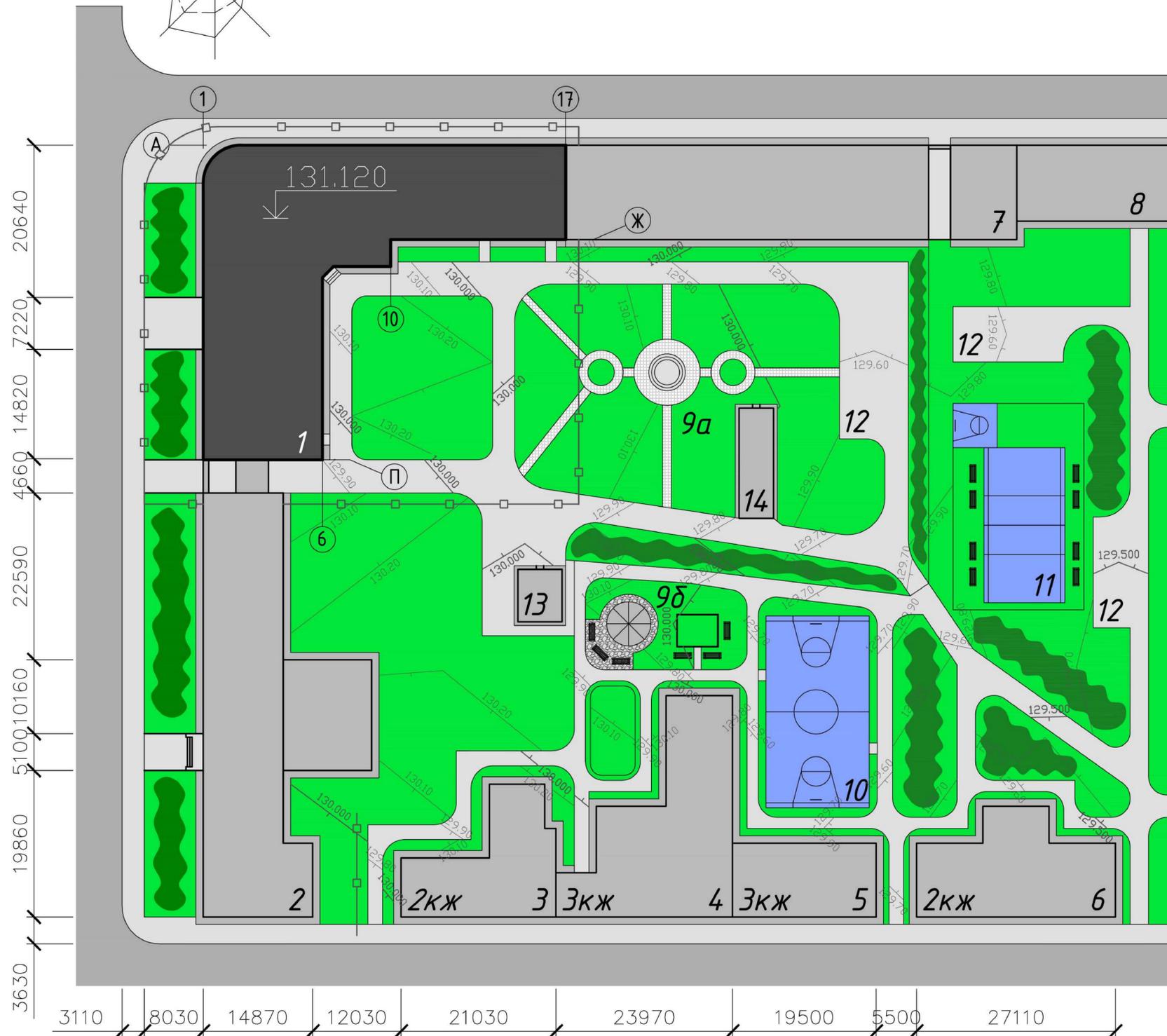


# Генеральний план



Генеральний план

- дорожнє покриття з природного каменю
- дорожнє покриття з фем
- будівлі та споруди
- штучне покриття
- газон

## Техніко-економічні показники

1. Площа ділянки, на якій розташовані об'єкти, що реконструюються - 3017 м<sup>2</sup>
2. Площа забудови - 1142 м<sup>2</sup>
3. Площа озеленення - 664 м<sup>2</sup>
4. Площа доріг і майданчиків із твердим покриттям - 1211 м<sup>2</sup>
5. Коефіцієнт забудови - 0,38
6. Коефіцієнт озеленення - 0,22

