

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Будівельний Факультет

Кафедра споруд спеціального призначення

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР**

на тему: Будівництво опорного пункту із застосування залізобетонних та металевих типових конструкцій у Запорізькій області

Гундар Ілья Андрійович

(прізвище, ім'я по батькові студента повністю)

Київ 2025 р.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		1

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Будівельний Факультет

Кафедра споруд спеціального призначення

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

д.т.н., проф. Скочко В.І.

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2025 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР**

Будівництво опорного пункту із застосування залізобетонних та металевих  
типових конструкцій у Запорізькій області

Виконав студент групи БОСм-24

Гундар Ілья Андрійович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія

Спеціалізація: Будівництво та експлуатація об'єктів спеціального та оборонного  
призначення

Керівник Скочко В.І.

(прізвище та ініціали)

д.т.н., проф.

(вчене звання, науковий ступінь)

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		2

Київ 2025

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Будівельний

Кафедра: споруд спеціального призначення

Освітній рівень: магістр за ОПП/ОНП

Галузь знань: 19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Спеціалізація: «Будівництво та експлуатація об'єктів спеціального та оборонного призначення»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан факультету

Іванченко Г.М.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 року

**З А В Д А Н Н Я  
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР**

**Гундар Ілья Андрійович**

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи «Будівництво опорного пункту із застосування залізобетонних та металевих типових конструкцій у Запорізькій області»

2. Керівник роботи

Скочко В.І., доктор технічних наук, професор

(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту \_\_\_\_\_

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р. 1. Архітектурно-планувальні рішення

Р. 2. Конструктивні рішення

Р. 2.1 Будівельні конструкції

Р. 2.2 Основи і фундаменти

Р. 3. Технологія та організація будівельного виробництва

(включаючи заходи з охорони праці та навколишнього середовища)

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						3
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Р. 4. Науково-дослідна частина

Р. 5. Економіка будівництва

Список використаних джерел.

Р. 1. Загальна характеристика об'єкта, його призначення, характеристика району та майданчика будівництва, основні об'ємно-планувальні, технологічні, конструктивні (основні конструктивні елементи) рішення.

Р. 2. Складається з двох структурних розділів 2.1 «Будівельні конструкції» та 2.2 «Основи і фундаменти».

Р. 2.1 Опис будівлі (споруди); район чи місто будівництва, розміри в плані, кількість поверхів, вихідні дані для проектування; основні характеристики матеріалів; опис заходів з елементів інженерного захисту невибухової дії; опис заходів з елементів інженерного захисту вибухової дії; опис заходів з елементів інженерного захисту від БПЛА.

Р. 2.2. Аналіз геологічних умов будівельного майданчика; визначення типу фундаменту та його глибини закладання; визначення навантаження, що діють на фундамент; розрахунки міцності; принципи водовідведення у ходах сполучення та ФС окопу на відділення; опис обладнання та принципів відведення димових газів з ФС, що виконують роль вогневих позицій; опис вентиляційного та фільтровентиляційного обладнання ФС закритого типу; опис обладнання для опалення ФС закритого типу; опис обладнання для ведення спостереження з ФС закритого типу; опис обладнання для управління вогнем та зв'язку у ФС окопу на відділення; опис обладнання для захисту від БПЛА.

Р. 3. опис будівлі (споруди); технологічна карта на монтаж елементів каркасу; обсяги монтажних робіт; терміни виконання робіт та їх послідовність; обґрунтування методів виконання основних будівельно-монтажних робіт та вибір монтажного обладнання; основні технічні характеристики обраного обладнання; калькуляція витрат праці та технологічні розрахунки; календарний графік на будівництво; аналіз потенційно-небезпечних та шкідливих виробничих факторів; заходи з

охорони навколишнього середовища, охорони праці та пожежної безпеки.

Р. 4. опис засобів візуального, теплового, та радіолокаційного маскуванню трьох із розроблених вогневих чи інших позицій; опис засобів маскуванню одного відкритого і одного закритого ходів сполучення та принаймні одного входу/виходу із окопу на відділення; опис та рекомендації щодо постачання матеріалів та конструктивних елементів каркасу конструкцій для забезпечення належного рівня маскуванню; опис та рекомендації щодо радіолокаційного маскуванню та перехоплення/дезорієнтації ворожих засобів спостереження, розвідки та ураження.

Р. 5. Вихідні дані для розрахунку; кошторисна документація із застосуванням укрупнених показників.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		4

Список використаних джерел. посилання на джерела, з яких були запозичені матеріали

7. Календарний план виконання роботи: а) наукова частина; б) практична частина.

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Архітектурно-планувальні рішення	
Розділ 2. Конструктивні рішення	
Розділ 2.1 Будівельні конструкції	
Розділ 2.2 Основи і фундаменти.	
Розділ 3. Технологія та організація будівельного виробництва	
Розділ 4. Науково-дослідна частина.	
Розділ 5. Економіка будівництва.	
Список використаних джерел	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

8. Консультанти розділів кваліфікаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	Підпис
Розділ 1.АР	Плоский В.О.		
Розділ 2.КР	Скочко В.І.		
Розділ 2.1БК	Скочко В.І.		
Розділ 2.2ОіФ	Скочко В.І.		
Розділ 3.ТБВ	Осипов С.О.		
Розділ 4.НДЧ	Скочко В.І.		
Розділ 5.ЕБ	Котляревський О.В.		

9. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Зав. кафедри

Скочко В.І.

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник

Скочко В.І.

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Студент

Гундар І. А.

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		5

<b>РЕЗЮМЕ</b> (summary) до кваліфікаційної випускної роботи студента:		<b>Гундар Ілья Андрійович</b> <b>Gungar Ilya</b>		
Назва ВНЗ	Київський національний університет будівництва і архітектури			
Тема	Будівництво опорного пункту із застосування залізобетонних та металевих типових конструкцій у Запорізькій області Construction of a stronghold using reinforced concrete and metal standard structures in the Zaporizhia region			
Освітній ступень	Магістр за освітньо-професійною програмою навчання			
Факультет	Будівельний			
Кафедра	Споруд спеціального призначення			
Спеціальність	192 Будівництво та цивільна інженерія			
Спеціалізація /група	Будівництво та експлуатація об'єктів спеціального та оборонного призначення /БОСм-24			
Керівник	Скочко В.І., д.т.н., професор			
Обсяг роботи:	пояснювальна записка, стор.	розділів	креслень формату А1	
	134	5	12	
Розділ 1. Архітектурно-планувальні рішення	У розділі розглянуто архітектурно-планувальні рішення опорного пункту з урахуванням його функціонального призначення, вимог захисту особового складу та умов експлуатації.			
Розділ 2. Конструктивні рішення	Присвячено вибору та обґрунтуванню принципових конструктивних рішень ФС опорного пункту.			
Розділ 2.1 Будівельні конструкції	У підрозділі наведено характеристику основних ФС опорного пункту. Обґрунтовано вибір матеріалів, типів перекриттів, стін та захисних елементів.			
Розділ 2.2 Основи і фундаменти.	Підрозділ присвячений аналізу ґрунтових умов. Розглянуто заходи щодо інженерного захисту та захисту споруди від впливу ґрунтових вод і сезонного промерзання.			
Розділ 3. Технологія та організація будівельного виробництва	У розділі розроблено технологічну карту на виконання будівельно-монтажних робіт та організацію будівельного процесу. Визначено основні види робіт, їх трудомісткість, потребу в техніці та ресурсах, а також заходи з охорони праці, пожежної безпеки.			
Розділ 4. Науково-дослідна частина.	Даний розділ присвячено розробці дискретної геометричної моделі об'єкту фортифікації, представленої у графоаналітичній та математичній формі. Складено систему оптимізаційних рівнянь рівноваги, розв'язання якої дозволяє раціоналізувати геометричну конфігурацію опорного пункту та визначити такі положення усіх його ФС, що призводять до мінімізації часу пересування особового складу ходами сполучення із урахуванням усіх накладених на об'єкт функціональних і безпекових умов та обмежень..			
Розділ 5. Економіка будівництва.	У розділі виконано економічне обґрунтування прийнятих проєктних рішень. Складено зведений кошторис, визначено вартість будівництва.			
<b>Ключові слова:</b> Опорний пункт, фортифікація, залізобетонні конструкції, металеві типові				

					<b>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА</b>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

конструкції.

**Keywords:** Strongpoint, fortification, reinforced Concrete Structures, typical Metal Structures

Укладач: *Гундар І.А.* / \_\_\_\_\_ /

Керівник: *Скочко В.І.* / \_\_\_\_\_ / «\_\_» \_\_\_\_\_ 2025р.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		7

## Зміст

<b>ВСТУП.....</b>	<b>8</b>
<b>РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ.....</b>	<b>10</b>
1.1. Загальна характеристика об'єкту .....	11
1.2. Основні архітектурно-планувальні технологічні, конструктивні (основні конструктивні елементи) рішення.....	13
<b>РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ.....</b>	<b>31</b>
<b>РОЗДІЛ 2.1 БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ.....</b>	<b>32</b>
2.1.1 Запроектвані фортифікаційні споруди.....	32
2.1.2 Інженерний захист.....	50
<b>РОЗДІЛ 2.2 ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ.....</b>	<b>55</b>
2.2.1 Загальні відомості.....	55
2.2.2 Інженерно-геологічні умови майданчика.....	56
2.2.3 Інженерне обладнання та захист території опорного пункту.....	58
<b>РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....</b>	<b>80</b>
3.1 Технологічна карта на монтаж елементів опорного пункту.....	81
3.2 Обґрунтування методів виконання основних будівельно-монтажних робіт та вибір монтажного обладнання.....	84
3.3 Календарний графік на будівництво.....	85
3.4 Аналіз потенційно-небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....	86
3.5 Заходи з охорони навколишнього середовища, охорони праці та пожежної безпеки.....	87
<b>РОЗДІЛ 4. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....</b>	<b>91</b>
4.1 Розрахунок оптимального розміщення фортифікаційних споруд.....	92
4.2 Маскування.....	114
<b>РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА.....</b>	<b>118</b>
5.1 Розрахунок вартості зведення споруд фортифікації опорного пункту...	119
5.2 Витрати трудомісткості на зведення опорного пункту.....	122
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>129</b>

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		8

## ВСТУП

Сучасні виклики, пов'язані з необхідністю зміцнення обороноздатності держави, вимагають розроблення та впровадження ефективних інженерно-будівельних рішень для зведення фортифікаційних і захисних споруд. Особливої актуальності ці питання набувають у прифронтових регіонах, зокрема в Запорізькій області, де ведуться активні бойові дії та формується лінія оборони.

Будівництво опорних пунктів із використанням залізобетонних і металевих типових конструкцій дозволяє поєднати високу міцність, довговічність і швидкість монтажу. Застосування типових елементів забезпечує уніфікацію споруд, спрощує логістику, прискорює процес зведення та зменшує витрати на виробництво. При цьому залізобетонні конструкції відзначаються високою стійкістю до дії вибухових навантажень і вогню, а металеві – мобільністю, ремонтпридатністю та зручністю транспортування. Розроблення проєкту будівництва опорного пункту в умовах Запорізької області потребує врахування місцевих геологічних і кліматичних особливостей, забезпечення необхідного рівня захисту особового складу, інженерного обладнання, а також оптимізації використання будівельних ресурсів. Метою цієї роботи є аналіз і обґрунтування ефективних конструктивних та технологічних рішень для зведення опорного пункту із застосуванням залізобетонних і металевих типових конструкцій, з урахуванням умов експлуатації, вимог цивільного захисту та сучасних норм будівництва.

Актуальність обраної теми кваліфікаційної роботи обумовлена кількома ключовими факторами. По-перше, поточна ситуація вимагає негайного та масштабного зміцнення оборонних рубежів з метою підвищення стійкості до сучасних військових загроз. По-друге, використання типових залізобетонних та металевих конструкцій дозволяє значно прискорити темпи будівництва, оскільки швидкість монтажу є критично важливою, мінімізувати потребу у висококваліфікованій робочій силі на місці та зменшити фінансові витрати.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

Значимість та доцільність цього об'єкта для будівельної галузі полягає в розробці та апробації оптимізованих технологічних рішень для швидкого зведення захисних споруд. Успішна реалізація проєкту в Запорізькій області надасть цінний практичний досвід щодо логістики, організації робіт та застосування стандартизованих елементів у військовому будівництві. Це, своєю чергою, стимулюватиме розвиток галузі у напрямку індустріалізації будівництва спеціальних об'єктів та забезпечить надійну методичну базу для майбутніх подібних проєктів по всій країні. Таким чином, обрана тема має не лише оборонне, але й важливе інженерно-будівельне значення.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		10

АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ

Консультант Скочко В.І.

Здобувач Гундар І.А.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		11

# РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ

## 1.1. Загальна характеристика об'єкту

### Загальна інформація

Даним проектом передбачається розробка проектних рішень для фортифікаційного обладнання опорного пункту двох механізованих відділень першого ешелону, що має розміщуватися в межах прямокутної ділянки із заданим характером рельєфу. Обсяг проектних рішень обмежується фортифікаційними спорудами (ФС), які належать двом відділенням даного взводу. Відділення, що проектується, включають у себе усі функціональні елементи, що потрібні для його належної та надійної експлуатації. Характер рельєфу обраної місцевості та межі ділянки для розміщення відділення обумовлюються фрагментом топографічної зйомки та координатами вершин периметру відповідної ділянки, що наведені нижче. Напрямок потенційного наступу ворожих сил також показано на відповідному фрагменті топографічної зйомки.

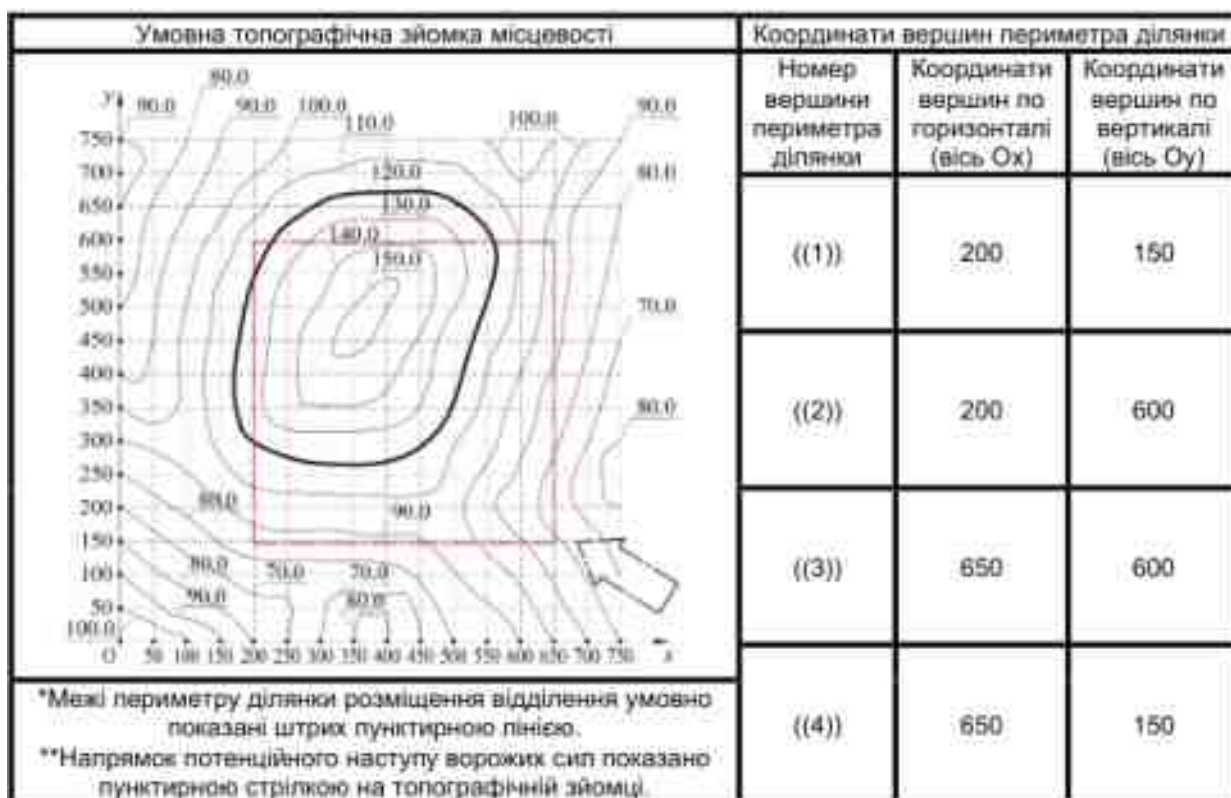


Рис.1 Топографічна зйомка місцевості, межі периметру ділянки

## Бойове завдання

Бойове завдання – це формалізована цілевизначальна інструкція, що визначає конкретну військову мету та умови її досягнення, покладену на підрозділ, частину або інший компонент сил безпеки і оборони в межах визначеної операції чи тактичної дії.

У науково-інженерному та оперативно-методичному розумінні бойове завдання характеризується наступними ознаками: чітко сформульована мета (який результат має бути досягнутий); термін виконання; географічні межі дій (район, рубіж, об'єкт); залагоджені сили й засоби (персонал, техніка, озброєння, матеріально-технічні ресурси), передбачені для виконання; умови виконання (погодні, інженерно-геологічні, інформаційні, розвідувальні дані); обмеження та вимоги (правила застосування сили, заходи безпеки, міжвидова взаємодія); а також очікуваний кінцевий стан (критерії оцінки успіху).

Процес формулювання бойового завдання включає аналіз обстановки, визначення пріоритетів, розподіл ресурсів і встановлення процедур координації та звітності; відповідальність за постановку завдання, його коригування та контроль виконання покладається на уповноважені органи управління відповідного рівня. Рациональна постановка бойового завдання передбачає оперативну адекватність (реалістичність строків і засобів), ясність формулювань, вимірюваність результатів та можливість адаптації в умовах змінної тактичної обстановки.

Бойове завдання, в рамках виконання якого необхідно розробити усі планувальні, конструктивні та інженерні рішення, для проектування опорного пункту, передбачені в рамках даної дипломної роботи є захист від наступу ворожих ракетних військ та артилерії.

Характерні ознаки рослинності, притаманної умовній місцевості, на якій необхідно облаштувати фортифікаційні споруди можуть відрізнятися в залежності від вибраної ділянки проектування. Характер рослинності місцевості для якої розробляються проектні рішення для зведення опорного пункту являє собою окраїну листвяного лісу (листяної лісопосадки).

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13

## 1.2 Основні архітектурно-планувальні технологічні, конструктивні (основні конструктивні елементи) рішення

### Функціональні елементи опорних пунктів

Опорні пункти механізованих взводів, а також їх відділення складаються з наступних функціональних елементів:

1) Бойових позицій механізованих відділень і доданих підрозділів (наприклад, ракетних і артилерійських підрозділів);

Бойові позиції механізованих відділень і доданих підрозділів (наприклад, ракетних та артилерійських підрозділів) – це комплекс інженерно-технічно і тактично обґрунтованих місць розміщення особового складу, озброєння та техніки, призначених для виконання бойових завдань з оборони, вогневого ураження противника та забезпечення маневрених дій у визначеному районі.

До основних функціональних ознак таких позицій належать: визначені сектори вогню та зони відповідальності, забезпечення захищеного розташування техніки і особового складу, створення умов для оперативного перезарядження, поповнення боєприпасів і технічного обслуговування, а також організація евакуації поранених і вивезення пошкодженої техніки.

Проектування і облаштування позицій здійснюється з урахуванням тактичних завдань, характеристик озброєння (дальність та характер вогню, кути піднесення і наведення), рельєфу місцевості, інженерно-геологічних умов та загроз від прямого вогню, артилерійського і авіаційного ураження. Елементами конструкції є заглиблені майданчики для розміщення техніки, захисні укріплення (берми, терасування, броньовані навіси, укриття для екіпажу), ходи сполучення, пункти спостереження та наведення, а також споруди для зберігання боєприпасів і пально-мастильних матеріалів з урахуванням вимог пожежної безпеки й охорони.

Ключовими вимогами до бойових позицій є забезпечення живучості і мінімізація вразливості: застосування заходів протидії розвідці (маскування, деградація теплового та електромагнітного підписів), організація протидії ураженню (відсіч корпусними засобами захисту, інженерні екрани, оборонні

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		14

завіси), розподіл і дублювання важливих елементів (резервні канали зв'язку, резервні майданчики для вогню).

Особлива увага приділяється взаємодії механізованих відділень із доданими підрозділами (ракетними, артилерійськими): позиції повинні забезпечувати координацію секторів вогню, оптимальні кути обстрілу, безпечні мінімальні відстані між вогневими точками, синхронізацію командних і коригувальних процедур та інтеграцію в єдину систему управління вогнем. Це передбачає наявність пунктів управління, засобів цілевказування й зв'язку, а також можливість швидкої перебудови позицій відповідно до тактичної ситуації. Оцінка ефективності позиції включає параметри захищеності (рівень екранування, товщина укріплень, коефіцієнти послаблення ударної хвилі), оперативності (час розгортання/прихованого переміщення, швидкість поповнення боєприпасів) та вогневої потужності (покриття секторів, щільність вогню, точність наведення).

Раціональне поєднання інженерних заходів, маскування, організаційних процедур і технічних засобів забезпечує досягнення необхідного балансу між мобільністю, захищеністю і бойовою ефективністю позицій.

Приклад бойової позиції механізованого відділення наведено на рис.2.

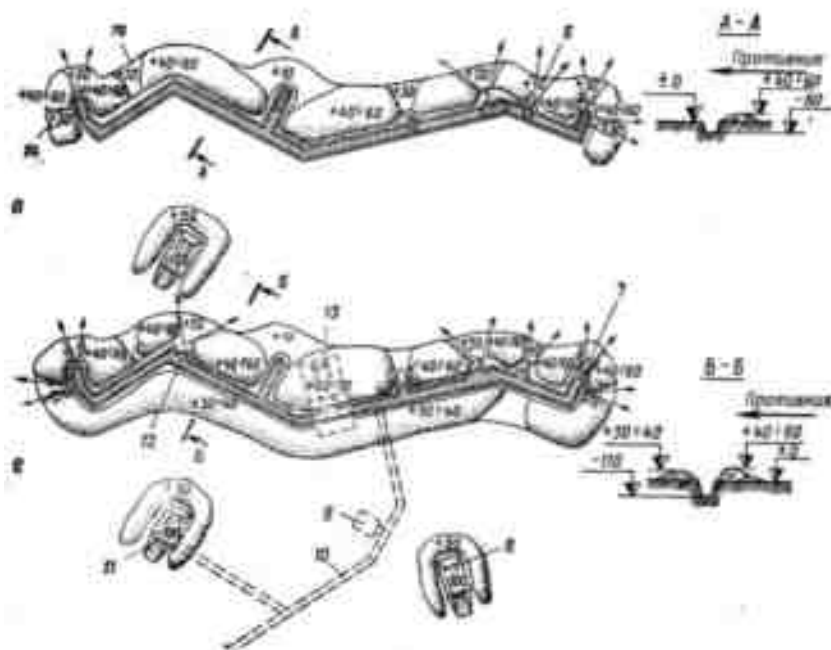


Рис 2. Бойова позиція механізованого відділення

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		15

2) Вогневих позицій БМП, БТР, танків та інших вогневих засобів;

Вогневі позиції БМП, БТР, танків та інших вогневих засобів – це спеціально підготовлені або вибрані ділянки місцевості, призначені для розміщення бойової техніки та особового складу з метою ефективного ведення вогню по противнику, що забезпечують максимальне маскування, захист (зазвичай, за допомогою окопів) та найкращі умови для огляду і обстрілу в заданому секторі. Такі позиції мають забезпечувати приховане розміщення техніки від наземного та повітряного спостереження противника. Це досягається використанням природних укриттів (складки місцевості, рослинність) або штучними засобами (маскувальні сітки, окопи).

Позиції повинні забезпечувати захист екіпажу та техніки від усіх видів ураження (стрілецька зброя, уламки, артилерійський вогонь). Для цього обладнуються окопи (для танків і БМП) або перекриті щілини. Позиція має бути зв'язана шляхами з'їзду та виїзду з запасними (хибними) позиціями та укриттями для забезпечення швидкого маневру (зміни позиції після відкриття вогню). Позиція повинна надавати максимальний огляд (спостереження) та забезпечувати найкращі умови для ведення вогню у заданому секторі (секторі обстрілу) по ймовірних напрямках наступу противника.

При проектуванні й облаштуванні вогневих позицій необхідно враховувати тактичні, технічні та екологічні фактори: характеристики озброєння (дальність, сектор та щільність вогню), масу і геометрію техніки, рельєф і ґрунтові умови, можливі режими застосування засобів ураження противника (артилерійський, авіаційний, мінометний), а також питання довготривалої експлуатації і безпеки (пожежна безпека, відведення газів і димів, контроль за концентрацією парів ПММ).

Оцінка ефективності вогневих позицій здійснюється за сукупністю показників: бойової спроможності (покриття секторів, щільність та точність вогню), захищеності (коефіцієнти зниження вірогідності ураження), оперативності (час розгортання/переміщення, швидкість поповнення боєприпасів)

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		16

та стійкості до засобів розвідки й ураження. Рациональна інтеграція інженерних заходів, маскувальних засобів, організаційно-штатних процедур і технічних рішень забезпечує оптимальний баланс між вогневою потужністю, захищеністю та маневреністю підрозділів.

Приклад обладнаних вогневих позицій для артилерії наведено на рис.3.

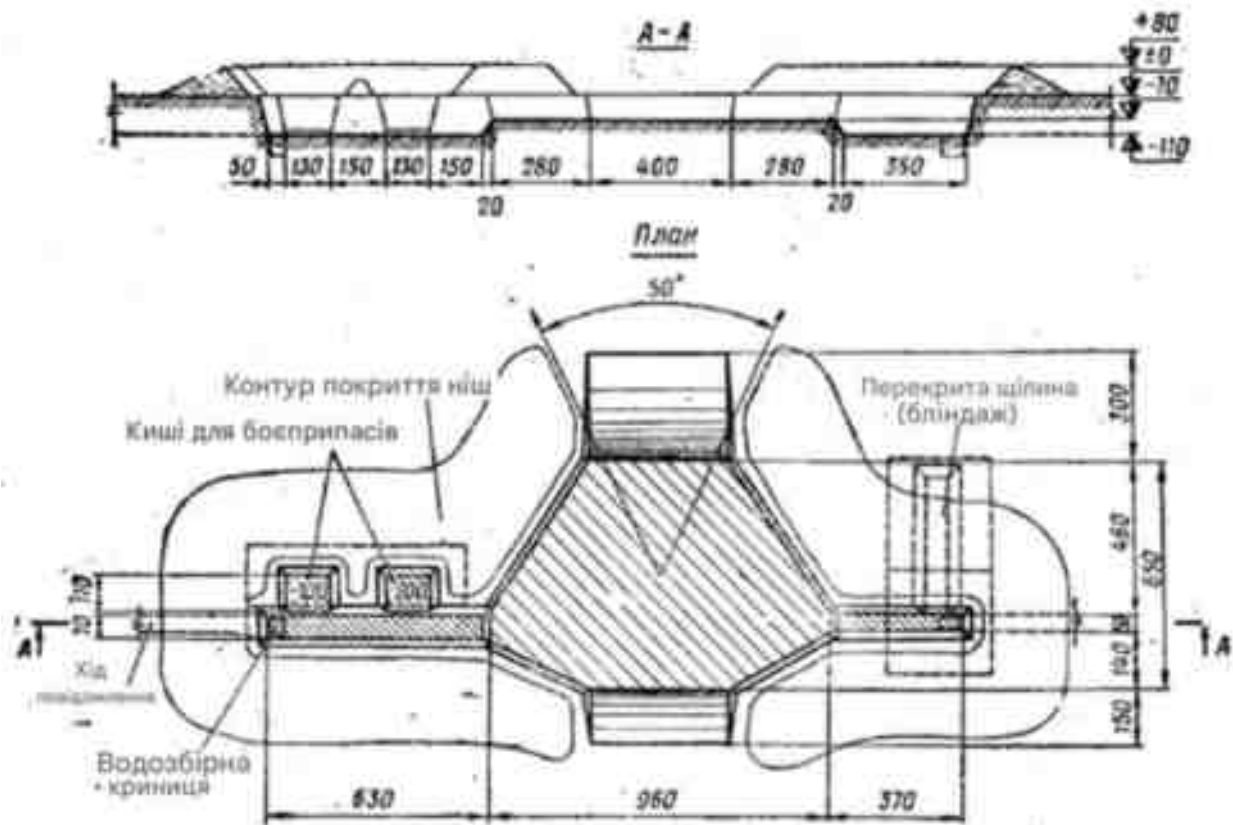


Рис 3. Окоп для 122-мм гаубиці Д-30

Приклади обладнаних вогневих позицій для ракетної техніки наведено на рис.4.

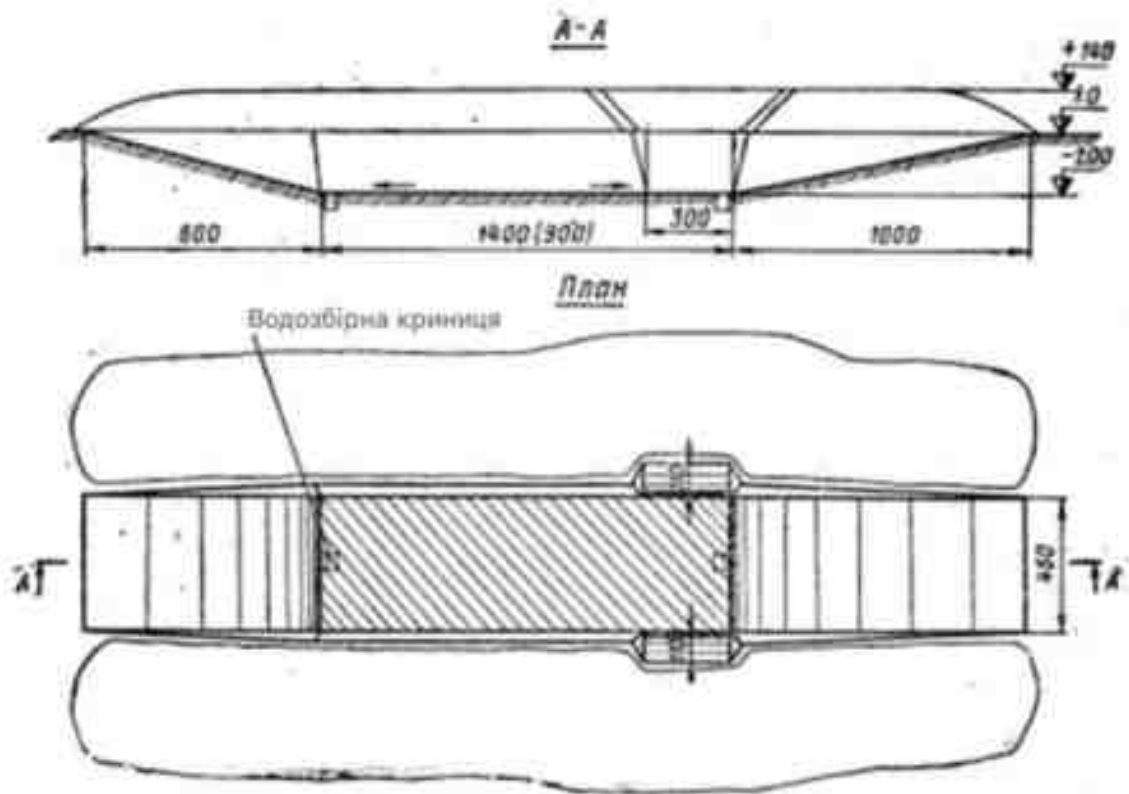


Рис 4. Окоп для виробів 9П120 та 9В243

Приклади обладнаних вогневих позицій для зенітної установки наведено на рис.5.

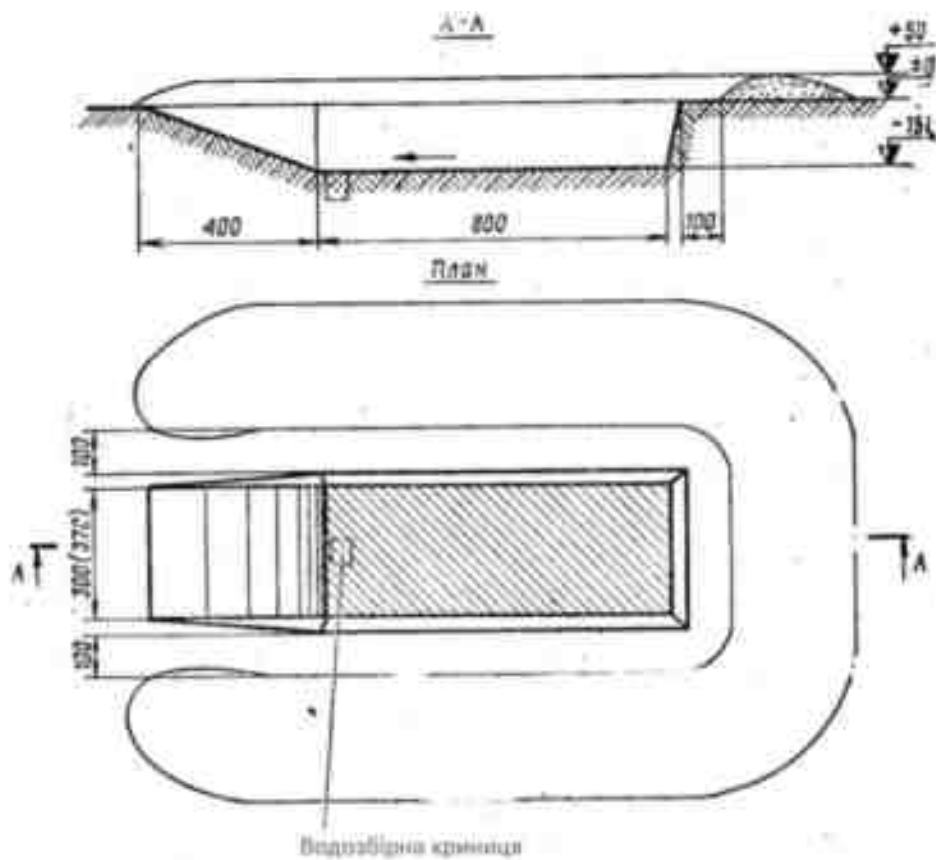


Рис 5. Окоп для виробу 9А33Б

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		18

### 3) Позиції групи управління і вогневої підтримки;

Позиції групи управління і вогневої підтримки – це інженерно-тактично спроектовані місця розташування командних пунктів та вогневих засобів, призначені для здійснення безпосереднього керування підрозділами й організації ефективної вогневої підтримки під час виконання бойових завдань.

