

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва та архітектури

І. А. Шатрова, О. О. Демидова

**ДИСЦИПЛІНА СПЕЦІАЛЬНОЇ ПІДГОТОВКИ
«ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ
РЕСУРСІВ У БУДІВНИЦТВІ»**

Конспект лекцій
для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти
спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія»

Київ 2025

УДК 69.05:658.512.6

Ш28

Рецензент В.О. Поколенко, д-р техн. наук, професор

*Затверджено на засіданні кафедри організації та управління
будівництвом протокол №2 від 22 жовтня 2025 року*

В авторській редакції.

Шатрова І.А

Ш28 Дисципліна спеціальної підготовки «Оптимізація використання ресурсів у будівництві» [електронний ресурс] : конспект лекцій / І.А. Шатрова, О.О. Демидова. – Київ : КНУБА, 2025. – 40 с.

Містять методологічні основи розробки і оптимізації календарних планів зведення комплексу будівель і споруд.

Призначено для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності G19 «Будівництво та цивільна інженерія» денної і заочної форми освіти.

УДК 69.05:658.512.6

© І.А. Шатрова, О.О. Демидова, 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	4
Лекція 1. Розробка і оптимізація календарних планів будівництва комплексу будівель і споруд у складі дипломного проєкту. Вихідні дані й принципи розробки календарних планів.....	8
Лекція 2. Послідовність розробки календарних планів будівництва промислових підприємств. Номенклатура укрупнених комплексів робіт.....	9
Лекція 3. Угрупування об'єктів. Визначення основних параметрів робіт на будівельному майданчику в цілому (кошторисна вартість будівельно-монтажних робіт, тривалість робіт, денні інтенсивність робіт, виробіток за зміну, змінність, чисельність робітників).....	11
Лекція 4. Визначення основних параметрів робіт на об'єктах (кошторисна вартість, трудомісткість робіт, змінність, виробіток за зміну, чисельність робітників, змінність, виробіток за зміну, чисельність робітників, тривалість робіт, денна інтенсивність робіт).....	13
Лекція 5. Розробка організаційно-технологічної моделі (вибір організаційно-технологічної схеми будівництва будівель і споруд; проєктування потокової організації робіт; вибір виду моделі і принципи її розробки.).....	16
Лекція 6. Оптимізація черговості зведення об'єктів з використанням матриць при розробці календарних планів будівництва промислових підприємств.....	25
Лекція 7. Побудова епюр розподілу ресурсів і оцінка їх ефективності (епюра розподілу капітальних вкладень; графік руху робочих кадрів).....	30
Лекція 8. Оптимізація епюр розподілу ресурсів (епюра розподілу капітальних вкладень; графік руху робочих кадрів).....	33
Лекція 9. Коригування організаційно-технологічної моделі й складання календарного плану (оцінка ефективності епюр розподілу ресурсів після оптимізації епюр розподілу ресурсів; коригування організаційно-технологічної моделі; складання календарного плану.....	35
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	39

ВСТУП

Будівництво це одна з найважливіших галузей народного господарства, а календарний план, розроблений у складі ПОБ, є вихідним документом для формування договірних відносин між замовником і підрядником. Виходячи з календарних планів, планують потреби в основних матеріально-технічних і трудових ресурсах, розробляють перспективні та річні плани діяльності будівельних організацій, календарні та сіткові моделі спорудження окремих об'єктів у складі проєкту виконання робіт.

Метою розроблення календарних планів і сіткових графіків є визначення оптимальної тривалості будівництва як комплексу об'єктів у цілому, їх черговості і пускових комплексів, так і окремих будівель та споруд; визначення обсягу, складу, послідовності і строків виконання робіт підготовчого періоду та будівельно-монтажних робіт основного періоду, встановлення строків розроблення проєктно-кошторисної документації та надходження устаткування; визначення обсягів капітальних вкладень та обсягів робіт за періодами будівництва.

Розробляючи календарні плани, слід передбачати випереджаючий розвиток виробничої бази, зведення об'єктів житлового, соціально-побутового і комунального господарства, необхідних для потреб будівництва цього об'єкта, а також максимально використовувати для потреб будівництва постійні будівлі, споруди та комунікації, забезпечуючи першочергове їх спорудження у підготовчий період. Розробляючи календарний план необхідно забезпечувати ритмічне виконання будівельно-монтажних робіт, застосовуючи потокові методи виробництва з максимально можливою мірою їх суміщення. Необхідно проєктувати застосування індустріальних методів, максимально впроваджуючи великоблоковий монтаж та комплексну механізацію робіт. Під час розробки календарного плану потрібно передбачати цілорічне виконання будівельно-монтажних робіт із найефективнішим розподілом робіт за періодами будівництва і послідовною концентрацією трудових і матеріальних ресурсів на пускових об'єктах. У теперішній час необхідно забезпечувати суворе дотримання правил безпеки та вимог щодо охорони навколишнього середовища.

Планування капітальних вкладень повинно бути підпорядкованим головному завданню – найраціональнішому використанню матеріальних, трудових і фінансових ресурсів. Для підвищення ефективності капітальних вкладень і скорочення обсягів незавершеного будівництва спорудження

великих промислових підприємств слід вести, розбиваючи їх на черги й пускові комплекси.

Метою вивчення дисципліни є поглиблення і розширення знань студентів, які необхідні для оптимізації рішень при розв'язанні задач, пов'язаних з використанням ресурсів при проектуванні організаційно-технологічної підготовки будівництва.

Завданням дисципліни є розробка оптимальних календарних планів, які є одним із основних етапів проектування організації будівництва. Календарним планом встановлюються терміни та черговість постачання технологічного обладнання, розробка проектно-кошторисної документації, розподіл у часі капітальних вкладень та обсягів будівельно-монтажних робіт. На їх основі визначається потреба у робочих кадрах, будівельних машинах, матеріально-технічних та енергетичних ресурсах, транспортних засобах, тимчасових будівлях та спорудах.

Відповідно до вимог освітньо-професійної програми G19«Промислове та цивільне будівництво» студенти повинні

знати: основні методи аналізу, планування активів і грошових потоків підприємства; методи аналізу капіталу, обґрунтування потреби в капіталі, оцінювання вартості капіталу й оптимізації його структури;

вміти: досліджувати фінансовий стан підприємства, знаходити резерви його зміцнення;

мати компетентності: з розроблення фінансового плану підприємства за окремими підсистемах планування та напрямками діяльності, у прогнозуванні та вмінні оцінювати економічну доцільність при зведенні будівель та інженерних споруд на етапі проектування та будівництві.

Лекція 1. Розробка і оптимізація календарних планів будівництва комплексу будівель і споруд у складі дипломного проєкту.

Вихідні дані й принципи розробки календарних планів

1.1. Розробка календарних планів – один з основних етапів проєктування організації будівництва.

Відповідно до ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» у складі проєкту організації будівництва (ПОБ) розробляють календарний план будівництва (табл. 1) і окремо – календарний план на підготовчий період (з розподілом обсягу робіт за місяцями. В 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 .

Таблиця 1

Форма календарного плану будівництва (об'єкт)

Номер строки	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 графі 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).

Календарний план на підготовчий період розробляється по такій же формі (табл.1), але з розподілом обсягів робіт за місяцями.