# Ситуаційний план



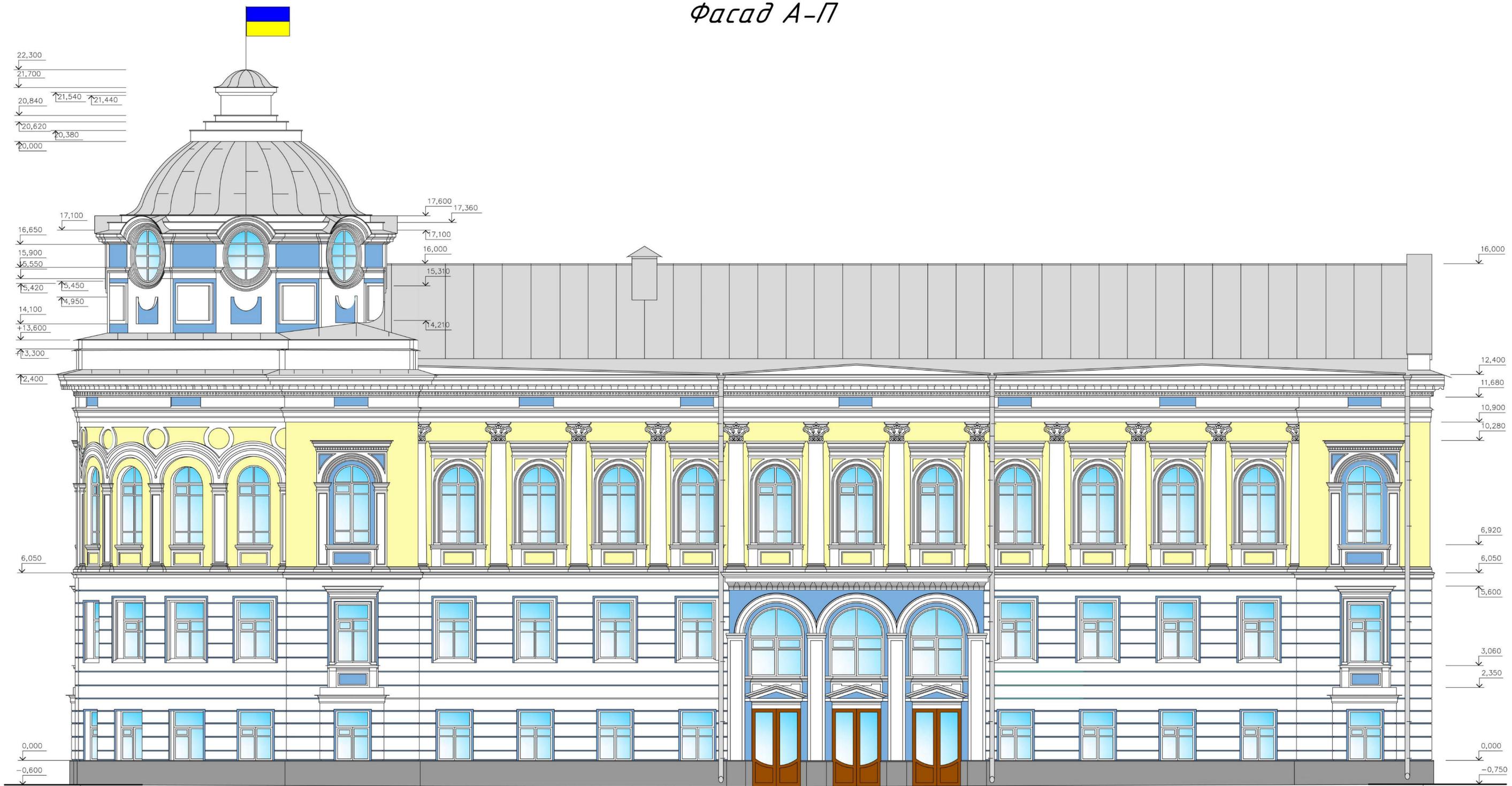
Квартал, де розташована що підлягає реконструкції

## Експлікація будівель і споруд

№ на плані	Найменування	Примітки
1	Будівля, що реконструюється	F=1140,55 м <sup>2</sup>
2	Будівля наукової бібліотеки	F=844,36 м <sup>2</sup>
3	2-пов. житловий будинок	F=249,31 м <sup>2</sup>
4	3-пов. житловий будинок	F=445,11 м <sup>2</sup>
5	3-пов. житловий будинок	F=195 м <sup>2</sup>
6	2-пов. житловий будинок	F=315 м <sup>2</sup>
7	2- пов. будинок	F=115,2 м <sup>2</sup>
8	2- пов. будинок	
9а	Літня альтанка	φ9м
9б	Літня альтанка	φ6м
10	Баскетбольне поле зі штучним покриттям	F=364 м <sup>2</sup>
11	Волейбольне поле з штучним покриттям	F=231 м <sup>2</sup>
12	Автомобільна стоянка	
13	Склад	F=42,6 м <sup>2</sup>
14	Трансформаторна підстанція	

					401-БП.9484539.ДП		
					Реконструкція адміністративної будівлі у м.Івано-Франківськ		
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Архітектурно-будівельні рішення	
Розробник	Керівник	Божинський	Авраменко			Стадія	Аркуші
						ДП	1 6
					НУ "Полтавська політехніка" ім. Юрія Кошаратюка		Кафедра БіЦ