До ключових функціональних ознак таких позицій належать:

- Організаційна функція управління – забезпечення безперервного процесу прийняття рішень, координації дій підрозділів, обробки інформації розвідки й передавання цілевказівок;
- Вогнева функція – забезпечення безпосереднього або коригувального вогневого ураження супротивника з метою підтримки маневру власних сил;
- Інфраструктурне забезпечення – наявність засобів зв'язку, командно-контрольного обладнання, пунктів спостереження, а також місць зберігання боєприпасів і запасів матеріально-технічного забезпечення;
- Захищеність – інженерне укріплення, маскування та заходи протидії розвідці й ураженню (екрани, заглиблення, протишочкові елементи), що забезпечують живучість апаратури й особового складу під час вогневого впливу противника;
- Мобільність і резервування – продумана можливість швидкої зміни позиції, дублювання каналів зв'язку та наявність резервних майданчиків управління і вогню для зменшення вразливості в разі ураження основних пунктів.
- При проектуванні позицій групи управління і вогневої підтримки враховуються такі техніко-тактичні вимоги:
  - Розташування з урахуванням ліній командування, секторів спостереження та оптимальних маршрутів підвезення матеріалів і евакуації;
  - Взаємодія з вогневими підрозділами, розвідкою та штабами суміжних родів військ (синхронізація цілевказування, часів вогню, мінімізація ризику взаємного ураження);
  - Енергетичне та комунікаційне забезпечення – автономні джерела живлення, захищені лінії зв'язку (кабельні, радіо) та засоби шифрування;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		19

- Підтримка бойової готовності – організація місць для оперативного технічного обслуговування, поповнення боєприпасів і медичного забезпечення;
- Екологічно-технічні заходи – відвід відпрацьованих газів, , протипожежні засоби.

Оцінка ефективності позицій здійснюється за критеріями оперативності управління (час прийняття й доведення рішень), точності і швидкості цілевказання, рівня захищеності (ймовірність виживання апаратури й персоналу при заданих сценаріях ураження), стійкості зв'язку та здатності забезпечувати безперервну вогневу підтримку під час інтенсивних бойових дій. Рациональне поєднання інженерних рішень, технічних засобів і процедур взаємодії забезпечує оптимальний баланс між керованістю, вогневою ефективністю та живучістю позицій.

Приклад Споруд спостереження групи управління наведено на рис.6.

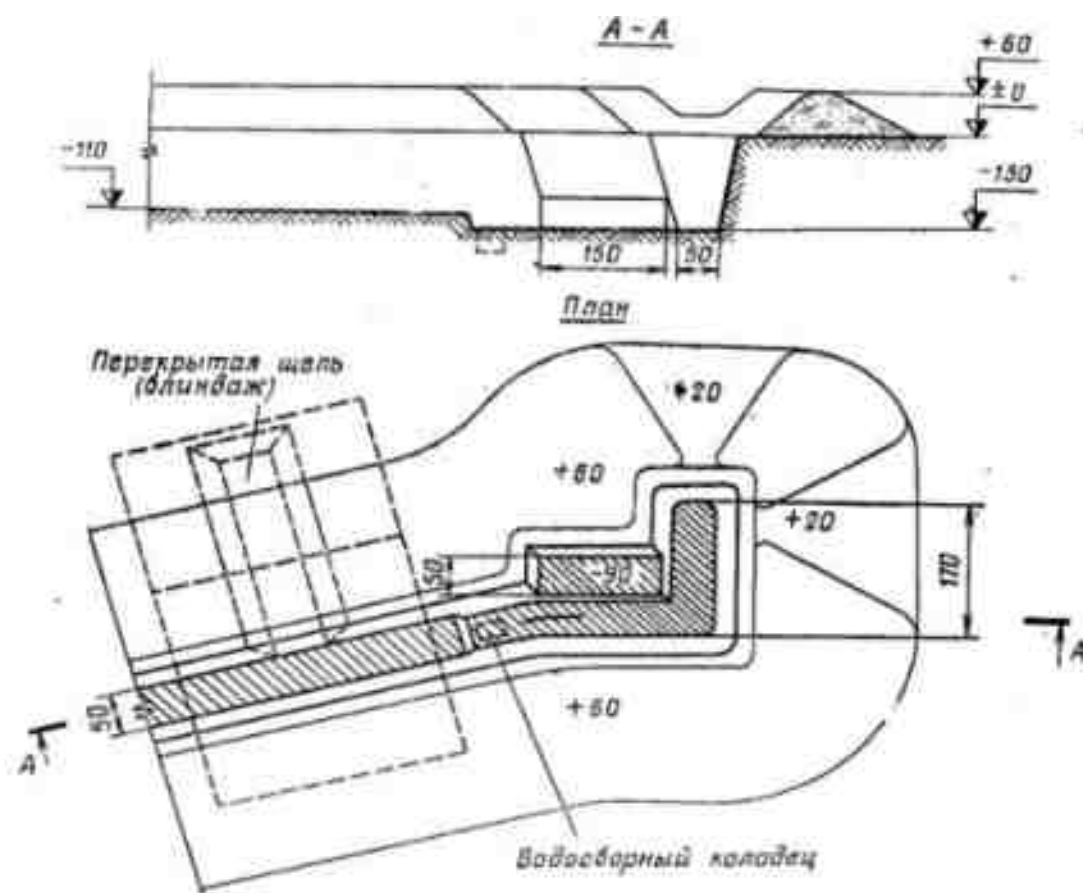


Рис 6. Відкрита споруда для спостереження командира взводу

- 4) Місць розташування бойових машин;

Місця розташування бойових машин – це райони, позиції або лінії, де бойові машини (наприклад, БМП, БТР) розташовуються для виконання завдань, таких як оборона, наступ або спостереження, розміщення, маневрування, технічне обслуговування та оперативне застосування броньованих бойових одиниць. До їхніх основних функціональних ознак належать: забезпечення безпечного стоянкового положення з урахуванням мінімізації вразливості під час вогневого та техногенного ураження; наявність конструктивних елементів захисту (берми, заглиблення, укріплені площадки, маскувальні покриття); організація зручних під'їздів і місць для заправки, поповнення боєзапасами та технічного обслуговування; а також передбачення маршрутів для швидкого виходу на бойовий маневр і евакуації пошкодженої техніки.

Проектування місць розташування бойових машин здійснюється з урахуванням тактико-технічних характеристик техніки (габарити, маса, радіус повороту, тепловий і акустичний підписи), рельєфно-грунтових умов, заходів протидії розвідці (маскування, мінімізація теплового та радіолокаційного підписів), а також вимог пожежної та екологічної безпеки. Конструктивні рішення повинні забезпечувати оптимальне співвідношення між захищеністю і мобільністю: передбачати можливість швидкої зміни позицій, дублювання критичних елементів інфраструктури (пункти заправки, склади ПММ), а також розосередження для зниження ризику масових втрат.

Критерії ефективності місць розташування включають: рівень захищеності (зниження ймовірності ураження при заданих сценаріях), оперативність розгортання і виходу на рубіж, забезпеченість технічним і логістичним ресурсом, можливість проведення технічного обслуговування та евакуації техніки. Раціональна організація таких місць, інтегрована в систему командування і логістики, підвищує живучість підрозділу та бойову спроможність у складних умовах бойових дій.

Приклад окопу для БМП (бойової машини піхоти) наведено на рис.7.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		21

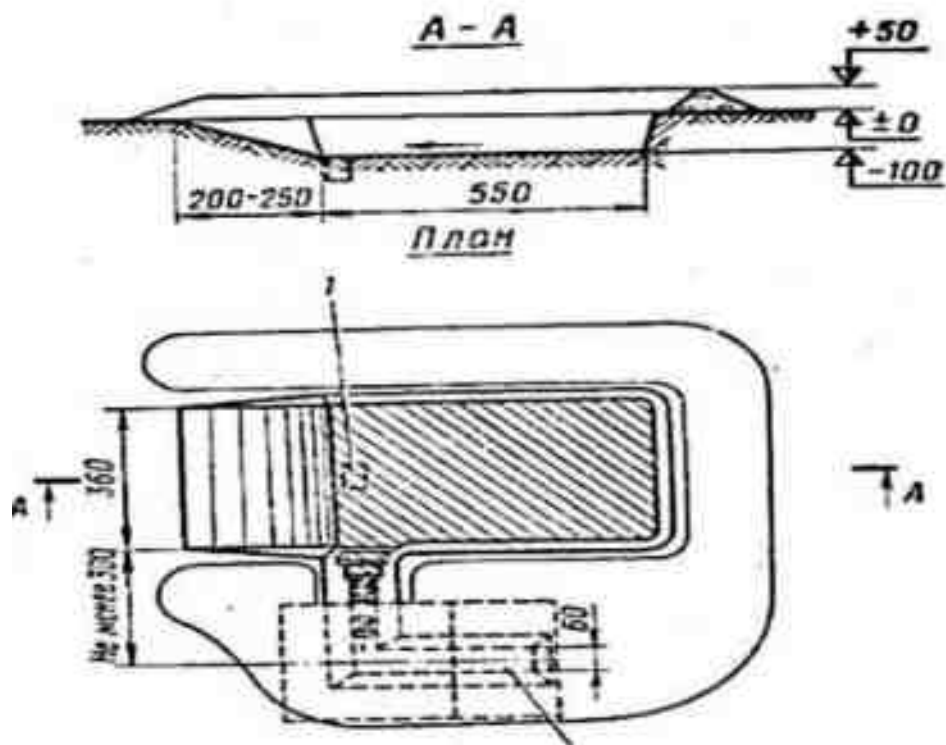


Рис 7. Окоп для БМП

Приклад окопу для БТР (бронетранспортеру) наведено на рис.8.

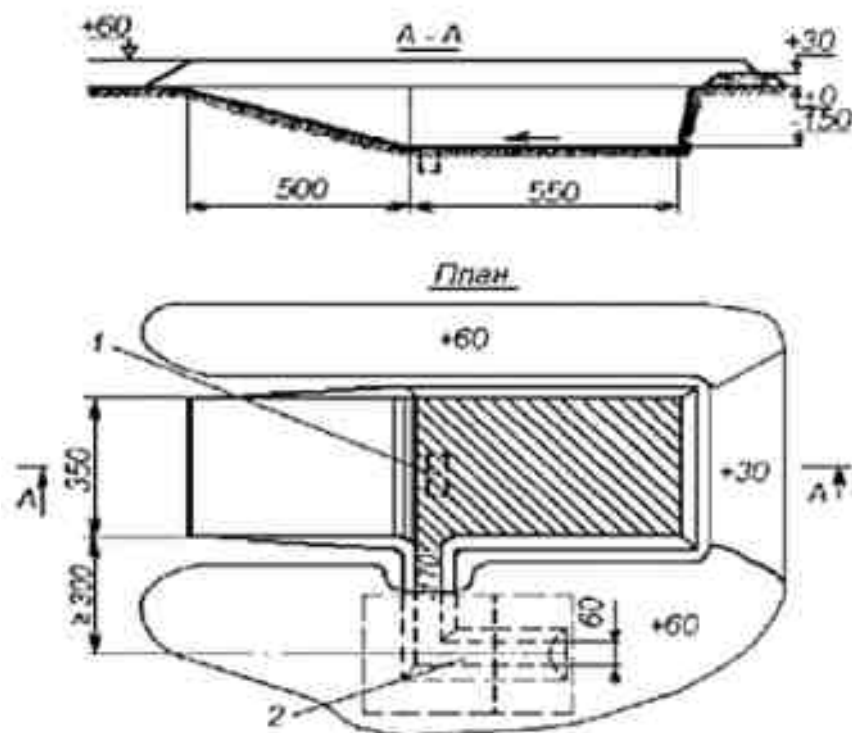


Рис. 8 Окоп для БТР

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		22

5) місце розміщення запасів боєприпасів;

Місця розміщення запасів боєприпасів – це спеціально відведені та організаційно-технічно облаштовані ділянки, приміщення або споруди, призначені для зберігання, обліку та оперативного забезпечення військових підрозділів засобами боєприпасного забезпечення, що відповідають вимогам безпеки, протипожежного захисту та охорони.

До основних ознак таких місць належать: чітко визначена функціональна мета (резервне зберігання, поповнення, підготовка до видачі), нормативно закріплені умови зберігання (температурно-вологісний режим, терміни зберігання, пакування), організаційно-адміністративні заходи (облік, інвентаризація, доступ), а також інженерно-технічні засоби безпеки (охорона, протипожежні системи), що забезпечують мінімізацію ризиків нештатних ситуацій. Водночас місця розміщення запасів боєприпасів підлягають регламентації відповідними національними нормативними актами та інструкціями, які визначають класифікацію, порядок експлуатації, відповідальність персоналу та взаємодію з органами управління у сфері безпеки. Приклад місця для розміщення запасів боєприпасів наведено на рис.9.

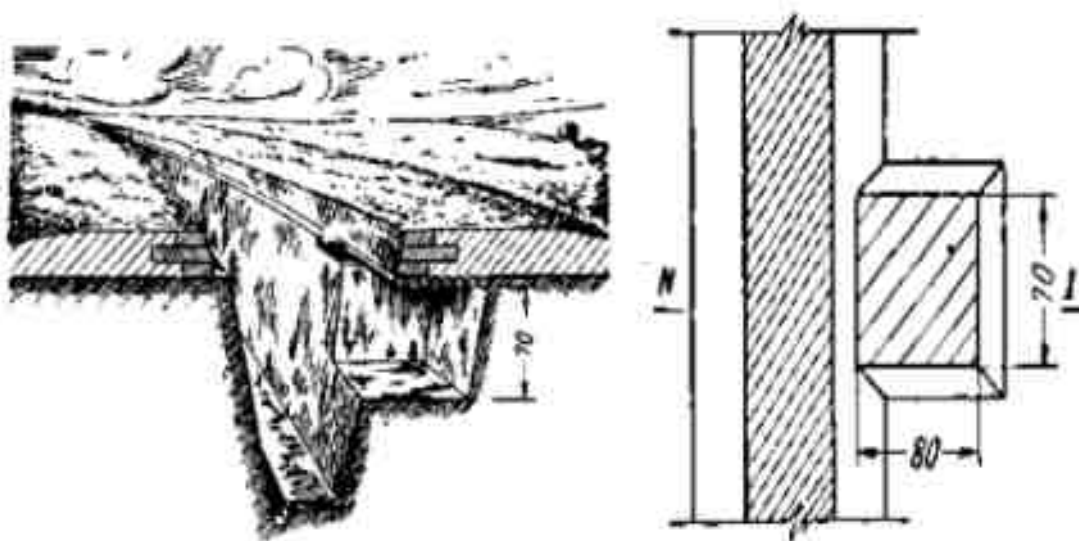


Рис. 9 Місце для зберігання боєприпасів

б) місць для укриття особового складу;

Місця для укриття особового складу – це фортифікаційні або інші підземні споруди, як-от підвали, цокольні поверхи, протирадіаційні укриття, підземні паркінги та сховища, призначені для захисту людей від ураження небезпечними чинниками під час надзвичайних ситуацій, особливо під час військових дій.

Найпростіші укриття це підвали, цокольні та підвальні приміщення житлових, промислових або адміністративних будівель, а також овочесховища та льохи. Сховища цивільної оборони: це спеціально збудовані заглиблені споруди, які мають залізобетонні перекриття і можуть витримувати прямі влучання авіабомб. Споруди подвійного призначення (СПП): це об'єкти, які мають основну цивільну функцію в мирний час, але можуть використовуватися як укриття в разі небезпеки, наприклад, підземні паркінги чи переходи. Протирадіаційні укриття (ПРУ): призначені для захисту від радіації. Вони обладнуються системами вентиляції, запасами води та нарами для відпочинку.

Проектування і розміщення місць укриття здійснюється з урахуванням тактичних і геоінженерних умов, транспортно-евакуаційних маршрутів, логістичної доступності та мінімізації ризиків вторинного ураження; передбачаються засоби пожежної безпеки, охорони та зв'язку, а також механізми оперативного приведення в готовність і підтримання працездатного стану.

Нормативно-технічні вимоги до таких місць включають критерії надійності, довговічності та адаптивності до різних сценаріїв загроз, контроль технічного стану і регулярне тренування персоналу з відпрацювання дій у разі надзвичайної ситуації.

Приклад місця для укриття особового складу наведено на рис.10.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		24

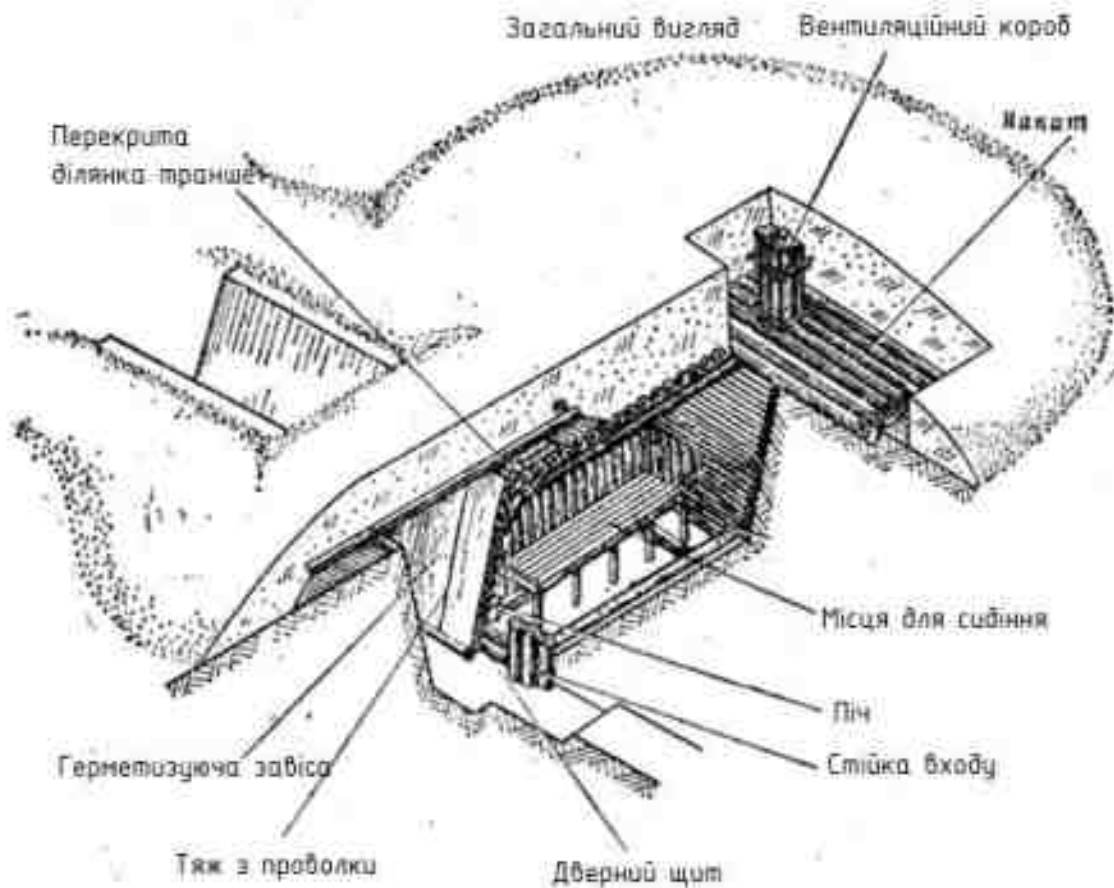


Рис. 10 Місце для укриття особового складу(бліндаж з лісоматеріалів)

7) місце для збору та надання допомоги пораненим;

Місця для збору та надання допомоги пораненим – це спеціально обладнані ділянки або приміщення, призначені для здійснення первинного медичного сортування, надання невідкладної домедичної та медичної допомоги, а також підготовки постраждалих до подальшої евакуації у лікувальні заклади.

Такі місця є невід’ємним елементом системи медичного забезпечення військових формувань і цивільного захисту, що функціонують у межах бойових дій або в умовах надзвичайних ситуацій.

Їх організація базується на принципах безперервності медичної допомоги, оперативності реагування та раціонального використання наявних ресурсів. Медичні пункти збору поранених розташовуються з урахуванням тактичної обстановки, транспортної доступності, можливості укриття від вогневого впливу противника та забезпечення евакуаційних маршрутів. Вони оснащуються необхідними засобами медичного призначення, перев’язочними матеріалами,

обладнанням для стабілізації життєво важливих функцій, а також системами зв'язку і координації з вищими ланками медичної служби.

Основними функціями таких пунктів є: оперативний збір поранених із зони ураження, проведення медичного сортування за ступенем тяжкості травм, надання першої лікарської допомоги, здійснення тимчасової ізоляції інфекційних або критичних пацієнтів та забезпечення подальшої евакуації до госпіталів або стабілізаційних центрів.

Місця збору та надання допомоги пораненим виконують ключову роль у збереженні життя та відновленні боєздатності особового складу, забезпечуючи реалізацію принципів поетапного медичного забезпечення в умовах бойових дій або надзвичайних ситуацій.

Споруди для захисту особового складу можна використовувати в якості місць для збору та надання допомоги пораненим.

Приклад місця для збору та надання допомоги пораненим наведено на рис. 11.

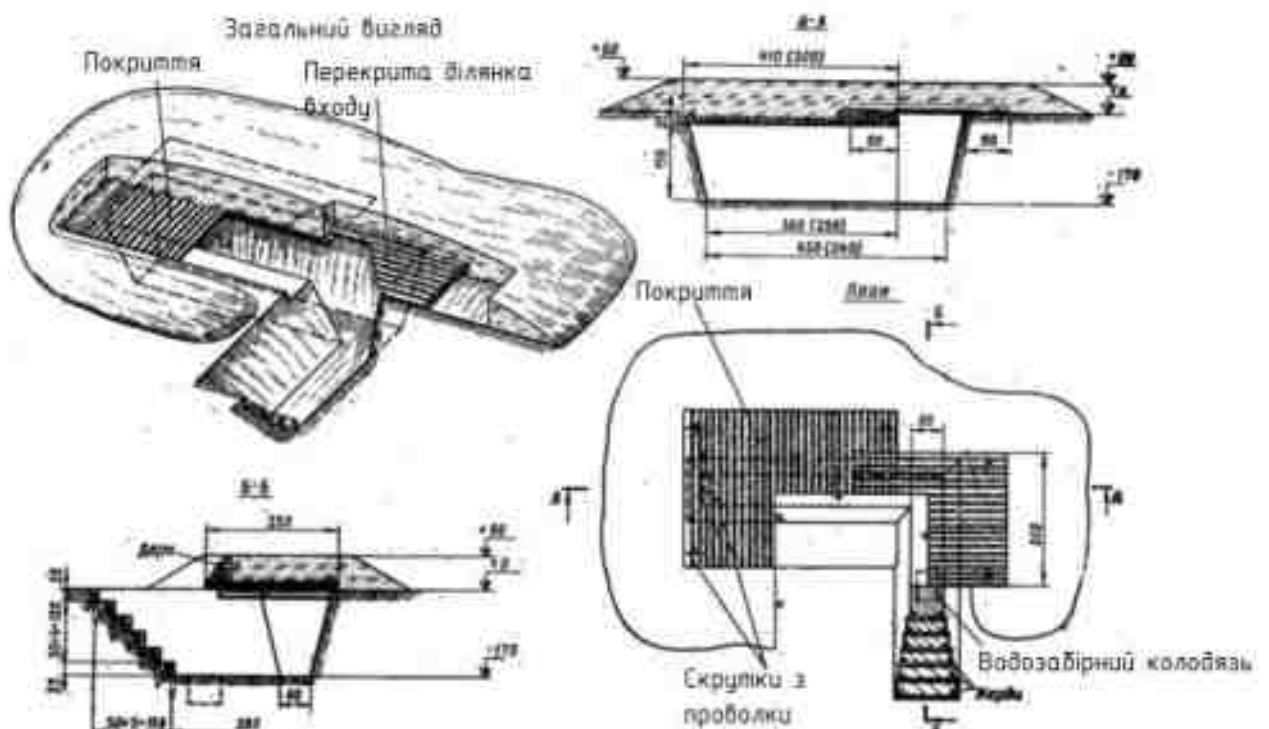


Рис. 11 Перекрита щілина (місце для збору та надання допомоги пораненим)  
8) відхожих місць;

Відхожі місця – це спеціально облаштовані санітарно-гігієнічні об’єкти, призначені для задоволення природних фізіологічних потреб людини в умовах експлуатації будівель, споруд або тимчасових таборів.

Вони є невід’ємною складовою системи санітарного забезпечення та сприяють підтриманню належного рівня гігієни, запобіганню забрудненню навколишнього середовища та поширенню інфекційних захворювань.

Організація відхожих місць здійснюється з урахуванням санітарних норм і правил, передбачених чинними будівельними стандартами (ДБН, ДСанПіН тощо). Вони повинні бути розташовані на безпечній відстані від джерел питної води, житлових приміщень і місць зберігання продовольства, мати достатню вентиляцію, захист від потрапляння опадів і можливість регулярного очищення.

У польових або фортифікаційних умовах відхожі місця можуть мати спрощену конструкцію – у вигляді тимчасових санітарних споруд (польові туалети, вигрібні ями тощо), але при цьому мають забезпечувати мінімальний вплив на навколишнє середовище та безпечні умови для особового складу.

Таким чином, відхожі місця виконують важливу функцію у забезпеченні санітарно-епідеміологічного благополуччя та створенні безпечних умов життєдіяльності особового складу або цивільного населення в умовах обмеженого простору чи автономного перебування.

9) траншей і ходів сполучення.

Траншеї і ходи сполучення – це інженерно-фортифікаційні споруди, призначені для захисту особового складу від вогневого ураження противника, забезпечення прихованого пересування, ведення спостереження та організації оборони на місцевості.

Траншея є основним елементом системи польових укріплень і являє собою довгасту заглиблену споруду, що дозволяє військовослужбовцям вести бойові дії з укриття, зменшуючи вплив вогневих, вибухових і радіаційних факторів. Її конструкція забезпечує необхідний рівень захисту та зручність для ведення вогню, спостереження і пересування вздовж позицій.

Ходи сполучення – це заглиблені лінійні споруди, які з'єднують між собою траншеї, бліндажі, укриття, командні пункти та інші елементи оборонної системи. Вони забезпечують безпечно та приховане пересування особового складу, підвезення боєприпасів, евакуацію поранених і підтримання стійкої взаємодії між підрозділами.

Будівництво траншей і ходів сполучення здійснюється з урахуванням інженерно-геологічних умов, характеру місцевості, рівня загрози та вимог бойового завдання. При проектуванні таких споруд дотримуються норм і стандартів інженерного забезпечення, що визначають параметри глибини, профілю, укріплення стінок і дренажних систем для забезпечення їхньої довговічності та безпечної експлуатації.

Таким чином, траншеї і ходи сполучення є ключовими елементами системи польових укріплень, що підвищують живучість особового складу, ефективність оборонних дій та стійкість оборонних позицій у бойових умовах. Приклад траншеї або ходу сполучення наведено на рис.12.

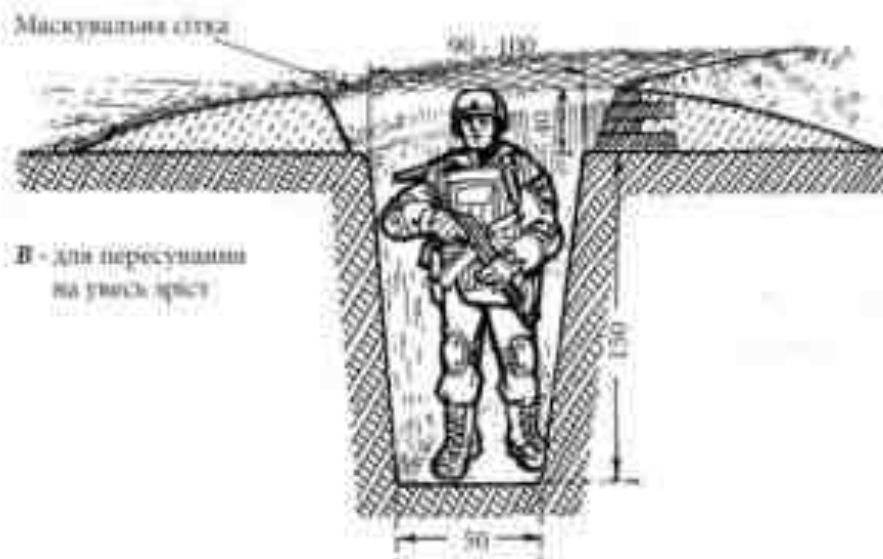


Рис. 12 Траншея повного профілю

**Фортифікаційні споруди механізованих відділень, що проектуються**

Даним дипломним проектом передбачено облаштування двох відділень з переліком фортифікаційних споруд та їх елементів (інженерних споруд), що наведені нижче. Такі фортифікаційні споруди призначені для захисту особового

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		28

складу, нанесення вогневого ураження ворогу, управління військами, спостереження, та нормального функціонування опорного пункту.

1. Одиночна стрілецька закрита споруда (типу ДЗОТ) – 6 одиниць
2. Подвійна стрілецька закрита споруда (типу ДЗОТ) – 3 одиниць
3. Одиночний стрілецький відкритий окоп – 1 одиниця
4. Відкрита вогнева позиція кулеметника – 1 одиниця
5. Подвійна закрита вогнева позиція кулеметників (залізобетонна або металева) – 1 одиниця
6. Відкрита вогнева позиція гранатометників – 1 одиниця
7. Пост спостереження командира відділення – 2 одиниці
8. Окремий бліндаж для особового складу – 3 одиниці
9. Підземне укриття – 4 одиниці
10. Надземне укриття – 2 одиниці
11. Командний пункт – 2 одиниці
12. Укриття/погрібець для боєприпасів – 4 одиниці
13. Окоп для БТР – 2 одиниці
14. Окоп для БМП – 2 одиниці
15. Вихід з окопу (ходу сполучення) – 12 одиниць
16. Відхоже місце – 2 одиниці

### **Інженерні загородження**

Інженерні загородження – це комплексна система мінно-вибухових, невибухових та інших штучно створених перешкод на місцевості, що призначена для затримки, знищення противника, перешкоджання його маневру та створення сприятливих умов для вогневого ураження. Їх створюють для нанесення втрат ворогу та змушування його рухатись у вигідному для наших військ напрямку.

Крім цього були запроектовані інженерні загородження:

Невибухові: Дворядне спіральне дротяне загородження – 1471 м., ескарп – 767м.

Вибухові: Змішане мінне поле – 1487 м.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		29

### 1.3 Топологічна схема відділень

Топологічна схема розміщення елементів відділення - це графічне представлення просторового розташування і взаємозв'язків тактичних, технічних та інженерно-обслуговуючих елементів військового відділення в межах заданого району дій, що відображає оптимальні позиції для ведення бою, забезпечення управління, логістики та евакуації.

До складу топологічної схеми зазвичай входять такі елементи: бойові позиції особового складу та техніки, ходи сполучення, пункти управління і зв'язку, вогневі точки, склади боєприпасів і ПММ, медичні пункти, спостережні та коригувальні позиції, засоби маскуванню і технічні інженерні перешкоди. Схема визначає не лише розташування кожного елемента, а й характер їх взаємодії – напрямки руху, канали зв'язку, шляхи постачання та евакуації.

Функціональна мета топологічної схеми полягає в забезпеченні максимальної бойової ефективності і живучості відділення при мінімальних витратах ресурсів: скороченні часу на маневр, оптимізації маршрутів постачання, зменшенні взаємної вразливості елементів та забезпеченні безперервності управління. Схема служить інструментом для планування розміщення уражуваних та укритих зон, синхронізації дій між підрозділами і координації з доданими вогневими засобами.

При розробленні топологічної схеми враховуються тактико-технічні характеристики підрозділу (штатний склад, озброєння, мобільність), рельєф і ґрунтові умови місцевості, видимість і секторність спостереження, наявність транспортних під'їздів, ризику вогневого ураження і розвідки противника, а також екологічні та інженерно-геологічні обмеження. Важливими є також фактори маскуванню (тактичної та технічної маскування) і можливості використання природних укриттів.

