

Міністерство освіти і науки України  
Запорізька державна інженерна академія

**Біченко Оксана Володимирівна**

УДК 653.5:69

**ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО  
ПРОЕКТУВАННЯ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗВЕДЕННЯ  
ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ**

Спеціальність 8.06010101 – Промислове та цивільне будівництво

**Автореферат**  
Магістерської роботи

**Запоріжжя - 2016**

Дипломною роботою є рукопис.

Робота виконана на кафедрі промислового та цивільного будівництва в Запорізькій державній інженерній академії Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник

к. т. н., доцент  
Полтавець Марина Олександрівна,  
Запорізька державна інженерна  
академія, Міністерство освіти і  
науки України.

Захист магістерської роботи відбудеться «15» січня 2016 р. о 9-00 годині на засіданні Державної екзаменаційної комісії в Запорізькій державній інженерній академії за адресою 69006, м. Запоріжжя, пр. Леніна, 226

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність дослідження.** Організаційно-технологічне проектування – це складний процес, метою якого є забезпечення спрямованості організаційних, технічних і технологічних рішень на досягнення кінцевого результату – введення в дію об'єктів з необхідною якістю, у встановлені терміни з максимальним прибутком підрядника.

Одним з найважливіших показників в організаційно-технологічному проектуванні є надійність. Надійність ОТП визначається імовірністю реалізації розроблених організаційно-технологічних рішень, у тому числі календарних планів будівництва об'єктів. Надійність визначається можливістю ліквідації будівельних відхилень у ході будівництва від дії дестабілізуючих факторів.

Для підвищення ефективності будівництва необхідно підвищувати організаційно-технологічну надійність (ОТН) проектування ще на стадії техніко-економічних обґрунтувань. В основу розробки ОТН в першу чергу повинен бути закладений імовірнісно-статистичний підхід.

У період переходу економіки до ринкових відносин значно скоротився обсяг організаційно-технологічної документації, що зумовило необхідність більш детального вивчення факторів, що впливають на підвищення ефективності будівельного виробництва та їх обліку в проектній документації. Зміни, що відбулися в будівельному комплексі за останні роки, обумовлюють необхідність продовження досліджень провідних вчених (А.А. Гусакова, П.В. Приктша, М.Б. Міроносецького, В.А. Афанасьєва, М.С. Буднікова, Н.В. Варламова та ін.), а також (Д. Гелбрайта, Б. Гарлоффа, Т. Болта, В. Беренса та ін.) в області організації і управління будівельного виробництва. Це полягає в необхідності подальшого розвитку теорії та вдосконалення методик прийняття рішень, розробці нових методів і підходів при проектуванні, з метою скорочення термінів виконання робіт і підвищенню якості будівельної продукції. У зв'язку з цим тема роботи є актуальною.

**Мета і завдання дослідження.** *Мета* – вдосконалення загальної методики організаційно-технологічного проектування для підвищення надійності зведення житлових будівель.

*Об'єкт дослідження* – складові організаційно-технологічного проектування в будівельних організаціях для зведення житлових будівель.

*Предмет дослідження* – процес зведення житлових будинків з урахуванням підвищення надійності організаційно-технологічного проектування.

*Завдання дослідження:*

- аналіз та узагальнення досвіду попередніх дослідів організаційно-технологічного проектування;
- дослідження методики прогнозування термінів зведення житлових будинків на основі імовірнісно-статистичного підходу;
- аналіз впливу напруженості робіт календарного графіку на надійність зведення житлових будівель;

– розробка рекомендацій по оптимізації організаційно-технологічного проектування і зменшенню ступеня ризику підрядної організації при зведенні житлових будівель.

**Наукову новизну** становить вдосконалена загальна методика організаційно-технологічного проектування з метою підвищення надійності зведення житлових будівель, що включає:

– прогнозування термінів і собівартості зведення житлових будинків на основі ймовірнісно-статистичного підходу;

– обґрунтування організаційно-технологічної надійності з використанням ймовірнісної мережевої моделі.