# Фасад А-П

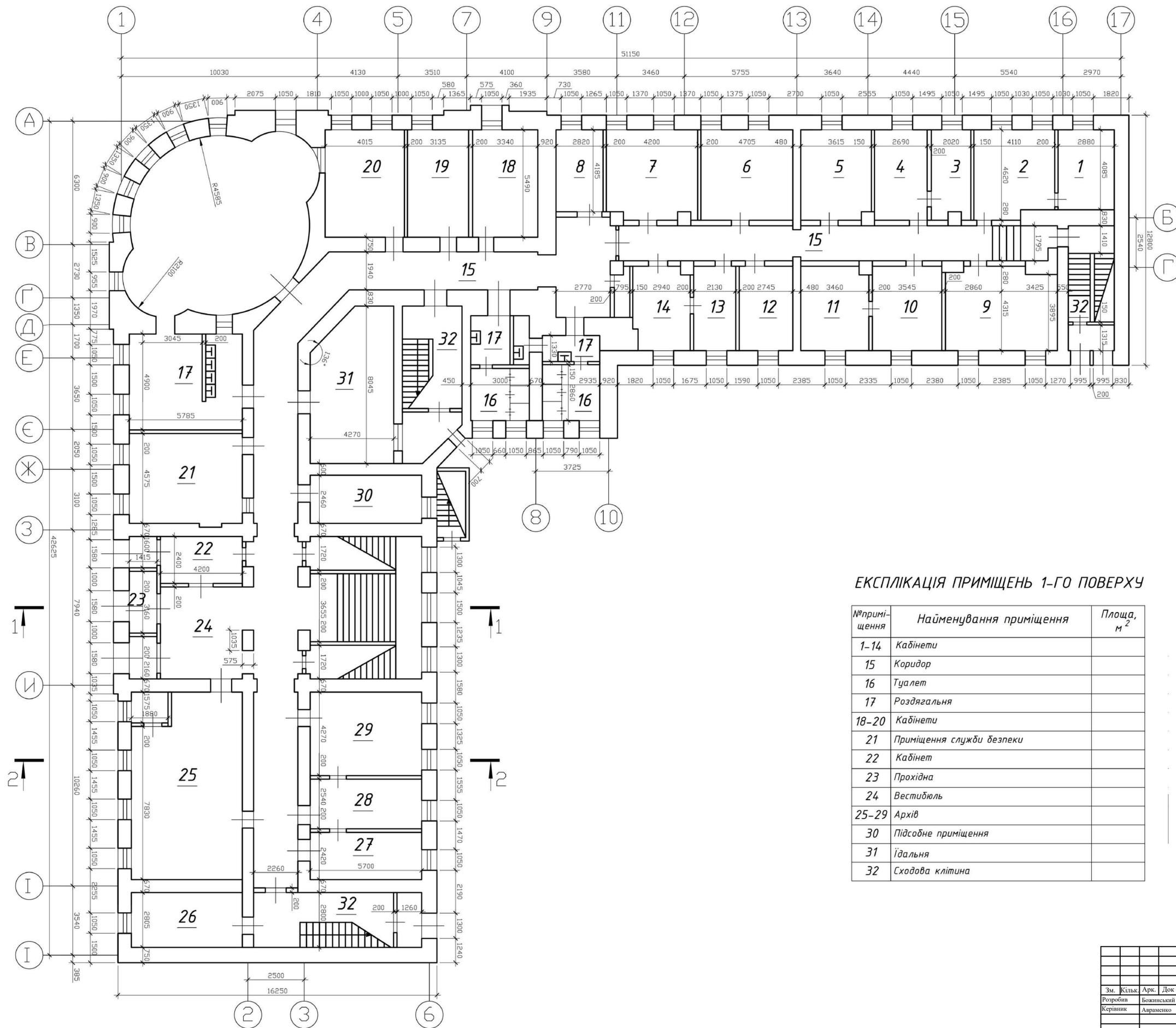


A

П

						401-БП.9484539.ДП				
						Реконструкція адміністративної будівлі у м.Івано-Франківськ				
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Архітектурно-будівельні рішення		Стадія	Аркуші	Аркуші
Розробник	Боженський							ДП	2	6
Керівник	Авраменко									
						Фасад А-П		НУ "Полтавська політехніка" ім. Юрія Кондратюка Кафедра БІЦ		
Н. контроль	Зигун А.Ю.									
Зав.кафедри	Семко О.В.									