Технічно топологічна схема може бути представлена у вигляді картографічного плану, креслення або блок-схеми з нанесенням умовних позначень, розмірних параметрів і вказівок щодо організації інженерних робіт.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		30

Вона повинна містити кількісні характеристики (відстані, кути секторів вогню, радіуси дії засобів), а також опис взаємозв'язків (черговість сповіщення, порядок поповнення боєзапасів, маршрути евакуації).

Критеріями оцінки адекватності топологічної схеми є: забезпечення оглядовості і вогневого прикриття, мінімізація часу перебування вразливих пересувань, резервування критичних елементів, сумарна стійкість до різних видів ураження та відповідність вимогам бойового завдання. Аналіз схеми проводиться за допомогою тактичного моделювання, візуально-інформаційної оцінки і, за необхідності, польових випробувань.

Таким чином, топологічна схема розміщення елементів відділення є фундаментальним проєктно-організаційним документом, що забезпечує системний підхід до розгортання і функціонування підрозділу в бойових умовах, інтегруючи інженерні, тактичні та логістичні аспекти в єдину структуровану модель.

Топологічна схема розміщення елементів відділення представлена на рисунку нижче:

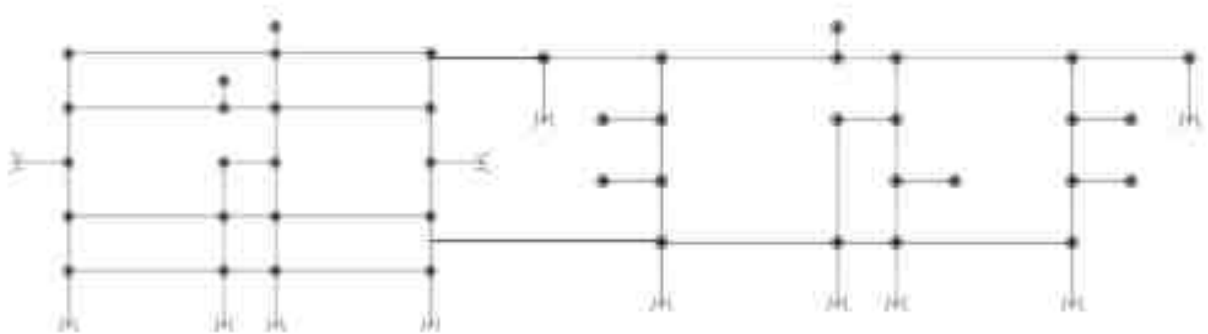


Рис. 13 Топологічна схема відділення

Де  $\text{⌋}$  - Вихід з окопу(ходу сполучення),

$\text{⊕}$  - Точки розгалудження мережі ходів сполучення

— - Хід сполучення

КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

Консультант Скочко В.І.

Здобувач Гундар І.А.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		32

## РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ

### РОЗДІЛ 2.1 БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ

#### 2.1.1 Запроектовані фортифікаційні споруди

Для проектування опорного пункту призначеного для двох механізованих відділень були використані такі типові конструктивні рішення фортифікаційних споруд:

Для одиночної стрілецької закритої споруди (типу ДЗОТ) було обрано типові рішення споруди з остовом безврубкової конструкції для стрільби з кулемета. Вогневу споруду з лісоматеріалів з остовом безврубкової конструкції для стрільби з кулеметів ПК, РПК і РПК-74 влаштовують з колод діаметром 16-20 см. Вона має одну амбразуру та забезпечує ведення вогню з кулемета в секторі  $60^\circ$ . Вогонь з кулемета ведеться з сошок, що встановлюються на столик біля амбразури. Об'єм вийнятого ґрунту  $14 \text{ м}^3$ . На влаштування споруди потрібно 81 чол.-год. Лісоматеріалу -  $6,3 \text{ м}^3$

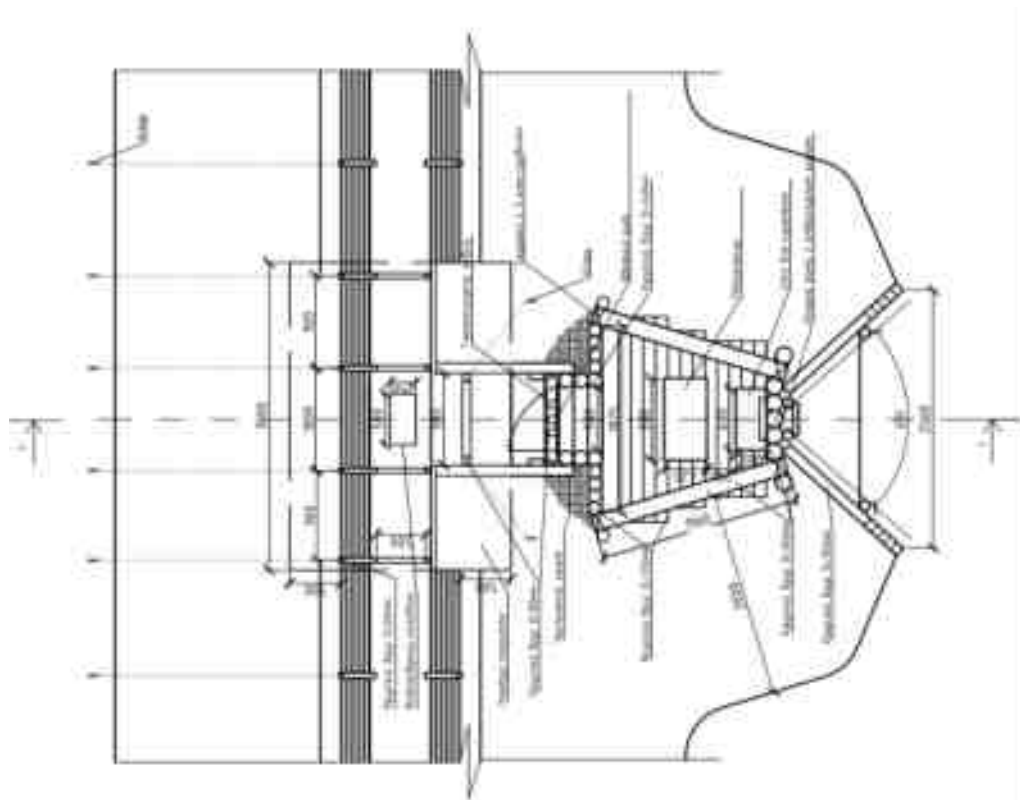


Рис. 14 Одиночна стрілецька закрита споруда (план)

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		33



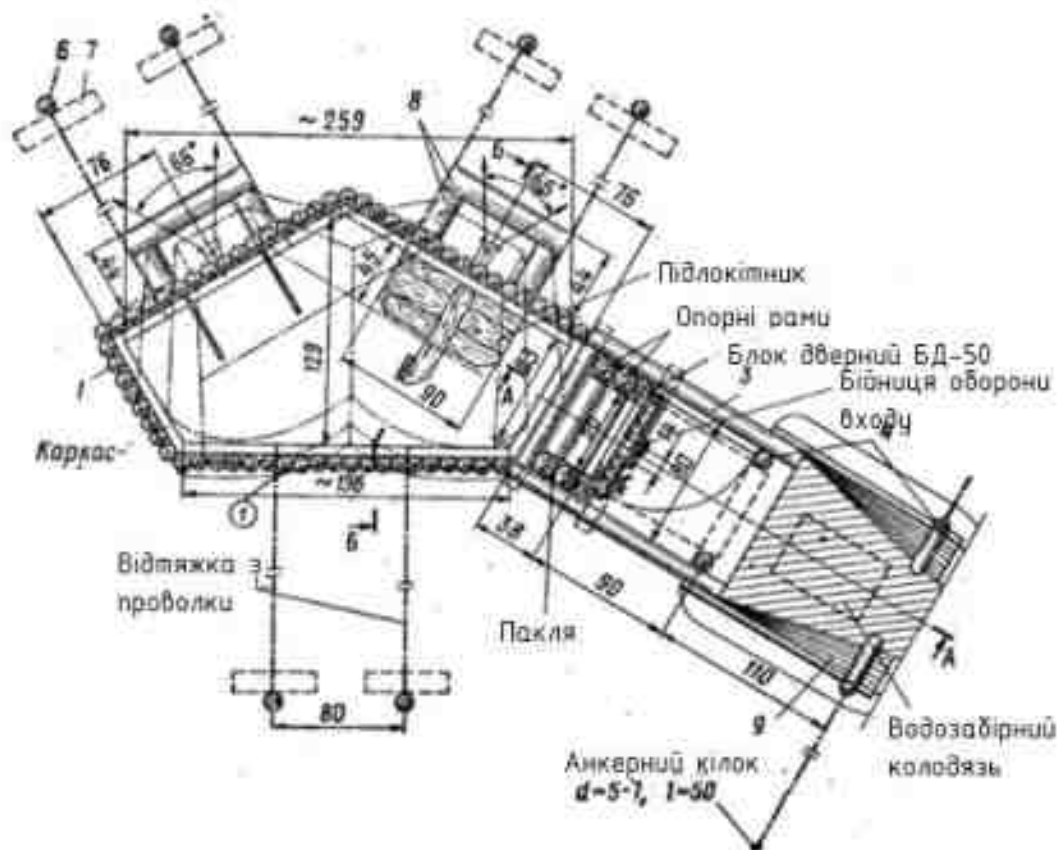


Рис. 16 Подвійна стрілецька закрита споруда СПМ-1

Для одиночного стрілецького відкритого окопу було обрано типове рішення окопу для стрільби з автомата стоячи. Об'єм вийнятого ґрунту – 1,4 м<sup>3</sup>; на улаштування окопу піхотною лопатою необхідно 2,5 люд.-год., саперною лопатою 1,5 люд.-год. Бійниця для стрільби влаштовується з сектором не більше 60°. В боковій частині окопу влаштовується ніша для боєприпасів.

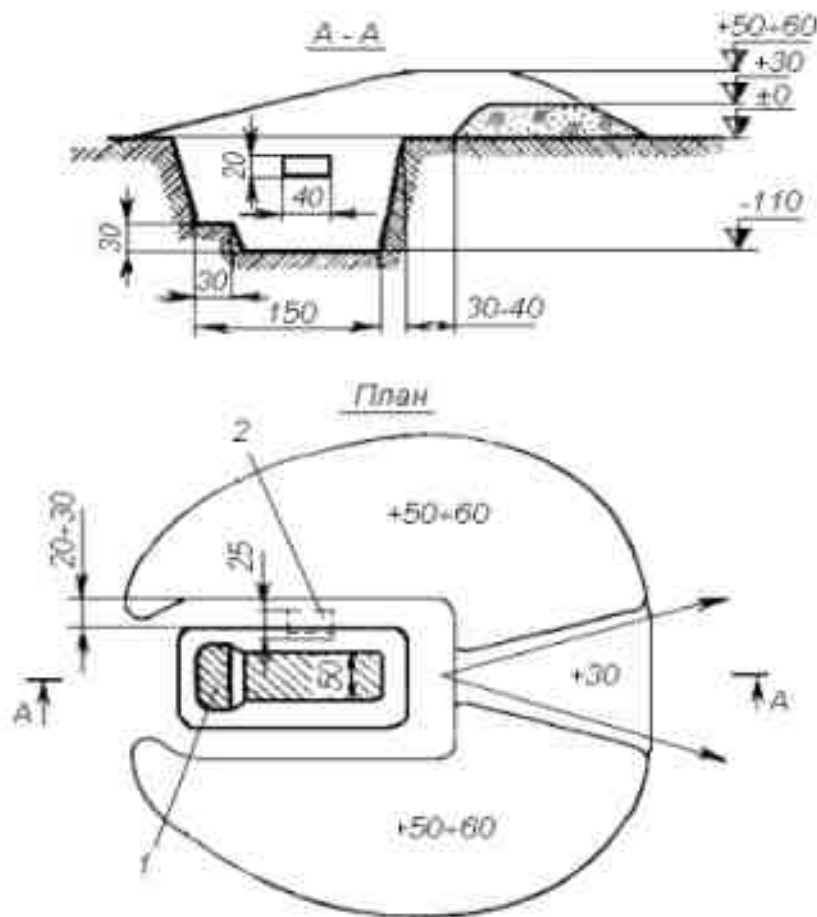


Рис. 17 Одиночний стрілецький відкритий окоп

1 – сходи́нка для ведення кругового обстрілу; 2 – ніша для боєприпасів.

Для відкритої вогневої позиції кулеметника було обрано типове рішення окопу для стрільби з крупнокаліберного кулемета. Даний окоп призначається для кулеметів ПК, ПКС, РПК і РПК-74. Висота брустверу в секторі обстрілу не повинна перевищувати 20 см, а в інших частинах окопу повинна бути не більше 60 см. В одному з торців окопу для стрільби з кулемета влаштовується сходи́нка для ведення вогню у додатковому секторі, а в іншому – ніша для боєприпасів. Для сошок кулемета відривається ровик глибиною 12 см. У слабких ґрунтах окоп влаштовується зі шпунтом (одягом) по відкосах (крутостях). Окоп для стрільби з великокаліберного кулемета влаштовується із сектором обстрілу 50°. Він складається з майданчика для кулемета, ровиків для першого та другого номерів розрахунку, ніш для боєприпасів та бруствера. Майданчик для великокаліберного кулемета влаштовується з одягом крутостей укосів. Окоп може бути приєднаний

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		36

до траншеї або розташований окремо. Об'єм вийнятого ґрунту 6 м<sup>3</sup>. На підготовку окопу потрібно 13 чол.-год., і 0,2 м. кубічних круглого лісу.

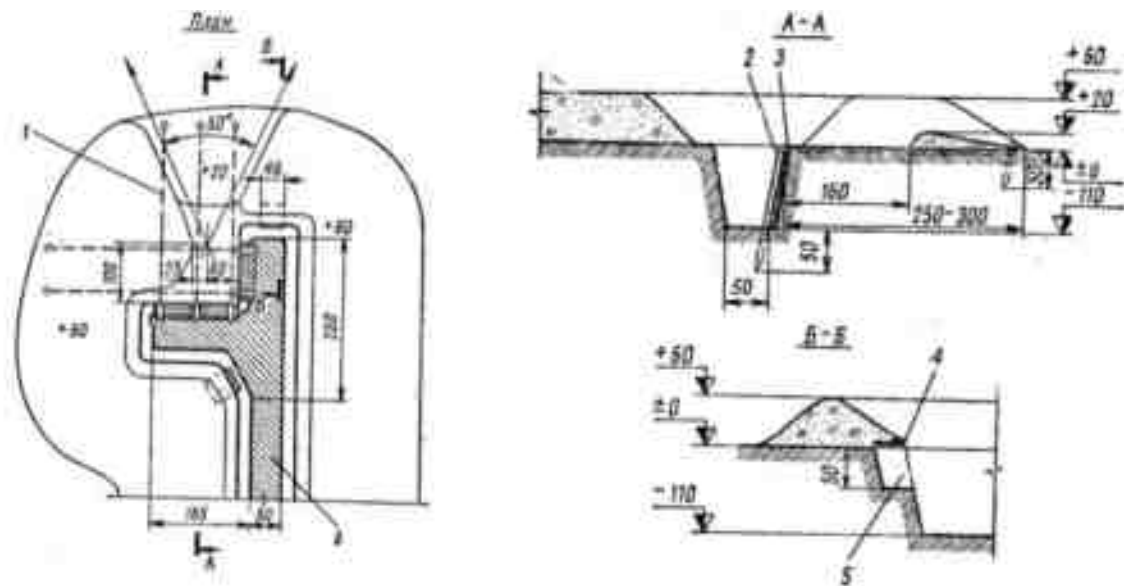


Рис. 18 Відкрита вогнева позиція кулеметника

1 – відтяжка з 3-4-мм дроту у дві нитки; 2 – кілок  $d=8-10$  см,  $l=165$  см; 3 – жердини  $l=140$  см; 4 – жердини  $l=60$  см; 5 – ніша для боєприпасів; 6 – хід сполучення.

Для подвійної закритої вогневої залізобетонної позиції кулеметників було обрано типове рішення збірної залізобетонної кулеметної споруди СПС-2М. Збірна кулеметна споруда СПС-2М збирається із залізобетонних елементів ПС1ад, ПС2д, ПС3 та КЗ. Вона має одну центральну і дві бічні амбразури, одна з яких залежно від умов місцевості закривається і засипається ґрунтом. Біля центральної амбразури встановлюється настінний кулеметний верстат/станина НПС з підлокітником, а біля бокової амбразури настінний верстат/станина без підлокітника. Для встановлення кулемета ПКС (ПКСМ) у споруді має бути кронштейн. Вхід у споруду обладнується металевими захисно-герметичними дверима ДЗГМ з прорізом 50х100 см. Об'єм вийнятого ґрунту 12 м<sup>3</sup>. На влаштування споруди потрібно 1 маш-годину. автокрана та 42 чол. година, металовиробів 501 кг, залізобетону 2,8 м<sup>3</sup>, лісоматеріалу 0,1м<sup>3</sup>.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			37



вогнемета складається з рівчачка глибиною 110 см, нішу для боєприпасів і бруствера. Він забезпечує ведення вогню з гранатомета у секторі до 180°. Об'єм вийнятого ґрунту 1,5 м<sup>3</sup>. На влаштування окопа піхотною лопатою потрібно 2,5 чол.-год., саперною лопатою - 1,5 чол.-год., круглого лісу 0,03 м<sup>3</sup>

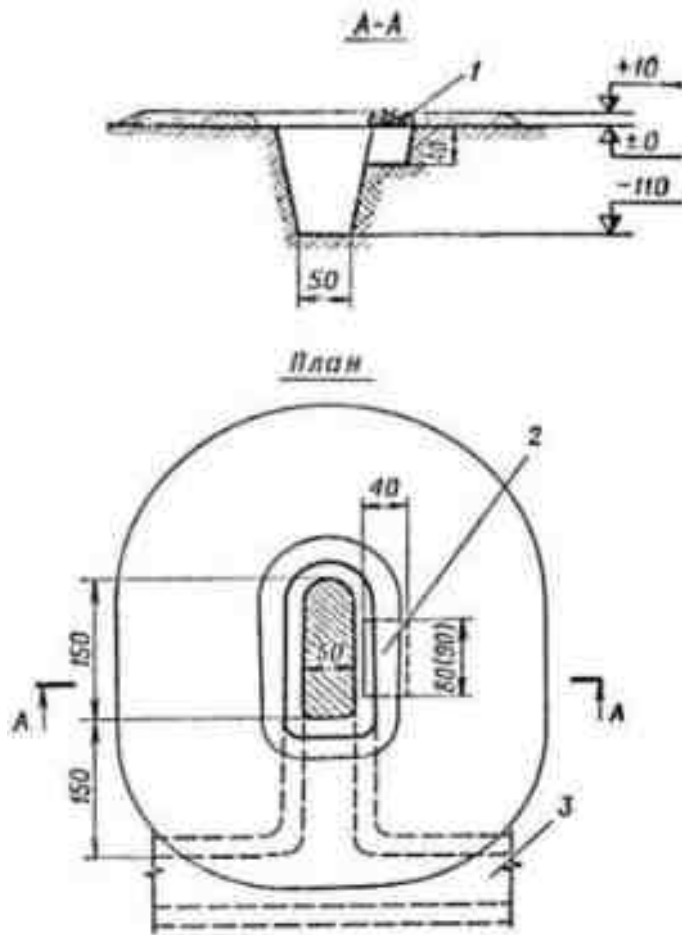


Рис. 21 Відкрита вогнева позиція гранатометника

1 – жердини  $l=120$  см; 2 – ніша для боєприпасів; 3 – траншея.

Для посту спостереження командира відділення було обрано типове рішення відкритої споруди для спостереження командира відділення. Споруди відкритого типу для спостереження на КСП командира влаштовується у вигляді чарунок глибиною 130 см з бруствером заввишки 40-60 см і сидінням для зв'язкового та радиста. Облаштування чарунки з двома амбразурами забезпечує можливість спостереження в секторі до 150 °. Об'єм вийнятого ґрунту 4,6 м<sup>3</sup>. На облаштування споруди піхотною лопатою потрібно 7,5 чол.-год., саперною лопатою 5 чол.-год.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		39

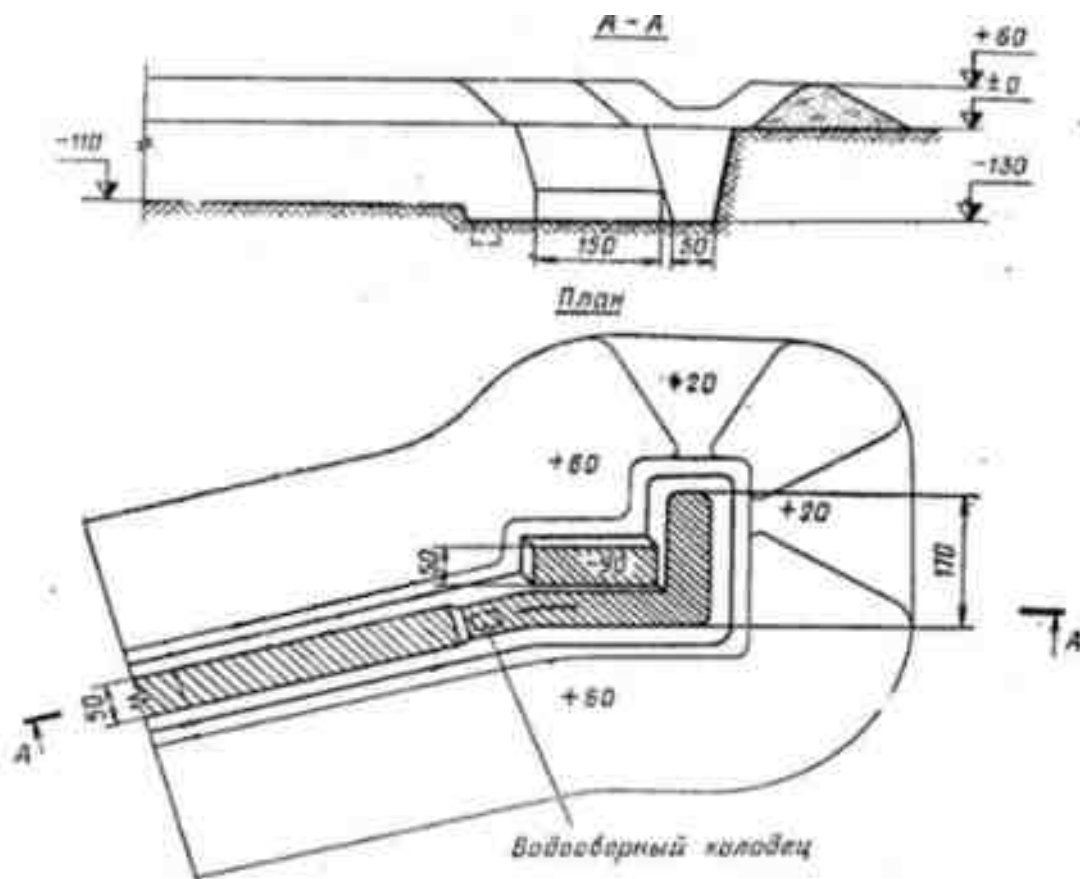


Рис. 22 Пост спостереження командира відділення

Для окремого бліндажу для особового складу було обрано типове рішення бліндажу безврубочної конструкції з лісоматеріалів на відділення. Об'єм витягнутого ґрунту 12 м<sup>3</sup>. На облаштування бліндажу без заготівлі матеріалів потрібно 45 чол. год., лісоматеріалу - 4,5 м<sup>3</sup>, дроту 5 кг. Бліндажі при обладнанні позицій і районів розташування військ зазвичай влаштовують на кожне відділення для особового складу. Залежно від наявних матеріалів бліндажі зводять з тонких колод, жердин і підтоварників (піддонів), мішків з землею та оболонки, елементів хвилястої сталі та інших будівельних матеріалів. Бліндажі влаштовують довжиною 3,6 м, місткістю на 8 осіб (місць для відпочинку лежачи - 4, для відпочинку сидячи 4) або довжиною 2,5 м, місткістю на 4 особи (місць для відпочинку лежачи - 3, для відпочинку сидячи - 1). Вхід у бліндаж обладнають дверним щитом з герметизуючою завісою, а за наявності часу і матеріалів – захисним дверним блоком БД-50 з пиломатеріалів. Ділянку траншеї (ходу

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		40

сполучення) довжиною 2,5 м перед входом у бліндаж перекривають колодами діаметром не менше 14 см з ґрунтовим обсипанням товщиною не менше 0,8 м. У слабких ґрунтах крутості перекритої ділянки траншеї (ходу сполучення) одягають місцевими матеріалами або мішками з землею. У холодну пору року в бліндажах можуть встановлюватися обігрівальні табельні печі або виготовляються на місці з місцевих матеріалів (відер, металевих бідонів та ін.). Для захисту від отруйних речовин та радіоактивного пилу особовий склад, що ховається в бліндажах, застосовує індивідуальні засоби захисту. Освітлення бліндажів здійснюється найпростішими світильниками, що виготовляються з місцевих матеріалів. Для вентиляції бліндажу влаштовується вентиляційний короб з лісоматеріалів, отвір якого закривається найпростішим захисним пристроєм, що забезпечує захист від проникнення ударної хвилі всередину споруди. Речові мішки, протигази та предмети екіпування особового складу, що ховається в бліндажах, зберігаються на нарах (у головах) та під сидіннями; особисту зброю кожен, хто укривається, повинен мати при собі. Бліндаж безврубкової конструкції з лісоматеріалу на відділення (екіпаж) зводять з круглого лісу діаметром 8-16 см. З'єднання елементів кістяка в кутах виробляється без врубок: накат споруди спирається на ґрунт, а забірка стін - на верхні і нижні розпірні рами. У місцях сполучень з розпірками поздовжні елементи в розпірних рамах необхідно підтесувати. Верхня опорна рама з розпірками підвішується до елементів накату за допомогою дротяних скруток. Елементи забірки бічних стін для зручності складання кістяка встановлюють з нахилом у бік глухого торця споруди. При вході в бліндаж, ділянка траншеї, що примикає, обладнується перекритою. Вхідний торець споруди по обидва боки дверного отвору закривається опорними стійками з круглого лісу діаметром 18-20 см, а вхідний отвір, що залишився, шириною 50 см - дверним щитом і герметизуючою завісою з брезента або плащ-намету. При цьому завіса, щоб уникнути проникнення ударної хвилі, через нещільність між стійками входу і елементами дверного щита влаштовується на всю ширину вхідного торця споруди. Відкриття завіси може здійснюватися зсередини споруди. Для цього до привантажувальної жердини прикріплюється за допомогою

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		41



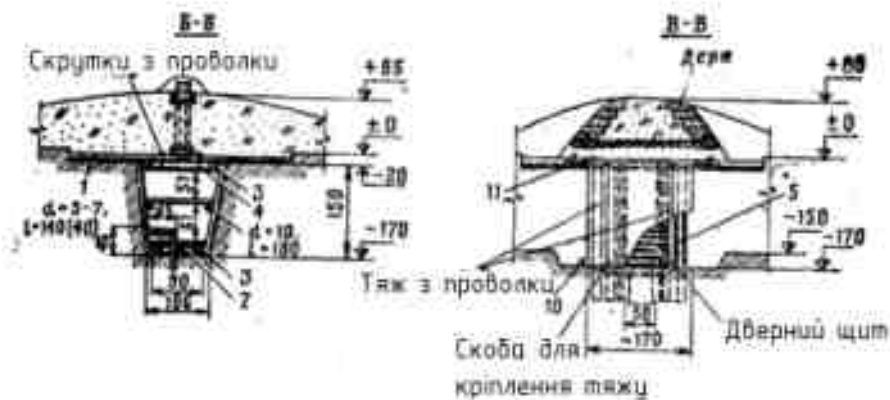


Рис. 25 Окремий бліндаж для особового складу (вузол Б-Б та В-В)

Для підземного укриття було обрано типове рішення бліндажу із елементів хвилястої сталі ФВС із входом «Лаз». Об'єм вийнятого ґрунту 17 м<sup>3</sup>. На влаштування бліндажу без заготівлі матеріалів потрібно 65 чол. год., лісоматеріалу 1,2 м<sup>3</sup>, металовиробів 245 кг, захисно-герметичний вхід «Лаз» - 1 компл. Бліндаж на 8 осіб з елементів хвилястої сталі ФВС з входом «Лаз» має остов склепінчастого перерізу. Для складання остова елементи ФВС з'єднують між собою болтами в замку попарно, а по довжині споруди у нахлест, одна хвиля на іншу. Внизу елементи ФВС спираються на подовжні лежні з окантованих на один кант колод і кріпляться до них за допомогою анкерів або великих цвяхів.

Для сприйняття бічних навантажень між лежнями встановлюють розпірки, які кріпляться до них за допомогою будівельних скоб. Торцеву стіну споруди закривають щитами з колод діаметром не менше 12 см. Для встановлення входу «Лаз» торець споруди з боку входу закривають вертикально поставленими колодами діаметром не менше 12 см. Посередині торця залишається проріз шириною 80 см. Нижня частина отвору закладається трьома колодами діаметром 12 см, а на частину отвору встановлюється вхід «Лаз». При установці слід дотримуватись кута нахилу входу, який повинен бути близько 45°. За відсутності входу «Лаз» замість нього влаштовують вхід з лісоматеріалів, аналогічний входу в бліндаж щитової конструкції з дверним блоком БД-50.



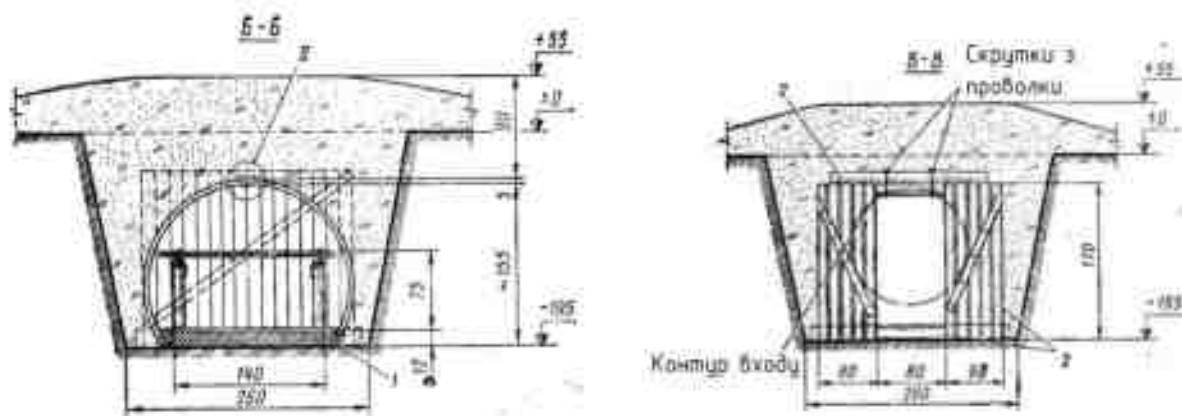


Рис. 28 Підземне укриття (вузол Б-Б та В-В)

Для надземного укриття було обрано типове рішення бліндажу безврубочної конструкції з лісоматеріалів на відділення. Опис цієї споруди наведено вище.

Для командного пункту було обрано типове рішення закритої споруди з лісоматеріалу з остовом суцільної рамної конструкції для спостереження за допомогою перископа. Об'єм вийнятого ґрунту 35 м<sup>3</sup>. На влаштування споруди потрібно 155 чол.-год., лісоматеріалу -6,6 м<sup>3</sup>. Споруди закритого типу з лісоматеріалів з кістяком суцільної рамної конструкції для спостереження за допомогою перископа на відміну від споруд з оглядовими щілинами забезпечує круговий огляд і більш високий захист від засобів ураження, у тому числі під час спостереження. Для перископа в покритті споруди влаштовують отвір 18x18 см, для чого в двох суміжних колодах накату вирубують виїмки на глибину 9 см, а над прорізом, що утворився, встановлюють короб з дощок або жердин. Короб надійно розкріплюють підкосами. Для посилення накату поруч з отвором для перископа по обидві сторони укладають по дві колоди, які кріплять до накату будівельними скобами, штирями або дротяними скручуваннями. Отвір між коробом і перископом ретельно герметизують шляхом укладання у верхній частині короба м'ятої глини і трамбуванням ґрунту.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		45



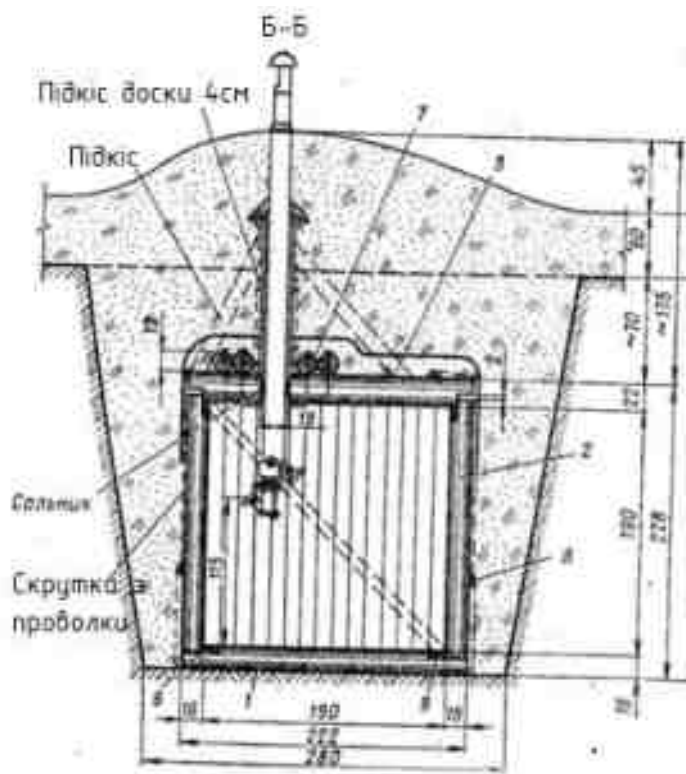


Рис. 31 Командний пункт (розріз Б-Б)

Для укриття/погрібець для боєприпасів було обрано типове рішення ніші для боєприпасів. Ніші для боєприпасів влаштовуються, як правило в передній крутизні траншеї біля площадки для кулемета і чарунки для гранатомета. Ніша для патронів і гранат діляться прямокутною формою в плані з внутрішніми розмірами 80x70 см, висотою 70 см. На влаштування потрібно 2 люд.-год.