**Структура і обсяг дослідження.** Представлена дипломна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків та списку використаних джерел і включає пояснювальну записку та 10 аркушів графічної частини. Пояснювальна записка містить 110 сторінок, 19 таблиць, 20 рисунків, список використаної літератури з 56 найменувань, 3 додатки.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**У вступі** обґрунтовано актуальність теми магістерської роботи, сформульовані мета та завдання дослідження. Наведено наукові результати, які отримані в роботі, показана їх практична цінність, визначена наукова новизна результатів роботи.

**У першому розділі** проведений аналіз сучасного стану житлового будівництва України, наведені загальні визначення організаційно-технологічної надійності.

Житлове будівництво як діяльність існує для задоволення однієї з найважливіших потреб людини – забезпечення нормальними житловими умовами – є пріоритетною галуззю соціальної політики держави, а також важливим інструментом забезпечення економічного розвитку країни.

Між тим, за рівнем житлової забезпеченості, якістю житла, його доступністю та іншими ключовими параметрами, що характеризують житлову сферу, Україна сьогодні значно поступається країнам Європи і навіть деяким країнам колишнього СРСР, зокрема таким як Росія, Білорусь, Казахстан. Відмова держави від проведення активної, соціально-орієнтованої житлової політики призвела до значного – майже вдвічі – скорочення загальних обсягів житлового будівництва та, відповідно, загострення успадкованої з радянських часів житлової проблеми.

Типологія житла активно розростається. Поняття «соціальні норми» втратило свою вагу, проте значення споживчої привабливості житла в очах забудовників, будівельників і проектувальників зростає. Поки в Україні типологічна палітра житла бідна. Це соціальне (муніципальне житло, відомчі та інститутські гуртожитки) і комерційне житло, в якому існує класифікація з досить розпливчастими кордонами: «економ», «бізнес» і «люкс».

За своїм призначенням, тобто по контингенту заселення, для якого вони призначені, і часу проживання житлові будівлі підрозділяють на чотири основні види:

- 1) житлові квартирні будинки для родинного заселення і постійного проживання;
- 2) гуртожитки для тимчасового (тривалого) проживання робітників на період роботи та учнівської молоді на час навчання;
- 3) готелі для короткочасного проживання, в яких періодично змінюється контингент, який приїжджає з інших населених пунктів;
- 4) інтернати для постійного проживання інвалідів та людей похилого віку.

У масовому житловому будівництві основний вид житлових будинків (більше 90%) – квартирні будинки, призначені для родинного заселення.

Дані, представлені на офіційному сайті Державної служби статистики України показують різке зниження обсягів будівництва у 1992 році по відношенню до попереднього року. Від 1995-1996 рр. спостерігалось поступове нарощення обсягів будівництва у країні, але занадто повільне. З початком кризи 2007 року приріст обсягів будівництва зупинився. Отже на сьогоднішній день будівельна галузь України перебуває у стані занепаду. Дані за останні 5 років по видам будівельної продукції показують найнижчі показники виконаних робіт за останній рік по відношенню до попереднього для нежитлових та інженерних споруд: нежитлові – 66,3%, інженерні споруди – 79,7%. У дещо кращому стані знаходиться житлове будівництво. Однак, порівняно із західноєвропейськими країнами забезпеченість житлом в Україні менша у 3-5 разів. Офіційні дані щодо житлового фонду України та прийнятого в експлуатацію житла представлені у таблиці 1 та на рисунку 1.

Таблиця 1 – Прийняте в експлуатацію житло за видами житлових будівель

Роки	Усього, тис.м <sup>2</sup>	У тому числі у житлових будівлях, тис.м <sup>2</sup>		
		одноквартирних	з двома та більше квартирами	гуртожитках
2003	6432,9	3873,9	2553,4	5,6
2004	7566,0	5037,8	2508,9	19,3
2005	7815,9	4385,7	3410,9	19,3
2006	8628,4	4686,0	3917,0	25,4
2007	10243,7	5716,7	4519,7	7,3
2008	10495,6	5919,9	4531,1	44,6
2009	6399,6	2363,3	4015,8	20,5
2010	9339,3	6266,8	3050,4	22,1
2011	9410,4	5189,0	4178,9	42,5
2012	10749,5	7170,5	3534,1	44,9
2013	11217,2	6787,7	4361,7	67,8
2014	9741,3	4553,4	5161,1	26,8