# План 1-го поверху

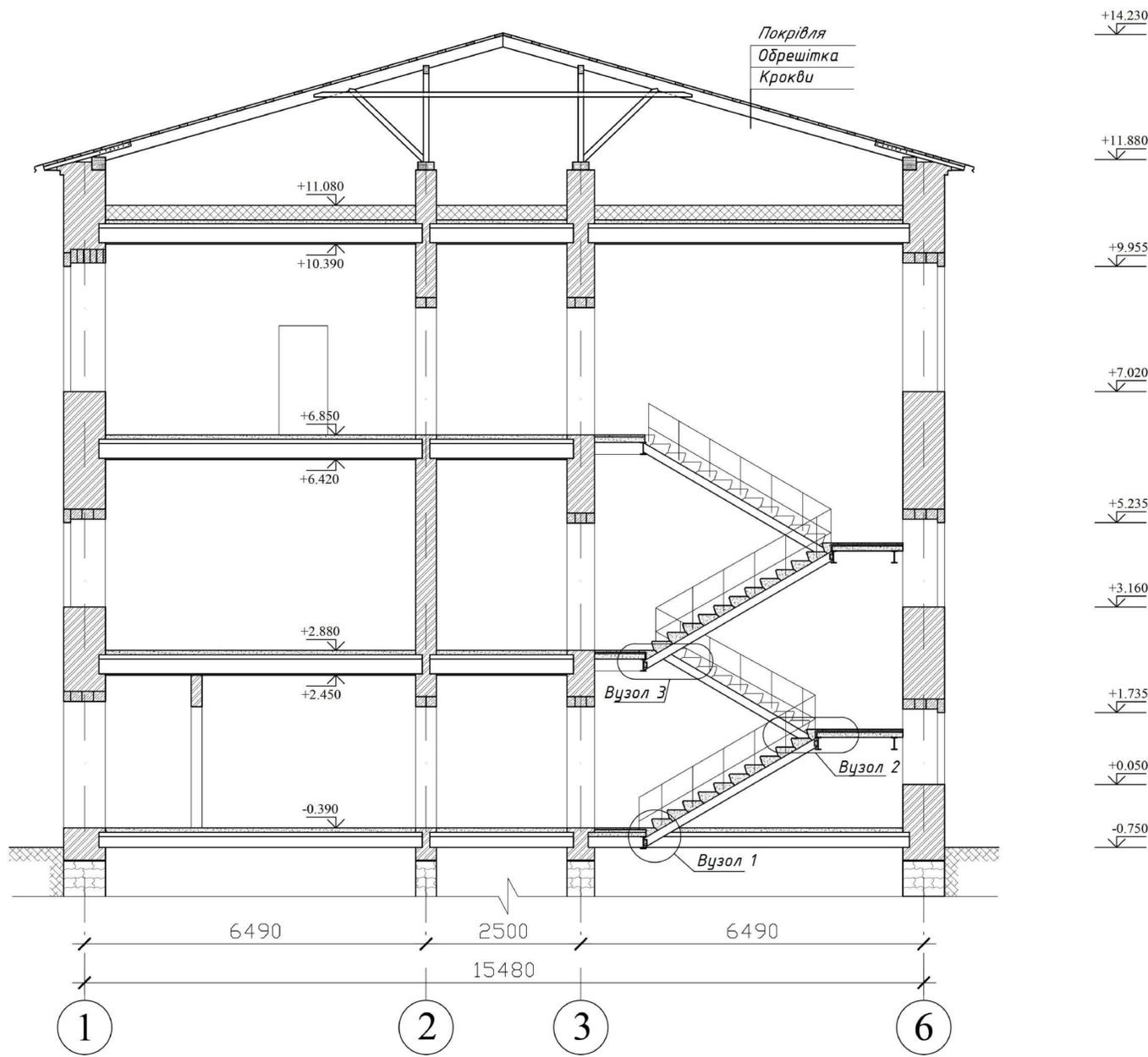


## ЕКСПЛІКАЦІЯ ПРИМІЩЕНЬ 1-ГО ПОВЕРХУ

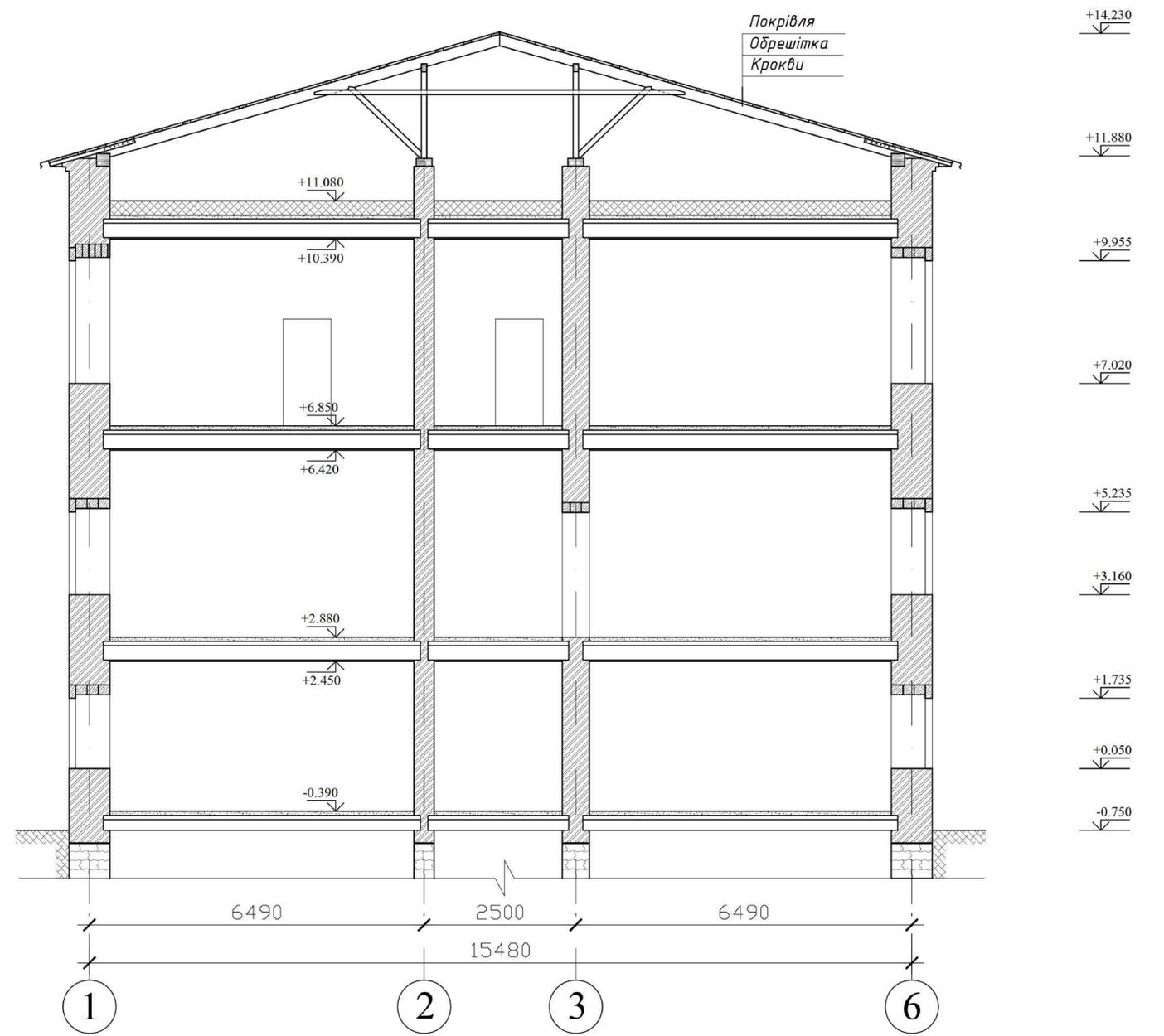
№приміщення	Найменування приміщення	Площа, м <sup>2</sup>
1-14	Кабінети	
15	Коридор	
16	Туалет	
17	Роздягальня	
18-20	Кабінети	
21	Приміщення служби безпеки	
22	Кабінет	
23	Прохідна	
24	Вестибюль	
25-29	Архів	
30	Підсобне приміщення	
31	Їдальня	
32	Сходава клітина	

						401-БП.9484539.ДП					
						Реконструкція адміністративної будівлі у м.Івано-Франківськ					
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Архітектурно-будівельні рішення			Стадія	Аркуші	Аркуші
Розробник	Боженський					ДП			3	6	
Керівник	Авраменко					План 1-го поверху			НУ "Полтавська політехніка" ім. Юрія Кондратюка Кафедра БІЦ		
Н. контроль	Зигун А.Ю.										
Зав.кафедри	Семко О.В.										

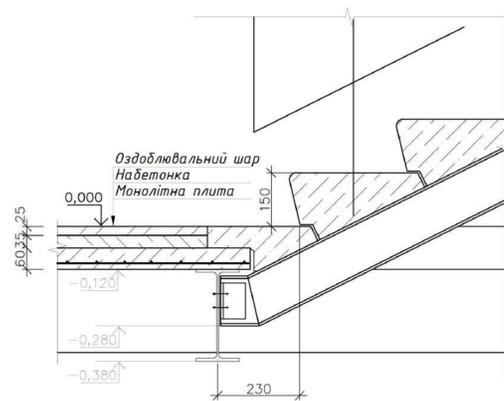
# Розріз 1-1



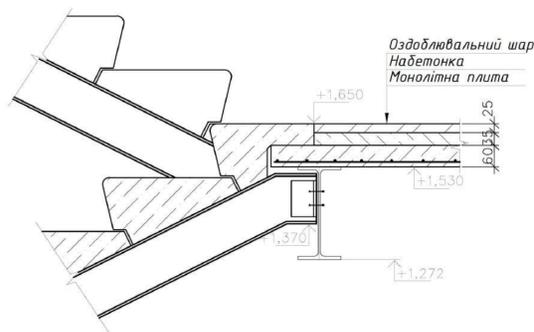
# Розріз 2-2



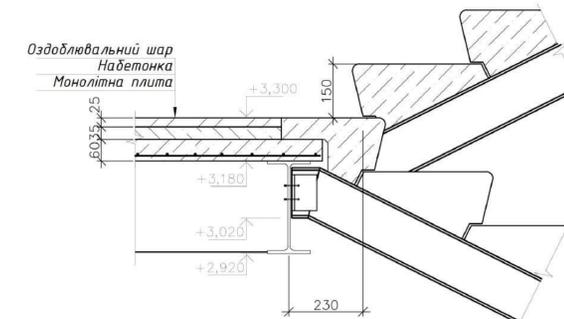
### Вузол 1



### Вузол 2



### Вузол 3



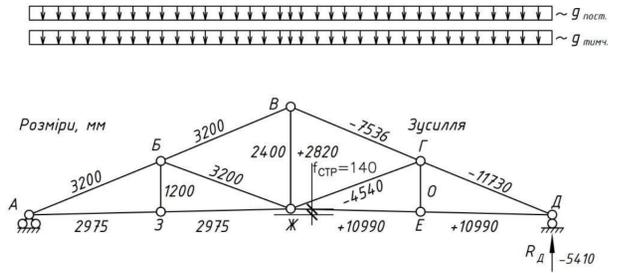
						<b>401-БП.9484539.ДП</b>				
						Реконструкція адміністративної будівлі у м.Івано-Франківськ				
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Архітектурно-будівельні рішення		Стадія	Аркуші	Аркуші
Розробник	Керівник	Божинський	Авраменко					ДП	4	6
								НУ "Полтавська політехніка" ім. Юрія Кошаратюка Кафедра БІЦ		
								Регіон 1-1 Розріз 2-2 Вузол		
								Н. контроль Зав.кафедри		
								Зигун А.Ю. Семко О.В.		