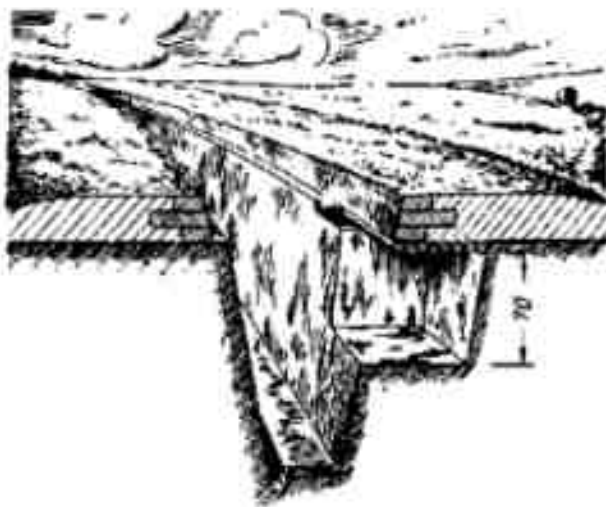


Рис. 32 Погрібець для боєприпасів (загальний вигляд)

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		47

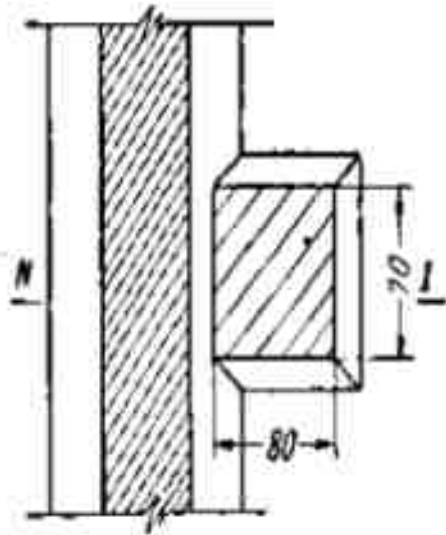


Рис. 33 Укриття/погрібець для боеприпасів (план)

Для окопу для БТР було обрано типове рішення окопу для бронетранспортера. Окопи для БМП та БТР відривають вручну або землерийними машинами. Окопи для БМП та БТР влаштовуються з обмеженим сектором обстрілу. В секторі обстрілу бруствер влаштовується висотою 30 см, а вздовж бокових стінок котловану – висотою 60 см. Для захисту екіпажів танків, БМП та БТР в окопах улаштовуються примкнуті перекриті щілини (бліндажі). Окоп для БМП та БТР обладнуються в такій послідовності: вибирається місце для окопу; розчищається місцевість в секторі огляду і обстрілу; здійснюється розбивка і трасування окопу; знімається дерен і укладається в сторони; відривається котлован і апарель; влаштовується бруствер; будується сховища для особового складу; здійснюється маскування окопу. Об'єм вийнятого ґрунту 48 м<sup>3</sup>. На улаштування окопу (без бліндажа) саперною лопатою необхідно 65 люд.-год. або 0,6 маш.-год.

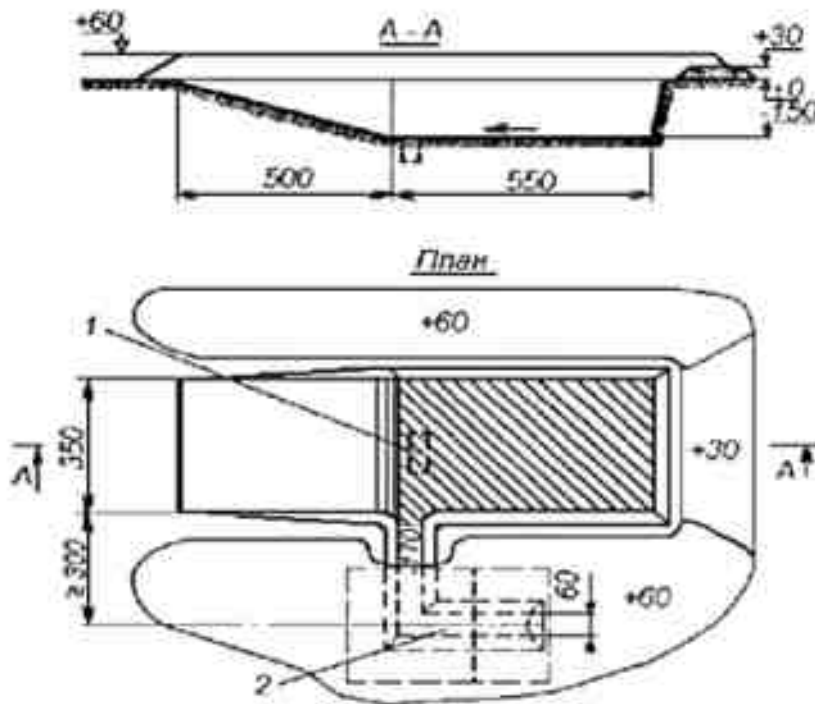


Рис. 34 Окоп для БТР

1 – водозбірний колодязь; 2 – бліндаж (перекрита щілина)

Для окопу для БМП було обрано типове рішення окопу для БМП з круговим обстрілом. Об'єм вийнятого ґрунту 29 м<sup>3</sup>. На улаштування окопу саперною лопатою необхідно 32 люд.-год. або 0,3 маш.-год. ПЗМ-2 та 8 люд.-год.

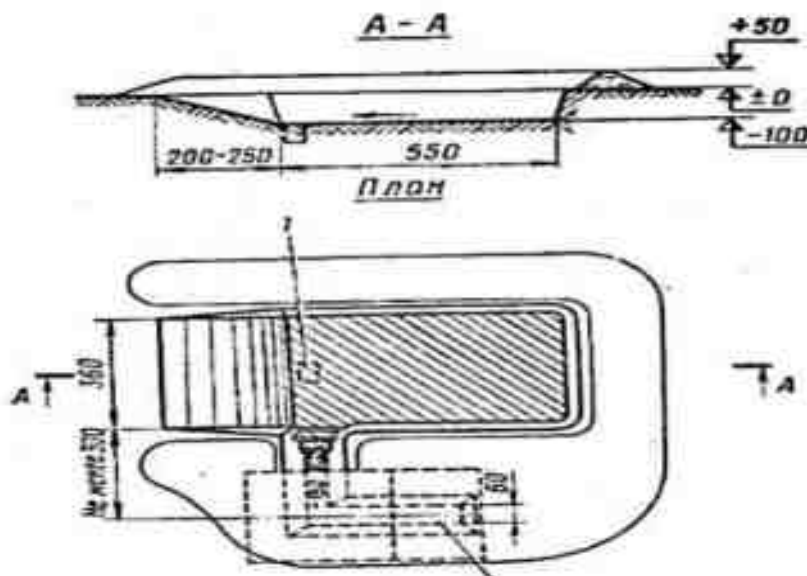


Рис. 35 Окоп для БМП

1 – водозбірний колодязь; 2 – бліндаж (перекрита щілина).

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		49

Для виходу з окопу (ходу сполучення) було обрано типове рішення виходу з траншеї. Вихід із траншеї влаштовується для швидкого вискакування на бруствер і переходу в контратаку або запільний наступ. Виходи влаштовуються, як в передній крутості, так і в тильній. Виходи вперед влаштовуються із розрахунку, щоб на кожні 8-10 м траншеї було не менше одного виходу. З цією метою на передній не одягнутій крутизні влаштовуються врізи для упору ніг або виготовляються і в потрібний момент приставляються драбини. Виходи в тил і в бік влаштовуються у вигляді сходин або апарелів.

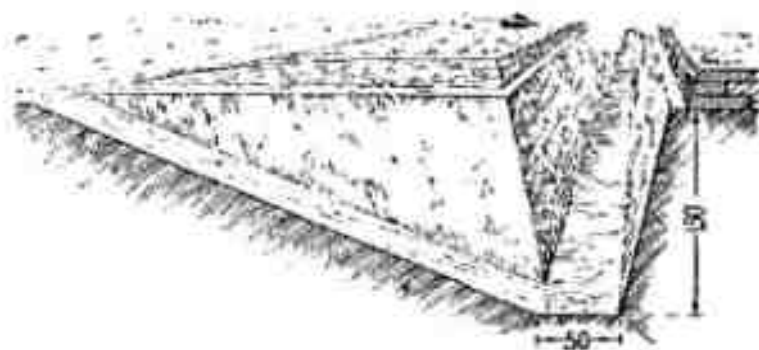


Рис. 36 Вихід з окопу (ходу сполучення)

Для відхожого місця було обрано типове рішення відхожого місця.

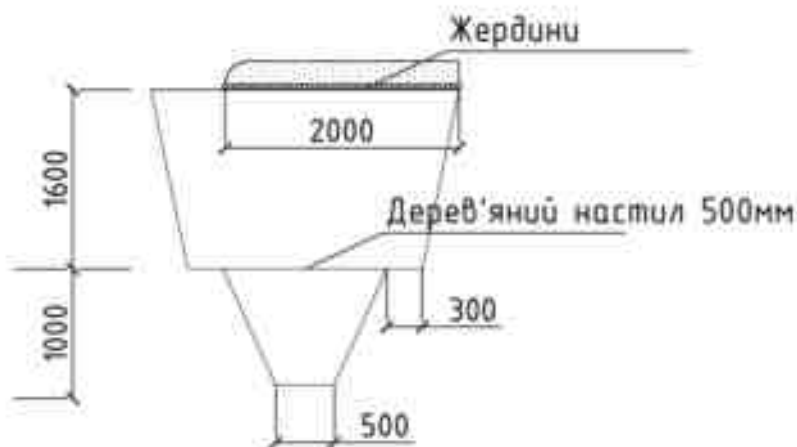


Рис. 37 Відхоже місце

## 2.1.2 Інженерний захист

### Інженерний захист невибухової дії

Інженерний захист невибухової дії – це комплекс заходів, що включає будівництво захисних споруд, створення інженерних загороджень таких як колючий дріт, протитанкові рови, комбіновані загородження або природні загородження та проведення організаційних рішень щодо їх доцільного встановлення, для перешкоджання ворожим діям.

Для перешкоджання просуванню противника використовують окрім іншого невибухові загородження з місцевих матеріалів та виробів промислового виготовлення. Вони можуть бути земляними, дерево-земляними, дерев'яними, металевими, кам'яними, бетонними, залізобетонними, льодовими, сніговими, водними, комбінованими. За призначенням невибухові загородження діляться на протитанкові, протитранспортні, протипіхотні та протидесантні. Змішані невибухові загородження являють собою поєднання протитанкових, протипіхотних та протидесантних загороджень. Невибухові загородження можуть бути стаціонарними у вигляді ровів, ескарпів, контрескарпів, завалів, надоб, барикад, снігових валів, дротяних огорож на кілках та переносних огорож у вигляді їжаків, рогаток, дротяних спіралей. Також існують електризовані невибухові загородження.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		51

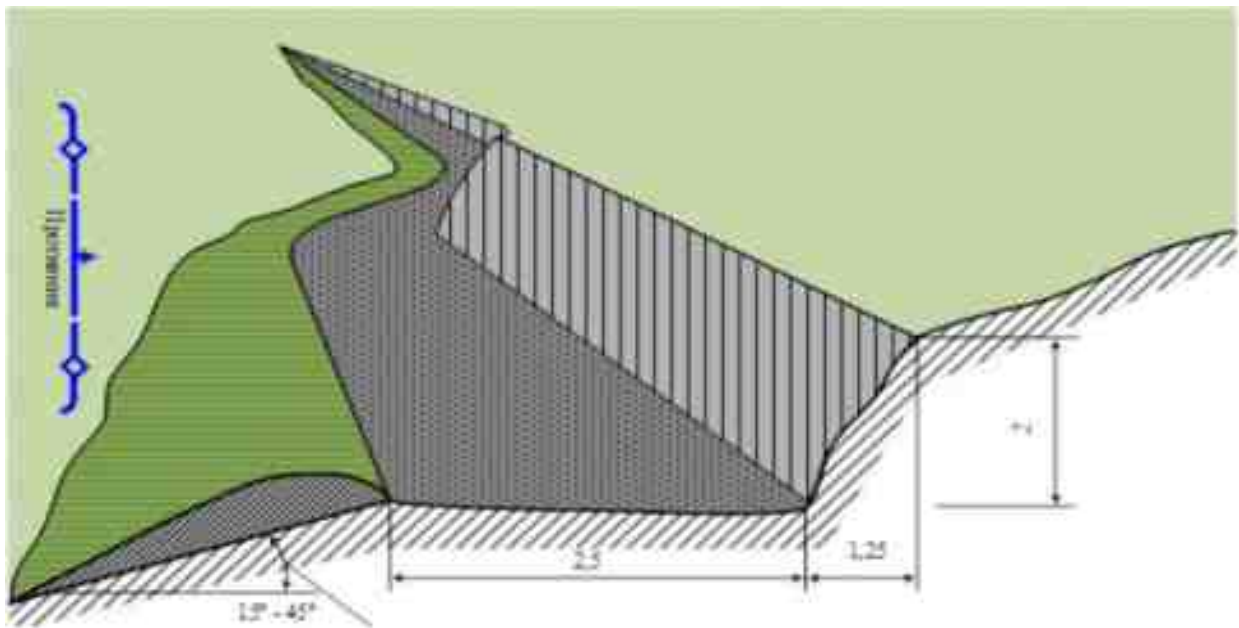


Рис. 38 Приклад невибухового загородження – Ескарпу

### **Інженерний захист вибухової дії**

Інженерний захист вибухової дії – це мінно-вибухові засоби, встановлені на місцевості, які використовуються для нанесення втрат противнику, уповільнення його просування та створення умов для ураження його вогнем. Вони поділяються за призначенням, наприклад, на протипіхотні, протитанкові, протидесантні та протитранспортні.

Вибухові інженерні загородження – це спеціалізовані інженерно-тактичні засоби оборони, призначені для створення перешкод противнику шляхом використання кінетичних, детонаційних і підричних ефектів з метою уповільнення, дезорганізації або знищення наступальних сил і техніки. У науковому й інженерному контексті такі загородження розглядаються як елемент системи пасивного й активного інженерного захисту, що інтегрується в загальну структуру оборонних рубежів і розглядається з погляду їхньої ефективності, безпеки, допустимих ризиків та відповідності правовим нормам.

До основних функціональних ознак вибухових інженерних загороджень належать:

Створення фізичної перешкоди, яка змінює прохідність місцевості і ускладнює швидкість та організацію наступу;

Психологічний і деморалізуючий ефект на особовий склад противника;

Використання динамічних уражальних факторів (ударна хвиля, уламки, зміна рельєфу) для максимізації тактичного впливу в заданому секторі.

Класифікація таких загороджень здійснюється за ознаками: характер впливу (локальні детонації, лінійні підриви, створення штучних перешкод), призначення (протипіхотні, протитанкові, протидесантні та протитранспортні, ступінь тимчасовості (тимчасові або постійні інженерні перешкоди), а також способи інтеграції з іншими інженерними засобами.

При проектуванні вибухових загороджень акцент робиться на таких аспектах:

Тактико-технічна ефективність – оцінка здатності загородження забезпечити заданий рівень стримування за прийнятних витрат ресурсів і часу;

Безпека власних сил та цивільного населення – вимоги щодо зон небезпеки, дистанцій евакуації, попередження та координації;

Логістика та експлуатація – оцінка вимог до матеріально-технічного забезпечення, контролю і моніторингу стану загороджень;

Юридичні та етичні обмеження – відповідність міжнародним і національним нормам, особливо у випадку загороджень, що можуть призвести до невибіркового ураження цивільних або викликати довготермінову небезпеку (нерозірвані боєприпаси).

Методологічно оцінка та оптимізація вибухових інженерних загороджень спирається на поєднання: математичного моделювання динамічних ефектів, тактичного моделювання пересування противника по зміненому рельєфу, експериментальних польових випробувань у контрольованих умовах (з дотриманням вимог безпеки), а також техніко-економічного аналізу. Важливою складовою є розробка процедур мінімізації пост-ефектних ризиків (демонтаж, очищення, рекультивация), систем моніторингу й інформування цивільних служб.

Наукові дослідження в цій галузі спрямовані на підвищення селективності й ефективності загороджень (зменшення небажаних побічних наслідків),

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		53

вдосконалення методів моделювання взаємодії підричних хвиль з конструкціями й ландшафтом, а також на розробку комплексних підходів до планування інженерної оборони з урахуванням екологічних, гуманітарних і юридичних аспектів.

### Інженерний захист від БПЛА

Інтеграція безпілотних літальних апаратів (БПЛА) у сучасні бойові та цивільні операції створює нові загрози для критичної інфраструктури, фортифікаційних споруд і особового складу. Інженерний захист проти БПЛА – це сукупність технічних, конструкторських і організаційних заходів, спрямованих на виявлення, стримування, нейтралізацію та мінімізацію наслідків ворожих безпілотних апаратів. Метою інженерного захисту є забезпечення функціональності об'єктів і безпеки особового складу шляхом зниження імовірності виявлення, успішного враження або збору розвідувальної інформації за допомогою БПЛА.

Основні заходи з інженерного захисту від БЛА:

#### 1. Системи виявлення і спостереження

Використання радіолокаційних комплексів малого і середнього радіусу дії з алгоритмами класифікації малорозмірних цілей; Пасивних RF-детекторів (моніторингу радіочастотної активності передавачів БПЛА); Акустичних сенсорів для раннього виявлення характерних звуків ротора. Встановлення оптико-електронних систем (камери видимого діапазону, ІЧ-камери, тепловізори) з автоматичним трекінгом; інтегровані системи кореляції даних для підвищення точності і зниження хибних спрацьовувань.

#### 2. Заходи активного перешкоджання (електронні та кіберзасоби)

Використання систем радіоелектронної боротьби; систем перехоплення управління (spoofing) з метою захоплення апарату або введення в режим посадки/повернення; інструменти для впливу на мережеві функції БПЛА; використання захищених радіоліній власного управління і резервних каналів зв'язку;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		54

### 3. Фізичні інженерні заходи

Мережі, жалюзі та куполи – локальне екранування малих майданчиків (склади, пункти управління); укриття з бронезахистом для персоналу та обладнання; конструктивне зміцнення фортифікаційних споруд (броньовані панелі, енергопоглинаючі елементи); ландшафтне маскуванню (холми, насипи, маскувальні покриття); створення хибних позицій для відволікання уваги ворожих БПЛА;

### 4. Інфраструктурні рішення

Використання резервних каналів зв'язку, захищених джерел енергії, автономних систем вентиляції і фільтрації. Обладнання віддалених пунктів керування та розосередження обладнання для зменшення концентрації цілей;

Етичні та правові аспекти використання активних заходів (глушіння, перехоплення, фізичне знешкодження) регламентується національним законодавством і міжнародними нормами. Застосування таких заходів повинно супроводжуватися оцінкою ризику для цивільного населення, інфраструктури і власних засобів зв'язку.

### **Висновок**

Інженерний захист від БПЛА є комплексною задачею, що вимагає використання радіотехнічних, оптико-електронних, конструктивних та організаційних рішень. Ефективна система захисту повинна бути багаторівневою, адаптивною, забезпечуючи максимальну безпеку об'єкта.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		55

## РОЗДІЛ 2.2 ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ

### 2.2.1 Загальні положення

Основи і фундаменти є ключовими конструктивними елементами фортифікаційних споруд, що забезпечують їхню просторову стійкість, надійність та довговічність в умовах дії комплексних експлуатаційних навантажень, включно з вибуховими, статичними та динамічними впливами. При зведенні опорного пункту механізованого відділення вони виконують функцію передачі навантажень від стін, перекриттів, захисних елементів та інженерного обладнання на ґрунтову основу з урахуванням особливостей військово-польових умов.

Основою для фортифікаційних споруд слугують природні ґрунти, які були оцінені за показниками щільності, вологості, деформаційних характеристик та несучої здатності. Ґрунти, що мають недостатню міцність (торф, насипні неоднорідні маси, надмірно зволожені суглинки), потребують інженерної підготовки: ущільнення, часткової заміни, улаштування піщаних подушок або застосування геотекстильних матеріалів для розподілу навантажень і зменшення осідань. Під час облаштування окопів і заглиблених споруд особливу увагу приділено протизсувній стійкості укосів і дна, що забезпечує безпечні умови експлуатації.

Фундаменти фортифікаційних споруд виконані у вигляді монолітних стрічкових або плитних конструкцій із важкого бетону класу не нижче С20/25, а також у вигляді збірних залізобетонних елементів (плит, блоків, понурів), що забезпечують швидкий монтаж у польових умовах. За наявності металевих модульних конструкцій застосовують полегшені фундаментні системи – анкерні плити, компенсуючі подушки, габіонні платформи або комбіновані рішення. Вибір типу фундаменту визначається характером навантажень, геологічними умовами ділянки та необхідною швидкістю зведення.

Одним із критичних аспектів проєктування фундаментів опорного пункту є врахування вибухових навантажень. Конструкції повинні забезпечувати рівномірний розподіл імпульсу вибухового тиску, запобігати перевертанню та

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		56

зсуву споруди, а також забезпечувати роботу у режимі повторних динамічних впливів. З цією метою застосовано збільшену товщину фундаментних плит, армування з урахуванням можливості реверсивних деформацій, а також додаткове обтяження споруди шаром ґрунту.

Дренаж і водовідведення є обов'язковими складовими фундаментної системи. Навколо споруд облаштовано кільцеві та пристінні дренажі, водозбірні канали та фільтруючі подушки з щебеню. Це забезпечує стабільність ґрунтової основи в умовах тривалих опадів, сезонного промерзання та відлиг, характерних для клімату України.

Таким чином, основи й фундаменти опорного пункту формують конструктивну базу, що забезпечує його стійкість до природних і бойових факторів, сприяє збереженню цілісності фортифікаційних споруд та забезпечує безпечні умови для виконання бойових завдань особовим складом.

### 2.2.2 Інженерно-геологічні умови майданчика

З інженерно-геологічних умов ділянка проектування являє собою пагорб з невеликим ухилом поверхні. Ділянка вишукувань знаходиться в межах стабільної Східноєвропейської платформи, яка визначає загальний сейсмічний спокій району будівництва. Будова ґрунтів представлена загалом пісками і суглинками. Територія не затоплюється повинню 1% забезпеченості. Територія частково характеризується наявністю ґрунтових вод на глибині більше 3-х метрів.

Поперечний інженерно-геологічний розріз з зображенням перерізу траншеї наведений нижче складеться з таких інженерно-геологічних елементів:

- 1) ІГЕ-1 Рослинний шар потужністю 0.6м
- 2) ІГЕ-2 Пісок середньої крупності середньої щільності потужністю 5.6м.  $C = 1,96$  кПа,  $\varphi = 37,88$ ,  $E = 39,6$  МПа,  $R = 200$  кПа.
- 3) ІГЕ-3 Суглинок пластичний потужністю 5.8м.  $C = 28,57$  кПа,  $\varphi = 23,59$ ,  $E = 19,98$  МПа,  $R = 250,96$  кПа.

Рівень ґрунтових вод знаходиться на позначці 6,1м.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		57

Поперечний інженерно-геологічний розріз наведено на рис. 38.

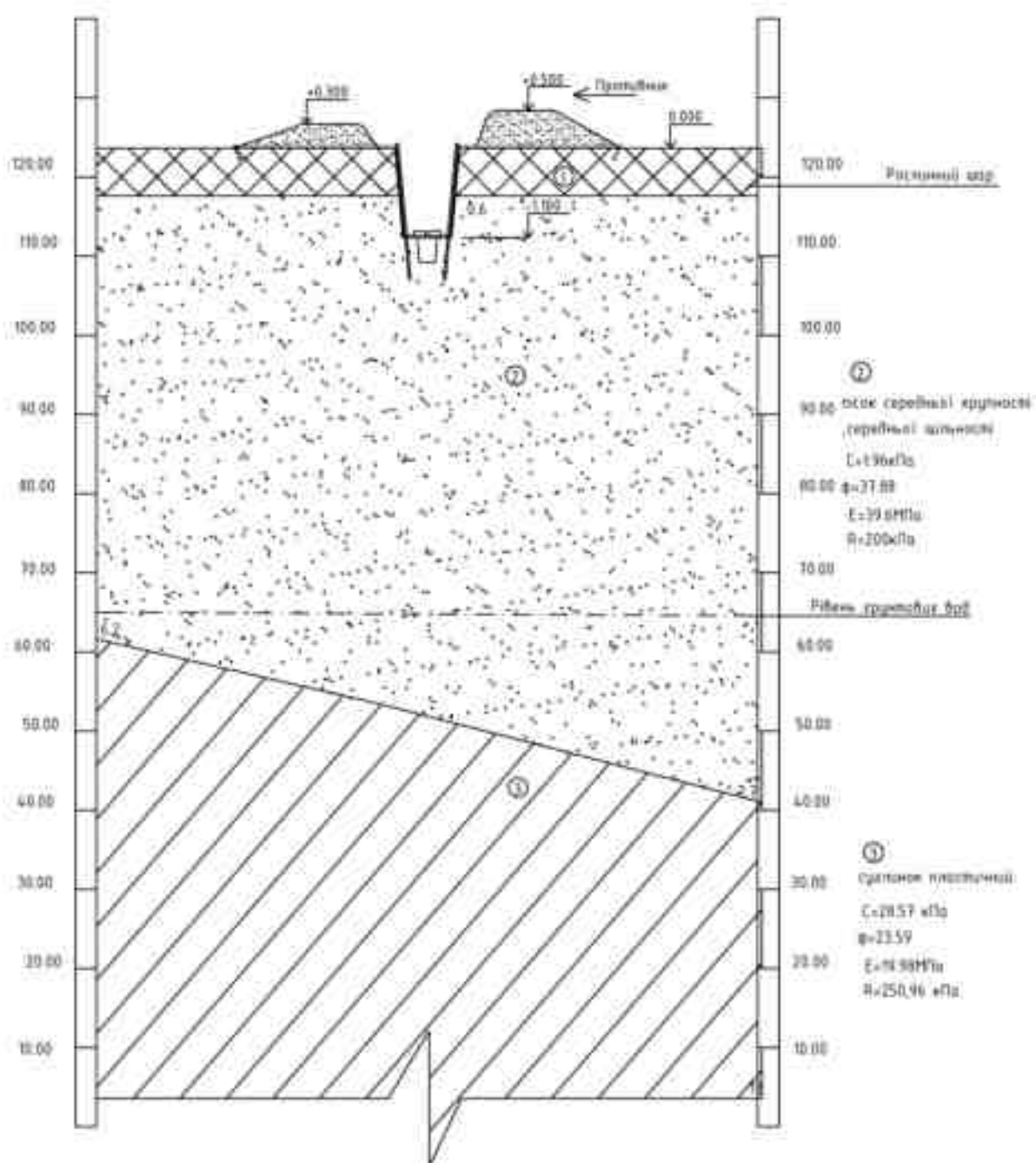


Рис. 39 Поперечний інженерно-геологічний розріз

Повздовжній інженерно-геологічний розріз наведено на рис. 39.

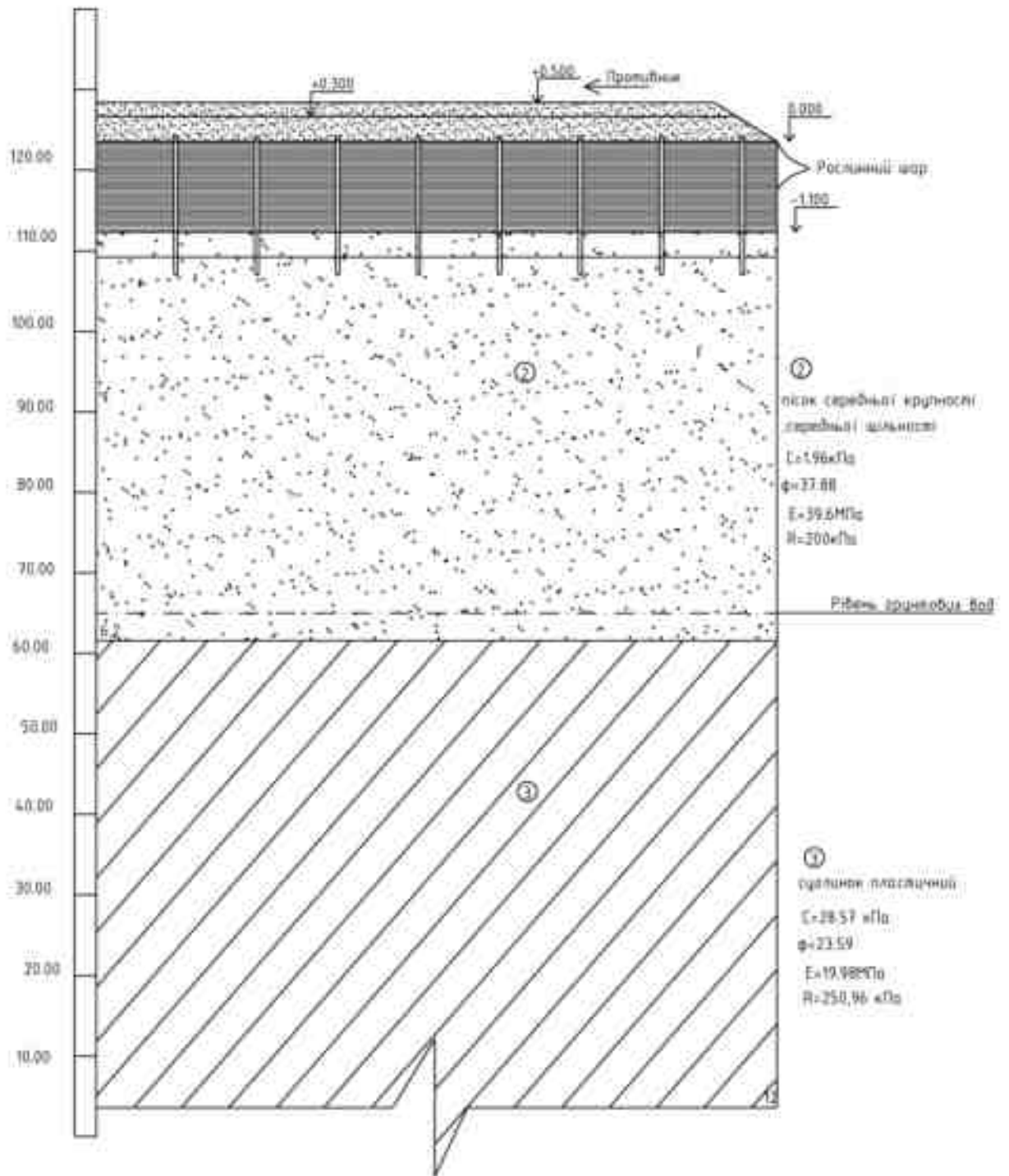


Рис. 40 Повздовжній інженерно-геологічний розріз

### 2.2.3 Інженерне обладнання та захист території опорного пункту

#### Водовідведення у ходах сполучення та Фортифікаційних Спорудах

Належна організація водовідведення в інженерних спорудах оборонного призначення таких як ходи сполучення, траншеї, укриття, фортифікаційні споруди є ключовим фактором їхньої експлуатаційної придатності, довговічності та бойової ефективності. Накопичення поверхневої і ґрунтової води призводить до розмиву, зниження стійкості схилів, підвищення вологості внутрішніх приміщень, корозії конструкцій та погіршення умов для особового складу. Тому проектування систем водовідведення повинно бути інтегрованим елементом інженерної підготовки позицій. Для захисту траншей та ходів сполучення від поверхневих вод влаштовано нагірні водовідвідні канали, водозбірні та водопоглинаючі колодязі. Водовідвідна канава відривається на скаті в 5-10 м вище за траншею. Вийнятий ґрунт укладається валиком по нижньому краю канави. Вода з канави спускається в знижені ділянки місцевості.