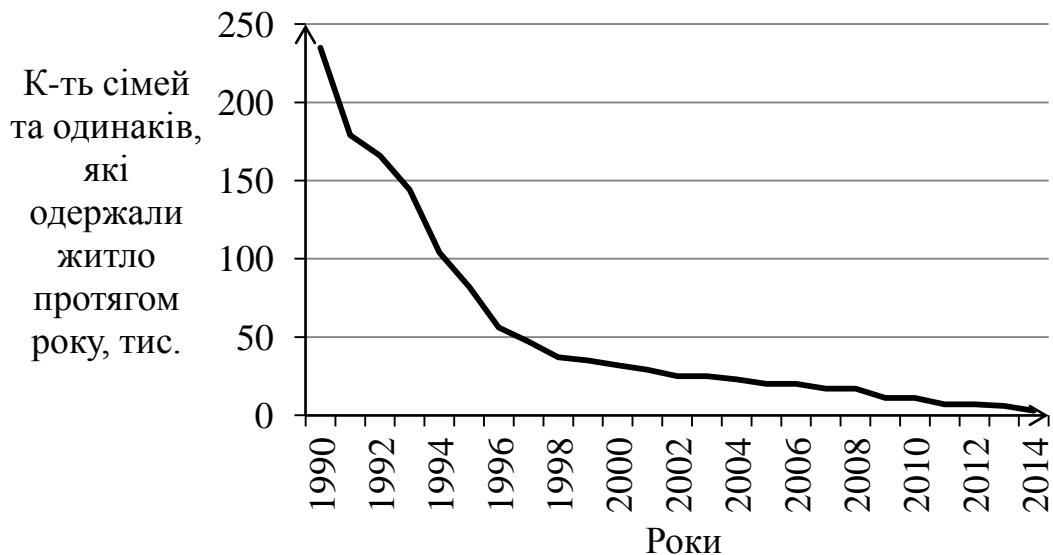


Рисунок 1 – Графічне представлення тенденції отримання житла населенням України з 1990 по 2014 р.р.

Особливо слід сказати про якість будівництва. В цілому воно поліпшується, але повільно. Оцінюючи процеси, які мають місце на ринку житла, а також загальні макроекономічні процеси, з високою імовірністю слід очікувати, що ринок житла в Україні й надалі перебуватиме в стані депресивної стабільності.

Історія незалежної України досить коротка, отже більша частина розвитку і становлення досліджень організації будівництва припадає на період входження країни в СРСР. У 1931 році в Москві було створено спеціалізований науково-дослідний інститут проектування організації будівництва (Гипрооргстрой). Гипрооргстрой першим своїм завданням поставив розробку методики проектування організації виробництва робіт. Така методика, розроблена під керівництвом М.В. Вавілова, була опублікована в 1932 році. Надалі вітчизняні вчені та виробники внесли великий вклад у розвиток теорії і практики будівництва.

Узагальнення та аналіз вітчизняних і зарубіжних літературних джерел і безпосереднього досвіду організаційно-технологічного проектування будівельного виробництва дозволили встановити, що накопичений великий досвід в області технології та організації виробництва робіт, однак це не виключає можливості подальшого розвитку та вдосконалення методик прийняття рішень.

Критерій надійності – це ознака, за якою оцінюється надійність будівельного виробництва.