Для складних об'єктів, де застосовуються принципово нова технологія виробництва, яка ще не має аналогів, унікальне технологічне устаткування, а також для будівель, де переважають нові будівлі конструкції, спорудження яких має відбуватися у винятково складних геологічних або природних умовах, додатково розробляють комплексний укрупнений сітковий графік.

Мета розробки календарних планів і сіткових графіків: визначення

оптимальної тривалості будівництва комплексу об'єктів у цілому, в тому числі їх черг і пускових комплексів, окремих будівель і споруд; визначення обсягу, складу, послідовності і строків виконання робіт підготовчого періоду будівельно-монтажних робіт основного періоду; встановлення строків розробки проєктно-кошторисної документації і надходження устаткування; визначення обсягу капітальних вкладень і робіт за періодами будівництва.

Календарний план, розроблений у складі ПОБ, є вихідним документом для формування договірних відносин між замовником і підрядником. Виходячи з календарних планів планують потреби в основних матеріально-технічних і трудових ресурсах, розробляють перспективні і річні плани діяльності будівельних організацій, календарні і сіткові моделі будівництва окремих об'єктів у складі проєкту виконання робіт.

1.2. Вихідні дані й принципи розробки календарних планів

Вихідні дані для розробки календарного плану:

- матеріали інженерних досліджень, а під час реконструкції об'єктів – матеріали їх перед проєктного обстеження;
- схема генерального плану;
- дані про об'ємно-планувальні й конструктивні рішення, обсяги робіт з окремих будівель і споруд;
- організаційно-технологічна схема будівництва будівель й споруд у складі підприємства, його черги чи пускового комплексу;
- організаційно-технологічні схеми будівництва основних будівель і споруд;
- норми тривалості будівництва і нормативні документи, якими встановлено строки будівництва чи реконструкції об'єкта;
- перелік робіт підготовчого періоду;
- порядок і строки постачання будівельних конструкцій, готових виробів, матеріалів і устаткування;
- показники потужності загальнобудівельних і спеціалізованих організацій;
- умови проведення будівельно-монтажних робіт на реконструйованому об'єкті;
- заходи для захисту території будівництва від несприятливих природних явищ і геологічних процесів, етапність їх виконання.

Розробляючи календарні плани, слід дотримуватися таких основних принципів:

- випереджаючий розвиток виробничої бази зведення об'єктів житлового, соціально-побутового й комунального господарства, необхідних для потреб будівництва певного об'єкта;

- максимальне використання для потреб будівництва постійних будівель, споруд і комунікацій, забезпечуючи першочергове їх будівництво у підготовчий період;

- ритмічне виконання будівельно-монтажних робіт із застосуванням потокових методів виробництва з максимально можливим їх суміщенням;

- застосування індустріальних методів із максимальним використанням великоблокового монтажу і комплексної механізації робіт;

- цілорічне виконання будівельно-монтажних робіт з найефективнішим їх розподілом за періодами будівництва й послідовною концентрацією трудових і матеріальних ресурсів на пускових об'єктах;

- суворе дотримання правил безпеки і вимог щодо охорони навколишнього середовища.

Планування капітальних вкладень повинно підпорядковуватися головному завданню – найраціональнішому використанню матеріальних, трудових і фінансових ресурсів. Для підвищення ефективності капітальних вкладень і скорочення обсягів незавершеного будівництва великі промислові підприємства слід будувати, розбиваючи їх на черги і пускові комплекси.

Організуючи будівництво в умовах реконструкції промислових підприємств, будівель і споруд, необхідно передбачати: виконання максимально можливого обсягу робіт у період зупинки підприємства; використання технологічних зупинок виробництва для ведення будівельно-монтажних робіт; тризмінний режим праці, а в разі потреби (у період зупинки) робота у святкові і вихідні дні; виконання робіт за рахунок максимально можливої концентрації трудових, матеріальних і технічних ресурсів.

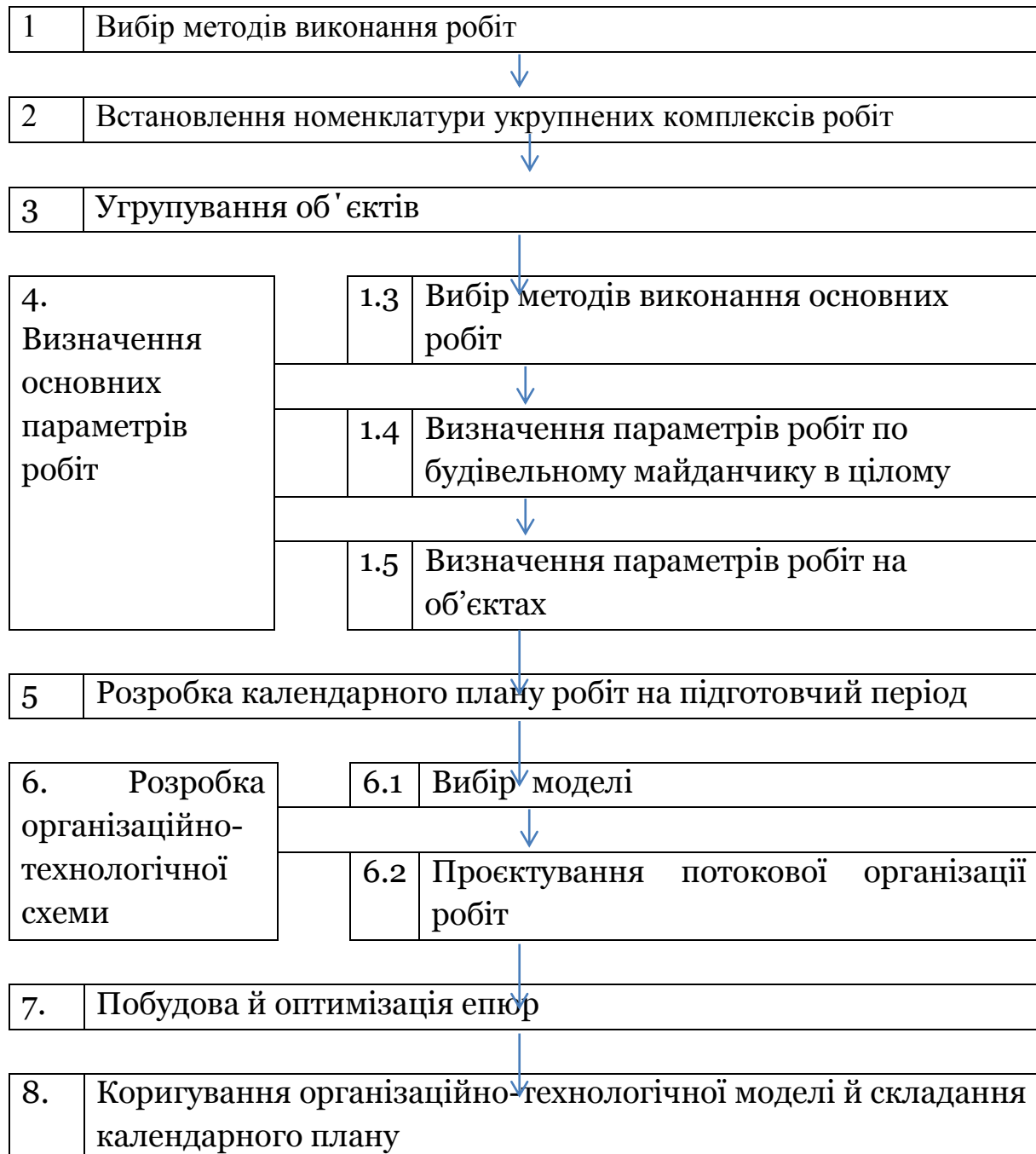
Запитання для самоконтролю

1. Яка мета розробки календарних планів?
2. Яка мета розробки мережевих графіків?
3. Які заходи необхідно здійснити підвищення ефективності капітальних вкладень?
4. Яких основних принципів слід дотримуватись, розробляючи календарні плани?
5. Назвіть вихідні дані розробки календарного плану?

