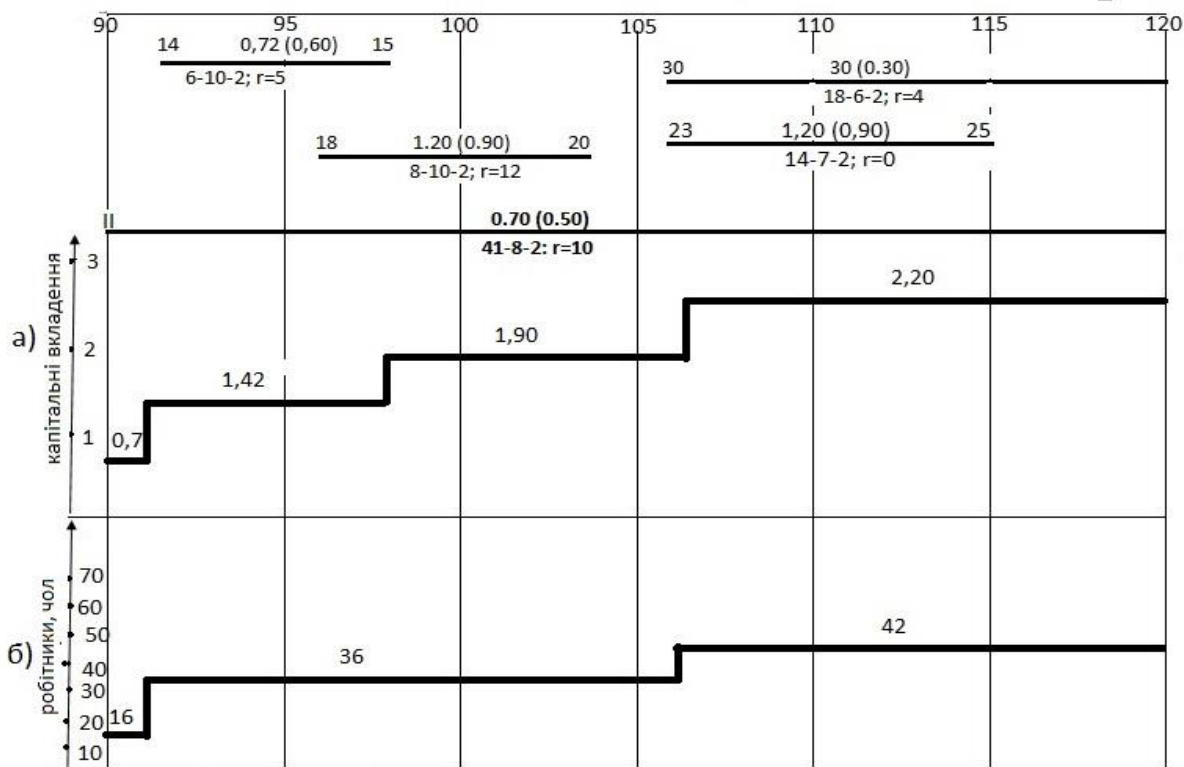


Рис. 8. Фрагмент епюри розподілу капітальних вкладень (а) і робочих кадрів (б) після оптимізації

4. Коригування організаційно-технологічної моделі і складання календарного плану будівництва

З урахуванням прийнятих (після оптимізації епюр розподілу ресурсів) змін параметрів робіт організаційно-технологічну модель зведення комплексу будівель і споруд коригується і на її основі складають календарний план будівництва. Фрагмент календарного плану будівництва домобудівельного заводу наведено в табл. 8.

5. Оцінка ефективного календарного плану будівництва

Для оцінки ефективності календарних планів визначають і порівнюють такі показники, як тривалість будівництва, собівартість БМР, трудомісткість, рівень комплексної механізації, коефіцієнт змінності, коефіцієнт нерівномірності руху робочих кадрів та ін.

Таблиця 8

Календарний план будівництва домобудівельного заводу

Номер будівництва	Будівлі, споруди і вид робіт	Кошторисна вартість, тис.грн.		Розподіл капітальних вкладень і обсягів будівельно-монтажних робіт за кварталами, тис. грн.	
		всього	у тому числі обсяг БМР	Квартали	
				1-й	2-й
		А	Б	1	2
	Загальномайданчикові підготовчі роботи	71,3	71,3	<u>71,3</u> 71,3	-
	Головний корпус	3172,50	1948,21	<u>1996,92</u> 1393,38	<u>1175,58</u> 554,83
	БСЦ	351,65	240,24	-	<u>351,65</u> 240,24
	Склад цементу	188,61	130,32	<u>188,61</u> 130,62	-
	Склад наповнювачів	658,24	560,84	-	<u>658,24</u> 560,84
	Склад арматури	91,68	71,79	-	<u>91,68</u> 71,79
	Склад готової продукції	597,88	357,95	<u>597,88</u> 357,95	-
	АПК із їдальною	447,36	376,75	-	<u>447,35</u> 376,75
	Благоустрій	26,57	26,57	-	<u>26,57</u> 26,57
	Тимчасові будівлі і споруди	146,82	146,82	<u>146,82</u> 146,82	-
	Інші роботи і затрати	819,48	490,86	<u>396,79</u> 230,56	<u>422,69</u> 260,30

	Усього	9761,82	6550,51	$\frac{4380,17}{3765,02}$	$\frac{5381,65}{2785,49}$
--	--------	---------	---------	---------------------------	---------------------------

**РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД
СКОРОЧЕННЯ ОБСЯГУ НЕЗАВЕРШЕНОГО БУДІВНИЦТВА
(приклад)**

Усього капітальних вкладень – 83,5 млн. грн.