Неможливо оцінити надійність будівельного виробництва будь-яким одним кількісним показником, необхідно мати сукупність таких показників. Подібними показниками можуть бути: імовірність безвідмовної роботи, середній час між відмовами, інтенсивність відмов, їх частота, коефіцієнти надійності. Перелік критеріїв надійності і відповідних їм кількісних показників, а також їх визначення наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Перелік критеріїв надійності

Критерій	Показник надійності	Визначення
1	2	3
Безвідмовність	Вірогідність безвідмовної роботи	Вірогідність того, що в рамках заданого періоду функціонування потоку відмова не виникне. Вірогідність того, що запланований об'єм робіт буде виконаний в строк.
	Середнє напрацювання на відмову	Математичне очікування напрацювання процесу (поток) до відмови. Відношення напрацювання потоку до математичного очікування кількості відмов протягом цього напрацювання.
	Середнє напрацювання між відмовами	Математичне очікування напрацювання об'єкта між відмовами. Випадкова тривалість, виконана будівельним підрозділом до настання деякої події або моменту часу закінчення обсягу робіт, введення об'єкта в експлуатацію.
	Інтенсивність відмов	Щільність розподілу напрацювання потоку до відмови, обумовлена за умови, що до розглянутого моменту відмова не виникла.
	Провідна функція потоку відмов	Математичне очікування числа відмов будівельного потоку протягом заданого напрацювання.
	Параметр потоку	Перша похідна провідної функції потоку відмов
	Ремонтопридатність	Імовірність відновлення
Середній час простою		Математичне очікування часу вимушеного нерегламентованого перебування будівельного потоку в стані непрацездатності.
Середній час відновлення		Математичне очікування часу відновлення працездатності будівельного потоку.
Інтенсивність відновлення		Щільність імовірності моменту закінчення відновлення будівельного потоку, визначена за умови, що до даного моменту відновлення завершено.

## Продовження табл. 2

1	2	3
Безвідмовність і ремонтпридатність	Коефіцієнт готовності	Доля часу, протягом якого будівельний потік знаходиться в працездатному стані в сталому стаціонарному процесі виробництва робіт.
	Коефіцієнт простою	Доля часу, протягом якого будівельний потік знаходиться в непрацездатному стані в сталому процесі виробництва робіт.
	Коефіцієнт технічного використання	Відношення середнього напрацювання будівельного потоку в одиницях часу за деякий період функціонування потоку до суми середніх значень напрацювання; часу простою, обумовленого технічним обслуговуванням, і часу ремонтів за цей же період функціонування потоку.
	Коефіцієнт оперативної готовності	Імовірність того, що будівельний потік, виявиться працездатним в заданий момент часу в процесі виробництва робіт і, починаючи з цього моменту часу, працюватиме безвідмовно протягом заданого інтервалу часу.

У другому розділі проведено дослідження методики розрахунку організаційно-технологічної надійності. При визначенні показника організаційно-технологічної надійності календарного графіка будівництва і ступеня ризику учасників інвестиційного процесу в якості прикладу розглянуто сітьовий графік будівництва 16-поверхового житлового будинку для малосімейних по вул. Історичній, 8 в м. Запоріжжя.

Таблиця 3 – Вихідні дані для розрахунку сітьового графіка

Назва видів робіт	Код роботи	Тривалість роботи, днів
Демонтаж прибудованих приміщень	1-2	62
Влаштування покрівлі	2-3	44
Монтаж гіпсових перегородок	2-4	112
Заповнення віконних і дверних отворів	4-5	63
Пробивання додаткових отворів для комунікацій	5-6	36
Влаштування підлоги	5-7	91
Утеплення технічного поверху	7-8	8
Опорядження фасаду	7-9	52
Внутрішня штукатурка	7-10	104
Здача об'єкта в експлуатацію	10-11	1



Результати визначення термінів звершення подій і резервів наведені на рисунку 2 та у таблиці 4.