Лекція 2. Послідовність розробки календарних планів будівництва промислових підприємств. Номенклатура укрупнених комплексів робіт

2.1. Послідовність розробки календарних планів

Послідовність розробки календарних планів можна схематично зобразити так:



Важливим етапом розробки календарних планів є вибір рішення щодо

технології та організації будівництва. Проектована організація й технологія виконання робіт мають ґрунтуватися на застосуванні комплексної механізації з використанням високопродуктивних машин і потокових методів.

Добір методів виконання робіт на стадії розробки календарних планів у складі ПОБ стосується тільки основних трудомістких робіт.

Обираючи методи виконання робіт, слід керуватися типовими технологічними картами, враховуючи досягнення передового досвіду, можливості будівельної організації – забезпечити роботи відповідними засобами механізації.

При виборі методів монтажу збірних конструкцій промислових будівель насамперед розглядають об'ємно-планувальні й конструктивні вирішення споруджуваних об'єктів, об'єднуючи їх у групи на основі ідентичності конструктивних схемів. Для кожної групи будівель чи споруд добирають технічно можливі варіанти застосування монтажних кранів.

2.2. Номенклатура укрупнених комплексів робіт

Номенклатура 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 загальнобудівельними комплексними бригадами.

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

Запитання для самоконтролю

1. Яка послідовність розробки календарних планів?
2. Як проводиться вибір методів виконання робіт на стадії розробки календарних планів у складі ПОС?
3. Чим слід керуватися під час виборів методів виконання робіт?
4. На чому мають ґрунтуватися проєктовані організації та технології виконання робіт?
5. Яку номенклатуру укрупнених комплексів робіт можна прийняти під час розробки укрупнених графіків будівництва промислових підприємств?

Лекція 3. Угрупування об'єктів. Визначення основних параметрів робіт на будівельному майданчику в цілому (кошторисна вартість будівельно-монтажних робіт, тривалість робіт, денні інтенсивність робіт, виробіток за зміну, змінність, чисельність робітників.

3.1. Угрупування об'єктів

Угрупування об'єктів необхідне при їх значній кількості в складі промислового підприємства чи його черги. Це набагато полегшує ув'язування окремих робіт під час створення організаційно-технологічної моделі. Ряд об'єктів, об'єднаних в однорідну групу, доцільно розглядати як один об'єкт.

При угрупуванні об'єктів спочатку розбивають за ознаками ідентичності виробничого призначення. При цьому розглядають об'єкти: основного виробничого призначення, адміністративно-побутові, складські, допоміжного, обслуговуючого й соціального призначення.

Для визначення однорідних груп об'єктів аналізують об'ємно-планувальні й конструктивні вирішення на основі складання таблиці характеристик будівель і споруд.

Характеристика будівель і споруд

Об'єкт	Габарити об'єкта, м	Площа, м ²	Характеристика основних конструктивних елементів	Масова характеристика, т	
		Об'єм, м ³		мінімальна	максимальна
1	2	3	4	5	6

До однорідних груп включають об'єкти, для яких характерні такі загальні ознаки: однорідність технологічної структури робіт, спільність принципів просторового членування фронту робіт на ділянки та ідентичність методів будівництва.

Роботи підготовчого періоду, будівництво лінійно-протяжних транспортних об'єктів і комунікацій, а також упорядкування території підприємства розглядаються як окремі роботи.

3.2. Визначення основних параметрів робіт на будівельному майданчику в цілому (кошторисна вартість будівельно-монтажних робіт, тривалість робіт, денні інтенсивність робіт, виробіток за зміну, змінність, чисельність робітників)

Основні параметри робіт визначають двома етапами: на першому встановлюють для укрупнених видів робіт на будівельному майданчику в цілому виходячи з нормативної 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.

Основні параметри укрупнених комплексів робіт на будівельному майданчику

Збільшені комплекси робіт	Кошторисна вартість будівельно-монтажних робіт, тис.грн	Тривалість, днів	Денна Інтенсивність, грн	Організація виконавець	Виробіток за зміну грн.	Змінність	Чисельність робітників, чол.
Спорудження підземної частини	191,4	110	1740	БМУ-4	58	2	15
Спорудження надземної частини							

У гр..1 наводять прийняту укрупнену номенклатуру робіт, у гр..2 – кошторисну вартість кожного укрупненого комплексу робіт у цілому на будівельному майданчика (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.

Інтенсивність виконання кожного укрупненого комплексу робіт на

будівельному майданчику в цілому (гр..4) визначають діленням їх кошторисної вартості на тривалість.

У гр..5 визначають 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. Змінність робіт (гр..7) визначають, виходячи з виробничих умов. Роботи, що виконуються з використанням будівельних машин мають бути як мінімум двозмінним.

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

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

Запитання для самоконтролю

1. Коли потрібно виконувати групування об'єктів?
2. Як виконувати угруповання об'єктів?
3. Які основні параметри робіт визначають першому етапі?
4. Як визначають родовищність виконання укрупнених комплексів робіт загалом на будівельному майданчику?
5. Як визначають чисельність робітників?

Лекція 4 **Визначення основних параметрів робіт на об'єктах (кошторисна вартість, трудомісткість робіт, змінність, виробіток за зміну, чисельність робітників, змінність, виробіток за зміну, чисельність робітників, тривалість робіт, денна інтенсивність робіт)**

4.1. Визначення основних параметрів робіт на об'єктах

Параметри укрупнених комплексів робіт необхідні для того, щоб забезпечити введення комплексу об'єктів у нормативний строк. Вони є основою для визначення параметрів робіт на окремих об'єктах, які уточнюються залежно від умов :наявності фронту робіт, необхідності ув'язування останніх у потік, тощо.

Параметри укрупнених комплексів робіт на об'єктах розраховують у табличній формі (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Основні параметри укрупнених комплексів робіт на об'єктах

Об'єкти і роботи	Код роботи	Кошторисна вартість, тис.грн		Ведучі машини	Організація - виконавець	Трудо-місткість, людино-днів	Змінність	Виробіток за зміну, грн..	Прийнята розрахункова чисельність, чол..	Прийнята розрахункова тривалість дні	Денна інтенсивність, грн	
		Капітальні вкладення	БМР								Капітальні вкладення	БМР
<u>Головний корпус:</u> Зведення підземної частини зведення надземної частини <u>Інструментальний цех</u> Зведення підземної частини зведення надземної частини		48,0	48,0	К-161		800	2	60	$\frac{10}{8}$	$\frac{40}{50}$	$\frac{1200}{960}$	$\frac{1200}{960}$

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

Обсяги будівельно-монтажних робіт у фізичних вимірах визначають за локальними кошторисами об'єктів-аналогів або типовими проєктами. Коли немає фізичних обсягів, обчислених за кошторисами, обсяги робіт визначають у грошовому виразі(гр. 3, гр. 4). Кошторисну вартість окремих об'єктів можна визначити за укрупненими показникам кошторисної вартості будівельно-монтажних робіт на 1м³ будівельного об'єму споруди, а розподіл кошторисної вартості за видами робіт 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 технічні можливі варіанти їх використання з метою вибору кращого з них за техніко-економічними показниками.