Рис. 41 Водовідвідна канава

Для відведення води, траншеям і ходам сполучення надано поздовжнього ухилу, у підшві тильної крутизни рову виконано канавки глибиною до 10 см (на влаштування 10 погонних метрів канавки потрібно 0,1 люд.-год.), а в понижених місцях траншеї і ходів сполучення влаштовані водозабірні і водопоглинаючі колодязі. Водозабірні колодязі риють в 1,5-2м від рову траншеї і сполучують із останнім ровиком. Дно колоддю повинне бути на 75-100 см нижче ніж дно

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		60

рівчака, що підходить до нього із траншеї. На влаштування колодязю потрібно 10 люд.-год. Водопоглинаючі колодязі влаштовуються в тому випадку, коли безпосередньо на дні траншеї або на невеликій глибині є ґрунт, добре поглинаючий воду. Метою є своєчасне відведення надлишкових поверхневих і ґрунтових вод від захищених споруд та ходів сполучення з метою запобігання затопленню й розмиву, зниження гідростатичного тиску на огорожувальні конструкції, мінімізації капілярного підйому вологи, забезпечення безпечної експлуатації та швидкої доступності до маршрутів пересування.

#### Базові принципи проектування систем водовідведення

##### Пріоритет стоку за гравітацією

По можливості було забезпечено самопливне відведення до найближчих природних або організованих колекторів шляхом створення поперечного та поздовжнього ухилів трас ходів і дренажних каналів. Самопливні рішення є надійними, простими в експлуатації і не залежать від енергопостачання.

##### Забезпечення ухилів і профілів

Траси ходів і дренажних каналів запроектовані з мінімальним поздовжнім ухилом, забезпечуючим самоплив (залежно від розмірів лотка та прийнятої швидкості – зазвичай від 0,5 до 2,0 %). Поперечний профіль забезпечує швидке стікання до бічних каналів.

##### Фільтрація та захист від забивання

Використання фільтрувальних шарів (геотекстиль, пісок, щебінь) навколо перфорованих труб і в дренажних матах забезпечує проникність при одночасному запобіганні засміченню частинками ґрунту.

##### Контроль над ґрунтовими водами

Там, де рівень ґрунтових вод підвищений, передбачають екрани, вертикальні дренажні шлюзи або перехоплюючі дренажні лінії, що знижують гідростатичний тиск на конструкції й запобігають капілярному підйому.

##### Захист від морозного пучення

У кліматичних зонах із промерзанням передбачають ізоляційні шари, утеплення підосви або глибину закладання нижче глибини промерзання, а також

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		61

влаштування водовідвідних стоків, що виключають накопичення води, яка може замерзнути й спричинити пучення.

#### Резервування та відведення аварійних потоків

Водовідведення включає резервні канали або тимчасові накопичувачі для випадків інтенсивних опадів чи руйнування основних ліній дренажу.

#### Сумісність із маскувальними та інженерними заходами

Системи водовідведення не повинні створювати помітних слідів для розвідувальних засобів противника. Було використано прихований або лінійно інтегрований дренаж, маскування вегетацією або камуфляжем.

Водовідведення у траншеї за допомогою каналу наведено на рис. 41.

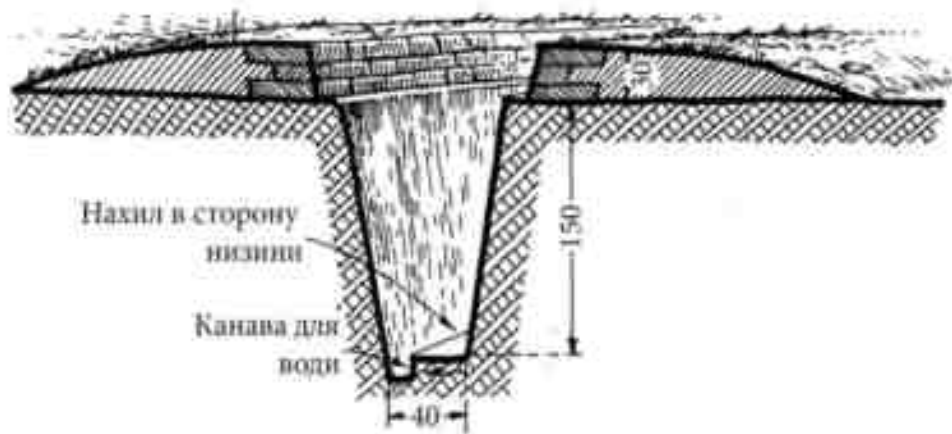


Рис. 42 Водовідведення у траншеї за допомогою каналу

В ґрунті, який погано пропускає воду, слід робити більш глибокі канали та перекривати їх настилом з дошок або закладати хмизом:

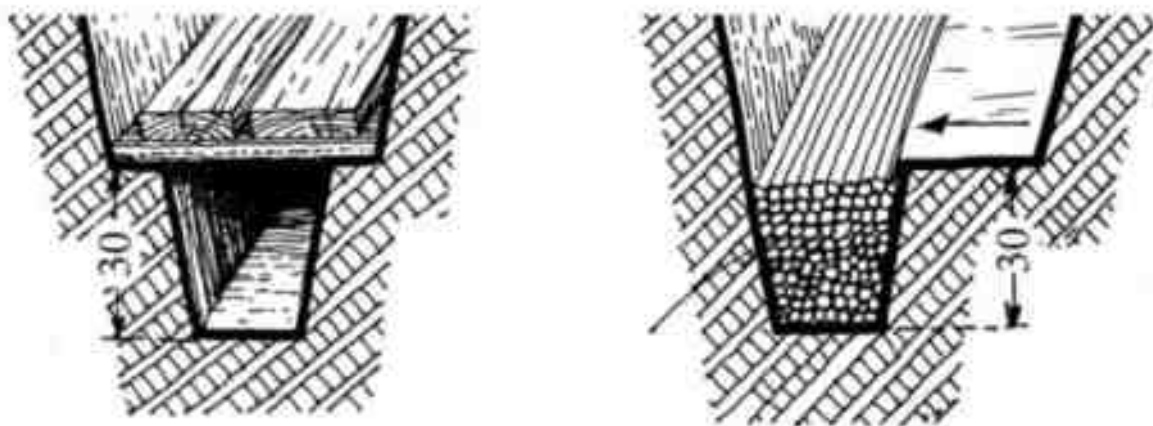


Рис. 43 Перекриті канали

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		62

Основні конструктивні елементи водовідведення та матеріали:

**Канави і жолоби** – застосовуються в місцях з обмеженим простором.

**Перфоровані дренажні труби у фільтр-шарі (керамзит/щебінь і геотекстиль)** – для пониження ґрунтових вод.

**Водозбірний та водопоглинаючий колодязі**– для відведення і сезонного очищення.

**Гідроізоляційні екрани та покриття** – бітумні, полімерні, або цементні прошарки для захисту внутрішніх приміщень від капілярного підйому.

**Утеплювальні та капіляррозламні шари** – пінопласт, мінеральна вата, щебінь із пропускнуою здатністю; капіляррозривні прокладки перешкоджають підніманню вологи в конструкції.

Основні техніко-експлуатаційні вимоги

Гідрогеологічна зйомка – перед проєктуванням проводиться дослідження фільтраційних властивостей ґрунтів, ґрунтових вод та сезонних коливань.

Аналіз еродійних процесів – особливо важливий на відкритих схилах; були вжиті заходи інженерного захисту берегів і укосів.

Матеріально-технічна доступність – застосовані місцеві матеріали, які забезпечують простоту та швидкість виконання польових робіт.

Тактичні обмеження

Відведення вод має мінімізувати сліди, що можуть бути використані противником для виявлення позицій.

Використання насосних механізмів у польових умовах повинно враховувати енергетичну автономність та рівень шуму.

**Обладнання та принципи відведення димових газів з споруд, що виконують роль вогневих позицій**

Вогневі позиції, облаштовані в межах фортифікаційних споруд, піддаються інтенсивному утворенню продуктів згоряння (порохові гази при стрільбі, вихлопні гази двигунів, продукти термічного пошкодження матеріалів тощо). Накопичення димових та токсичних газів погіршує умови для особового складу, знижує ефективність управління вогнем і створює додаткові ризики здоров'ю.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		63

Отже, конструювання систем видалення димових газів є невід'ємною частиною інженерної підготовки вогневих позицій.

Метою таких систем є забезпечення належних умов праці та бою в закритих або напівзакритих просторах шляхом своєчасного відведення продуктів горіння, підтримання допустимого рівня концентрацій газоподібних і аерозольних домішок, забезпечення видимості та теплового комфорту, а також мінімізації зовнішніх теплових і акустичних сигнатур.

Види обладнання

### **Місцеві витяжні пристрої**

Локальні витяжні капоти, відсмоктувачі, портативні витяжні труби: застосовуються безпосередньо біля місця утворення диму (вихлопні отвори, амбразури).

### **Примусові вентилятори**

Осеві або радіальні вентилятори з регульованою продуктивністю; можуть бути стаціонарними або мобільними; працюють у режимах витяжки або притоку.

### **Повітроводи і шахти**

Ділянки жорстких чи гнучких труб (металеві, композитні) для транспортування газового потоку від джерела до місць викиду/фільтрації.

### **Фільтраційні блоки**

Грубопористі фільтри для крупних частинок, HEPA/ULPA-фільтри для аерозолів і дрібних частинок, адсорбційні картриджі (активоване вугілля) для органічних і токсичних компонентів, каталізатори для оксидів.

### **Теплові та вибухозахисні елементи**

Затримувачі полум'я (flame arrestors), термостійкі вставки, теплообмінні секції для зниження температури газу.

### **Шумопоглинальні пристрої**

Акустичні глушники / шумогасники, що зменшують акустичний підпис від вентиляції та витяжки.

### **Шлюзові та запірні пристрої**

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		64

Зворотні клапани, протипожежні клапани, вибухові заслінки, що запобігають поширенню пожежі та забезпечують герметизацію приміщень.

### **Системи моніторингу і автоматичного керування**

Датчики концентрацій CO, NOx, SOx, пари/аерозолів, датчики температури й тиску; контролери логіки роботи вентиляторів і заслінок; аварійні сигнали та індикатори якості повітря.

### **Аварійні засоби евакуації газів**

Резервні генератори вентиляції, мобільні відсмоктувачі, насосні станції та тимчасові димотяги (нагрівачі/димососи).

### **Принципи відведення димових газів**

Пріоритет було віддано локальному видаленню біля джерела, що зменшує розповсюдження токсичних компонентів і потребу в великих об'ємних витратах повітря. Локальні капоти та відсмоктування забезпечують найбільшу ефективність при мінімальних енергетичних затратах.

### **Організація спрямованого потоку**

Створено відток в напрямку від робочої зони через мінімальну кількість перешкод; забезпечено поздовжнього і поперечного ухилу повітроводів так, щоб уникнути застоїв.

### **Термічна обробка та охолодження**

Перед фільтрацією або викидом у навколишнє середовище гази часто потребують охолодження до температури, сумісної з роботою фільтрів і матеріалів повітропроводів. Застосовують теплообмінники або змішувачі витяжного потоку з атмосферним повітрям.

### **Захист від зворотної дії вибуху та займання**

У зоні бойового застосування ймовірні осередки займання й вибуху; Через це встановлено вибухозахисні клапани й конструкції, що витримують імпульсний тиск.

### **Мінімізація сигнатур (теплових, акустичних, візуальних)**

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		65

Викидні дифузори, примусові змішувачі, акустичні глушники та теплоізоляція дозволяють зменшити тепловий і звуковий слід, знижуючи ризик виявлення позиції засобами розвідки.

### **Резервування та відмовостійкість**

Система може мати дублювання критичних компонентів (дві незалежні лінії витяжки, резервні двигуни), автономне живлення і можливість оперативного ремонту в полі.

### **Сумісність із протидимовими та фільтраційними заходами**

Забезпечення комбінованої роботи з системами фільтрації повітря, захисту від масового ураження і системами надлишкового тиску, які можуть створювати суперечності в циркуляції повітря і вимагають інтегрованого керування.

### **Експлуатаційні та безпекові процедури**

Регламент технічного обслуговування фільтрів, теплообмінників, перевірки клапанів і герметичності повітроводів. Аварійні алгоритми: при загрозі вибуху – автоматичне закриття секцій, запуск резервних ліній; при ураженні бойовою отрутою – переключення приміщень на режим надлишкового позитивного тиску із зовнішнім очищеним повітрям. Заходи захисту персоналу: проведення інструктажу, засоби індивідуального захисту (протигази, респіратори), контроль стану здоров'я після інтенсивної стрільби.

### **Рекомендації щодо матеріалів і конструктивних рішень**

Матеріали повітропроводів та елементів, що контактують з газами, влаштовані термостійкими і корозійно-стійкими (нержавіюча сталь, алюміній з антикорозійним покриттям, спеціальні полімери). Використано модульні та швидкокомнатні вузли для полегшення ремонту й евакуації обладнання.

Встановлено шумоглушники і дифузори на виході для зменшення видимості/сигнатур. Спланувано доступні вентиляційні шахти з можливістю герметизації і контролю над напрямком потоку.

Сучасні вимоги до експлуатації вогневих позицій у фортифікаційних спорудах зумовлюють інтегровані технічні рішення з локалізованого та

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		66

загального димовідводу. Комплексна система поєднує в собі локальні витяжки, примусові вентилятори, ефективну фільтрацію, термозахист, шумопоглинання та автоматику управління. Особливу увагу приділено мінімізації тактичних сигнатур і забезпеченню відмовостійкості систем шляхом дублювання критичних елементів та автономного живлення. Проектні рішення базуються на кількісній оцінці джерел емісії, гідравлічних і теплових розрахунках, а також спираються на нормативні вимоги з техніки безпеки та охорони здоров'я.

### **Опис вентиляційного та фільтровентиляційного обладнання ФС закритого типу**

Фортифікаційні споруди закритого типу (сховища, бліндажі, командні пункти, вогневі укриття) потребують надійної системи вентиляції, яка забезпечує необхідний повітрообмін, видалення вуглекислого газу, диму та шкідливих домішок, а також подачу свіжого повітря.

У випадках застосування зброї масового ураження або високих рівнів задимлення додатково влаштовано фільтровентиляційне обладнання (ФВО), яке очищає повітря від пилу, токсичних газів, радіоактивних частинок і біологічних агентів.

Система вентиляції фортифікаційної споруди включає такі основні елементи:

#### **Повітрозабірний пристрій**

Розташовується на зовнішній поверхні споруди (зазвичай у зоні, захищеній від прямого вогню). Має захисну решітку, пиловий фільтр і зворотний клапан, який запобігає потраплянню диму або вибухової хвилі всередину.

#### **Вентилятор або повітропомпа**

Може бути механічною (електричною) або ручного приводу (наприклад, вентилятори типу ФВА-49, ФВА-100, ФВУ-100). Забезпечує подачу та циркуляцію повітря в закритому об'ємі.

#### **Повітроводи і розподільна мережа**

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		67

Труби або канали для транспортування повітря між приміщеннями. Виконані зі сталі, алюмінію або армованого полімеру з герметичними стиками.

#### Витяжна система

Включає вихлопні канали з зворотними клапанами, що унеможливають проникнення забрудненого повітря зовні. Розташовується на безпечній відстані від повітрозабору.

#### Регулюючі клапани та заслінки

Забезпечують баланс між припливом і витяжкою повітря, контроль над тиском усередині споруди (створюють невеликий надлишковий тиск – 100–200 Па).

#### Фільтровентиляційне обладнання (ФВО)

У фортифікаційних спорудах основним є комплекс фільтровентиляційного обладнання, який забезпечує захист від хімічного, біологічного та радіоактивного зараження повітря.

До складу типового ФВО входять:

#### Фільтр-поглинач (ФП)

Призначений для очищення повітря від токсичних газів, парів і отруйних речовин. Містить активоване вугілля з каталізаторними добавками, що забезпечують хімічну адсорбцію. Наприклад, фільтри типу ФПУ-200, ФПУ-300, ФП-100.

#### Фільтр попереднього очищення (ПФ)

Видаляє пил, дим, радіоактивний осад і механічні домішки. Використовує шар нетканого фільтрувального матеріалу або волокнистого наповнювача.

#### Фільтр-поглинач з активним шаром вапна або силікагелю

Поглинає вологу та рештки токсичних газів, стабілізує відносну вологість повітря у приміщенні.

#### Система герметизації та клапани захисту від ударної хвилі (ЗВУ)

Захищають обладнання від механічного пошкодження вибухом і запобігають проникненню забрудненого повітря після вибухової хвилі.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		68

Аварійна (ручна) система вентиляції

Використовується при відключенні електроенергії.

Може бути у вигляді педального або маховикового механізму, що приводить вентилятор у рух вручну.

### **Принцип роботи**

1. Зовнішнє повітря через повітрозабірник надходить у пиловий фільтр.
2. Далі проходить через фільтр-поглинач активного типу, де очищається від хімічних та біологічних домішок.
3. Очищене повітря вентилятором подається у приміщення через мережу повітроводів.
4. Надлишковий тиск у приміщенні витісняє забруднене повітря через витяжні клапани назовні.
5. У разі аварії система переходить на автономне живлення або ручний привід.

### **Вимоги до експлуатації:**

Періодичний контроль герметичності та стану фільтрів, вимірювання надлишкового тиску та швидкості подачі повітря, своєчасна заміна фільтрувальних касет згідно з нормативами, утримання повітрозабірників у чистоті, недопущення засмічення або заливання водою, перевірка роботи ручного режиму вентиляції не рідше одного разу на місяць.

### **Опис обладнання для опалення ФС закритого типу**

Опалювальна система фортифікаційної споруди закритого типу є одним із ключових елементів інженерного забезпечення життєдіяльності особового складу. Її основне призначення полягає у підтриманні оптимального теплового режиму в умовах обмеженого простору, відсутності природного повітрообміну та можливості тривалого перебування людей у споруді в холодний період року.

Опалювальні системи повинні забезпечувати:

- рівномірний розподіл температури повітря по об'єму приміщення;
- мінімальний вміст продуктів згоряння в повітрі;
- пожежну безпеку та стійкість до вибухових впливів;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		69

- автономність функціонування при відсутності зовнішнього енергопостачання.

#### Види опалювального обладнання

У фортифікаційних спорудах використовують різні типи опалення залежно від рівня автономності, джерела енергії та умов експлуатації.

Опалювальна система фортифікаційної споруди закритого типу є одним із ключових елементів інженерного забезпечення життєдіяльності особового складу.

Її основне призначення полягає у підтриманні оптимального теплового режиму в умовах обмеженого простору, відсутності природного повітрообміну та можливості тривалого перебування людей у споруді в холодний період року.

Опалювальні системи повинні забезпечувати:

- рівномірний розподіл температури повітря по об'єму приміщення;
- мінімальний вміст продуктів згоряння в повітрі;
- пожежну безпеку та стійкість до вибухових впливів;
- автономність функціонування при відсутності зовнішнього енергопостачання.

#### Види опалювального обладнання

У фортифікаційних спорудах використовуються різні типи опалення залежно від рівня автономності, джерела енергії та умов експлуатації.

##### 1. Пічне (твердопаливне) опалення

Найпоширеніший тип для польових і стаціонарних укриттів.

Використовуються металеві буржуйки, щитові печі або компактні польові печі типу ПОВ, ПО-1, ПО-2, ВП-10.

Такі системи складаються з наступних компонентів: топка з жаростійкої сталі або чавуну; димохід (сталевий або азбестоцементний) з вогнетривкою ізоляцією; коліно та зворотний клапан димоходу; піддувало з регулюванням тяги; захисний кожух або екран для рівномірного розподілу тепла.

Серед переваг цих систем можна відзначити повну автономність, можливість використання будь-якого палива (дрова, вугілля, торф, брикети), та простоту обслуговування. Серед недоліків таких систем можна відзначити

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		70

необхідність видалення продуктів згоряння, ризик накопичення чадного газу при недостатній вентиляції.

## 2. Опалення на рідкому паливі (дизельне або бензинове)

Застосовується для обігріву великих або герметичних споруд, коли необхідна стабільна температура. Використовуються дизельні теплогенератори типу ТГ-1, ТГ-2, або печі типу «Солярка» з примусовою подачею повітря.

Такі системи складаються з наступних компонентів:

Бак для палива з захисним кожухом; пальник з регулюванням подачі палива; камера згоряння з теплообмінником; витяжна труба з клапаном запобігання зворотної тяги; система примусової циркуляції повітря.

Переваги: висока тепловіддача; можливість тривалої роботи без дозаправлення; стабільне підтримання температури. Недоліки: потреба у запасах палива; вимоги до герметичності димоходу та системи вентиляції.

## 3. Електричне опалення

Використовується у фортифікаційних спорудах, що підключені до зовнішньої або автономної електромережі (генераторів, сонячних батарей тощо). Застосовуються електроконвектори, масляні радіатори, кабельні нагрівальні елементи або інфрачервоні панелі. Серед переваг електричного опалення: відсутність продуктів згоряння; точне регулювання температури; підвищена безпека при належній ізоляції. Серед недоліків електричного опалення: залежність від джерела електроенергії; обмежена потужність при автономному живленні.

## 4. Комбіноване опалення

У сучасних умовах для підвищення надійності часто застосовується комбінована система, що включає основне джерело (наприклад, пічне або дизельне опалення), резервне електричне або інфрачервоне джерело тепла, акумуляційні ємності або теплообмінники для збереження тепла.

### **Теплотехнічні та конструктивні вимоги**

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		71

Температурний режим: підтримання температури повітря у межах +10...+18 °С при зовнішніх температурах до –20 °С.

Теплоізоляція: стіни, перекриття і підлога мають бути ізольовані матеріалами з низькою теплопровідністю (мінеральна вата, пінополістирол, керамзит).

Розподіл тепла: джерела обігріву розташовуються у центральній частині споруди або біля входу для зменшення тепловтрат.

Вентиляція: обов'язкове забезпечення припливно-витяжного повітрообміну для запобігання накопиченню чадного газу.

Обов'язкова наявність вогнестійких екранів біля печей, іскрогасників у димоходах, вогнегасників у зоні обігріву.

### **Система відведення димових газів**

Димові канали проектується з підйомом не менше 1 м над перекриттям і з захисними ковпаками від атмосферних опадів. В місцях проходження через конструкції передбачено вогнетривкі гільзи, азбестові прокладки або теплоізоляційні кожухи.

Для забезпечення стійкої тяги використані зворотні клапани або дефлектори. Також можуть передбачатися теплоакумулюючі ємності (водяні баки або металеві теплообмінники), які зберігають тепло після припинення роботи печі.

### **Висновок**

Опалювальна система фортифікаційної споруди закритого типу повинна бути надійною, автономною та безпечною. Найбільш доцільним є використання твердопаливного або дизельного обігріву з можливістю переходу на резервне електричне джерело. Ефективність роботи системи визначається раціональним розташуванням нагрівальних приладів, якістю теплоізоляції та правильною організацією вентиляції.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		72

## Опис обладнання для ведення спостереження з ФС закритого типу

Система спостереження у фортифікаційній споруді (ФС) закритого типу є невід’ємним елементом інженерного та тактичного забезпечення бойових дій. Її основне призначення полягає у забезпеченні постійного контролю навколишнього простору без необхідності виходу особового складу за межі споруди, що підвищує рівень безпеки та оперативності реагування на загрози. Обладнання для спостереження повинно забезпечувати огляд місцевості в заданому секторі, дозволяти виявляти противника, визначати його дії та координати, функціонувати в умовах обмеженого освітлення, запилення, диму або радіаційного забруднення, бути захищеним від ураження, ударної хвилі, куль і уламків.

### **Основні складові системи спостереження**

У фортифікаційних спорудах закритого типу використовуються оптичні та електронно-оптичні засоби спостереження, які дозволяють вести розвідку у будь-який час доби.

Основні типи такого обладнання:

Перископічні прилади спостереження (типу ПНБ-57, ПМП-71);

Оптичні труби з можливістю вертикального регулювання (виносний об’єктив з броньованим ковпаком); Камери, Панорамні спостережні прилади для кругового огляду зсередини споруди; Біноклі, далекоміри та тепловізори – для мобільного використання або виносних постів.

### **Технічні характеристики приладів:**

Кут огляду – від  $10^{\circ}$  до  $360^{\circ}$  (для панорамних систем);

Кратність збільшення –  $5\times$ – $12\times$ ;

Можливість виявлення цілей у темряві до 800–1000 м (для тепловізійних систем).

Для забезпечення надійності та безпеки приладів спостереження застосовуються: броньовані кожухи або спостережні башточки, які витримують ураження стрілецької зброї та уламків; захисні заслінки або шторки з дистанційним керуванням; амортизуючі кріплення, що зменшують вплив вібрації

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		73

від вибухів; гумові або герметичні ущільнення, які запобігають проникненню пилю, газів і води.

У деяких спорудах передбачено виносні оптичні канали через броньовані труби з дзеркальними системами, що передають зображення на внутрішній пост спостереження. У сучасних фортифікаційних спорудах закритого типу дедалі частіше застосовується відеоспостереження з цифровою передачею сигналу. Застосовуються зовнішні відеокамери у броньованих корпусах із класом захисту IP66 або вище, внутрішній моніторинговий пункт із екранами або планшетами, система запису та архівації відео для подальшого аналізу, інфрачервоне підсвічування для роботи вночі або в диму, резервне живлення (акумулятор, генератор) для безперебійної роботи.

### **Засоби вимірювання та орієнтування**

Для підвищення ефективності спостереження використано допоміжні прилади, наприклад далекоміри (лазерні або оптичні) – для визначення відстані до цілей, компаси та гірокомпаси – для орієнтування у просторі, кутоміри та бусолі – для точного визначення напрямків стрільби або наведення, таблиці спостереження та журнали обліку – для фіксації виявлених об’єктів.

Все обладнання та сам спостережний пункт ретельно замасковані з прихованням виносних об’єктів використовуючи фарбування, сітки, камуфляжні екрани.

### **Висновок**

Обладнання для ведення спостереження у фортифікаційних спорудах закритого типу має поєднувати оптичні, електронні та механічні системи, що забезпечують надійність, точність і безперервність контролю обстановки. Рациональне розташування приладів, використання броньованих оглядових елементів і впровадження сучасних відеосистем підвищують бойову ефективність споруди, дозволяючи вести спостереження навіть у складних умовах бойових дій.

### **Опис обладнання для управління вогнем та зв’язку у ФС**

Система управління вогнем і зв’язку у фортифікаційній споруді (ФС) є критичною підсистемою, що забезпечує своєчасне отримання розвідданих,

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		74

прийняття рішень, коригування вогню і координацію дій підрозділів. Обладнання цих систем має відповідати вимогам живучості, відмовостійкості, захищеності від зовнішніх впливів (вогневе, електромагнітне, термічне) та бути сумісним з організаційною структурою управління.

Загальна архітектура системи складається з трьох функціональних шарів:

1. Збір і обробка розвідувальної інформації – сенсори, системи виявлення і позиціонування цілей.
2. Прийняття рішень і розрахунки ударних параметрів – командні пункти з інтерфейсами для розрахунків.
3. Комунікація і прив'язка вогню – канали передачі команд і даних до вогневих підрозділів та систем наведення.
4. Архітектура передбачає резервування каналів зв'язку, дублювання обчислювальних модулів і можливість автономної роботи при втраті зовнішніх ресурсів.

### **Обладнання для управління вогнем**

Оптико-електронні прицільні комплекси (дальноміри, тепловізори, денні/нічні камери) для визначення координат цілі та корекції вогню. Лазерні дальноміри для точного визначення дальності та підсвічування цілей при застосуванні лазерних голів наведення. Радарні датчики малої та середньої дальності для автоматичного виявлення рухомих цілей (припустимі інтегровані стаціонарні або портативні РЛС із захищеними алгоритмами класифікації).

### **Навігаційно-позиційні засоби**

GNSS-пристрої (GPS/ГЛОНАСС) з інерційними блоками (INS) для визначення координат власних позицій та цілей; резервування через інерційну навігацію для роботи в умовах глушіння. Компасні та кутомірні пристрої для прив'язки напрямків та секторів вогню.

### **Балістичні та вогневі комплектуючі**

Електронні балістичні калькулятори (локальні термінали або інтегроване ПЗ) для розрахунку кута наведення, поправок на вітер, температуру, висоту тощо.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		75

Автоматизовані системи корекції вогню з інтерфейсом передачі координат та команд прямого наведення на виконавчі механізми (азимутальні приводні механізми для гармат/платформ).

### **Пост спостереження і шинні інтерфейси**

Консоль оператора з багатофункціональними панелями (монітор/джойстик/клавіатура) для введення цілей, перегляду карт та контролю розрахунків. Графічні інформаційні панелі з картографічним відображенням тактичної обстановки (інтерактивні карти із шарами цілей, підрозділів, маршрутів).

### **Системи автоматичної передачі даних і команд**

Цифрові інтерфейси (за стандартами військових мереж) для відправлення цілевказівок у форматах, придатних для прямого наведення та постачання озброєння. Системи пріоритизації та чергування команд, що дозволяють управляти одночасними запитами від кількох спостережних пунктів.

### **Інтеграція з датчиками і вогневими засобами**

Інтерфейси до систем ППО/артилерії/танків/БМП для синхронізації вогню (APIs, тактичні протоколи). Модулі телеметричного зв'язку для отримання підтвердження пострілу, даних про влучання та корекцій.

### **Обладнання зв'язку**

Тактичні радіостанції VHF/UHF з шифруванням (стандарт MIL-spec або національні аналоги) для голосового та цифрового обміну. Сіткові радіомережі (MANET) для забезпечення самоналаштувального мережевого зв'язку між підрозділами у польових умовах. Репітери і ретранслятори з броньованими антенно-мачтами для розширення зон покриття.

Полегшені броньовані кабелі (мідні або оптичні) для внутрішнього зв'язку в межах ФС; оптичні лінії – для високошвидкісного обміну даними між критичними вузлами. Резервні мідні лінії у разі ушкодження оптики; організація фізичного захисту кабелів у траншеях або у внутрішніх каналах. Малопомітні

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		76

термінали для передачі даних/голосу у віддалені мережі; використовується як резервний або далекодіючий канал у разі виведення локальних мереж з ладу.

### **Внутрішній зв'язок та інтерком**

Стаціонарні інтеркоми та переносні переговорні пристрої для координації всередині споруди; обладнання з шумопониженням і режимом “тихого зв'язку”. Підсилювачі та системи аварійного зв'язку (сигнали, маячки).

Шифрування голосу і даних апаратними засобами з резервними ключами та політиками ротації ключів. Засоби захисту від електромагнітних впливів (ФАР, екранування, мережеві фільтри) і захист від активних СЗР (adaptive frequency hopping, ECCM).

### **Вимоги до захисту**

Фізичний захист обладнання: броньовані шафи, вбудовані ніші, захист кабелів. Стійкість до ударних хвиль та перегріву: встановлення антивібраційних амортизаторів, теплоізоляція, вогнестійкі кожухи. Електромагнітна сумісність (ЕМС) та захист від імпульсних впливів (ЕМР): фільтри, заземлення, захисні системи. Резервність: подвійне обладнання для ключових функцій (радіостанції, сервери, джерела живлення).

### **Тактико-технічні рекомендації**

Обладнання має бути модульним для швидкої заміни та адаптації до змінного обсягу завдань. Поєднання проводового (оптичного) і безпроводного зв'язку з пріоритизацією критичних повідомлень. Робота в умовах глушіння: застосування інерційних та автономних систем позиціонування; MANET-мереж з адаптивним частотним менеджментом. Апаратне шифрування, контроль доступу, сегментація мережі, моніторинг подій. Енергетична автономія: планування автономних джерел живлення з резервом на 72+ годин для безперервної роботи ключових підсистем.

### **Висновок**

Обладнання для управління вогнем та зв'язку у фортифікаційній споруді має бути інтегрованою, захищеною та відмовостійкою системою, що поєднує

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		77

сенсори, обчислювальні засоби, комунікаційні інтерфейси і механізми дистанційного управління вогневими засобами. Забезпечення модульності, резервування, захищеності інформації і енергетичної автономії є ключовими вимогами для збереження бойової спроможності та живучості ФС у складних тактичних умовах.

### **Опис обладнання для захисту від БПЛА**

Захист фортифікаційних споруд (ФС) і опорних пунктів від безпілотних літальних апаратів (БПЛА) є одним із пріоритетних напрямів інженерного забезпечення сучасних бойових дій. БПЛА становлять складну загрозу, оскільки здатні виконувати розвідку, коригування вогню, доставку вибухових речовин та вести інформаційно-психологічні операції. Для протидії цій загрозі у складі фортифікаційних споруд впроваджено комплекс технічних засобів – від пасивних інженерних конструкцій до активних радіоелектронних систем.

#### **Класифікація засобів захисту від БПЛА**

Система захисту поділяється на три основні рівні:

1. Пасивні засоби – конструктивні, камуфляжні та маскувальні рішення, що знижують виявлюваність споруди.
2. Активні засоби виявлення і попередження – системи сенсорного контролю (радарні, акустичні, оптичні).
3. Активні засоби протидії – обладнання радіоелектронного або кінетичного ураження БПЛА.

#### **Пасивні засоби захисту**

##### **1. Маскувальні покриття**

Сітчасті або композитні полотна з радіопоглинальними властивостями (зменшення ЕПР – ефективної поверхні розсіювання). Інфрачервоні (ІЧ) маскувальні екрани, що знижують тепловий контраст об'єкта у діапазоні 8–14 мкм. Камуфляжні матеріали з мультиспектральним ефектом (радіо, ІЧ, візуальний спектр).