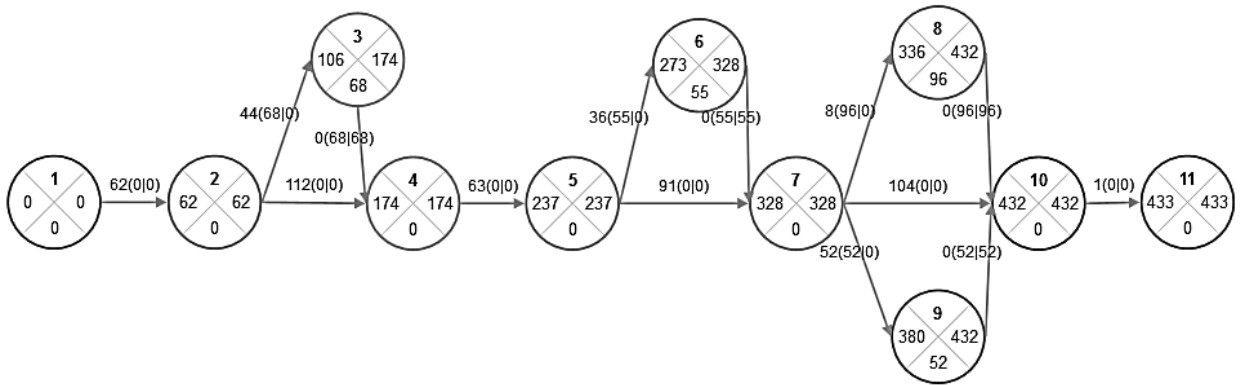


Рисунок 2 – Сітьовий графік будівництва об'єкта

Таблиця 4 – Аналіз сітьової моделі за часом

№ п/п	Робота, (i, j)	Кількість попередніх робіт	Тривалість, $t_{ij}$	Ранні терміни		Пізні терміни		Резерви часу			
				Початок $t_{ij}^{рп}$	Кінець $t_{ij}^{рк}$	Початок $t_{ij}^{пп}$	Кінець $t_{ij}^{пк}$	Повний $R_{ij}^n$	Незалежний резерв $R_{ij}^h$	Часний резерв I роду $R_{ij}^I$	Часний резерв II роду $R_{ij}^c$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	(1,2)	0	62	0	62	0	62	0	0	0	0
2	(2,3)	1	44	62	106	130	174	68	0	68	0
3	(2,4)	1	112	62	174	62	174	0	0	0	0
4	(3,4)	1	0	106	106	174	174	68	0	0	68
5	(4,5)	2	63	174	237	174	237	0	0	0	0
6	(5,6)	1	36	237	273	292	328	55	0	55	0
7	(5,7)	1	91	237	328	237	328	0	0	0	0
8	(6,7)	1	0	273	273	328	328	55	0	0	55
9	(7,8)	2	8	328	336	424	432	96	0	96	0
10	(7,9)	2	52	328	380	380	432	52	0	52	0
11	(7,10)	2	104	328	432	328	432	0	0	0	0
12	(8,10)	1	0	336	336	432	432	96	0	0	96
13	(9,10)	1	0	380	380	432	432	52	0	0	52
14	(10,11)	3	1	432	433	432	433	0	0	0	0

Імовірносними називають сітьові графіки, які є моделями процесів, що мають деяку невизначеність, пов'язану з імовірнісним характером системи. При наявності невизначеності користуються імовірнісними оцінками робіт. Багаторазово змінюючи тривалості робіт сітьової моделі, можна в підсумку

одержати вибірку значень тривалості критичного шляху, на підставі якої оцінити ймовірність виконання проекту в задані терміни.

В роботі проведено 10 реалізацій сітьової моделі і отримано в підсумку 10 значень тривалості критичного шляху.

При цьому частина значень тривалості критичного шляху задовольняє умові  $T_{кр} \leq T_{зад}$ .

На рисунку 3 зображено вірогідність звершення робіт у заданий термін, а також видно, що зменшення планових термінів збільшує ризик підрядника, отже важливою є реальна оцінка термінів за нормами з врахуванням можливості виникнення відмов.