У гр.7 наведені трудомісткості робіт.

У гр.9 наведений виробіток за зміну.

Нормативну трудомісткість (гр.7) визначають множенням обсягів робіт на укрупнені показання трудовитрат (якщо обсяг визначено у фізичних вимірах) чи діленням кошторисної вартості будівельно-монтажних робіт на середньо змінний виробіток (гр.9) (якщо обсяг робіт наведено в грошовому виразі).

Чисельність робітників (гр..10) установлюють так: аналізують об'ємно-планувальні вирішення кожного об'єкта. Як правило, першим розглядають найбільший об'єкт. Якщо параметри об'єкта й обсяги робіт забезпечують необхідний фронт робіт для встановленої раніше розрахункової чисельності робітників, необхідної для виконання даного укрупненого комплексу робіт у цілому на будівельному майданчику (табл..4.1.), її залишають як розрахункову, керуючись при цьому типовими технологічними картами й картами трудових процесів. 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 розраховують тривалість та інтенсивність робіт

Тривалість (гр.11)визначають діленням трудомісткості на чисельність робітників і змінність.

Інтенсивність (гр.12,13) 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 їх вкладень, обсягів будвельно-монтажних робіт і потреби в робочих кадрах. Епюри будують на основі розробленої організаційно-технологічної моделі.

Запитання для самоконтролю

1. Навіщо необхідно визначати параметри укрупнених комплексів робіт?
2. Як визначити інтенсивність робіт?
3. Як визначити чисельність робітників?

Лекція 5. Розробка організаційно-технологічної моделі (вибір організаційно-технологічної схеми будівництва будівель і споруд; проєктування потокової організації робіт; вибір виду моделі і принципи її розробки)

5.1. Вибір організаційно-технологічної схеми зведення комплексу будівель і споруд промислового підприємства

Організаційно-технологічна схема зведення будівель і споруд у складі підприємства встановлює черговість будівництва основних об'єктів, об'єктів допоміжного і обслуговуючого призначення, енергетичного і транспортного господарства, зовнішніх мереж різних комунікацій і упорядкування.

Організаційно-технологічна схема зведення комплексу будівель і споруд у складі промислового підприємства залежить від технологічної схеми виробничого процесу промислового підприємства, особливостей рішень генерального плану, а також об'ємно-планувальних і конструктивних рішень.

Раціональна черговість будівництва промислових підприємств (зведення яких продовжується більше двох років) досягається завдяки їх розділу на черги та пускові комплекси.

Чергою будівництва називають групу об'єктів, які забезпечують випуск продукції, передбачуваної для даного підприємства. До складу черги може входити декілька пускових комплексів.

Пусковою комплексом – це сукупність будівель і споруд основного та

допоміжного призначення, які забезпечують нормальне функціонування одного із промислових циклів, призначених для випуску продукції, яка передбачена проектом для даного пускового комплексу.

Склад об'єктів пускового комплексу визначається проектною організацією, що узгоджується із замовником і генеральним підрядником.

У пускових комплексах у ряді випадків доцільно виділяти *пускові мінімуми*.

Об'єкти пускових мінімумів можуть бути використані для потреб будівництва (наприклад, об'єкти енергетичного господарства).

Таким чином, вибір черговості будівництва комплексу об'єктів перш за все визначається технологічними особливостями підприємства, а також доцільністю використання деяких об'єктів для потреб будівництва. Дотримуючись цих вимог, раціональну черговість спорудження об'єктів з різними обсягами і трудомісткістю робіт можна визначити формування неритмічних потоків (з використанням матриць) за рахунок визначення яких забезпечується скорочення розривів у часі між роботою суміжних бригад на об'єктах, що сприяє скороченню тривалості комплексного потоку.

Організаційно-технологічні схеми зведення основних будівель і споруд встановлюють послідовність виконання робіт в залежності від технологічної схеми, виробничого процесу, що розміщується в них, об'ємно-планувальних і конструктивних рішень, а також прийнятих методів виконання робіт.

Розрахунок тривалості виконання основних будівельних і монтажних робіт на об'єктах з великими обсягами монтажу обладнання слід починати з визначення тривалості монтажу обладнання і його налагоджування для задачі об'єкта в дію.

На технологічну черговість виконання будівельно-монтажних і пусконалагоджувальних робіт основних об'єктів впливає спосіб їх спорудження.

Для промислового будівництва характерні три основних способи будівництва: відкритий, закритий і комбінований (змішаний).

Вибір способу залежить від об'ємно-планувальних, конструктивних і технологічних характеристик об'єкта, а також від гідрогеологічних і кліматичних умов майданчика будівництва.

*При відкритому способі монтаж будівельних конструкцій виконують
Переваги:*

- ефективного використання комплексної механізації (завдяки відриванню загального котловану для влаштування всіх фундаментів і підземних споруд);

- зменшення обсягів земляних робіт.

Недоліки:

- ускладнення монтажу фундаментів під колони;
- відтягнення строків монтажу будівельних конструкцій.

При закритому способі: роботи нульового циклу виконують у два етапи: спочатку роботи нульового циклу, які необхідні тільки для монтажу каркасу будівлі, а після його монтажу – роботи нульового циклу, які необхідні для монтажу обладнання (фундаменти під обладнання, підземні технологічні приміщення, тунелі і канали).

Переваги:

- Скоріше (по відношенню з відритим способом) надання фронту робіт для монтажу будівельних конструкцій каркасу будівлі;
- Можливість максимального суміщення будівельних і монтажних робіт у часі;
- Можливість використання експлуатаційних і тимчасових мостових кранів при спорудженні фундаментів під обладнання;
- Створення найбільш сприятливих умов для монтажу будівельних конструкцій каркасу.

Недоліки:

- зниження ефективності роботи землерийних механізмів;
- збільшення обсягів земляних робіт.

При комбінованому способі – в різних прольотах одночасно виконуються роботи по влаштуванню підземної частини і зведенню каркасу будівлі.

Вирішальним при виборі способу спорудження промислових об'єктів є мінімум собівартості будівництва об'єкта.

5.1. Вибір організаційно-технологічної схеми зведення комплексу будівель і споруд при розробці календарних планів будівництва промислових підприємств

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 формування 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.

5.2. Вибір виду моделі і порядок їх розробки при розробці календарних планів будівництва промислових підприємств

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. (рис. 5.1).

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

Усі події й параметри робіт, які відображаються в організаційно-технологічних моделях, повинні охоплювати комплексні процеси, що виконуються однією організацією. На рис 5.1 спеціалізовані роботи умовно показані у вигляді однієї роботи. Якщо спеціалізовані роботи (санітарно-технічні, електромонтажні) виконуються різними організаціями, то на графіку кожна з них показується 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.