##### **2. Конструктивний захист**

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		78

Розташовано вентиляційних та вогневих отворів під кутом або в тіні від поверхні, щоб уникнути прямої видимості з повітря. Використано земляні насипи, бронешити або бетонні елементи для захисту від уламків та малих зарядів. Застосовано модульні сітчасті куполи або дахи із дрібною металевою решіткою для руйнування пропелерів малих дронів-камікадзе.

### 3. Енергетична та електромагнітна ізоляція

Використання екранованих кабельних каналів і заземлення, що зменшує електромагнітну помітність. Виключення джерел інфрачервоного випромінювання шляхом теплового екранізування агрегатів (генераторів, витяжок).

### Засоби виявлення та попередження

#### 1. Радарні системи ближньої дії

Імпульсні або FMCW-радары (частотна модуляція безперервної хвилі) для виявлення малорозмірних повітряних цілей на відстані до 3–5 км. Використання систем багатопозиційного радіолокаційного спостереження для точного визначення траєкторії БПЛА. Застосування алгоритмів класифікації за швидкістю, розміром і типом сигналу відбиття для розрізнення БПЛА від птахів.

#### 2. Акустичні сенсори

Мікрофонні решітки для аналізу характерного шуму пропелерів (спектральна ідентифікація). Синхронізація з радарями для підвищення точності локалізації.

#### 3. Оптико-електронні системи

Камери з високою частотою кадрів і системами автоматичного супроводу. Тепловізори середнього діапазону (3–5 мкм) для виявлення БПЛА в умовах обмеженої видимості. Інтеграція з системами штучного інтелекту для автоматичної детекції об'єктів.

#### 4. Системи раннього попередження

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		79

Автоматизовані комплекси збору даних від сенсорів та передачі сповіщень на командний пункт. Можливість інтеграції з системами управління вогнем для автоматичного наведення засобів ураження.

## 5. Активні засоби протидії

### Радіоелектронні засоби (РЕБ)

Системи радіоподавлення каналів управління та навігації – генератори широкосмугових перешкод у широких діапазонах частот. GPS/GLONASS Jammer – приглушення супутникових сигналів для дезорієнтації автопілотів.

RF детектори – пристрої пасивного аналізу радіоефіру, які виявляють роботу передавачів дронів. Мобільні РЕБ-комплекси з секторним або всеспрямованим випромінюванням, що утворюють “радіопарасольку” над ФС.

## 6. Кінетичні засоби ураження

Зенітні кулеметні установки або дистанційно керовані турелі з автоматичним наведенням. Системи стрілецької дії з трасуючим коригуванням (інфрачервоні або лазерні мітки для супроводу цілі). Сіткометальні системи – установки для викидання сіток із металевих або композитних волокон, що заплутують пропелери БПЛА. Дрони-перехоплювачі з маневровими системами наведення та нефатальними засобами знешкодження.

## 7. Лазерні та мікрохвильові системи

Лазерні комплекси низької потужності (1–5 кВт) для спалення корпусів малих дронів на близьких дистанціях. Мікрохвильові імпульсні системи (НРМ) для виведення з ладу електроніки БПЛА за допомогою надкоротких імпульсів електромагнітного випромінювання.

## **Інтеграція систем у фортифікаційну інфраструктуру**

Сенсорна мережа розгортається у вигляді кільцевої системи довкола об’єкта з можливістю автоматичного визначення напрямку наближення. Централізований пункт управління (на базі ФС) отримує дані від сенсорів, виконує аналіз і передає команди РЕБ або вогневим засобам. Енергозабезпечення забезпечується від

автономних генераторів або сонячних панелей із буферними акумуляторами для роботи у безперервному режимі.

Зв'язок і координація здійснюються через захищені канали передачі даних (радіо або оптичне волокно).

### **Вимоги до розгортання та експлуатації**

Забезпечення мінімального часу реакції (не більше 5 секунд з моменту виявлення до початку протидії). Розташування РЕБ-випромінювачів на відстані безпечній для персоналу (відповідно до норм електромагнітної сумісності). Калібровка сенсорів і випробування систем зв'язку. Захист обладнання від атмосферних впливів та маскування під місцеві об'єкти для зменшення ймовірності ураження противником.

### **Висновок**

Обладнання для захисту від БПЛА у складі фортифікаційної споруди закритого типу формує комплекс багаторівневої оборони, який поєднує конструктивні, сенсорні, радіоелектронні та кінетичні засоби. Його ефективність залежить від інтеграції в загальну систему управління обороною, безперервного моніторингу повітряного простору, автономного енергозабезпечення та адаптивного реагування на зміну типів загроз.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		81

ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Консультант Осипов С.О.

Здобувач Гундар І.А.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		82

## РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

### 3.1 Технологічна карта на монтаж елементів опорного пункту

#### Обсяги монтажних робіт

#### Калькуляція трудовитрат

Табл. 1 Калькуляція трудовитрат

№п. п	Найменування робіт	Одиниці виміру	Обсяги робіт	Обґрунтування			Трудоємність		Склад ланки за розрядами, машини	Тривалість робіт, змін
				Норма часу			Люд.-год.	Маш.-год.		
				Люд.-год.	Маш.-год.					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Розробка траншей та ходів сполучення	100м	47.81	-	0.7	-	33.46	-	Машиніст 6 розряду+помічник Машина ПЗМ-3 Швидкість риття 300-400 м/год	4
2	Влаш. одиночного ДЗОТу	Кільк.	6	81	-	486	-	Військовий будівельник - 10	6	
3	Влаш. подвійного ДЗОТу	Кільк.	3	48	-	144	1	Військовий будівельник - 5	4	
4	Влаштування	Кільк.	3	1.5	-	1.5	-			

			КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА
<i>Зм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	
			Лист
			83

	одиначного стрілецького окопу								
12	Влаштування окопу для гранатометника	Кільк.	1	1.5	-	1.5	-	Військовий будівельник - 2	1
13	Влаштування окопу для кулеметника		1	13	-	13	-		
5	Влаштування спостережних споруд	Кільк.	2	5	-	5	-	Військовий будівельник - 10	4
11	Влаштування командного пункту	Кільк.	2	155	-	310	-	Військовий будівельник - 13	3
6	Влаш. бліндажу	Кільк.	5	45	-	225	-	Військовий будівельник – 10	3
7	Влаш. підземних	Кільк.	4	65	-	260	-	Військовий будівельник – 10	4

			КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА
<i>Зм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	
			Лист
			84

	укриттів								
8	Влаш. ніш боєприпасів	Кільк.	4	2	-	8	-	Військовий будівельник - 2	0.5
9	Влаш. окопів бойової техніки	Кільк.	4	8	0.6,0.3	16	1.8	Машиніст 6 розряду+помічник Машина ПЗМ-3 Військовий будівельник - 2	2
10	Влашт. Маскування споруд	Кільк.	30	2,4,12	-	166	-	Військовий будівельник - 10	5
	Всього					1641	36.26		32.5

			КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА		
<i>Зм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
				<i>Лист</i>	85





### 3.4 Аналіз потенційно-небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Табл. 4 Аналіз потенційно-небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Група факторів	Опис	Небажані наслідки	Будівельні роботи	Запобіжні заходи
Механічні впливи	Падіння конструкцій, обвал ґрунту, рух техніки	Травми, летальні випадки	Монтаж плит, копання траншей	Укріплення укосів, застосування спец. одягу, контроль техніки безпеки інструктаж
Шум і вібрація	Інструменти, генератори	Пошкодження слуху, втома	Різання металу, земляні роботи	Беруші/наушники, чергування робіт, віддалення від джерела шуму
Холод або спека, опади	Негативні погодні умови	Переохолодження, тепловий удар	Робота взимку, у спеку	Теплий одяг, перерви у тіні, обігрів, регламент часу робіт
Пил	Пил від ґрунту та бетону	Захворювання дихальних шляхів	Земляні роботи, бетонні роботи	Респіратори, захисні маски, зволоження поверхонь,
Недостатнє освітлення	Робота вночі або під землею	Падіння, травми	Улаштування ходів сполучення, підземних укриттів	Прожектори, налобні ліхтарі, резервне живлення
Лужні розчини, цемент		Опіки, дерматит	Приготування бетонних сумішей	Рукавички, окуляри, захисний одяг
Вихлопні гази, ПММ		Отруєння, пожежа	Робота з генераторами	Провітрювання, віддалення техніки від людей, контроль витоків
Бактерії в ґрунті		Інфекції	Земляні роботи	Рукавички, антисептики
Комахи, тварини		Алергії, укуси	Полов'яві роботи	Репеленти, огляд місцевості, захисний одяг

Високе фізичне навантаження		Перевтома, травми	Земляні роботи, перенесення важких вантажів	Механізація процесів, перерви
Стрес від бойових дій		Помилки, виснаження	Робота поблизу зони бойових дій	Ротація особового складу, психологічна підтримка
Електротравми		Ураження струмом	Робота з кабелями, генераторами	Ізоляція проводів, заземлення, УЗО, сухі умови роботи
Ріжучі інструменти		Порізи, ампутації	Бензопили, відбійні молотки	Захисні рукавиці, інструктаж, техогляд інструментів
Артилерія, БПЛА, стрілецька зброя		Ураження, руйнування	Робота в зоні бойових дій	Робота під укриттям, маскування, графік робіт, сигнальна система
Небезпечні боєприпаси		Вибухи	Робота на прифронтовій території	Обстеження місцевості саперами, маркування небезпечних зон
Електронні впливи (РЕБ)		Порушення зв'язку	Використання радіозв'язку	Захищені канали, дублювання систем, дротовий зв'язок

### 3.5 Заходи з охорони навколишнього середовища, охорони праці та пожежної безпеки.

Нормування праці передбачає встановлення міри витрат праці на виготовлення одиниці виробу (шт., м, т), за одиницю часу (годину, зміну, місяць) або виконання заданого обсягу роботи в певних організаційно - технічних умовах.

Норми праці (норми виробітку, часу, обслуговування, чисельності) встановлюються для працівників відповідно до досягнутої рівнем техніки, технології, організації виробництва і праці. Норма праці визначає величину і структуру витрат робочого часу, необхідних для виконання даної роботи, і є еталоном, з яким порівнюються фактичні витрати часу з метою встановлення їх раціональності. При нормуванні праці робітників і службовців застосовуються такі види норм праці: норми часу, норми виробітку, обслуговування, чисельності, керованості, нормовані завдання. Оскільки загальним вимірником праці служить робочий час, всі норми праці є похідними від норми часу. Норма часу - це кількість робочого часу, необхідний для виконання одиниці певної роботи (операції) одним робітником або групою робітників відповідної чисельності та кваліфікації в найбільш раціональних для даного підприємства організаційних, технічних і господарських умовах з урахуванням передового виробничого досвіду.

Норма часу обчислюється в людино-годинах, людино-хвилинах або людино-секундах. Щоб встановити норму часу, необхідно з'ясувати склад витрат робочого часу і конкретні їх величини для виконання даної роботи. Норми праці класифікуються на такі види: норма часу, норма виробітку, норма обслуговування.

Під охороною праці розуміють систему законодавчих актів і відповідних заходів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності робітників. Система організаційних і технічних заходів і засобів, що запобігають виробничому травматизму, носить назву техніки безпеки.

Під час виконання будівельно-монтажних робіт необхідно дотримуватися основних вимог таких нормативних документів:

- ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві;
- Правила пожежної безпеки під час виробництва СМР;
- ДНАОП 0.00-1.03-02. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						90
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Усі повинні пройти навчання й інструктаж з безпеки праці та пожежної безпеки, не мати медичних протипоказань. Ділянки виконання робіт мають бути огорожені і забезпечені попереджувальними написами, а також обладнані відповідно до ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Отвори, до яких можливий доступ людей, мають бути огорожені або закриті. Під час будівельно-монтажних робіт потрібно чітко дотримуватися вимог безпеки праці відповідно до ДБН А.3.2-2-2009: робітники, що здійснюють монтажні роботи, повинні бути забезпечені запобіжними поясами, захисними касками, нековзним взуттям, спецодягом;

-під час перенесення або перевезення інструменту його гострі частини слід закривати чохлами;

-під час роботи з відбійними молотками, перфораторами і дисковими пилами стежити за надійною установкою робочого органу, не перевищувати граничного значення сили натискання на робочі органи;

-дотримуватися вимог та правил безпеки виконання робіт ручними машинами, викладених у відповідних ГОСТах і паспортах на машини.

-цемент для виконання бетонних робіт необхідно зберігати в силосах, бункерах, ларях, інших закритих ємностях, запобігаючи розпиленню під час завантаження і вивантаження. Завантажувальні отвори повинні бути закриті захисними ґратами, а ґрати закриті на замок.

На території будівництва необхідна наявність санітарно-побутових приміщень.

### Заходи пожежної безпеки

На об'єкті будівництва потрібно дотримуватись вимог діючих нормативних документів з пожежної безпеки, а саме: ДБН В.1.1-7-2002 "Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва", НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні», ДСТУ ISO 6309:2007 «Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір».

Відповідальність за пожежну безпеку будівельного майданчика, своєчасне виконання протипожежних заходів, забезпечення засобами пожежогасіння,

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						91
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

організацію пожежної охорони несе керівник робіт від генеральної підрядної організації. Під час виконання робіт субпідрядними організаціями відповідальність за дотримання пожежної безпеки покладають на керівника робіт цих підприємств і керівників окремих ділянок.

Керівники робіт зобов'язані:

- призначити осіб, відповідальних за протипожежний стан окремих ділянок будівництва, за справністю інженерних протипожежних систем і устаткування;
- забезпечити проведення з працюючими на будівництві спеціального навчання, інструктажів і перевірки знань з питань пожежної безпеки;
- встановити на об'єкті, що будується, режим паління, проведення вогневих та інших пожежонебезпечних робіт, порядок прибирання, вивезення сміття утилізації горючих будівельних відходів;
- не допускати ведення будівельно-монтажних робіт, якщо відсутні протипожежне водопостачання, дороги, під'їзди і зв'язки; якості. Усі види пожежного обладнання повинні мати державний сертифікат.

Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, протипожежного інструктажу і перевірки знань з питань пожежної безпеки – заборонено.

### **Заходи з охорони навколишнього середовища**

Під час виконання будівельно-монтажних робіт необхідно дотримуватись заходів щодо збереження навколишнього середовища, а саме:

- складування матеріалів повинно здійснюватися на спеціально відведених майданчиках;
- машини і механізми з двигунами внутрішнього згорання, що працюють на будівництві, повинні мати справну систему видалення вихлопних газів;
- розпалювати багаття на будівельному майданчику заборонено;
- витік паливно-мастильних матеріалів машин і механізмів не припустимий.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						92
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Консультант Скочко В.І.

Здобувач Гундар І.А.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						93
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## РОЗДІЛ 4. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

### 4.1 Розрахунок оптимального розміщення фортифікаційних споруд

Для науково-дослідної частини було проведено розрахунок оптимізації розміщення фортифікаційних споруд. Даний розрахунок потрібен для оптимального розміщення траншей, ходів сполучення та фортифікаційних споруд на ділянці місцевості, коли час проходження ділянок траншей зводиться до мінімуму. Розрахунок виконано за допомогою комп'ютерного розрахункового комплексу Mathcad.

#### 1. Умовна топографічна зйомка місцевості

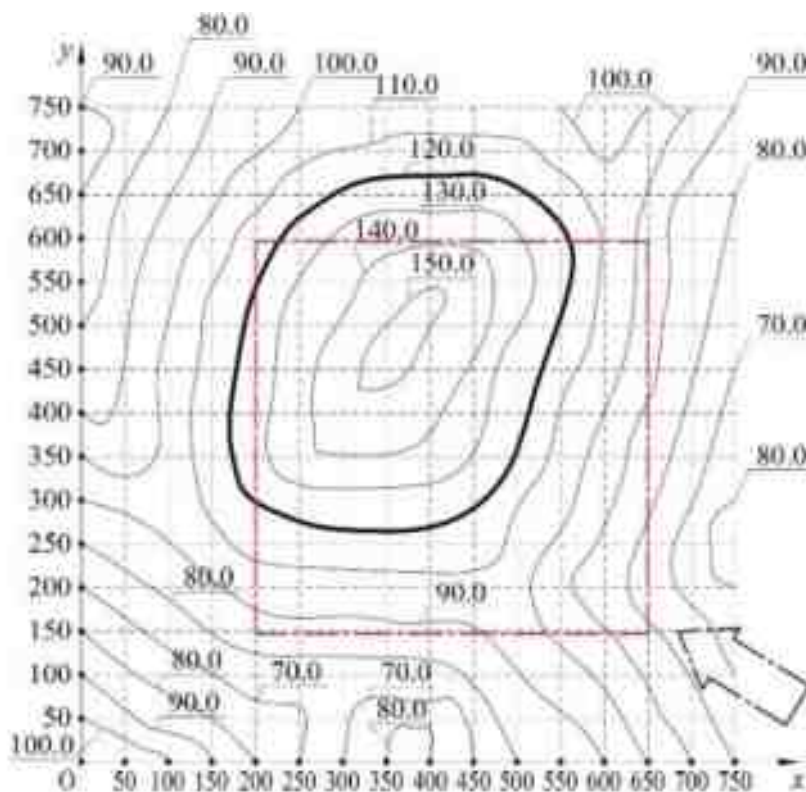


Рис. 44 Умовна топографічна зйомка місцевості

Точки для інтерполяції:  $x_A = 200$   $y_A = 296$  ;  $x_B = 250$   $y_B = 276$  ;  $x_C = 300$   $y_C = 268$  .

#### 2. Ділянка розміщення опорного пункту

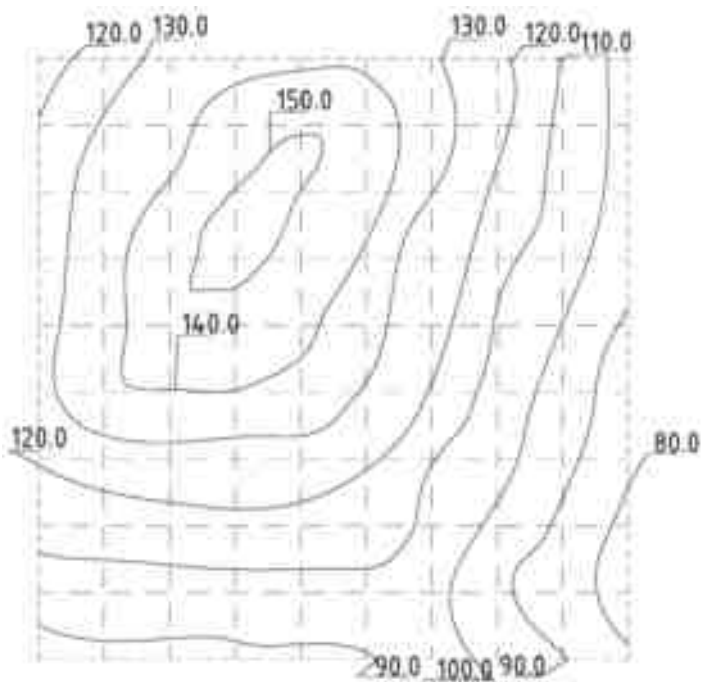


Рис. 45 Ділянка розміщення опорного пункту

### 3. Розрахунок кількості людей на ділянках опорного пункту

Спочатку визначається кількість людей на окремих позиціях. В окопах для бойової техніки, на вогневих позиціях розміщується мінімум по одній особі. На запасних вогневих позиціях розміщується зазвичай 0 осіб. На командних, командно-спостережних пунктах та складах боєприпасів розміщується 2 людини. В підземних укриттях розташовується від однієї до 6 людей. Зафіксовані позиції – це позиції з попередньо визначеним положенням. До таких позицій належать підземні укриття, виходи з траншей, та окопи для бойової техніки.

Топологічна схема з розташуванням споруд фортифікації, з нумерацією та підрахунком потенційної кількості людей, що можуть пересуватися ділянками траншей

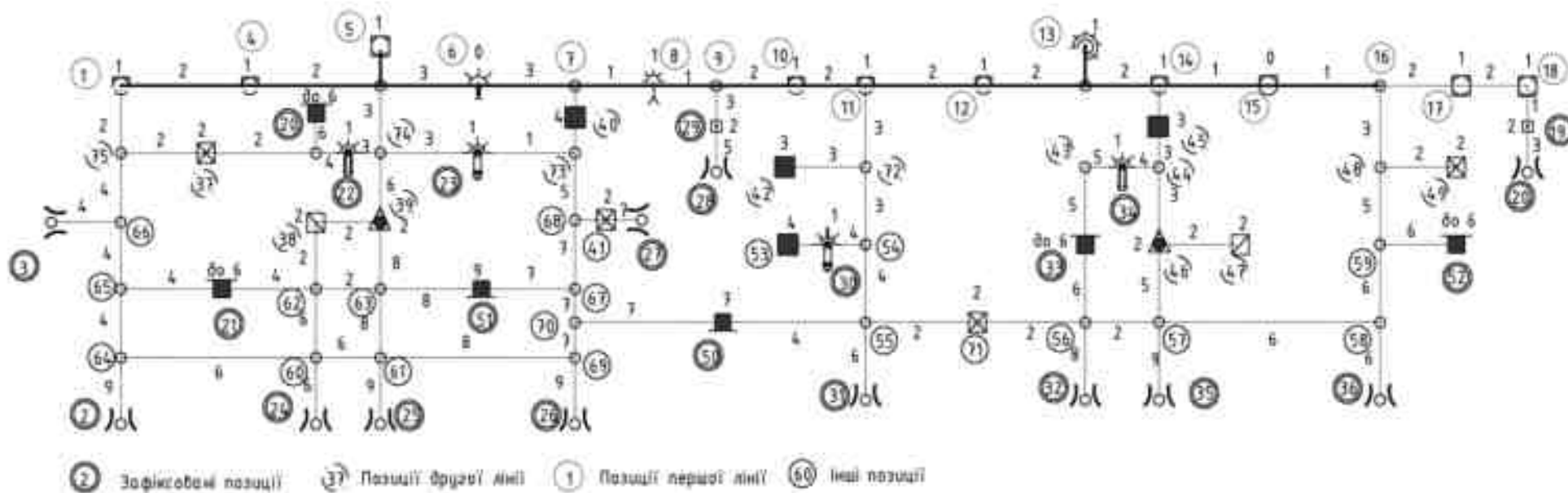




























Рис. 46 Топологічна схема з розташуванням споруд фортифікації, з нумерацією та підрахунком потенційної кількості людей, що можуть пересуватися ділянками траншей

			КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	
<i>Зм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		
			<i>Лист</i>	96

## Умовні позначення:

- - відкритий хід сполучення
- - перекритий хід сполучення / щільна
-  - одиночний стрілецький відкритий окоп
-  - подвійний стрілецький відкритий окоп
-  - одиночна стрілецька закрита споруда (типу ДЗОТ)
-  - подвійна стрілецька закрита споруда (типу ДЗОТ)
-  - вихід з окопу (ходу сполучення)
-  - фіксована границями відділення крайова позиція (одиночна або подвійна вогнева)
-  - відкрита вогнева позиція кулеметника
-  - одиночна закрита вогнева позиція кулеметника (залізобетонна або металева)
-  - подвійна закрита вогнева позиція кулеметників (залізобетонна або металева)
-  - відкрита вогнева позиція гранатометника
-  - пост спостереження командира відділення
-  - пост спостереження командира взводу
-  - окремий блиндаж для особового складу
-  - підземне укриття
-  - наземне укриття
-  - командний пункт
-  - укриття / погрібець для зберігання боєприпасів
-  - точки розгалуження мережі ходів сполучення
-  - протитанкова міна
-  - протипіхотна міна
-  - міна невизначеної дії
-  - лінія загороджень (яка поєднує в собі різні типи загороджень)
-  - окоп для БТР
-  - окоп для БМП
-  - окоп для танку
-  - відхоже місце

Початкові координати, що визначають необхідну горизонталь:

$$\begin{pmatrix} x_A \\ x_B \\ x_C \end{pmatrix} := \begin{pmatrix} 200 \\ 250 \\ 300 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} y_A \\ y_B \\ y_C \end{pmatrix} := \begin{pmatrix} 296 \\ 276 \\ 268 \end{pmatrix}$$

$$f_1(x) := y_A \cdot \frac{(x - x_B) \cdot (x - x_C)}{(x_A - x_B) \cdot (x_A - x_C)} + y_B \cdot \frac{(x - x_A) \cdot (x - x_C)}{(x_B - x_A) \cdot (x_B - x_C)} + y_C \cdot \frac{(x - x_A) \cdot (x - x_B)}{(x_C - x_A) \cdot (x_C - x_B)} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{67 \cdot (x - 200) \cdot (x - 250)}{1250} - \frac{69 \cdot (x - 200) \cdot (x - 300)}{625} + \frac{37 \cdot (x - 250) \cdot (x - 300)}{625}$$

$$f1\_1(x) := y_A \cdot 1 + \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} \cdot (x - x_A) + \left[ \left( \frac{y_C - y_B}{x_C - x_B} - \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} \right) \div (x_C - x_A) \right] \cdot [(x - x_A) \cdot (x - x_B)] \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{3 \cdot (x - 200) \cdot (x - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x}{5} + 376$$

$$\begin{pmatrix} x_D \\ x_E \\ x_F \end{pmatrix} := \begin{pmatrix} 200 \\ 250 \\ 300 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} y_D \\ y_E \\ y_F \end{pmatrix} := \begin{pmatrix} 296 - 10 \\ 276 - 10 \\ 268 - 10 \end{pmatrix}$$

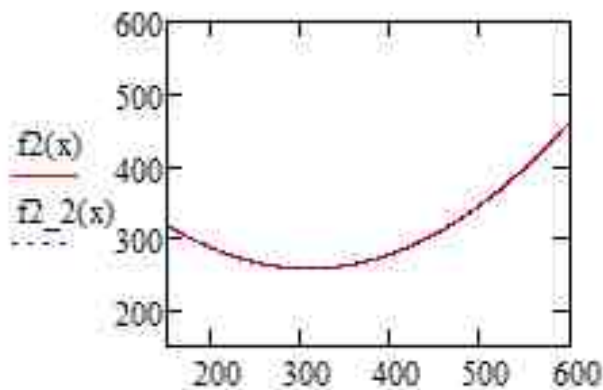
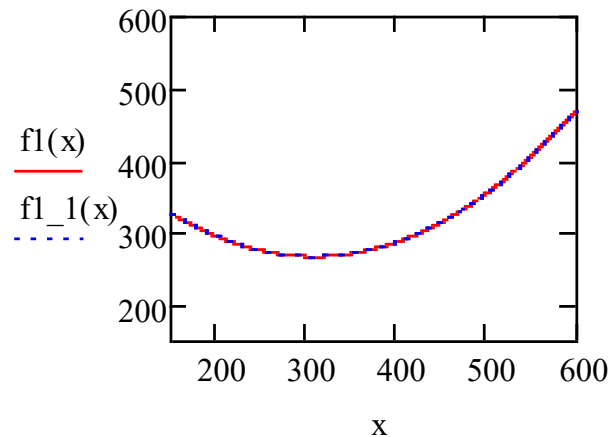
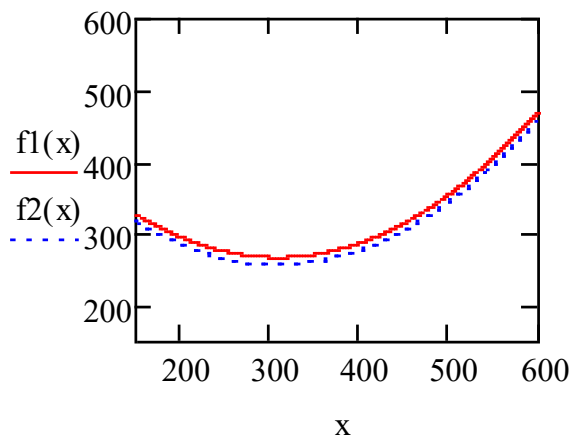
$$f2(x) := y_D \cdot \frac{(x - x_E) \cdot (x - x_F)}{(x_D - x_E) \cdot (x_D - x_F)} + y_E \cdot \frac{(x - x_D) \cdot (x - x_F)}{(x_E - x_D) \cdot (x_E - x_F)} + y_F \cdot \frac{(x - x_D) \cdot (x - x_E)}{(x_F - x_D) \cdot (x_F - x_E)} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{129 \cdot (x - 200) \cdot (x - 250)}{2500} - \frac{133 \cdot (x - 200) \cdot (x - 300)}{1250} + \frac{143 \cdot (x - 250) \cdot (x - 300)}{2500}$$

$$f2\_2(x) := y_D \cdot 1 + \frac{y_E - y_D}{x_E - x_D} \cdot (x - x_D) + \left[ \left( \frac{y_F - y_E}{x_F - x_E} - \frac{y_E - y_D}{x_E - x_D} \right) \div (x_F - x_D) \right] \cdot [(x - x_D) \cdot (x - x_E)] \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{3 \cdot (x - 200) \cdot (x - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x}{5} + 366$$

### Візуалізація функцій



### 1. Початкові умови моделювання

1.1. Підрахована кількість людей, які потенційно можуть пересуватися ходами сполучень (осіб/с):

q_1_4 := 2 q_1_75 := 2 q_4_5 := 2 q_5_6 := 3 q_6_7 := 3 q_7_8 := 1	q_8_9 := 1 q_9_10 := 2 q_10_11 := 2 q_11_12 := 2 q_12_13 := 2 q_13_14 := 2	q_14_15 := 1 q_15_16 := 1 q_16_17 := 2 q_17_18 := 2 q_18_19 := 1 q_19_20 := 3	q_75_37 := 2 q_37_76 := 2 q_76_22 := 4 q_22_74 := 3 q_74_5 := 3 q_74_23 := 3	q_23_73 := 1 q_73_7 := 4 q_73_68 := 5 q_68_41 := 7 q_41_27 := 7 q_68_67 := 7
q_67_51 := 7 q_51_63 := 8 q_63_39 := 8 q_39_74 := 6 q_39_38 := 2 q_38_62 := 2	q_62_63 := 2 q_62_21 := 4 q_21_65 := 4 q_65_66 := 4 q_66_3 := 4 q_66_75 := 4	q_65_64 := 4 q_64_2 := 9 q_64_60 := 6 q_60_24 := 6 q_60_62 := 6 q_60_61 := 6	q_61_25 := 9 q_61_69 := 8 q_69_26 := 9 q_69_70 := 7 q_67_70 := 7 q_70_50 := 7	q_50_55 := 4 q_55_31 := 6 q_55_54 := 4 q_54_30 := 4 q_30_53 := 4 q_54_72 := 3
q_72_42 := 3 q_72_11 := 3 q_9_29 := 3 q_29_28 := 5 q_55_71 := 2 q_71_56 := 2	q_56_32 := 8 q_56_33 := 6 q_56_57 := 2 q_57_35 := 9 q_57_46 := 5 q_46_47 := 2	q_57_58 := 6 q_58_36 := 6 q_33_43 := 5 q_43_34 := 5 q_34_44 := 4 q_44_45 := 3	q_45_14 := 3 q_44_46 := 3 q_58_59 := 6 q_59_52 := 6 q_59_48 := 5 q_48_49 := 2	q_48_16 := 3