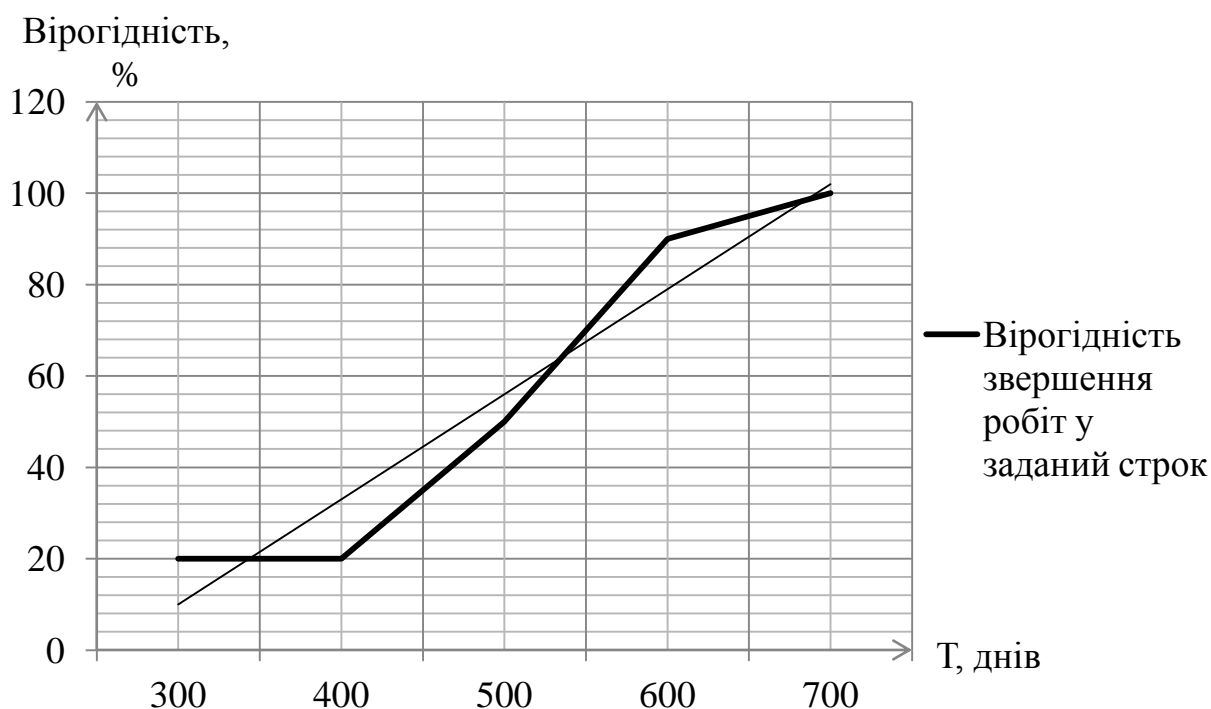


Рисунок 3 – Вірогідність звершення робіт у заданий строк

**У третьому розділі** досліджені шляхи вдосконалення організаційно-технологічної надійності з метою підвищення надійності зведення житлових будівель.

Існуючі методи проектування не дозволяють врахувати всіх необхідних вимог щодо формування організаційно-технологічних моделей (багатоваріантності, багаторівневості та ін.). Одним з найважливіших напрямків вдосконалення цих методів може назватися автоматизоване моделювання будівельних процесів.

Виконання проектних робіт можна значною мірою автоматизувати. В цілому можна забезпечити 100% рівень автоматизації інженерних розрахунків, 50% – інформаційно-логічних і 80% графічних проектних робіт.

Основною метою створення САПР ОВ (систем автоматизованого проектування організації виробництва) є розробка найбільш економічного

варіанта організації виробництва, праці та управління будівельних систем, що забезпечує отримання максимального прибутку.

Одним з параметрів календарного плану будівництва, який безпосередньо стосується надійності організаційно-технологічного проектування, є коефіцієнт напруженості  $K_H$  роботи.

Коефіцієнтом напруженості  $K_H$  (1) роботи  $P_{i,j}$  називається відношення тривалості неспівпадаючих (укладених між одними і тими ж подіями) відрізків шляху, одним з яких є шлях максимальної тривалості, що проходить через цю роботу, а іншим – критичний шлях:

$$K_H = \frac{t(L_{\max}) - t1_{kp}}{t_{kp} - t1_{kp}}, \quad (1)$$

де  $t(L_{\max})$  – тривалість максимального шляху, що проходить через роботу  $P_{i,j}$  від початку до кінця сітьового графіка;

$t_{kp}$  – тривалість (довжина) критичного шляху;

$t1_{kp}$  – тривалість відрізка розглянутого максимального шляху, що збігається з критичним шляхом.