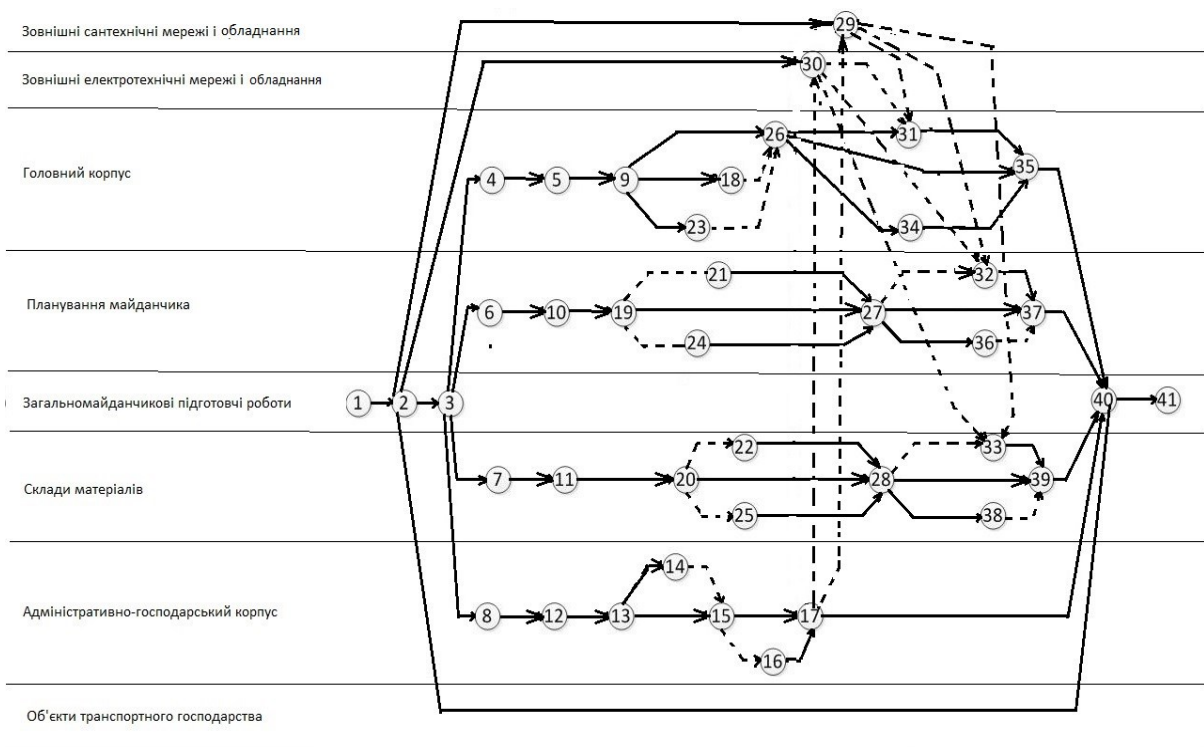


Рис.5.1. Приблизний укрупнений сітьовий графік будівництва промислового підприємства:

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) – пусканалагоджувальні 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) – задача окремих об'єктів; (40-41) – задача комплексу об'єктів

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 відповідно з прийнятими організаційно-технологічними схемами їх зведення. Приклади топології укрупненого сітьового графіка будівництва об'єкта наведені на рис.5.2 і 5.3.

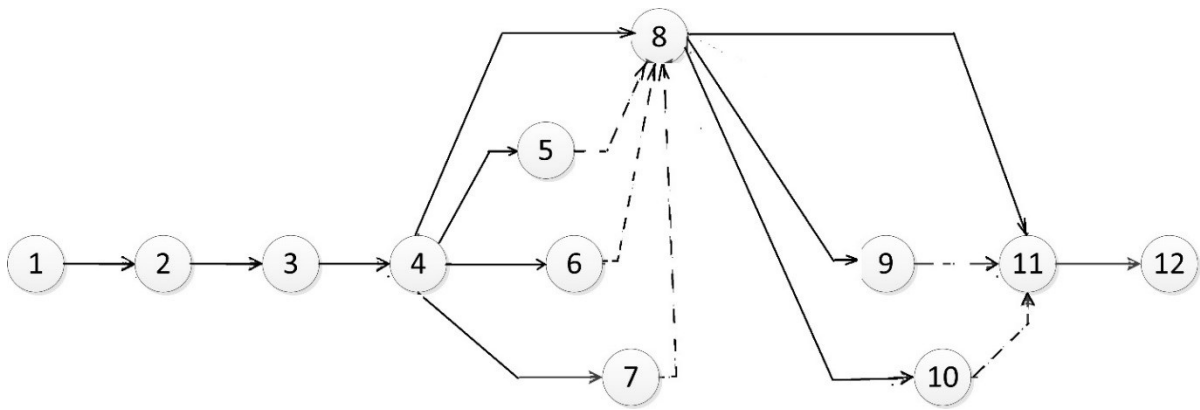


Рис. 5.2. Приклад топології сітьового графіка будівельного об'єкта без розбивки на ділянки:

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

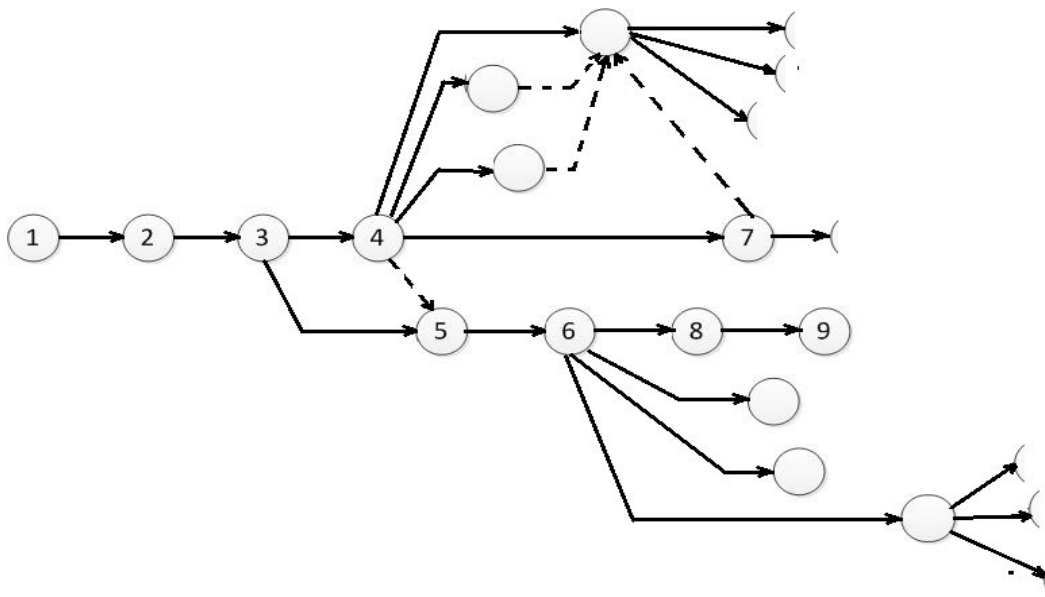


Рис.5.3. Фрагмент топології сітьового графіка будівництва об'єкта при розбивці на дві ділянки:

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

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

За 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.