1.2. Площа відкритого і закритого ходів сполучення:

$$S_{\text{закр}} := 1.5 \cdot (0.6 + 1.5) \div 2 = 1.575$$

$$S_{\text{відкр}} := (1.5 + 0.4) \cdot (0.6 + 1.5) \div 2 = 1.995$$

2. Початкові та крайові умови

2.1. Початкові координати точок усіх фортифікаційних споруд та координати попереднього кроку ітераційного числення (м):

x1	y1	531	465	x28	y28	462	334
x2	y2	467	498	x29	y29	474	330
x3	y3	506	480	x30	y30	429	332
x4	y4	526	447	x31	y31	385	493
x5	y5	512	381	x32	y32	383	368
x6	y6	498	357	x33	y33	407	318
x7	y7	493	349	x34	y34	497	289
x8	y8	492	340	x35	y35	368	355
x9	y9	482	323	x36	y36	341	336
x10	y10	469	307	x37	y37	500	444
x11	y11	444	293	$\lambda_{2\_1}$	$\lambda_{2\_2}$	1	1
x12	y12	428	284	$\lambda_{3\_1}$	$\lambda_{3\_2}$	1	1
x13	y13	405	265	$\lambda_{4\_1}$	$\lambda_{4\_2}$	1	1
x14	y14	375	267	$\lambda_{5\_1}$	$\lambda_{5\_2}$	1	1
x15	y15	356	267	$\lambda_{6\_1}$	$\lambda_{6\_2}$	1	1
x16	y16	347	265	$\lambda_{7\_1}$	$\lambda_{7\_2}$	1	1
x17	y17	337	267	$\lambda_{8\_1}$	$\lambda_{8\_2}$	1	1
x18	y18	317	267	$\lambda_{9\_1}$	$\lambda_{9\_2}$	1	1
x19	y19	311	284	$\lambda_{10\_1}$	$\lambda_{10\_2}$	1	1
x20	y20	298	299	$\lambda_{11\_1}$	$\lambda_{11\_2}$	1	1
x21	y21	474	457	$\lambda_{12\_1}$	$\lambda_{12\_2}$	1	1
x22	y22	481	412	$\lambda_{19\_1}$	$\lambda_{19\_2}$	1	1
x23	y23	471	485	$\lambda_{29\_1}$	$\lambda_{29\_2}$	1	1
x24	y24	445	450	$\lambda_{37\_1}$	$\lambda_{37\_2}$	1	1
x25	y25	431	425	$\lambda_{13}$	$\lambda_{20}$	1	1
x26	y26	410	411	$\lambda_{30}$	$\lambda_{36}$	1	1
x27	y27	:= 433	367				

x38	y38	474	425	x64	y64	473	487
x39	y39	462	408	x65	y65	488	482
x40	y40	485	355	x66	y66	508	467
x41	y41	435	378	x67	y67	436	394
x42	y42	457	314	x68	y68	441	385
x43	y43	414	299	x69	y69	421	407
x44	y44	378	286	x70	y70	426	398
x45	y45	373	277	x71	y71	397	368
x46	y46	378	315	x72	y72	441	303
x47	y47	368	317	x73	y73	456	375
x48	y48	349	284	x74	y74	480	400
x49	y49	339	285	x75	y75	518	469
x50	y50	417	394	x76	y76	492	419
x51	y51	446	398	$\lambda_2$ 1	$\lambda_2$ 2	1	1
x52	y52	342	304	$\lambda_3$ 1	$\lambda_3$ 2	1	1
x53	y53	433	341	$\lambda_4$ 1	$\lambda_4$ 2	1	1
x54	y54	423	325	$\lambda_5$ 1	$\lambda_5$ 2	1	1
x55	y55	404	394	$\lambda_6$ 1	$\lambda_6$ 2	1	1
x56	y56	390	358	$\lambda_7$ 1	$\lambda_7$ 2	1	1
x57	y57	376	346	$\lambda_8$ 1	$\lambda_8$ 2	1	1
x58	y58	352	331	$\lambda_9$ 1	$\lambda_9$ 2	1	1
x59	y59	351	303	$\lambda_{10}$ 1	$\lambda_{10}$ 2	1	1
x60	y60	456	445	$\lambda_{11}$ 1	$\lambda_{11}$ 2	1	1
x61	y61	439	416	$\lambda_{12}$ 1	$\lambda_{12}$ 2	1	1
x62	y62	439	436	$\lambda_{19}$ 1	$\lambda_{19}$ 2	1	1
x63	y63	447	415	$\lambda_{29}$ 1	$\lambda_{29}$ 2	1	1
				$\lambda_{37}$ 1	$\lambda_{37}$ 2	1	1
				$\lambda_{13}$	$\lambda_{20}$	1	1
				$\lambda_{30}$	$\lambda_{36}$	1	1

3. Заміна змінних для кожної визначеної точки:

$$g_{\lambda} := -1$$

$$\chi_{1_4} = \frac{1}{\sqrt{(x1 - x4)^2 + (y1 - y4)^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{відкр}}}{q_{1_4}} \right)^{\xi} = 0.054$$

$$\chi_{1_75} = \frac{1}{\sqrt{(x1 - x75)^2 + (y1 - y75)^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{1_75}} \right)^{\xi} = 0.093$$

$$\chi_{4_5} = \frac{1}{\sqrt{(x4 - x5)^2 + (y4 - y5)^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{відкр}}}{q_{4_5}} \right)^{\xi} = 0.015$$

$$\chi_{5_6} = \frac{1}{\sqrt{(x5 - x6)^2 + (y5 - y6)^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{відкр}}}{q_{5_6}} \right)^{\xi} = 0.054$$

$$\chi_{6_7} = \frac{1}{\sqrt{(x6 - x7)^2 + (y6 - y7)^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{відкр}}}{q_{6_7}} \right)^{\xi} = 0.159$$

$$\chi_{7_8} = \frac{1}{\sqrt{(x7 - x8)^2 + (y7 - y8)^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{відкр}}}{q_{7_8}} \right)^{\xi} = 0.055$$

$$\chi_{8_9} = \frac{1}{\sqrt{(x8 - x9)^2 + (y8 - y9)^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{відкр}}}{q_{8_9}} \right)^{\xi} = 0.025$$

$$\chi_{9_{10}} = \frac{1}{\sqrt{(x9 - x_{10})^2 + (y9 - y_{10})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{відкр}}}{q_{9_{10}}} \right)^{\xi} = 0.049$$

$$\chi_{10_{11}} = \frac{1}{\sqrt{(x_{10} - x_{11})^2 + (y_{10} - y_{11})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{відкр}}}{q_{10_{11}}} \right)^{\xi} = 0.035$$

$$\chi_{11_{12}} = \frac{1}{\sqrt{(x_{11} - x_{12})^2 + (y_{11} - y_{12})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{відкр}}}{q_{11_{12}}} \right)^{\xi} = 0.055$$

$$\chi_{12_{13}} = \frac{1}{\sqrt{(x_{12} - x_{13})^2 + (y_{12} - y_{13})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{відкр}}}{q_{12_{13}}} \right)^{\xi} = 0.034$$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

$$\chi_{13\_14} = \frac{1}{\sqrt{(x_{13} - x_{14})^2 + (y_{13} - y_{14})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{відкр}}}{q_{13\_14}} \right)^{\xi} = 0.033$$

$$\chi_{14\_15} = \frac{1}{\sqrt{(x_{14} - x_{15})^2 + (y_{14} - y_{15})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{відкр}}}{q_{14\_15}} \right)^{\xi} = 0.026$$

$$\chi_{15\_16} = \frac{1}{\sqrt{(x_{15} - x_{16})^2 + (y_{15} - y_{16})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{відкр}}}{q_{15\_16}} \right)^{\xi} = 0.054$$

$$\chi_{16\_17} = \frac{1}{\sqrt{(x_{16} - x_{17})^2 + (y_{16} - y_{17})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{16\_17}} \right)^{\xi} = 0.125$$

$$\chi_{17\_18} = \frac{1}{\sqrt{(x_{17} - x_{18})^2 + (y_{17} - y_{18})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{17\_18}} \right)^{\xi} = 0.063$$

$$\chi_{18\_19} = \frac{1}{\sqrt{(x_{18} - x_{19})^2 + (y_{18} - y_{19})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{18\_19}} \right)^{\xi} = 0.035$$

$$\chi_{19\_20} = \frac{1}{\sqrt{(x_{19} - x_{20})^2 + (y_{19} - y_{20})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{19\_20}} \right)^{\xi} = 0.096$$

$$\chi_{75\_37} = \frac{1}{\sqrt{(x_{74} - x_{37})^2 + (y_{75} - y_{37})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{75\_37}} \right)^{\xi} = 0.04$$

$$\chi_{37\_76} = \frac{1}{\sqrt{(x_{37} - x_{76})^2 + (y_{37} - y_{76})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{37\_76}} \right)^{\xi} = 0.048$$

$$\chi_{76\_22} = \frac{1}{\sqrt{(x_{76} - x_{22})^2 + (y_{76} - y_{22})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{76\_22}} \right)^{\xi} = 0.195$$

$$\chi_{22\_74} = \frac{1}{\sqrt{(x_{22} - x_{74})^2 + (y_{22} - y_{74})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{22\_74}} \right)^{\xi} = 0.158$$

$$\chi_{74\_5} = \frac{1}{\sqrt{(x_{74} - x_5)^2 + (y_{74} - y_5)^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{74\_5}} \right)^{\xi} = 0.051$$

$$\chi_{74\_23} = \frac{1}{\sqrt{(x_{74} - x_{23})^2 + (y_{74} - y_{23})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{74\_23}} \right)^{\xi} = 0.022$$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

$$\chi_{23\_73} = \frac{1}{\sqrt{(x_{23} - x_{73})^2 + (y_{23} - y_{73})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{23\_73}} \right)^{\text{гг}} = 5.719 \times 10^{-3}$$

$$\chi_{73\_7} = \frac{1}{\sqrt{(x_{73} - x_7)^2 + (y_{73} - y_7)^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{73\_7}} \right)^{\text{гг}} = 0.056$$

$$\chi_{73\_68} = \frac{1}{\sqrt{(x_{73} - x_{68})^2 + (y_{73} - y_{68})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{73\_68}} \right)^{\text{гг}} = 0.176$$

$$\chi_{68\_41} = \frac{1}{\sqrt{(x_{68} - x_{41})^2 + (y_{68} - y_{41})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{68\_41}} \right)^{\text{гг}} = 0.482$$

$$\chi_{41\_27} = \frac{1}{\sqrt{(x_{41} - x_{27})^2 + (y_{41} - y_{27})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{41\_27}} \right)^{\text{гг}} = 0.398$$

$$\chi_{68\_67} = \frac{1}{\sqrt{(x_{68} - x_{67})^2 + (y_{68} - y_{67})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{68\_67}} \right)^{\text{гг}} = 0.432$$

$$\chi_{67\_51} = \frac{1}{\sqrt{(x_{67} - x_{51})^2 + (y_{67} - y_{51})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{67\_51}} \right)^{\text{гг}} = 0.413$$

$$\chi_{51\_63} = \frac{1}{\sqrt{(x_{51} - x_{63})^2 + (y_{51} - y_{63})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{51\_63}} \right)^{\text{гг}} = 0.298$$

$$\chi_{63\_39} = \frac{1}{\sqrt{(x_{63} - x_{39})^2 + (y_{63} - y_{39})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{63\_39}} \right)^{\text{гг}} = 0.307$$

$$\chi_{39\_74} = \frac{1}{\sqrt{(x_{39} - x_{74})^2 + (y_{39} - y_{74})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{39\_74}} \right)^{\text{гг}} = 0.193$$

$$\chi_{39\_38} = \frac{1}{\sqrt{(x_{39} - x_{38})^2 + (y_{39} - y_{38})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{39\_38}} \right)^{\text{гг}} = 0.061$$

$$\chi_{38\_62} = \frac{1}{\sqrt{(x_{38} - x_{62})^2 + (y_{38} - y_{62})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{38\_62}} \right)^{\text{гг}} = 0.035$$

Эм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

$$\chi_{62_63} = \frac{1}{\sqrt{(x_{62} - x_{63})^2 + (y_{62} - y_{63})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{62_63}} \right)^{\text{г}} = 0.057$$

$$\chi_{62_21} = \frac{1}{\sqrt{(x_{62} - x_{21})^2 + (y_{62} - y_{21})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{62_21}} \right)^{\text{г}} = 0.062$$

$$\chi_{21_65} = \frac{1}{\sqrt{(x_{21} - x_{65})^2 + (y_{21} - y_{65})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{21_65}} \right)^{\text{г}} = 0.089$$

$$\chi_{65_66} = \frac{1}{\sqrt{(x_{65} - x_{66})^2 + (y_{65} - y_{66})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{65_66}} \right)^{\text{г}} = 0.102$$

$$\chi_{66_3} = \frac{1}{\sqrt{(x_{66} - x_3)^2 + (y_{66} - y_3)^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{66_3}} \right)^{\text{г}} = 0.193$$

$$\chi_{66_75} = \frac{1}{\sqrt{(x_{66} - x_{75})^2 + (y_{66} - y_{75})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{66_75}} \right)^{\text{г}} = 0.249$$

$$\chi_{65_64} = \frac{1}{\sqrt{(x_{65} - x_{64})^2 + (y_{65} - y_{64})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{65_64}} \right)^{\text{г}} = 0.161$$

$$\chi_{64_2} = \frac{1}{\sqrt{(x_{64} - x_2)^2 + (y_{64} - y_2)^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{64_2}} \right)^{\text{г}} = 0.456$$

$$\chi_{64_60} = \frac{1}{\sqrt{(x_{64} - x_{60})^2 + (y_{64} - y_{60})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{64_60}} \right)^{\text{г}} = 0.084$$

$$\chi_{60_24} = \frac{1}{\sqrt{(x_{60} - x_{24})^2 + (y_{60} - y_{24})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{60_24}} \right)^{\text{г}} = 0.315$$

$$\chi_{60_62} = \frac{1}{\sqrt{(x_{60} - x_{62})^2 + (y_{60} - y_{62})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{60_62}} \right)^{\text{г}} = 0.198$$

$$\chi_{60_61} = \frac{1}{\sqrt{(x_{60} - x_{61})^2 + (y_{60} - y_{61})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{60_61}} \right)^{\text{г}} = 0.113$$

Эм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

$$\chi_{61\_25} := \frac{1}{\sqrt{(x_{61} - x_{25})^2 + (y_{61} - y_{25})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{61\_25}} \right)^{\text{ст}} = 0.475$$

$$\chi_{61\_69} := \frac{1}{\sqrt{(x_{61} - x_{69})^2 + (y_{61} - y_{69})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{61\_69}} \right)^{\text{ст}} = 0.252$$

$$\chi_{69\_26} := \frac{1}{\sqrt{(x_{69} - x_{26})^2 + (y_{69} - y_{26})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{69\_26}} \right)^{\text{ст}} = 0.488$$

$$\chi_{69\_70} := \frac{1}{\sqrt{(x_{69} - x_{70})^2 + (y_{69} - y_{70})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{69\_70}} \right)^{\text{ст}} = 0.432$$

$$\chi_{67\_70} := \frac{1}{\sqrt{(x_{67} - x_{70})^2 + (y_{67} - y_{70})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{67\_70}} \right)^{\text{ст}} = 0.413$$

$$\chi_{70\_50} := \frac{1}{\sqrt{(x_{70} - x_{50})^2 + (y_{70} - y_{50})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{70\_50}} \right)^{\text{ст}} = 0.451$$

$$\chi_{50\_55} := \frac{1}{\sqrt{(x_{50} - x_{55})^2 + (y_{50} - y_{55})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{50\_55}} \right)^{\text{ст}} = 0.195$$

$$\chi_{55\_31} := \frac{1}{\sqrt{(x_{55} - x_{31})^2 + (y_{55} - y_{31})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{55\_31}} \right)^{\text{ст}} = 0.038$$

$$\chi_{55\_54} := \frac{1}{\sqrt{(x_{55} - x_{54})^2 + (y_{55} - y_{54})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{55\_54}} \right)^{\text{ст}} = 0.035$$

$$\chi_{54\_30} := \frac{1}{\sqrt{(x_{54} - x_{30})^2 + (y_{54} - y_{30})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{54\_30}} \right)^{\text{ст}} = 0.275$$

$$\chi_{30\_53} := \frac{1}{\sqrt{(x_{30} - x_{53})^2 + (y_{30} - y_{53})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{30\_53}} \right)^{\text{ст}} = 0.258$$

Эм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

$$\chi_{56\_33} := \frac{1}{\sqrt{(x_{56} - x_{33})^2 + (y_{56} - y_{33})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{56\_33}} \right)^{\text{нг}} = 0.088$$

$$\chi_{56\_57} := \frac{1}{\sqrt{(x_{56} - x_{57})^2 + (y_{56} - y_{57})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{56\_57}} \right)^{\text{нг}} = 0.069$$

$$\chi_{57\_35} := \frac{1}{\sqrt{(x_{57} - x_{35})^2 + (y_{57} - y_{35})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{57\_35}} \right)^{\text{нг}} = 0.475$$

$$\chi_{57\_46} := \frac{1}{\sqrt{(x_{57} - x_{46})^2 + (y_{57} - y_{46})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{57\_46}} \right)^{\text{нг}} = 0.102$$

$$\chi_{46\_47} := \frac{1}{\sqrt{(x_{46} - x_{47})^2 + (y_{46} - y_{47})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{46\_47}} \right)^{\text{нг}} = 0.125$$

$$\chi_{57\_58} := \frac{1}{\sqrt{(x_{57} - x_{58})^2 + (y_{57} - y_{58})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{57\_58}} \right)^{\text{нг}} = 0.135$$

$$\chi_{58\_36} := \frac{1}{\sqrt{(x_{58} - x_{36})^2 + (y_{58} - y_{36})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{58\_36}} \right)^{\text{нг}} = 0.315$$

$$\chi_{33\_43} := \frac{1}{\sqrt{(x_{33} - x_{43})^2 + (y_{33} - y_{43})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{33\_43}} \right)^{\text{нг}} = 0.157$$

$$\chi_{43\_34} := \frac{1}{\sqrt{(x_{43} - x_{34})^2 + (y_{43} - y_{34})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{43\_34}} \right)^{\text{нг}} = 0.038$$

$$\chi_{34\_44} := \frac{1}{\sqrt{(x_{34} - x_{44})^2 + (y_{34} - y_{44})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{34\_44}} \right)^{\text{нг}} = 0.021$$

$$\chi_{44\_45} := \frac{1}{\sqrt{(x_{44} - x_{45})^2 + (y_{44} - y_{45})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{44\_45}} \right)^{\text{нг}} = 0.185$$

$$\chi_{45\_14} := \frac{1}{\sqrt{(x_{45} - x_{14})^2 + (y_{45} - y_{14})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{45\_14}} \right)^{\text{нг}} = 0.187$$

Эм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

$$\chi_{44\_46} := \frac{1}{\sqrt{(x_{44} - x_{46})^2 + (y_{44} - y_{46})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{44\_46}} \right)^{\text{ге}} = 0.066$$

$$\chi_{58\_59} := \frac{1}{\sqrt{(x_{58} - x_{59})^2 + (y_{58} - y_{59})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{58\_59}} \right)^{\text{ге}} = 0.136$$

$$\chi_{59\_52} := \frac{1}{\sqrt{(x_{59} - x_{52})^2 + (y_{59} - y_{52})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{59\_52}} \right)^{\text{ге}} = 0.421$$

$$\chi_{59\_48} := \frac{1}{\sqrt{(x_{59} - x_{48})^2 + (y_{59} - y_{48})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{59\_48}} \right)^{\text{ге}} = 0.166$$

$$\chi_{48\_49} := \frac{1}{\sqrt{(x_{48} - x_{49})^2 + (y_{48} - y_{49})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{48\_49}} \right)^{\text{ге}} = 0.126$$

$$\chi_{48\_16} := \frac{1}{\sqrt{(x_{48} - x_{16})^2 + (y_{48} - y_{16})^2}} \cdot \left( \frac{S_{\text{закр}}}{q_{48\_16}} \right)^{\text{ге}} = 0.1$$

Эм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

4. Система рівнянь положення фортифікаційних споруд опорного пункту складається для кожного відрізка, який з'єднує одну точку з іншою:

$$\chi_{1_4} \cdot (x_4 - x_1) + \chi_{1_75} \cdot (x_75 - x_1) - \lambda_{1_1} \cdot \left[ \frac{d}{dx_1} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_1 - 200) \cdot (x_1 - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_1}{5} - y_1 \right] \right] - \lambda_{1_2} \cdot \left[ \frac{d}{dx_1} \left[ (x_1 - x_75)^2 + (y_1 - y_75)^2 - 10^2 \right] \right] = 0$$

$$376 + \frac{3 \cdot (x_1 - 200) \cdot (x_1 - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_1}{5} - y_1 = 0$$

$$(x_1 - x_75)^2 + (y_1 - y_75)^2 - 10^2 = 0$$

$$\chi_{1_4} \cdot (x_4 - x_1) + \chi_{4_5} \cdot (x_4 - x_5) - \lambda_{4_1} \cdot \left[ \frac{d}{dx_4} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_4 - 200) \cdot (x_4 - 250)}{2500} - \frac{2 \cdot x_4}{5} - y_4 \right] \right] -$$

$$- \lambda_{4_2} \cdot \left[ \frac{d}{dx_4} \left[ (x_4 - x_5)^2 + (y_4 - y_5)^2 - 10^2 \right] \right] = 0$$

$$376 + \frac{3 \cdot (x_4 - 200) \cdot (x_4 - 250)}{2500} - \frac{2 \cdot x_4}{5} - y_4 = 0$$

$$(x_4 - x_5)^2 + (y_4 - y_5)^2 - 10^2 = 0$$

$$\chi_{4_5} \cdot (x_5 - x_4) + \chi_{5_6} \cdot (x_5 - x_6) + \chi_{5_74} \cdot (x_5 - x_74) - \lambda_{5_1} \cdot \left[ \frac{d}{dx_5} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_5 - 200) \cdot (x_5 - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_5}{5} - y_5 \right] \right] - \lambda_{5_2} \cdot \left[ \frac{d}{dx_5} \left[ (x_5 - x_6)^2 + (y_5 - y_6)^2 - 30^2 \right] \right] = 0$$

$$376 + \frac{3 \cdot (x_5 - 200) \cdot (x_5 - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_5}{5} - y_5 = 0$$

$$(x_5 - x_6)^2 + (y_5 - y_6)^2 - 30^2 = 0$$

$$\chi_{5_6} \cdot (x_6 - x_5) + \chi_{6_7} \cdot (x_6 - x_7) - \lambda_{6_1} \cdot \left[ \frac{d}{dx_6} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_6 - 200) \cdot (x_6 - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_6}{5} - y_6 \right] \right] - \lambda_{6_2} \cdot \left[ \frac{d}{dx_6} \left[ (x_6 - x_7)^2 + (y_6 - y_7)^2 - 20^2 \right] \right] = 0$$

$$376 + \frac{3 \cdot (x_6 - 200) \cdot (x_6 - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_6}{5} - y_6 = 0$$

$$(x_6 - x_7)^2 + (y_6 - y_7)^2 - 20^2 = 0$$

$$\chi_{6_7} \cdot (x_7 - x_6) + \chi_{7_8} \cdot (x_7 - x_8) - \lambda_{7_1} \left[ \frac{d}{dx_7} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_7 - 200) \cdot (x_7 - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_7}{5} - y_7 \right] \right] -$$

$$- \lambda_{7_2} \left[ \frac{d}{dx_7} \left[ (x_7 - x_8)^2 + (y_7 - y_8)^2 - 10^2 \right] \right] = 0$$

$$376 + \frac{3 \cdot (x_7 - 200) \cdot (x_7 - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_7}{5} - y_7 = 0$$

$$(x_7 - x_8)^2 + (y_7 - y_8)^2 - 10^2 = 0$$

$$\chi_{7_8} \cdot (x_8 - x_7) + \chi_{8_9} \cdot (x_8 - x_9) - \lambda_{8_1} \left[ \frac{d}{dx_8} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_8 - 200) \cdot (x_8 - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_8}{5} - y_8 \right] \right] -$$

$$- \lambda_{8_2} \left[ \frac{d}{dx_8} \left[ (x_8 - x_9)^2 + (y_8 - y_9)^2 - 20^2 \right] \right] = 0$$

$$376 + \frac{3 \cdot (x_8 - 200) \cdot (x_8 - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_8}{5} - y_8 = 0$$

$$(x_8 - x_9)^2 + (y_8 - y_9)^2 - 20^2 = 0$$

$$\chi_{8_9} \cdot (x_9 - x_8) + \chi_{9_{10}} \cdot (x_9 - x_{10}) - \lambda_{9_1} \left[ \frac{d}{dx_9} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_9 - 200) \cdot (x_9 - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_9}{5} - y_9 \right] \right] -$$

$$- \lambda_{9_2} \left[ \frac{d}{dx_9} \left[ (x_9 - x_{10})^2 + (y_9 - y_{10})^2 - 20^2 \right] \right] = 0$$

$$376 + \frac{3 \cdot (x_9 - 200) \cdot (x_9 - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_9}{5} - y_9 = 0$$

$$(x_9 - x_{10})^2 + (y_9 - y_{10})^2 - 20^2 = 0$$

$$\chi_{9_{10}} \cdot (x_{10} - x_9) + \chi_{10_{11}} \cdot (x_{10} - x_{11}) - \lambda_{10_1} \left[ \frac{d}{dx_{10}} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_{10} - 200) \cdot (x_{10} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{10}}{5} - y_{10} \right] \right] -$$

$$- \lambda_{10_2} \left[ \frac{d}{dx_{10}} \left[ (x_{10} - x_{11})^2 + (y_{10} - y_{11})^2 - 30^2 \right] \right] = 0$$

$$376 + \frac{3 \cdot (x_{10} - 200) \cdot (x_{10} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{10}}{5} - y_{10} = 0$$

$$(x_{10} - x_{11})^2 + (y_{10} - y_{11})^2 - 30^2 = 0$$

$$\chi_{10\_11} \cdot (x_{11} - x_{10}) + \chi_{11\_12} \cdot (x_{11} - x_{12}) + \chi_{11\_72} \cdot (x_{11} - x_{72}) - \lambda_{11\_1} \left[ \frac{d}{dx_{11}} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_{11} - 200) \cdot (x_{11} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{11}}{5} - y_{11} \right] - \lambda_{11\_2} \left[ \frac{d}{dx_{11}} \left[ (x_{11} - x_{12})^2 + (y_{11} - y_{12})^2 - 30^2 \right] \right] \right] = 0$$

$$376 + \frac{3 \cdot (x_{11} - 200) \cdot (x_{11} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{11}}{5} - y_{11} = 0$$

$$(x_{11} - x_{12})^2 + (y_{11} - y_{12})^2 - 30^2 = 0$$

$$\chi_{12\_13} \cdot (x_{13} - x_{12}) + \chi_{13\_14} \cdot (x_{13} - x_{14}) - \lambda_{13\_1} \left[ \frac{d}{dx_{13}} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_{13} - 200) \cdot (x_{13} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{13}}{5} - y_{13} \right] - \lambda_{13\_2} \left[ \frac{d}{dx_{13}} \left[ (x_{13} - x_{14})^2 + (y_{13} - y_{14})^2 - 30^2 \right] \right] \right] = 0$$

$$376 + \frac{3 \cdot (x_{13} - 200) \cdot (x_{13} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{13}}{5} - y_{13} = 0$$

$$(x_{13} - x_{14})^2 + (y_{13} - y_{14})^2 - 30^2 = 0$$

$$\chi_{13\_14} \cdot (x_{14} - x_{13}) + \chi_{14\_15} \cdot (x_{14} - x_{15}) + \chi_{14\_45} \cdot (x_{14} - x_{45}) - \lambda_{14\_1} \left[ \frac{d}{dx_{14}} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_{14} - 200) \cdot (x_{14} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{14}}{5} - y_{14} \right] - \lambda_{14\_2} \left[ \frac{d}{dx_{14}} \left[ (x_{14} - x_{15})^2 + (y_{14} - y_{15})^2 - 10^2 \right] \right] \right] = 0$$

$$376 + \frac{3 \cdot (x_{14} - 200) \cdot (x_{14} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{14}}{5} - y_{14} = 0$$

$$(x_{14} - x_{15})^2 + (y_{14} - y_{15})^2 - 10^2 = 0$$

$$\chi_{11\_12} \cdot (x_{12} - x_{11}) + \chi_{12\_13} \cdot (x_{12} - x_{13}) - \lambda_{12\_1} \left[ \frac{d}{dx_{12}} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_{12} - 200) \cdot (x_{12} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{12}}{5} - y_{12} \right] - \lambda_{12\_2} \left[ \frac{d}{dx_{12}} \left[ (x_{12} - x_{13})^2 + (y_{12} - y_{13})^2 - 10^2 \right] \right] \right] = 0$$

$$376 + \frac{3 \cdot (x_{12} - 200) \cdot (x_{12} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{12}}{5} - y_{12} = 0$$

$$(x_{12} - x_{13})^2 + (y_{12} - y_{13})^2 - 10^2 = 0$$

$$\chi_{14,15} \cdot (x_{15} - x_{14}) + \chi_{15,16} \cdot (x_{15} - x_{16}) - \lambda_{15,1} \left[ \frac{d}{dx_{15}} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_{15} - 200) \cdot (x_{15} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{15}}{5} - y_{15} \right] - \lambda_{15,2} \left[ \frac{d}{dx_{15}} \left[ (x_{15} - x_{16})^2 + (y_{15} - y_{16})^2 - 20^2 \right] \right] = 0$$

$$376 + \frac{3 \cdot (x_{15} - 200) \cdot (x_{15} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{15}}{5} - y_{15} = 0$$

$$(x_{15} - x_{16})^2 + (y_{15} - y_{16})^2 - 20^2 = 0$$

$$\chi_{15,16} \cdot (x_{16} - x_{15}) + \chi_{16,17} \cdot (x_{16} - x_{17}) + \chi_{16,48} \cdot (x_{16} - x_{48}) - \lambda_{16,1} \left[ \frac{d}{dx_{16}} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_{16} - 200) \cdot (x_{16} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{16}}{5} - y_{16} \right] - \lambda_{16,2} \left[ \frac{d}{dx_{16}} \left[ (x_{16} - x_{17})^2 + (y_{16} - y_{17})^2 - 10^2 \right] \right] = 0$$

$$376 + \frac{3 \cdot (x_{16} - 200) \cdot (x_{16} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{16}}{5} - y_{16} = 0$$

$$(x_{16} - x_{17})^2 + (y_{16} - y_{17})^2 - 10^2 = 0$$

$$\chi_{16,17} \cdot (x_{17} - x_{16}) + \chi_{17,18} \cdot (x_{17} - x_{18}) - \lambda_{18} \left[ \frac{d}{dx_{18}} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_{18} - 200) \cdot (x_{18} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{18}}{5} - y_{18} \right] \right] = 0$$

$$\left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_{18} - 200) \cdot (x_{18} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{18}}{5} - y_{18} \right] = 0$$

$$\chi_{2\_64} \cdot (x_{64} - x_2) + \chi_{64\_60} \cdot (x_{64} - x_{60}) + \chi_{64\_65} \cdot (x_{64} - x_{65}) = 0$$

$$\chi_{65\_66} \cdot (x_{66} - x_{65}) + \chi_{66\_3} \cdot (x_{66} - x_3) + \chi_{66\_75} \cdot (x_{66} - x_{75}) = 0$$

$$\chi_{66\_75} \cdot (x_{75} - x_{66}) + \chi_{75\_37} \cdot (x_{75} - x_{37}) + \chi_{1\_75} \cdot (x_1 - x_{75}) = 0$$

$$\chi_{64\_65} \cdot (x_{65} - x_{64}) + \chi_{65\_66} \cdot (x_{66} - x_{65}) + \chi_{65\_21} \cdot (x_{65} - x_{21}) = 0$$

$$\chi_{26\_69} \cdot (x_{69} - x_{26}) + \chi_{61\_69} \cdot (x_{61} - x_{69}) + \chi_{69\_70} \cdot (x_{69} - x_{70}) = 0$$

$$\chi_{67\_70} \cdot (x_{70} - x_{67}) + \chi_{67\_51} \cdot (x_{67} - x_{51}) + \chi_{67\_68} \cdot (x_{67} - x_{68}) = 0$$

$$\chi_{36\_58} \cdot (x_{58} - x_{36}) + \chi_{58\_59} \cdot (x_{59} - x_{58}) + \chi_{58\_57} \cdot (x_{58} - x_{57}) = 0$$

$$\chi_{68\_73} \cdot (x_{73} - x_{68}) + \chi_{68\_67} \cdot (x_{68} - x_{67}) + \chi_{68\_41} \cdot (x_{68} - x_{41}) - \lambda_{68\_1} \cdot \left[ \frac{d}{dx_{68}} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_{68} - 200) \cdot (x_{68} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{68}}{5} - y_{68} \right] - \lambda_{68\_2} \cdot \left[ \frac{d}{dx_{68}} \left[ (x_{68} - x_{67})^2 + (y_{68} - y_{67})^2 - 10^2 \right] \right] \right] = 0$$

$$376 + \frac{3 \cdot (x_{68} - 200) \cdot (x_{68} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{68}}{5} - y_{68} = 0$$

$$(x_{68} - x_{67})^2 + (y_{68} - y_{67})^2 - 10^2 = 0$$

$$\chi_{16\_48} \cdot (x_{48} - x_{16}) + \chi_{48\_49} \cdot (x_{49} - x_{48}) + \chi_{48\_59} \cdot (x_{48} - x_{59}) - \lambda_{48} \cdot \left[ \frac{d}{dx_{48}} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_{48} - 200) \cdot (x_{48} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{48}}{5} - y_{48} \right] \right] = 0$$

$$\left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_{48} - 200) \cdot (x_{48} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{48}}{5} - y_{48} \right] = 0$$

$$\chi_{46\_47} \cdot (x_{46} - x_{47}) - \lambda_{47\_1} \cdot \left[ \frac{d}{dx_{47}} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_{47} - 200) \cdot (x_{47} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{47}}{5} - y_{47} \right] \right] - \lambda_{47\_2} \cdot \left[ \frac{d}{dx_{47}} \left[ (x_{46} - x_{47})^2 + (y_{46} - y_{47})^2 - 10^2 \right] \right] = 0$$