Специфікація елементів ферми ФС-1

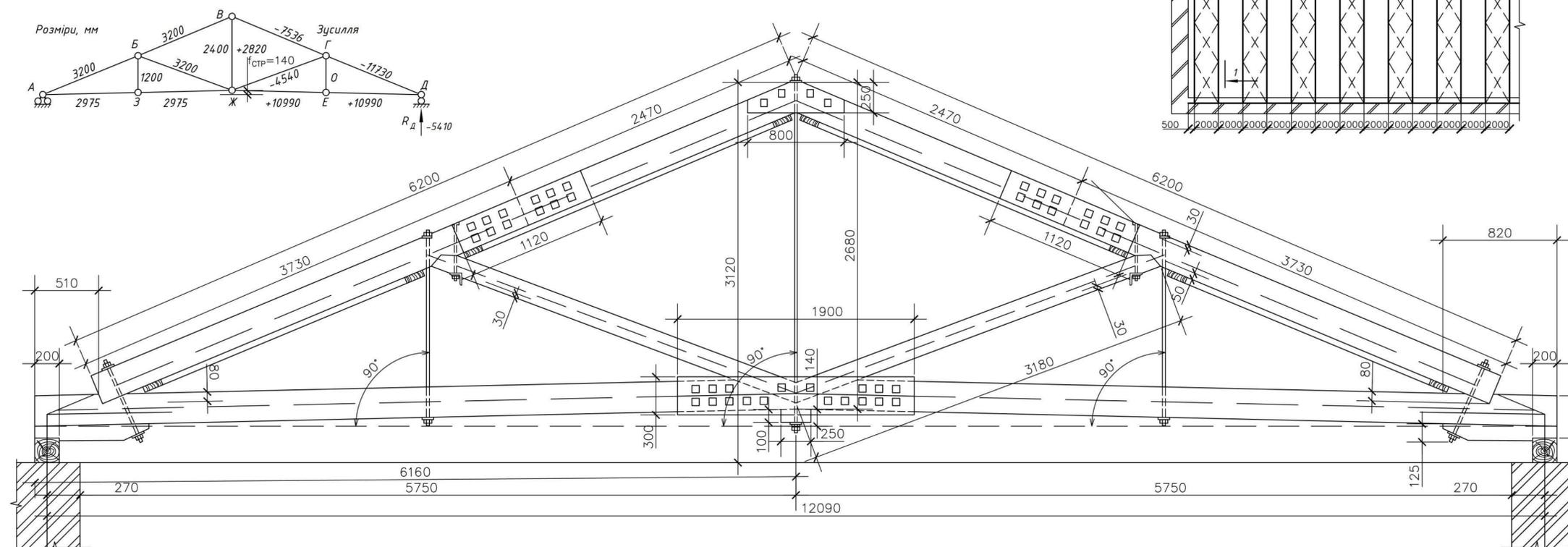
№ П/П	Найменування елементів кроквяної ферми ФС-1 на одну марку	Довжина, мм	Кількість, шт.	Вага, кг	Примітки
<b>Дерев'яних</b>					
1	Верхній пояс пер.250*250, вологість 19%	3730	2	116.5 233	II категор.
2	Верхній пояс пер.250*250, вологість 19%	2470	2	77.2 154.4	II категор.
3	Нижній пояс пер.250*250, вологість 19%	6160	2	192.5 385	II категор.
4	Розкіс пер.150*250, вологість 19%	3180	2	60 120	II категор.
5	Підбалка пер.250*125, вологість 19%	920	2	14.4 28.8	II категор.
6	Бодишка пер.200*200, вологість 19%	200	4	2 8	II категор.
7	Настінний в'рус пер.200*200, вологість 19%	1857	2	37.5 75	II категор.
8	Накладка пер.250*125, вологість 19%	800	2	12.5 25	II категор.
9	Накладка пер.250*125, вологість 19%	1120	4	17.5 70	II категор.
10	Накладка пер.300*125, вологість 19%	1900	2	35.6 71.2	II категор.
11	Підкладка пер.250*100, вологість 19%	250	1	3.12 3.12	II категор.
12	Горизонтальні в'язі пер.150*50, вол. 19%	3620	4	13.5 54.3	II категор.
<b>Металевих</b>					
13	Тяж Ф24, різьба L <sub>1</sub> =150мм, L <sub>2</sub> =50мм	2920	1	10.5 10.5	С-235
14	Шайба 100*100*14		2		отв. Ф26
15	Гайка Ф24 висотою 38мм		1		нормальн.
16	Гайка Ф24 висотою 20мм		2		нормальн.
17	Тяж Ф16, різьба L <sub>1</sub> =70мм, L <sub>2</sub> =40мм	1620	2	3 6	С-235
18	Шайба 80*80*10		4		отв. Ф18
19	Гайка Ф16 висотою 25мм		2		нормальн.
20	Гайка Ф16 висотою 13мм		4		нормальн.
21	Шпилька Ф20, різьба L <sub>1</sub> =L <sub>2</sub> =70мм	700	2	1.8 3.6	С-235
22	Шайба 100*100*14		4		отв. Ф22
23	Гайка Ф20 висотою 32мм		100		нормальн.
24	Шпилька Ф20, різьба L <sub>1</sub> =L <sub>2</sub> =50мм	500	2	1.25 2.5	С-235
25	Шайба 80*80*10		94		отв. Ф22
26	Куттик 100*100*8	250	2	3 6	отв. Ф22
27	Шпилька Ф20, різьба L <sub>1</sub> =L <sub>2</sub> =60мм	600	92		С-235
28	Цвяхи 250*6		48		

Всього: Вага ферми ФС-1 складає 1200 кг.