5.2. Проектування потокової організації робіт при розробці календарних планів будівництва промислових підприємств

Поточність виконання робіт проектується для забезпечення безперервного й рівномірного завантаження підрозділів спеціалізованих організацій і комплексних загально будівельних бригад, а також рівномірного випуску будівельної продукції. При цьому у 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.5.4

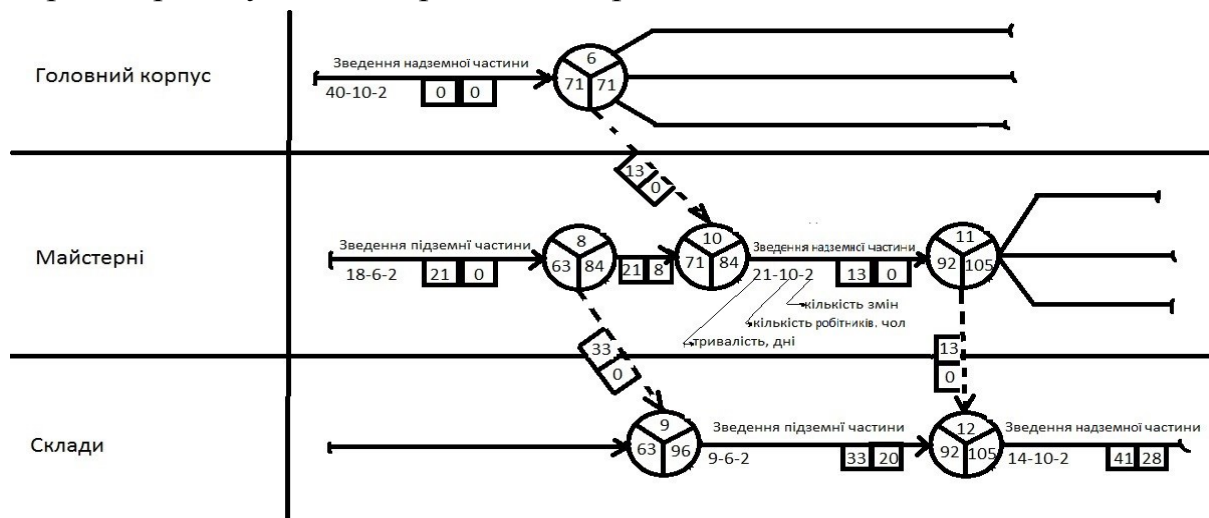


Рис. 5.4. Фрагмент сітьового графіка з ув'язкою в потік робіт підземної та надземної частини

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 проєктують 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 призводиться 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 проєктуванні 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.

Запитання для самоконтролю

1. Які три основні способи будівництва характерні для промислового будівництва?
2. Які переваги та недоліки різних способів будівництва?
3. На основі чого розподіляють капітальні вкладення за періодами будівництва?
4. На основі чого визначають обсяги будівельно-монтажних робіт за періодами будівництва?
5. На основі чого визначають потребу у робочих кадрах за періодами будівництва?

Лекція 6. 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. 6.1.)

На основі вихідного варіанта черговості будівництва об'єктів визначаємо тривалість неритмічного потоку (табл. 6.2).

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 6.1

Тривалість робіт на захватках

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 атому – 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 виписуємо знайдене максимальне значення організаційної перерви для кожної пари суміжних робіт.

Третім етапом є остаточний розрахунок неритмічного потоку на 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 най триваліших 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 най тривалішого 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.

Таблиця 6.2

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

Зах- ватка (об'єкт)	Бригади				$\frac{\sum t_{ij}}{\sum t_{ij} + \sum t_{on}}$	$\frac{\sum t_{ij}^{non}}{\sum t_{ij}^{наст}}$	Δt_{ij}
	1	2	3	4			
1	0	0;3	0;9	0;18	$\frac{13}{22}$	$\frac{7}{4}$	-1
	3 x	0 4 x	2 2 x	7 4			
	3 3	3 4;7	4 2;11	2 4;22			
2	3	4;7	2;11	4;22	$\frac{12}{22}$	$\frac{6}{3}$	-1
	2 x	2 3 x	1 4 x	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 x	1 5 x	0 6 x	4 2			
	9	2 12;15	6 12;21	5 9;27			
4	9	12;16	12;21	9;27	$\frac{10}{20}$	$\frac{6}{2}$	3
	5 x	1 1 x	5 2 x	4 2			
	14	2 13;16	1 14;23	5 11;29			
5	14	13;16	14;23	11;29	$\frac{18}{20}$	$\frac{7}{5}$	-4
	1 x	1 6 x	1 6 x	0 5			
	15	2 19;22	5 20;29	9 16;34			
$\sum t_{ij}$	15	19	20	16	$K_{ш} = \frac{70}{106} = 0,66$		
$max t_{on}$	3	6	9				

Нова матриця формується в такому порядку (табл.6.3): 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 зростали б мірою наближення до середини матриці.

Таблиця 6.4

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

Зах- ватка (об'єкт)	Бригада				$\frac{\sum t_{ij}}{\sum t_{ij} + \sum t_{on}}$
	1	2	3	4	
2	0 2 х 2	0;4 2 3 х 3;7	0;9 2 4 х 4;13	0;16 3 3 3;19	$\frac{12}{19}$
4	2 5 х 7	3;7 0 1 х 4;8	4;13 5 2 х 6;15	3;19 4 2 5;21	$\frac{10}{19}$
5	7 1 х 8	4;8 0 6 х 10;14	6;15 1 6 х 12;21	5;21 0 5 10;26	$\frac{18}{19}$
1	8 3 х 11	10;14 3 4 х 14;18	12;21 3 2 х 14;23	10;26 3 4 14;30	$\frac{13}{22}$
3	11 4 х 15	14;18 3 5 х 19;23	14;23 0 6 х 20;29	14;30 1 2 16;32	$\frac{17}{21}$
$\max t_{on}$	4	5	7		$K_{ш} = \frac{70}{100} = 0,7$

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. 6.5).

Таблиця 6.5

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

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 x 6	9;10 4 4 x 13;14	10;17 3 2 x 12;19	8;21 2 4 12;25	$\frac{13}{22}$
3	0 4 x 15	13;14 4 5 x 19;19	12;19 0 6 x 20;25	12;25 0 2 16;27	$\frac{17}{21}$
4	11 4 x 15	14;18 3 5 x 19;23	18;25 5 2 x 20;27	14;27 0 2 16;29	$\frac{10}{19}$
$\max t_{on}$	1	6	6		$K_{III} = \frac{70}{100} = 0,7$

У щойно 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, бо не дає змоги відшукати оптимальний розв'язок. Проте розрахунки показують, що за умов найраціональнішої черговості включення в роботи захваток у неритмічних потоках тривалість скоротити на 20%.

Запитання для самоконтролю

1. За допомогою чого визначають порядок раціональної черговості будівництва об'єктів для формування неритмічного потоку?
2. Як записують вихідні дані у матрицю?
3. Назвати етапи розрахунку матриці.
4. Як виконується перший етап розрахунку матриці?
5. Як виконується другий етап розрахунку матриці?
6. Як виконується третій етап розрахунку матриці?

Лекція 7. Побудова епюр розподілу ресурсів і оцінка їх ефективності (епюра розподілу капітальних вкладень; графік руху робочих кадрів)

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 у прийнятому масштабі .

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 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 невиправданого збільшення площ приміщень для санітарно-побутового обслуговування працюючих на будівельному майданчику. В цьому випадку також коригують організаційно-технологічну модель.

Отриманий розподіл капітальних вкладень порівнюють з нормативним (відповідно до СНиП 1.04.030-85*) або директивним на основі визначення економічного ефекту від скорочення обсягів незавершеного будівництва:

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

де E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

K_n^n , $K_{\text{поб}}^n$ – середній обсяг капітальних вкладень у незавершене будівництво відповідно за нормами і за ПОБ;

T_1, T_2 - тривалість будівництва у роках за порівняними варіантами.