Значення коефіцієнту  $K_H$  перебуває у межах  $0 < K_H < 1$ . Прямо пропорційно зростанню коефіцієнта збільшується складність своєчасного виконання робіт, а отже, зменшується вірогідність досягнення кінцевого результату – введення в дію об'єктів з необхідною якістю, у встановлені терміни з максимальним прибутком підрядника.

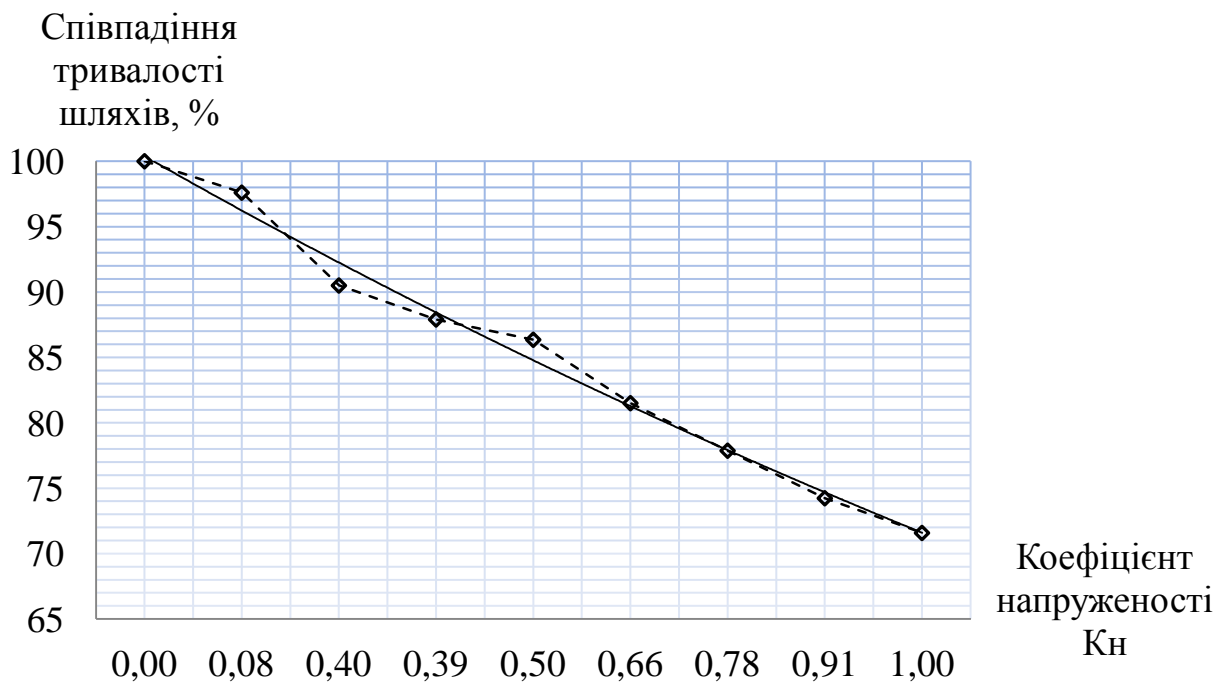


Рисунок 5 – Графічне зображення залежності  $K_H$  від величини співпадіння тривалості шляхів  $t(L_{\max})$  і  $t_{kp}$  у % для значень  $K_H$  від 0 до 1.

Аналіз коефіцієнту напруженості роботи як фактору впливу на надійність зведення будівель показує:

1) роботи, через які проходять критичний шлях, мають нульовий коефіцієнт напруженості;

2) чим більша тривалість співпадаючих робіт критичного шляху та шляху максимальної довжини, що проходить через задану роботу, тим менший коефіцієнт напруженості цієї роботи;

3) якщо співпадіння дорівнює менше 70 % роботу вкрай складно виконати вчасно.