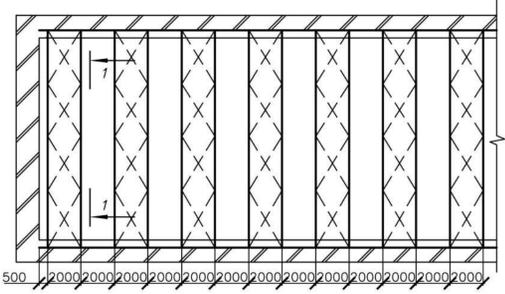
Геометрична схема ферми ФС-1



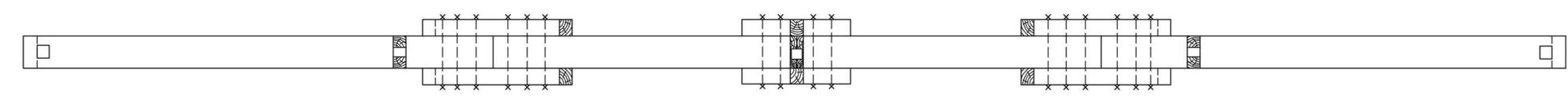
Розріз 1-1



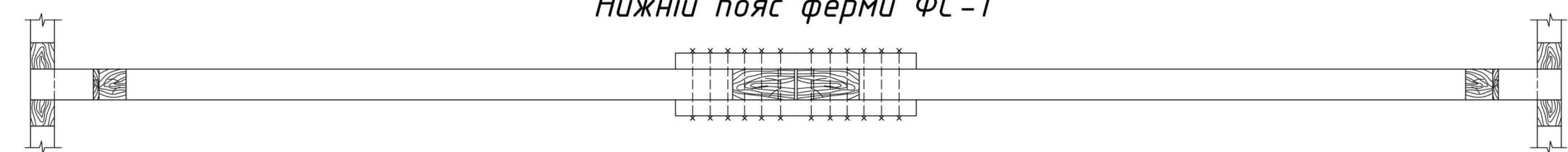
План монтажу ферм ФС-1



Верхній пояс ферми ФС-1



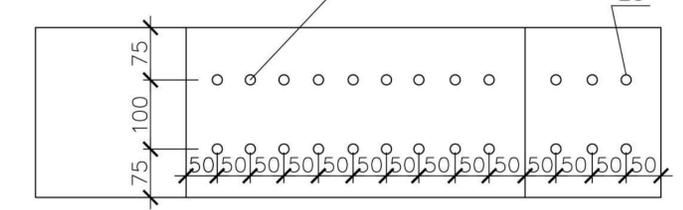
Нижній пояс ферми ФС-1



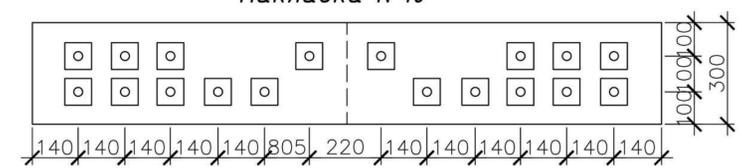
Підбалка опорного вузла



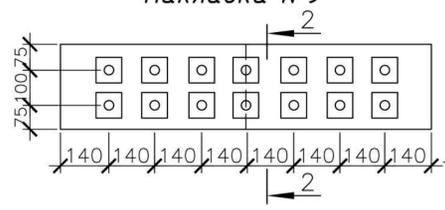
Цвяхи 250\*6 Вид А



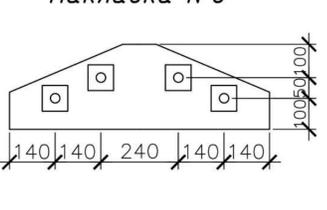
Накладка №10



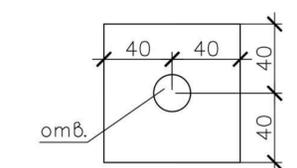
Накладка №9



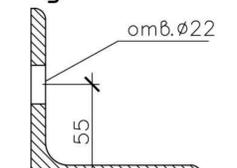
Накладка №8



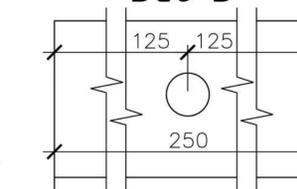
Шайба №25



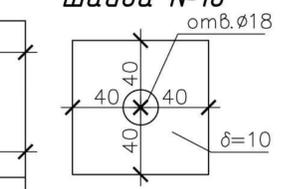
Куттик №26



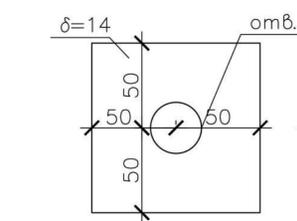
Вид Б



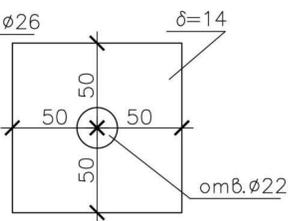
Шайба №18



Шайба №14



Шайба №22



					401-БП.9484539.ДП		
					Реконструкція адміністративної будівлі у м.Івано-Франківськ		
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Інженерні рішення	
Розробин	Божинський					Стадія	Аркуші
Керівник	Авраменко					ДП	5 6
					Ферма ФС-1		
					НУ "Полтавська політехніка" ім. Юрія Кошаратка Кафедра БіЦ		



Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
Навчально-науковий інститут архітектури, будівництва та землеустрою  
Кафедра будівництва та цивільної інженерії

---

**Пояснювальна записка**  
до дипломного проекту (роботи)  
бакалавра

---

за темою: **Реконструкція адміністративної будівлі у м.Івано-Франківськ**

Виконав: студент групи ЗпБ  
Спеціальності  
192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
Божинський Н.Є.  
Керівник: к.т.н., доц. Авраменко Ю.О.  
Зав. каф.: д.т.н., проф. Семко О.В.

Полтава - 2025

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
РОЗДІЛ 1. Інженерно-географічна оцінка.....	8
1.1. Загальна характеристика місця реконструкції.....	8
1.2. Гідрологічні умови.....	9
1.3. Клімат місцевості.....	13
1.4. Геологічні умови.....	16
РОЗДІЛ 2. Архітектурна частина .....	22
2.1. Генеральний план та благоустрій.....	22
2.2. Конструктивне рішення .....	23
2.3. Інженерні мережі .....	31
2.4. Теплотехнічний розрахунок.....	33
РОЗДІЛ 3. Розрахунково-конструктивна частина .....	36
3.1. Технічне обстеження даху адміністративної будівлі.....	36
3.2. Розрахунок кроквяної трикутної металодерев'яної ферми марки ФС-1 .....	39
3.2.1. Вихідні дані .....	39
3.2.2. Розрахунок ферми в осях 10-17 від одиничних навантажень .....	41
3.3. Розрахунок обрешітки .....	51
3.4. Розрахунок власної ваги ферми ФС-1 .....	54
3.5. Визначення нормальних (розрахункових) зусиль в елементах ферми ФС-1 .....	56
3.6. Розрахунок ферми за першою групою граничних станів.....	57
РОЗДІЛ 4. Технологія та організація будівельного виробництва.....	66

					<i>401-БП. 9484539. ПЗ</i>			
Змн..	Арк	№ докум	Підпис	Дата				
Виконав		Божинський Н.Є.			Реконструкція адміністративної будівлі м. Івано-Франківськ	лист	Аркуш	Аркушів
Керівник		Авраменко Ю.О.					4	
Норм. конт		Семко О.В.				НУ «Полтавська політехніка»		
Зав. каф		Семко О.В.						