Середній обсяг капітальних вкладень у незавершене будівництво

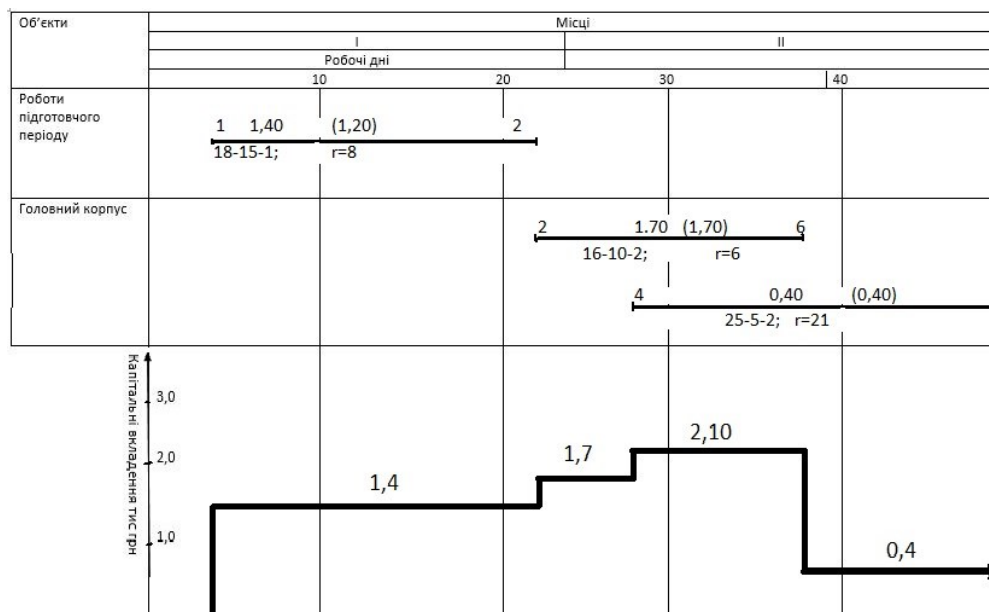
$$K_{н(пов)} = \frac{(0+3_1+3_2 + \dots + 100)}{100 (t_{н(пов)}+1)}, \quad (4)$$

де K – загальний обсяг капітальних вкладень у будівництво;

3 – заділ за кварталами (беруть за наростаючим підсумком) відповідно

до

$t_{н(пов)}$ - тривалість будівництва у кварталах за порівнюваними варіантами.



Фрагмент епюри розподілу капітальних вкладень

Умовні позначки



Рис. 7.1. Фрагмент епюри розподілу капітальних вкладень

Графік розподілу капітальних вкладень вважають ефективним, якщо $E_{н,б} > 0$. При від'ємному значенні $E_{н,б}$ слід оптимізувати епюру відповідним коригуванням організаційно-технологічної моделі.

Запитання для самоконтролю

1. Як побудувати епюру розподілу капітальних вкладень?
2. Як побудувати графік руху робочих кадрів?
3. Як оцінити ефективність епюри розподілу капітальних вкладень?
4. Як оцінити ефективність графіка руху робітничих кадрів?
5. Як скоригувати організаційно-технологічну модель?

Лекція 8. Оптимізація епюр розподілу ресурсів (епюра розподілу капітальних вкладень; графік руху робочих кадрів)

Оптимізація епюр потреби в ресурсах здійснюється переміщенням робіт на календарний сітці чи зміною тривалості їх виконання в межах резервів часу. Фрагменти епюр розподілу капітальних вкладень і кадрів показані на рис. 8.1, де епюра розподілу кадрів має як «піки», так і «западини». 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 в часу досягнуто більш рівномірного розподілу ресурсів (рис. 8.2).

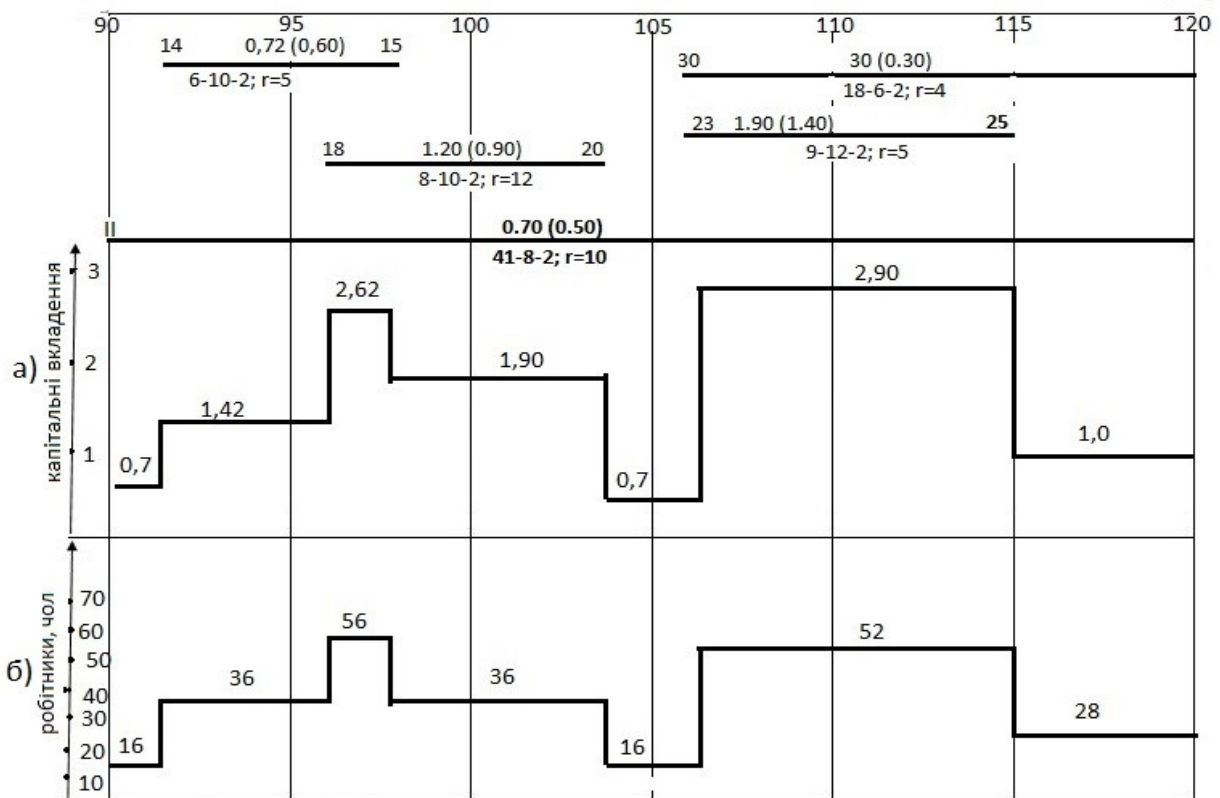


Рис. 8.1. Фрагмент епюри розподілу капітальних вкладень (а) і робочих кадрів (б) до оптимізації