Эм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

$$\left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_{47} - 200) \cdot (x_{47} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{47}}{5} - y_{47} \right] = 0$$

$$(x_{46} - x_{47})^2 + (y_{46} - y_{47})^2 - 10^2 = 0$$

$$\chi_{42\_72} \cdot (x_{42} - x_{72}) - \lambda_{42\_1} \left[ \frac{d}{dx_{42}} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_{42} - 200) \cdot (x_{42} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{42}}{5} - y_{42} \right] \right] -$$

$$- \lambda_{42\_2} \left[ \frac{d}{dx_{42}} \left[ (x_{42} - x_{72})^2 + (y_{42} - y_{72})^2 - 10^2 \right] \right] = 0$$

$$\left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_{47} - 200) \cdot (x_{47} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{47}}{5} - y_{47} \right] = 0$$

$$(x_{46} - x_{47})^2 + (y_{46} - y_{47})^2 - 10^2 = 0$$

$$\chi_{65\_21} \cdot (x_{65} - x_{21}) + \chi_{21\_62} \cdot (x_{21} - x_{62}) = 0$$

$$\chi_{21\_62} \cdot (x_{62} - x_{21}) + \chi_{62\_60} \cdot (x_{62} - x_{60}) + \chi_{62\_38} \cdot (x_{62} - x_{38}) + \chi_{62\_63} \cdot (x_{62} - x_{63}) = 0$$

$$\chi_{44\_46} \cdot (x_{44} - x_{46}) + \chi_{46\_57} \cdot (x_{46} - x_{57}) = 0$$

$$\chi_{62\_38} \cdot (x_{62} - x_{38}) + \chi_{38\_39} \cdot (x_{38} - x_{39}) - \lambda_{38\_1} \left[ \frac{d}{dx_{38}} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_{38} - 200) \cdot (x_{38} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{38}}{5} - y_{38} \right] \right] -$$

$$\lambda_{38\_2} \left[ \frac{d}{dx_{38}} \left[ (x_{38} - x_{39})^2 + (y_{38} - y_{39})^2 - 15^2 \right] \right] = 0$$

$$\left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_{38} - 200) \cdot (x_{38} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{38}}{5} - y_{38} \right] = 0$$

$$(x_{38} - x_{39})^2 + (y_{38} - y_{39})^2 - 10^2 = 0$$

$$\chi_{39\_74} \cdot (x_{74} - x_{39}) + \chi_{39\_63} \cdot (x_{63} - x_{39}) + \chi_{38\_39} \cdot (x_{39} - x_{38}) - \lambda_{39} \left[ \frac{d}{dx_{39}} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_{39} - 200) \cdot (x_{39} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{39}}{5} - y_{39} \right] \right] = 0$$

$$376 + \frac{3 \cdot (x_{39} - 200) \cdot (x_{39} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{39}}{5} - y_{39} = 0$$

$$\chi_{11\_72} \cdot (x_{11} - x_{72}) + \chi_{42\_72} \cdot (x_{42} - x_{72}) + \chi_{54\_72} \cdot (x_{72} - x_{54}) = 0$$

$$\chi_{32\_56} \cdot (x_{56} - x_{32}) + \chi_{56\_71} \cdot (x_{56} - x_{71}) + \chi_{33\_56} \cdot (x_{33} - x_{56}) + \chi_{56\_57} \cdot (x_{56} - x_{57}) = 0$$

$$\chi_{23\_73} \cdot (x_{73} - x_{23}) + \chi_{74\_23} \cdot (x_{74} - x_{23}) = 0$$

$$\chi_{55\_71} \cdot (x_{71} - x_{55}) + \chi_{56\_71} \cdot (x_{71} - x_{56}) = 0$$

$$\chi_{7\_40} \cdot (x_{40} - x_7) + \chi_{40\_73} \cdot (x_{40} - x_{73}) = 0$$

$$\chi_{37\_75} \cdot (x_{37} - x_{75}) + \chi_{20\_37} \cdot (x_{20} - x_{37}) = 0$$

$$\chi_{33\_43} \cdot (x_{43} - x_{33}) + \chi_{34\_43} \cdot (x_{43} - x_{34}) = 0$$

$$\chi_{14\_45} \cdot (x_{45} - x_{14}) + \chi_{44\_45} \cdot (x_{45} - x_{44}) = 0$$

$$\chi_{41\_68} \cdot (x_{68} - x_{41}) + \chi_{27\_41} \cdot (x_{41} - x_{27}) = 0$$

$$\chi_{34\_44} \cdot (x_{44} - x_{34}) + \chi_{44\_45} \cdot (x_{44} - x_{45}) + \chi_{44\_46} \cdot (x_{46} - x_{44}) = 0$$

$$\chi_{58\_59} \cdot (x_{59} - x_{58}) + \chi_{52\_59} \cdot (x_{52} - x_{59}) + \chi_{48\_59} \cdot (x_{48} - x_{59}) = 0$$

$$\chi_{60\_64} \cdot (x_{64} - x_{60}) + \chi_{60\_62} \cdot (x_{60} - x_{62}) + \chi_{60\_61} \cdot (x_{60} - x_{61}) + \chi_{24\_60} \cdot (x_{24} - x_{60}) = 0$$

$$\chi_{62\_63} \cdot (x_{63} - x_{62}) + \chi_{39\_63} \cdot (x_{39} - x_{63}) + \chi_{61\_63} \cdot (x_{61} - x_{63}) + \chi_{51\_63} \cdot (x_{51} - x_{63}) = 0$$

$$\chi_{25\_61} \cdot (x_{61} - x_{25}) + \chi_{60\_61} \cdot (x_{60} - x_{61}) + \chi_{61\_69} \cdot (x_{61} - x_{69}) + \chi_{61\_63} \cdot (x_{61} - x_{63}) = 0$$

$$\chi_{31\_55} \cdot (x_{55} - x_{31}) + \chi_{50\_55} \cdot (x_{50} - x_{55}) + \chi_{55\_71} \cdot (x_{55} - x_{71}) + \chi_{54\_55} \cdot (x_{54} - x_{55}) = 0$$

$$\chi_{35\_57} \cdot (x_{57} - x_{35}) + \chi_{57\_58} \cdot (x_{57} - x_{58}) + \chi_{56\_57} \cdot (x_{56} - x_{57}) + \chi_{46\_57} \cdot (x_{46} - x_{57}) = 0$$

$$\chi_{23\_74} \cdot (x_{74} - x_{23}) + \chi_{39\_74} \cdot (x_{39} - x_{74}) + \chi_{22\_74} \cdot (x_{22} - x_{74}) + \chi_{5\_74} \cdot (x_5 - x_{74}) = 0$$

$$\chi_{23\_73} \cdot (x_{73} - x_{23}) + \chi_{68\_73} \cdot (x_{68} - x_{73}) + \chi_{40\_73} \cdot (x_{73} - x_{40}) - \lambda_{73} \cdot \left[ \frac{d}{dx_{73}} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_{73} - 200) \cdot (x_{73} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{73}}{5} - y_{73} \right] \right] = 0$$

$$376 + \frac{3 \cdot (x_{73} - 200) \cdot (x_{73} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{73}}{5} - y_{73} = 0$$

$$\chi_{30\_53} \cdot (x_{30} - x_{53}) - \lambda_{53\_1} \cdot \left[ \frac{d}{dx_{53}} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_{53} - 200) \cdot (x_{53} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{53}}{5} - y_{53} \right] \right] - \lambda_{53\_2} \cdot \left[ \frac{d}{dx_{53}} \left[ (x_{53} - x_{30})^2 + (y_{53} - y_{30})^2 - 10^2 \right] \right] = 0$$

$$376 + \frac{3 \cdot (x_{53} - 200) \cdot (x_{53} - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_{53}}{5} - y_{53} = 0$$

$$(x_{53} - x_{30})^2 + (y_{53} - y_{30})^2 - 10^2 = 0$$

$$\chi_{1\_4} \cdot (y_4 - y_1) + \chi_{1\_75} \cdot (y_1 - y_{75}) - \lambda_{1\_1} \left[ \frac{d}{dy_1} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_1 - 200) \cdot (x_1 - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_1}{5} - y_1 \right] \right] - \lambda_{1\_2} \left[ \frac{d}{dy_1} \left[ (x_1 - x_{75})^2 + (y_1 - y_{75})^2 - 10^2 \right] \right] = 0$$

$$\chi_{1\_4} \cdot (y_4 - y_1) + \chi_{4\_5} \cdot (y_4 - y_5) - \lambda_{4\_1} \left[ \frac{d}{dy_4} \left[ 376 + \frac{3 \cdot (x_4 - 200) \cdot (x_4 - 250)}{1250} - \frac{2 \cdot x_4}{5} - y_4 \right] \right] - \lambda_{4\_2} \left[ \frac{d}{dy_4} \left[ (x_4 - x_5)^2 + (y_4 - y_5)^2 - 10^2 \right] \right] = 0$$

Дана система рівнянь оптимізації положень фортифікаційних споруд опорного пункту є неповною й скорочена у зв'язку із обмеженням на загальну кількість сторінок дипломного проекту. Водночас, повний запис даної системи є надто громіздким та займає понад 20 сторінок. Зображені ж тут рівняння описують рівновагу ключових вогневих позицій, пунктів спостереження, укриттів та бліндажів, точок розгалуження ходів сполучення тощо.

## 4.2 Маскування

### 1. Поняття маскування

Маскування – це комплекс організаційних, інженерно-технічних та інформаційних заходів, спрямованих на приховування від противника військ, об'єктів інфраструктури та інженерних споруд, а також на введення його в оману щодо місця розташування, чисельності, складу, характеру дій і намірів підрозділів.

Маскування забезпечує зниження ймовірності виявлення об'єктів усіма видами розвідки противника та підвищує живучість військ у бойових умовах.

### 2. Способи маскування

#### Приховування

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		116

Приховування полягає у зменшенні або усуненні демаскувальних ознак підрозділів і об'єктів. Воно досягається використанням табельних маскувальних комплектів, маскувальних сіток, фарбувальних засобів, радіопоглинаючих матеріалів, аерозольних завіс, а також раціональним розташуванням і переміщенням підрозділів з урахуванням рельєфу місцевості, ступеня природної закритості та умов обмеженої видимості. Важливими заходами є контроль за радіообміном і своєчасне усунення демаскувальних факторів.

### **Імітація**

Імітація передбачає створення хибних районів розташування військ, маршрутів пересування, об'єктів та демонстрацію фальшивих демаскувальних ознак. Застосовується для формування у противника хибного уявлення про структуру та інтенсивність діяльності підрозділів.

### **Демонстративні дії**

Демонстративні дії спрямовані на навмисне відволікання противника, моделювання уявної активності підрозділів та створення ілюзії підготовки до бойових дій у певному районі. Виконуються спеціально виділеними групами або окремими підрозділами.

### **Дезінформація**

Дезінформація полягає у цілеспрямованому доведенні до противника неправдивих відомостей різними каналами зв'язку, у тому числі технічними, інформаційно-психологічними та соціальними засобами.

### **Маскування забезпечується шляхом:**

- дотримання режиму збереження військової таємниці;
- прихованого розташування підрозділів та об'єктів з урахуванням природних маскувальних властивостей місцевості;
- застосування табельних засобів маскування;
- використання місцевих матеріалів, аерозолів та фарбувальних засобів;
- проведення демонстративних дій та створення хибних районів і позицій;
- дотримання маскувальної дисципліни;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						117
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

-розповсюдження неправдивої інформації у цивільному інформаційному середовищі для дезорієнтації противника.

### 3. Основні правила маскування

Об'єкти мають відповідати кольорово-тональному фону місцевості. Темний силует на світлому фоні є найбільш контрастною та легко виявлюваною ціллю.

Маскування повинно відповідати масштабам об'єктів: малі об'єкти доцільно приховувати серед малих природних елементів, великі – серед великих. Правильні геометричні контури є неприродними та легко виявляються оптичною й аеророзвідкою. Рекомендується розмивання силуетів споруд, техніки та озброєння.

В умовах темного часу доби необхідно виключити будь-які джерела світла. Освітлювальні прилади, вогонь, світло фар є демаскувальними факторами, особливо в ІЧ-діапазоні.

Звукові сигнали від техніки та персоналу повинні бути мінімізовані або масковані сторонніми шумами, з використанням природних елементів рельєфу як акустичних бар'єрів.

Необхідне зменшення теплового випромінювання та його маскування за рахунок теплоізоляції, використання екрануючих матеріалів, контролю за роботою печей і теплогенераторів.

Рухливі об'єкти – найпомітніші. Пересування здійснюється мінімально, під прикриттям місцевих предметів або в умовах низької видимості.

Камуфляжний малюнок, тип фарбування та використані матеріали повинні відповідати природним умовам району виконання завдань.

Об'єкти перед позицією (кущі, сітки, дерева, споруди) дають можливість спостерігати противника та одночасно приховувати власні позиції.

### 4. Демаскувальні ознаки

До основних демаскувальних ознак належать:

- сліди життєдіяльності особового складу, сміття, дим від вогнищ;
- порушення режиму світломаскування;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						118
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- відбиття світла від оптичних і блискучих предметів;
- теплові аномалії у місцях розташування техніки та підрозділів;
- неналежне маскування фортифікаційних робіт;
- шум від руху, роботи двигунів і технічних засобів;
- радіосигнали та концентрація цифрових абонентів у зоні позиції;
- сліди пересування на ґрунті та рослинності;
- деформовані або пошкоджені природні об'єкти (зламані гілки, пожовкла трава);
- неправильне застосування маскувальних засобів;
- характерні контури людини та техніки;
- сторонні запахи;
- тіньові проекції маскованих об'єктів;
- наявність домашніх тварин, які можуть видавати позиції.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		119

ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

Консультант Котляревський О.В.

Здобувач Гундар І.А.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						120
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

### 5.1 Розрахунок вартості зведення споруд фортифікації опорного пункту

Вихідні дані:

Ходи сполучення:

Переркиті – 1284м.

Відкриті – 320м.

Закриті вогневі позиції – 10 одиниць

Відкриті вогневі позиції – 4 одиниці

Позиції бойової техніки – 4 одиниці

Командно-спостережні пункти – 4 одиниці

Підземні укриття - 4 одиниці

Відхоже місце - 2 одиниці

Погрібець для зберігання боєприпасів - 4 одиниці

Бліндаж для захисту особового складу – 5 одиниць

Площа об'єкту – 8800 м<sup>2</sup>

Зведений кошторис складається як інтегрований фінансово-плановий документ, що узагальнює всі витрати, пов'язані з реалізацією будівельного проекту, та забезпечує нормативно обґрунтоване визначення його повної вартості. Формування зведеного кошторису здійснюється на основі систематизації даних локальних та об'єктних кошторисів, ресурсних відомостей, техніко-економічних показників і проектної документації, розробленої згідно з чинними будівельними нормами та стандартами.

Процес складання передбачає послідовне групування витрат за відповідними главами, що охоплюють підготовчі роботи, будівельно-монтажні процеси, придбання устаткування, інженерні мережі, загальновиробничі та адміністративні витрати, а також резерви коштів на непередбачені роботи, інфляційні ризики та інші додаткові витрати. Кожна стаття витрат визначається з урахуванням обсягів робіт, нормативних розцінок, вартості матеріально-

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						121
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

технічних ресурсів, коефіцієнтів, що враховують специфіку будівництва, та економічних умов регіону.

У структурі зведеного кошторису узгоджуються показники прямих і непрямих витрат, що забезпечує можливість комплексної оцінки фінансової потреби проєкту та створює основу для подальшого бюджетування, економічного аналізу й контролю ефективності використання коштів.

Оцінка здійснюється за кошторисною вартістю об'єкта. В основу підрахунку вартості покладена одинична розцінка (ОР). Накладні витрати, визначаються як відсоток від прямих витрат. Планові накопичення визначаються як відсоток прямих витрат. Інфляційні коефіцієнти помножуються на всю кошторисну вартість. Для підрахунку необхідно мати: робочі креслення, обсяги робіт з конструктивних елементів; проєкт організації будівництва; накладні витрати; одиничні розцінки; т.д. Кошториси – об'єктивна економічна характеристика об'єкта готового до будівництва. Вони складаються на усі види об'єктів і є основним документом для планування та для виділення і розподілу матеріальних ресурсів. Оцінка, що проводиться за допомогою цього методу, завершує процес проєктування архітектурного об'єкта, тобто фіксує його. Основні вимоги до економічних методів оцінки рішень на початкових стадіях проєктування та їх властивості. Удосконалення планувальних рішень архітектурних споруд масового будівництва передбачає застосування на початкових етапах проєктування методів оперативного визначення їх вартості, тому що процес формування проєктних рішень повинен обов'язково супроводжуватись оцінкою їх економічної ефективності. Для досягнення об'єктивності при виборі рішення, обліку великої кількості різноманітних факторів, що впливають на якість прийнятого рішення і прискорення процесу проєктування застосовуються математичні методи оцінки. Проведення оцінки ефективності уже закінченого проєкту, а не його варіантів, не дозволяє наблизитись до вирішення проблеми для одержання оптимального результату. Якщо естетичну якість варіанта ще можливо оцінити інтуїтивно, то визначення його економічних характеристик потребує об'єктивних методів, в основі яких лежать кількісні показники. Витрати в тисячах гривень пораховані на

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						122
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

основі методичних рекомендацій “щодо фортифікаційного обладнання місць виконання завдань підрозділами” (за досвідом російсько-Української війни 2022 року) та за допомогою вартості люд.-год. на влаштування відповідних споруд.

### Вартість зведення опорного пункту

Табл. 5 Вартість зведення опорного пункту

Фортифікаційні споруди,	К-ть	Вартість одиниці, тис.грн	Вартість з використанням (тис.грн)	
			Лісоматеріалів	З/б споруд
Командно-спостережний пункт од.	4	41.5	166	-
Бліндаж для захисту особового складу од.	5	41,2	206	-
Окопи для бойових машин з укриттям для екіпажу од.	4	15,5	62	-
Траншей з кріпленням, м.п.	1704	0,364	584,545	-
Вогнева споруда, од.	10	17,2	172,053	71,146
Місце для зберігання БП	4	10,51	42,04	-
Відхоже місце	2	12,5	25	-
Підземне	4	54,6	218,4	-

укриття				
<b>Всього</b>			<b>1476,018</b>	<b>71,146</b>

## 5.2 Витрати трудомісткості на зведення опорного пункту

Трудомісткість – це інтегральний показник, що характеризує загальний обсяг трудових витрат, необхідних для виконання певного виробничого процесу, операції, комплексу робіт або проектного завдання. Визначення трудомісткості ґрунтується на кількісній оцінці витраченого робочого часу з урахуванням технологічних, організаційних і технічних параметрів виробництва, а також кваліфікаційного рівня виконавців.

У науково-технічному аспекті трудомісткість виступає ключовою складовою планування та нормування праці, оскільки забезпечує можливість оптимізації ресурсоемності процесів, прогнозування потреби в персоналі, формування виробничих графіків і визначення економічної ефективності робіт. Показник трудомісткості використовується як база для розрахунку собівартості продукції або послуг, обґрунтування вибору технологічних рішень та порівняльного аналізу альтернативних методів виконання робіт.

Таким чином, трудомісткість є важливим аналітичним інструментом управління виробничими системами, що забезпечує об'єктивну оцінку трудових ресурсів і підтримує прийняття раціональних техніко-економічних рішень.

Табл.6 Витрати трудомісткості на зведення опорного пункту

Фортифікаційні споруди,	К-ть	Одиниця виміру	Трудомісткість	
			Люд.-год.	Маш.-год.
Командний пункт	2	Од.	310	-
Спостережний пункт	2	Од.	10	

Бліндаж для захисту особового складу од.	5	Од.	225	-
Окопи для бойових машин з укриттям для екіпажу од.	4	Од.	32	1,2
Траншей з кріпленням, з дообладнанням	1704	М.п.	80,2	11,2
Одиночна закрита вогнева споруда, од.	6	Од.	486	-
Відкритий окоп для гранатометника	1	Од.	1,5	-
Відкритий одиночний стрілецький окоп	1	Од.	1,5	-
Відкрита вогнева позиція кулеметника	1	Од.	13	-
Подвійна закрита вогнева споруда СПМ-1	3	Од.	144	-
Подвійна закрита	1	Од.	42	1

залізобетонна споруда зі збірного залізобетону				
Місце для зберігання БП	4	Од.	8	-
Відхоже місце	2	Од.	8.4	-
Підземне укриття	4	Од.	260	-
<b>Всього</b>			<b>1653,6</b>	<b>13,4</b>

Табл.7 Витрати трудомісткості на маскування опорного пункту

Фортифікаційні споруди,	К-ть	Одиниця виміру	На одиницю	Трудомісткість	
				Люд.-год.	Маш.-год.
Командний пункт	2	Од.	20	40	-
Спостережний пункт	2	Од.	2.5	5	-
Бліндаж для захисту особового складу од.	5	Од.	12	60	-
Окопи для бойових машин з укриттям для екіпажу од.	4	Од.	2	8	-
Траншей з	1704	М.п.	-	-	-

кріпленням, з дообладнанням					
Одиночна закрита вогнева споруда, од.	6	Од.	2	12	-
Відкритий окоп для гранатометника	1	Од.	1	1	-
Відкритий одиночний стрілецький окоп	1	Од.	1	1	-
Відкрита вогнева позиція кулеметника	1	Од.	2	2	-
Подвійна закрита вогнева споруда СПМ-1	3	Од.	2	6	-
Подвійна закрита залізобетонна споруда зі збірного залізобетону	1	Од.	4	4	-
Місце для зберігання БП	4	Од.	-	-	-
Відхоже місце	2	Од.	2	4	-
Підземне	4	Од.	12	48	-

укриття					
<b>Всього</b>				<b>143</b>	<b>-</b>

### Витрати на влаштування маскуваня опорного пункту

Табл.8 Витрати на влаштування маскуваня опорного пункту

Фортифікаційні споруди,	К-ть	Одиниця виміру	На одиницю	Трудомісткість		Ватрість за 1 годину (в грн)	Розрахована вартість (тис. грн.)
				Люд.-год.	Маш.-год.		
Командний пункт	2	Од.	20	40	-	200	8
Спостережний пункт	2	Од.	2.5	5	-	200	1
Бліндаж для захисту особового складу од.	5	Од.	12	60	-	200	12
Окопи для бойових машин з укриттям для екіпажу од.	4	Од.	2	8	-	200	1,6
Траншей з кріпленням, з дообладнанням	1704	М.п.	-	-	-	200	
Одиночна закрита вогнева споруда, од.	6	Од.	2	12	-	200	2,4
Відкритий окоп	1	Од.	1	1	-	200	0,2

для гранатометника							
Відкритий одиначний стрілецький окоп	1	Од.	1	1	-	200	0,2
Відкрита вогнева позиція кулеметника	1	Од.	2	2	-	200	0,2
Подвійна закрита вогнева споруда СПМ- 1	3	Од.	2	6	-	200	1,2
Подвійна закрита залізобетонна споруда зі збірного залізобетону	1	Од.	4	4	-	200	0,8
Місце для зберігання БП	4	Од.	-	-	-	200	
Відхоже місце	2	Од.	2	4	-	200	0,8
Підземне укриття	4	Од.	12	48	-	200	9,6
<b>Всього</b>				<b>143</b>	-		<b>38</b>

Архітектурний об'єкт має безліч властивостей і тому при його проектуванні виникає проблема їх взаємного ув'язування для досягнення певної якості. Якість архітектурного об'єкта – це сукупність властивостей, що обумовлюють

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						129
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

придатність його до будівництва й експлуатації за призначенням. Існує нормована та ненормована якість архітектурного об'єкта. Нормована якість – це різні межі й обмеження, що визначаються за допомогою кількісної оцінки. Ненормована якість – це одержання високих споживчих якостей проекту при відносно низьких витратах, що визначається за допомогою інтуїтивної або вартісної оцінки.

Архітектурний об'єкт має три стадії свого розвитку: проектування, будівництво й експлуатація. Витрати, які потрібні для реалізації проекту поступово збільшуються і досягають максимуму при будівництві, а в період експлуатації вони практично рівномірні. На етапі проектування закладаються основи якості архітектурного об'єкта: моделюються оптимальні умови для функціонування будинку; створюються його естетичні характеристики; передбачаються оптимальні конструкції і матеріали для регіону будівництва; планується найбільш раціональна організація процесу будівництва та економія трудових ресурсів і матеріальних витрат.

Організація оплати праці працівників здійснюється на основі Закону України «Про оплату праці», системи тарифних угод і інших нормативних документів. Закон «Про оплату праці» визначає економічні, правові і організаційні стани оплати праці працівників організацій всіх форм власності і господарювання. У законі визначено, що мінімальна зарплата встановлюється не нижче встановленої межі малозабезпеченості з розрахунку на працездатну людину.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						130
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## Список використаної літератури

1. Посібник з розробки проектів організації будівництва і проектів виконання робіт до ДБН А.3.1-5-96 "Організація будівельного виробництва". – Ч.1. Технологічна та виконавча документація.– К.:Мінрегіонбуд України, 1997. – 60
2. ЕНиР.Сб.4. Вып. 1. Монтаж сбірних і влаштування монолітних залізобетонних і бетонних конструкцій.– М.: Стройиздат, 1987.
3. Бліндаж // Словник української мови : в 11 т. – Київ : Наукова думка, 1970–1980.
4. Е. С. Колибернов, В. И. Корнев, А. А. Сосков. Инженерне забезпечення бою. Военное издательство МО СССР. 1984г.
5. Підручник “Тактика” кн. 1-а.
6. Настанова з інженерного забезпечення Збройних Сил України. Київ, ЗСУ. 2010
7. В.П. Приступлюк. Інженерна підготовка
8. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю G19 (192) «Будівництво та цивільна інженерія» за освітньо-професійною програмою «Будівництво та експлуатація об’єктів спеціального та оборонного призначення» Київський національний університет будівництва і архітектури 03037, м. Київ, проспект Повітряних Сил, 31. Скочко В. І. Плоский В. О. Молодід О. С. Кожедуб С. А. Колякова В. М. Котляревський О. В. Посікера А. В.
9. Радянська військова енциклопедія. «А–БЮРО» // = (Советская военная энциклопедия) / Маршал Советского Союза А. А. ГРЕЧКО – председатель. – М. : Воениздат, 1976. – Т. 1. – С. 221.
10. Термінологічний словник-довідник з будівництва та архітектури / Р. А. Шмиг, В. М. Боярчук, І. М. Добрянський, В. М. Барабаш ; за заг. ред. Р. А. Шмига. – Львів, 2010. – С. 18.
11. Fencing the Great Plains: The History of Barbed Wire

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		131

12. Несміян Андрій. Колочка на війні: від 1914 до 2024 // DeepState UA, 12.05.2024
13. Construction of Dannert Concertina Wire Obstacles. Military Training Manual No 21A. War Office. September 1939.
14. Adams, Bernard (1917). Nothing of Importance – A Record of Eight Months at the Front with a Welsh Battalion October 1915 to June 1916. Methuen & Co.
15. Історія появи спіральних загороджень типу концертина // Concertina
16. Ю. Веремеев. Полевая фортификация. Укрытия для личного состава. Анатомия армии.
17. [www.ukrmilitary.com/p/military-library.html](http://www.ukrmilitary.com/p/military-library.html) [Архівовано 16 лютого 2016 у Wayback Machine.] – Військова бібліотека.
18. Безпека бою: навч. посіб. / А.В. Слюсаренко, В.А. Ожаревський, М.О. Лісничий та ін. – Л.: НАСВ, 2016. – 135 с.
19. Бойовий статут механізованих і танкових підрозділів Сухопутних військ ЗС України. ч. III. Взвод, відділення, екіпаж танку. – К.: вид-во Ком. СВ ЗСУ, 2016. – 235 с.
20. Бойовий статут механізованих і танкових підрозділів Сухопутних військ ЗС України. Ч. II. Батальйон, рота. – К.: Ком. СВ ЗСУ. – 2016. – 254 с.
21. Інженерна підготовка: навч. посіб. – Л.: НАСВ, 2017. – 550 с.
22. Машини інженерного озброєння. – К.: НАОУ, 2006. – 30 с.
23. Методичний матеріал з інженерної підготовки. – Одеса: ВА, 2015. – 48 с.
24. Інженерне забезпечення загальновійськового бою: навч. посіб. /
25. Мілютін В.А., Фтемов О.Ю., Павлючик О.Ю. та ін. – Л.: АСВ, 2010. – 196с.
26. Основи бойового забезпечення. Книга II.: навч. посіб. / С.В. Гузченко,
27. Г.Б. Гишко, Р.Ю. Кушпета та ін. – Х.: ХНУПС, 2019. – 232 с.
28. Підручник сержанта інженерних військ. – Кам'янець-Подільський, вид-во МОУ, 2002. – 320 с.
29. Посібник сержанта інженерних військ. – К.: вид-во Ком. СВ ЗСУ. – 305 с.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						132
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

30. Фортифікація та маскування. Ч.1. Фортифікаційне обладнання позицій та районів розташування військ (сил) в Антитерористичній операції: навч. посіб. / С.І. Дьяков, О.Л. Колос, А.А. Верстівський та ін., – Л.: НАСВ, 2016. – 146 с.
31. Посібник з розробки проектів організації будівництва і проектів виконання робіт (до ДБН А.3.1.-5 2016 Організація будівельного виробництва) – К. : НДІБВ, 1997
32. Станевський В.П. Строительные краны: справочник. – К. : Будівельник, 1984.- 240 с.
33. Безпека бою: навч. посіб. / А.В. Слюсаренко, В.А. Ожаревський, М.О. Лісничий та ін. – Л.: НАСВ, 2016. – 135 с.
34. Фортифікація та маскування. Ч.1. Фортифікаційне обладнання позицій та районів розташування військ (сил) в Антитерористичній операції: навч. посіб. / С.І. Дьяков, О.Л. Колос, А.А. Верстівський та ін., – Л.: НАСВ, 2016. – 146 с.
35. Основи бойового забезпечення. Книга II.: навч. посіб. / С.В. Гузченко, Г.Б. Гишко, Р.Ю. Кушпета та ін. – Х.: ХНУПС, 2019. – 232 с.
36. Машина інженерного озброєння. – К.: НАОУ, 2006. – 30 с.
37. Методичний матеріал з інженерної підготовки. – Одеса: ВА, 2015. – 48 с.
38. Методичні рекомендації “щодо фортифікаційного обладнання місць виконання завдань підрозділами” (за досвідом російсько-Української війни 2022 року)
39. Настанова “улаштування інженерних загороджень, їх маркування, облік та звітність”
40. Скочко В. І. Методи інтерпретаційного геометричного моделювання сітчастих структур та їх застосування. Дис. ... доктора техн. наук : 05.01.01. К. : КНУБА, 2021. 590 с.
41. Скочко В. І. Практичні аспекти дослідження та корегування сітчастих структур, побудованих шляхом геометричного формоутворення [Текст]. Сучасні проблеми архітектури та містобудування. К. : КНУБА, 2018. Вип. 51. С. 498-506

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						133
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

42. Скочко В. І. Дискретна візуалізація плоских кривих, заданих функціями в неявній формі [Текст]. Містобудування та територіальне планування. К. : КНУБА, 2017. Вип. 64. С. 372-383.
43. Посікера А.В., Скочко В.І., Плоский В.О., Кожедуб С.А. Моделювання дискретних фрагментів гладкого сполучення архітектурних оболонки покриття на основі нерегулярних сітчастих структур / Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених «Буд-Майстер-Клас-2022»: тези доп. (Conference Proceedings). Київ: КНУБА, 2022. С. 55-56.
44. Посікера А., Скочко В., Чернишев Д., Кожедуб С. Побудова обчислюваних шаблонів для опису рівноваги вузлів нерегулярних дискретних прообразів гладких поверхонь сполучення технічних форм / Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених «Буд-Майстер-Клас-2023»: тези доп. (Conference Proceedings). Київ: КНУБА, 2023. С. 45-46.
45. Skochko V., Solonnikov V., Pohosov O., Naba K., Kulinko Ye., Koziachyna B. Minimization of Heat Losses in District Heating Networks by Optimizing their Configuration. Problems of the Regional Energetics. scientific, informational, analytical and engineering journal. Issue 3(63), 2024: pp. 205 220. ISSN 1857-0070. DOI: <https://doi.org/10.52254/1857-0070.2024.3-63.15>
46. Володимир Скочко, Кирило Мартиновський, Олексій Котляревський. Дискретне формоутворення підземних споруд спеціального призначення. В міжнародна науково-практична конференція «Будівлі та споруди спеціального призначення: сучасні матеріали та конструкції»: робоча програма та тези доп. Київ: КНУБА, 2025. С. 109-110. DOI: <https://doi.org/10.59647/978-617-8633-07-3/1>
47. Володимир Скочко, Вадим Спірідонов, Андрій Широков. Геометричне моделювання форми підземних споруд оболонкового типу. В міжнародна науково-практична конференція «Будівлі та споруди спеціального призначення: сучасні матеріали та конструкції»: робоча програма та тези доп. Київ: КНУБА, 2025. С. 112-113. DOI: <https://doi.org/10.59647/978-617-8633-07-3/1>

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						134
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

### Нормативно-правові документи:

1. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. – К.: Мінрегіон України, 2016. – 70 с.
2. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві
3. ДБН В.1.1-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва
4. ДБН В.1.1-12:2006 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівництво в сейсмічних районах України»
5. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення»
6. ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты (ССБП. Електробезпека. Загальні вимоги і номенклатура видів захисту)
7. -ГОСТ12.4.01075ССБТ. Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия
8. ДСТУ 9243.10:2023 Система проектної документації для будівництва. Правила виконання специфікації обладнання і будівельної продукції
9. ДСТУ П 8820:2018 від 2018 року “Протимінна діяльність. Процеси управління. Основні положення”
10. ДБН В.2.2-5:2023 Захисні споруди цивільного захисту
11. ДБН В.1.2-9:2021 "Безпека і доступність при експлуатації"
12. ДБН В.1.2-14:2018 "Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд"
13. ДБН В.1.2-4:2019 "Інженерно-технічні заходи цивільного захисту"
14. ДСТУ 8855:2019 Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності)
15. ДБН А.3.1-5:2016 "Організація будівельного виробництва"
16. ДБН В.1.1-7:2016 "Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги"
17. ДБН А.2.2-3:2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Лист
						135
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		