4.1. Підготовчі роботи .....	66
4.2. Зонування будівельного майданчику.....	67
4.3. Заходи за для безпеки на майданчику .....	69
Список використаної літератури .....	71

					<i>401-БП. 9484539. ПЗ</i>			
<i>Змн..</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Виконав</i>		<i>Божинський Н.Е.</i>			<i>Реконструкція адміністративної будівлі м. Івано-Франківськ</i>	<i>лист</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Авраменко Ю.О.</i>					5	
<i>Норм. конт</i>		<i>Семко О.В.</i>				<i>НУ «Полтавська політехніка»</i>		
<i>Зав. каф</i>		<i>Семко О.В.</i>						

## ВСТУП

Сучасний етап розвитку міст України характеризується активними процесами трансформації існуючої забудови, оновленням функціонального призначення будівель та необхідністю приведення будівельного фонду у відповідність до сучасних нормативних, естетичних, енергоефективних та безпекових вимог. Важливе місце в цьому процесі займає реконструкція адміністративних будівель — споруд, що забезпечують функціонування органів влади, підприємств, установ і організацій, а отже, впливають на якість управління та обслуговування населення.

Місто Івано-Франківськ є динамічно розвиненим адміністративним, культурним і економічним центром Прикарпаття, що має значну кількість будівель адміністративного призначення, зведених ще в попередні десятиліття. Більшість з них морально та фізично застаріли, не відповідають вимогам енергоощадності, сучасного функціонального зонування, доступності для маломобільних груп населення та норм протипожежної безпеки. Це створює потребу у проведенні комплексної реконструкції з метою подовження терміну служби будівель, адаптації їх до нових функцій і покращення умов експлуатації.

Метою даного дипломного проекту є розробка архітектурно-конструктивного рішення реконструкції адміністративної будівлі в Івано-Франківську. У процесі роботи передбачається здійснити технічне обстеження існуючої споруди, аналіз її функціонального та технічного стану, розробку проектних пропозицій із перепланування, підсилення конструктивних елементів, удосконалення інженерних мереж, благоустрою прилеглої території та покращення енергозберігаючих характеристик.

Проект також враховує чинні державні будівельні норми (ДБН), вимоги щодо інклюзивності, охорони праці та екологічності. Особлива увага приділяється адаптації просторових рішень до сучасних потреб користувачів, забезпеченню гнучкості функціонального використання приміщень, а також

									Арк.
									6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

401-БП. 9484539. ПЗ

можливості подальшої експлуатації будівлі з мінімальними витратами ресурсів.

Реалізація реконструкції дозволить не лише підвищити ефективність використання адміністративної споруди, а й сприятиме поліпшенню архітектурного вигляду міста, підвищенню якості громадського простору та загальному рівню урбаністичного середовища.

					401-БП. 9484539. ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис		

## РОЗДІЛ 1. ІНЖЕНЕРНО-ГЕОГРАФІЧНА ОЦІНКА.

### 1.1. Загальна характеристика місця реконструкції

Івано-Франківськ, як багатогалузевий економічний, адміністративний та культурний центр України, відіграє важливу роль у транспортній інфраструктурі країни. Розташований на перетині ключових залізничних шляхів та автомагістралей, місто є важливим транзитним пунктом. Залізничний вузол Івано-Франківська забезпечує сполучення у чотирьох напрямках: Львів, Чернівці, Делятин та Долина, а через місто проходить стратегічно важлива залізниця Львів-Чернівці. Віддаленість від Києва становить 550 км.

Автодорожня мережа Івано-Франківська базується на автомобільних дорогах державного значення, зокрема національних трасах Н09 (Мукачеве – Львів), Н-10 (Стрий – Кишинів) та Н-18 (Івано-Франківськ – Тернопіль). Ці автомагістралі забезпечують сполучення з різними регіонами України та сусідніми країнами, підкреслюючи стратегічне значення Івано-Франківська у транспортній мережі.

Івано-Франківськ, одне з найстаріших міст України, виконує роль адміністративного, економічного та культурного центру Івано-Франківської області, розкинувшись у мальовничому Прикарпатті між річками Бистриця-Солотвинська та Бистриця-Надвірнянська. Зручне розташування міста підкреслюється наявністю власного аеропорту, що спрощує транспортне сполучення. Важливим аспектом є й відносна близькість до кордонів з країнами Європейського Союзу: до румунського митного переходу «Порубне» – 180 км, до польського «Мостиська» – 200 км, до словацького «Ужгород» – 300 км, а до угорського «Чоп» – 320 км. Таке стратегічне розташування робить Івано-Франківськ привабливим пунктом для міжнародної співпраці та торгівлі.

										401-БП. 9484539. ПЗ	Арк.
											8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис							

Івано-Франківськ відіграє важливу роль у транспортній інфраструктурі України, зокрема як один з ключових вузлів Львівської залізниці. Залізнична лінія пронизує місто з півдня на північ, забезпечуючи зв'язок з іншими регіонами країни. Крім того, аеропорт, розташований у південно-західній частині Івано-Франківська, забезпечує повітряне сполучення з різними українськими містами та деякими міжнародними напрямками, відкриваючи можливості для ділових поїздок і туризму.

Місто характеризується переважно рівнинним ландшафтом, з незначними перепадами висот. Структурно його можна поділити на три чітко виражені планувальні зони. Перша – центральна частина, що є історичним ядром міста, обмежена річкою Бистрицею Солотвинською та залізничними коліями. Друга – східна частина, розташована на схід від залізниці до річки Бистриця Надвірнянська. І, нарешті, західна частина, що лежить на лівому березі Бистриці Солотвинської, межує з селом Загвіздя на півдні, державним лісовим фондом на заході та територією села Угринів на півночі (відома як район Пасічна).