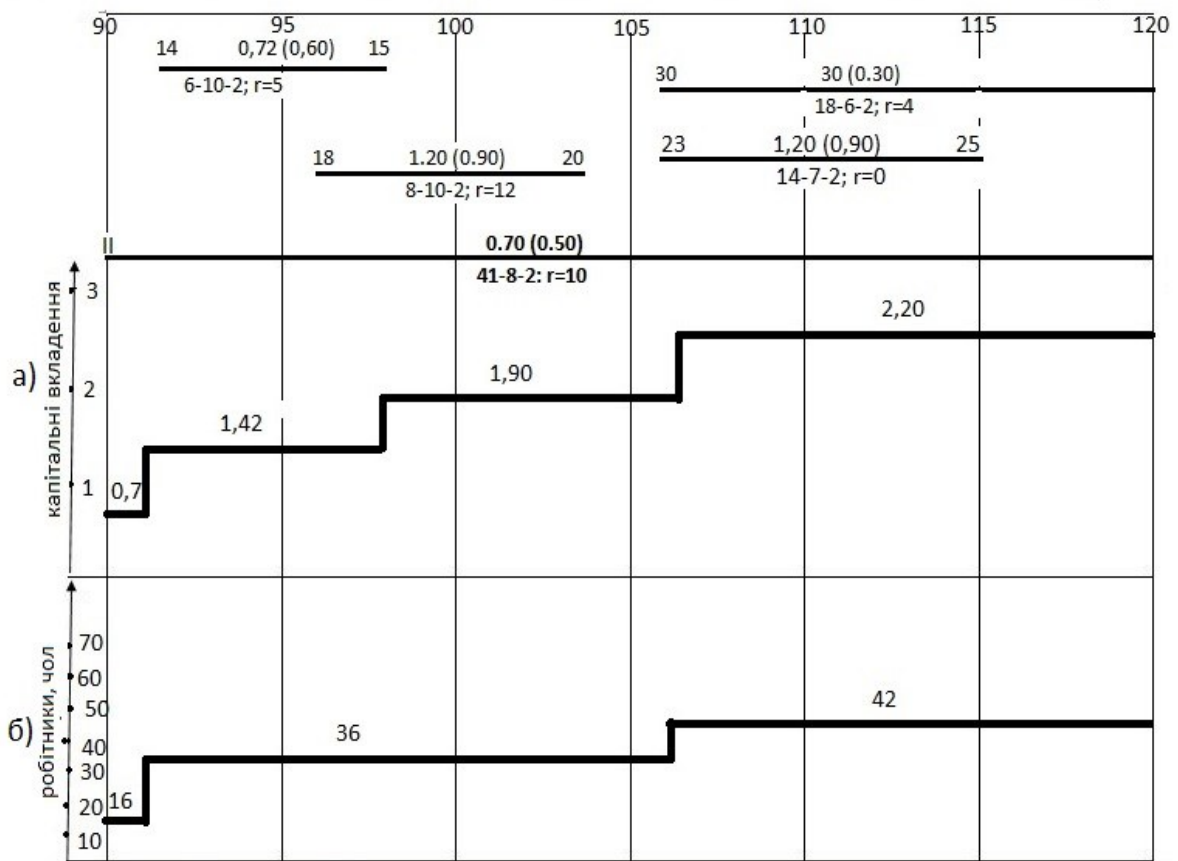


Рис. 8.2. Фрагмент епюри розподілу капітальних вкладень (а)
і робочих кадрів (б) після оптимізації

На основі рішень, які прийняті при оптимізації епюр, коригують організаційно-технологічну модель і на її основі складають календарний план будівництва.

Шляхи оптимізації епюр використання ресурсів:

1. Розглядають роботи, які лежать в інтервалі піків або западин;
2. Здійснюють переміщення робіт вправо, або змінюють тривалість робіт на величину вільних резервів часу;
3. Для зменшення інтенсивності використання ресурсів на початку епюри ресурси переміщують вправо шляхом введення «чекання» перед початком деяких робіт, або зменшують тривалість цих робіт (зовнішніх мереж комунікацій, робіт транспортного господарства);
4. Для зменшення інтенсивності використання ресурсів на роботах, які виконуються паралельно, вводять чекання перед їх початком, або збільшують тривалість виконання цих робіт у дозволених межах;
5. Для зменшення «западин» об'єкти транспортного господарства розглядають як ряд окремих об'єктів.

Запитання для самоконтролю

1. Назвати прийоми оптимізації епюри розподілу капітальних вкладень;
2. На основі чого коригують організаційно-технологічну модель будівництва комплексу промислових будівель та споруд?
3. На основі чого складають календарний план будівництва комплексу промислових будівель та споруд?

Лекція 9. Коригування організаційно-технологічної моделі й складання календарного плану (оцінка ефективності епюр розподілу ресурсів після оптимізації епюр розподілу ресурсів; коригування організаційно-технологічної моделі; складання календарного плану

9.1. 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 наведений в табл. 9.1.

Таблиця 9.1

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 зі столовою	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	<u>4380,17</u> 3765,02	<u>5381,65</u> 2785,49

9.2. Оцінка ефективності 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.

РОЗРАХУНОК

ЕКОНОМІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД СКОРОЧЕННЯ ОБСЯГУ

НЕЗАВЕРШЕНОГО БУДІВНИЦТВА (приклад)

Усього капітальних вкладень – 83,5 млн грн.

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

Варіант розподілу												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
За нормами СНиП 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 або директивним на основі визначення економічного ефекту від скорочення обсягів незавершеного будівництва:

$$E_{н.б.} = E_n(K_n T_1 - K_{поб} T_2) \quad (9.1)$$

де $E_{н.б.}$ – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

K_n , $K_{поб}$ – середній обсяг капітальних вкладень у незавершене будівництво відповідно за нормами і за ПОБ;

T_1 , T_2 – тривалість у роках за порівнювальними варіантами.

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

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

$$E_{н.б.} = 0.15(45,9 \times 3 - 41,4 \times 2,75) = 3,58 \text{ млн. грн.}$$

РОЗРАХУНОК ЕФЕКТИВНОСТІ ГРАФІКА ПОТРЕБИ В РОБОЧИХ КАДРАХ

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

$$K_n = P_{\max} / P_{\text{середн}} \quad (9.2)$$

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:

$$P_{\text{середн}} = Q / T \quad (9.3)$$

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.

Запитання для самоконтролю:

1. З яких рішень коригують організаційно-технологічну модель?
2. На підставі яких даних складають календарний план будівництва?
3. Які документи ПС розробляють на підставі календарних планів?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ 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, чинний з 2014-01-01: К., 2014. – 30 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.- 230с.
6. *Гриньова В.М., Салун М.М.* Організація виробництва: підручник — К.: Знання, 2009. — 580 с.
7. . Організація та управління будівництвом: підручник / О.А. Тугай та ін. Київ: Вид-во Ліра-К, 2024. – 400 с.
<https://www.knuba.edu.ua/wp-content/uploads/2024/01/pidruchnyk-oub-dlya-sajta.pdf>

Наукове видання

ШАТРОВА Інна Анатоліївна
ДЕМИДОВА Олена Олександрівна

**ДИСЦИПЛІНА СПЕЦІАЛЬНОЇ ПІДГОТОВКИ
«ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ
РЕСУРСІВ У БУДІВНИЦТВІ»**

Конспект лекцій

Комп'ютерне верстання *А. П. Селівестрової*

Ум. друк. арк. 2,32. Обл.-вид. арк. 2,5
Електронний документ. Вид № 153/V-25

Виконавець і виготовлювач

Київський національний університет будівництва і архітектури
Проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03037

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