На основі проведеного дослідження та аналізу досвіду попередніх дослідників виділено три напрямки усунення відмов в ході будівельного виробництва. Запропоновані можливі варіанти реалізації таких заходів, як оперативне управління і планування, якісна організація диспетчерської служби, своєчасне забезпечення об'єктів будівельними конструкціями, матеріалами і виробами, створення страхових запасів виробів і матеріалів, організаційно-технологічна підготовка будівельного виробництва.

### **ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ**

1. Аналіз літературних джерел дозволив виділити основні критерії, параметри і показники, за якими можна дати оцінку надійності прийнятих організаційно-технологічних рішень. Описані в роботі параметри можуть враховуватись в реальних умовах при здійсненні організаційно-технологічного проектування.

2. Досліджена методика прогнозування термінів зведення житлових будинків полягає у використанні імовірнісно-статистичних інструментів розрахунку термінів звершення робіт. Статистичні випробування дозволяють врахувати імовірнісний характер будівництва і вплив випадкових факторів на процес зведення будинку. Розрахунок вірогідності звершення робіт у заданий термін дозволяє збільшити точність прогнозування тривалості будівництва в цілому.

3. Проведений аналіз факторів, що безпосередньо впливають на вірогідність звершення робіт у планові терміни. Аналіз залежності ОТН від напруженості робіт, що входять до календарного графіку, дозволяє стверджувати, що зменшення коефіцієнту напруженості робіт призводить до підвищення надійності зведення будівлі у встановлені терміни.

4. На основі результатів дослідження організаційно-технологічного проектування розроблені рекомендації, які дозволяють підвищити надійність зведення житлових будівель без втрати якості об'єкта будівництва, а також зменшити ризик втрати прибутку підрядником. Впровадження наведених заходів дозволить з більшою долею вірогідності прогнозувати терміни введення об'єкту в експлуатацію.

## ОСНОВНІ ПУБЛІКАЦІЇ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ

1. Біченко О.В. Вдосконалення організаційно-технологічного проектування з метою забезпечення надійності зведення житлових будівель / О.В. Біченко, М.О. Полтавець // Сучасні проблеми будівництва. Матеріали XX науково - технічної конференції студентів, магістрантів, аспірантів і викладачів ЗДІА – Запоріжжя: 2015 Том 2. С. 9.

### АНОТАЦІЯ

**Біченко О. В. Вдосконалення організаційно-технологічного проектування з метою підвищення надійності зведення житлових будівель. – Рукопис.**

Магістерська робота присвячена питанням організаційно-технологічної надійності проектування житлових будинків, розглянутих на прикладі 16-поверхового житлового будинку для малосімейних по вул. Історичній в м. Запоріжжя.

Проаналізовано сучасний стану будівельної галузі в Україні і виявлені фактори, що впливають на якість зведення житлових будівель, наведені загальні визначення організаційно-технологічної надійності.

Досліджена методика оцінки надійності календарних планів та порядку будівництва, що дозволяє приймати рішення з реальною надійністю.

В роботі застосовано імовірісно-статистичний підхід, проведено 10 реалізацій сітьової моделі і отримано в підсумку 10 значень тривалості критичного шляху.

Виявлена залежність надійності організаційно-технологічного проектування від прогнозованих термінів. Доведено, що зменшення планових термінів збільшує ризик підрядника, отже важливою є реальна оцінка термінів за нормами з врахуванням можливості виникнення відмов.

Причини низького рівня організаційно-технологічної надійності проектування і вірогідність зниження планового прибутку криються в фінансових, часових, просторових і організаційних втратах. Виявлені причини дозволили за допомогою розроблених в роботі рекомендацій по забезпеченню надійності оптимізувати організаційно-технологічну надійність проектування.

**Ключові слова:** житлове будівництво, організаційно-технологічне проектування, організаційно-технологічна надійність, імовірісно-статистичні методи, календарне планування, організаційно-технологічне моделювання.