Термін будівництва: за нормами СНіПа – 36 міс.; по ПОБ – 33 міс.

Варіант розподілу	Місяці											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
За нормами СНіП 1.04.03-85	8	18	28	38	48	58	68	77	86	95	98	100
За ПОБ	5	15	25	32	40	55	65	78	85	95	100	

Тривалість будівництва комплексу будівель і споруд не повинна перевищувати нормативного (директивного) терміну.

Отриманий розподіл капітальних вкладень порівнюють з нормативним (відповідно до СНіП 1.04.03-85*) або директивним на основі визначення економічного ефекту від скорочення обсягів незавершеного будівництва:

$$E_{н.б.} = E_n(K_n T_1 - K_{поб} T_2) \quad (3)$$

де $E_{н.б.}$ – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;
 K_n , $K_{поб}$ – середній обсяг капітальних вкладень у незавершене будівництво відповідно до норм і ПОБ; T_1 , T_2 – тривалість у роках за порівнювальними варіантами.

$$K_n = \frac{83,5(0+8+18+28+38+48+58+68+77+86+95+98+100)}{100(12+1)} = 45,9 \text{ млн грн};$$

$$K_{поб} = \frac{83,5(0+5+15+25+32+40+55+65+78+85+95+100)}{100(11+1)} = 41,4 \text{ млн грн};$$

$$E_{н.б.} = 0,15(45,9 \times 3 - 41,4 \times 2,75) = 3,58 \text{ млн грн.}$$

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *ДБН А.3.1-5:2016* Організація будівельного виробництва. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dbn.at.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-294>.
2. *ДСТУ Б А 3.1-22:2013* Визначення тривалості будівництва об'єктів. Мінрегіон: К., 2014. – 30 с.
3. *СНиП 1.04.03-85**. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений. – М.: Стройиздат, 1987. – 552 с.
4. *Лугінін О.Є, Фомішина В.М.* Економіко-математичне моделювання – К.: Знання, 2011. – 342с.
5. *Івченко І.Ю.* Математичне програмування. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 230 с.
6. *Гриньова В.М., Салун М.М.* Організація виробництва: підручник – К.: Знання, 2009. – 580 с.
7. *Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер* и др. Організація будівництва: підручник / за ред. С.А.Ушацького. – К.: Кондор, 2005. – 519 с.
8. *Тригер Г.М., Ушацький С.А.* Оптимізація використання будівельних машин і транспорту в будівництві: метод. рекомендації. – К.: КНУБА, 2010. – 23 с.
9. *Тригер Г.М.* Розробка й оптимізація календарних планів зведення комплексу будівель і споруд: навч. посібник. – К.: ІСДО, 2013. – 72 с.
10. *Цегелик Г.Г.* Лінійне програмування. – Лівів: Світ, 2015. – 216 с.

Приблизна питома вага окремих комплексів робіт у відсотках від вартості будівельно-монтажних робіт по об'єктам машинобудівної промисловості

№ пор.	Комплекс робіт	Головний виробничий корпус	Виробничий корпус №2	Допоміжний корпус	Адміністративно-побутовий корпус
1	2	3	4	5	6
1	Земляні роботи	0.94	0.86	0.53	1.55
2	Улаштування фундаментів	5.4	5.17	5.28	8.8
3	Монтаж конструкцій каркасу	34.7	36.2	31.2	33.1
4	Улаштування зовнішніх і внутрішніх стін	6.1	8.23	19.2	22.6
5	Улаштування покрівлі	14.2	12.8	10.76	6.6
6	Улаштування підлоги	10.54	9.73	9.05	4.13
7	Оздоблювальні роботи	0.26	0.28	0.66	4.80
8	Улаштування санітарно-технічних систем	10.3	7.5	6.78	6.25
9	Електромонтажні роботи	2.46	1.79	1.58	2.2
10	Монтаж технологічного обладнання	6.36	6.24	6.24	
11	Пусконаладжувальні роботи	1.82	1.83	1.92	
12	Благоустрій	0.15	0.15	0.15	0.8
13	Інші роботи	6.77	9.22	6.65	9.11

Науково-методичне видання

**ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ
РЕСУРСІВ У БУДІВНИЦТВІ
(РОЗРОБКА Й ОПТИМІЗАЦІЯ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНУ
БУДІВНИЦТВА ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА)**

Методичні вказівки
до виконання курсової роботи № 1
для студентів, які навчаються за спеціальністю
192 "Будівництво та цивільна інженерія"

Укладачі: **Шатрова** Інна Анатоліївна
Титок Вікторія Вікторівна
Савенко Володимир Іванович та ін.

Комп'ютерне верстання *І.Ю. Войтюшенко*

Підписано до друку 05.03.2019 р. Формат 60 × 84_{1/16}

Ум. друк. арк. 1,86. Обл.-вид. арк 2,0.

Електронний документ. Вид. № 19/III-19.

Видавець і виготовлювач

Київський національний університет будівництва і архітектури

Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03680

E-mail: red-isdat@ukr.net, тел. (044)241-54-22, 241-54-87

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.