Івано-Франківськ, згідно з фізико-географічним районуванням України, займає унікальне положення в Передкарпатті, розташовуючись у мальовничій точці злиття двох річок Бистриць – Надвірнянської та Солотвинської. Ця область характеризується переважно призаплавно-терасовою рівниною, що визначає основні риси місцевого рельєфу. Поверхня має загальний ухил у північно-східному напрямку, що впливає на гідрологічні процеси та відтік води. Рівнинна частина надзаплавних терас, завдяки своїй відносно рівній поверхні та сприятливим умовам, стала основною територією для розвитку житлових масивів та інфраструктури Івано-Франківська.

## 1.2. Гідрологічні умови

Місто, розташоване у межах Передкарпатського артезіанського басейну, має складну гідрогеологічну будову. Підземні води тут залягають у двох чітко виражених водоносних горизонтах. Верхній горизонт, що знаходиться у

									Арк.
									9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

401-БП. 9484539. ПЗ

четвертинних суглинках, вирізняється лінзоподібною формою та невеликою глибиною залягання – від 0,5 до 2,5 метрів. Живлення цього горизонту відбувається виключно за рахунок атмосферних опадів. Аналіз води з цього горизонту виявив значне бактеріальне забруднення та перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) нітратів у два та більше разів, що робить її непридатною для використання у питному водопостачанні.

Основний водоносний горизонт, що є важливим джерелом підземних вод, зосереджений у шарах гравію, гальки та піску. Ці відкладення, що мають високу проникність, залягають на водонепроникних глинах, утворених ще в неогеновий період. Продуктивність свердловин, які черпають воду з цього горизонту, варіюється в широких межах - від 0,3 до 6,1 л/с, а в окремих місцях може досягати навіть 20 л/с, при відносно невеликому пониженні рівня води (1,5 - 3 м). Важливим фактором відновлення водних ресурсів є живлення горизонту, яке відбувається різними шляхами: за рахунок атмосферних опадів, інфільтрації води з річок, а також завдяки надходженню води з глибших водоносних горизонтів, що сформувалися ще до четвертинного періоду. Особливістю гідрологічної ситуації є те, що річка Бистриця-Надвірнянська розташована вище за течією, ніж Бистриця-Солотвинська. Це створює умови для інфільтрації води з Бистриці-Надвірнянської у ґрунтові води межиріччя, які потім, рухаючись по низхідній площині, досягають Бистриці-Солотвинської, забезпечуючи її часткове підживлення.

Отже, особливості геологічної будови території зумовлюють інтенсивне змішування вод різних річок, що є важливим фактором, який необхідно враховувати при оцінці якості води та її придатності для різних потреб. Зокрема, річка Бистриця-Надвірнянська, яка зазнає значного антропогенного впливу, демонструє непридатність для господарсько-питного водокористування. Це пов'язано з тим, що вміст марганцю в її водах перевищує допустимі норми до 4,8 разів, що робить її потенційно небезпечною для використання в якості джерела питної води. Тому, розуміння гідрологічних процесів, обумовлених геологічною структурою, є ключовим

										Арк.
										10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис						

401-БП. 9484539. ПЗ

для розробки ефективних стратегій управління водними ресурсами та забезпечення населення якісною питною водою.

Основним джерелом централізованого водопостачання в Івано-Франківську та прилеглих районах є поверхневі води, зокрема річки Бистриця-Надвірнянська та Бистриця-Солотвинська. З річки Бистриця-Надвірнянської здійснюється водозабір потужністю 50 тис. м<sup>3</sup>/добу, розташований в с. Березівка Тисменицького району. Інший водозабір, потужністю 40 тис. м<sup>3</sup>/добу, знаходиться на річці Бистриці-Солотвинській, поблизу с. Скобичівка Богородчанського району. Важливо зазначити, що запаси питної води цих поверхневих водозаборів не були визначені комунальним підприємством «Івано-Франківськ Водокотехпром», що може впливати на стратегічне планування та забезпечення стабільного водопостачання в майбутньому.

Розташований на території Черніївського комплексу водоочисних споруд у селі Черніїв Тисменицького району, водозабір підземних вод виступає важливим додатковим джерелом централізованого водопостачання. Водонесний горизонт Черніївського родовища питних підземних вод складається з прісних підземних вод, які знаходяться в алювіальних відкладах гравійно-галечникових утворень, з піщаним і піщано-глинистим наповнювачем. Слід зазначити, що ці підземні води є слабо захищеними від бактеріального забруднення через водопроникність шарів, що перекривають водоносні горизонти. На даний момент загальна продуктивність відновлених свердловин сягає 7,1 тис. м<sup>3</sup>/добу. Загальні запаси підземних вод, визначені та затверджені, становлять 30,8 тис. м<sup>3</sup>/добу, розподілені між ділянками Черніївська 1 та Черніївська 2.

Перед подачею питної води споживачам здійснюється цілий комплекс заходів, спрямованих на забезпечення її безпеки та відповідності санітарним нормам. На кожному водозаборі, незалежно від джерела води, проводять ретельне очищення, підготовку та постійний контроль якості. Цей процес включає видалення забруднень, корекцію мінерального складу, дезінфекцію та

									Арк.
									11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

інші необхідні процедури. Завдяки цьому, вода, яка потрапляє до споживачів, відповідає встановленим стандартам якості та є безпечною для вживання.

Для перспективних ділянок, визначених під житлово-громадське будівництво, проект розвитку інфраструктури передбачає організацію повноцінного та надійного централізованого водопостачання. Це рішення забезпечить мешканців та відвідувачів якісною питною водою, а також створить комфортні умови для ведення бізнесу та проживання. Забезпечення 100% централізованого водопостачання сприятиме покращенню санітарно-гігієнічних умов та загального рівня життя на цих територіях.

Гідрографічна мережа міста відзначається розгалуженістю та різноманітністю водних об'єктів. Основу складають річки Бистриця-Солотвинська та Бистриця-Надвірнянська, що формують головні водні артерії. Крім них, важливу роль відіграють річки Черешенков, Рудка, Підгородна та Млинівка, кожна з яких має свої особливості та значення для екосистеми міста. У північно-західній частині особливо виділяється річка Черешенков з розвиненою системою приток, що впадають у Бистрицю-Солотвинську. Доповнюють водний ландшафт численні струмки, озера, серед яких найбільшим є Міське озеро, а також ставки та інші штучні водойми, які виконують важливі функції рекреації та регулювання водного балансу.

Водний режим річок у регіоні характеризується змішаним типом живлення, з домінуванням дощового компонента. Це зумовлює високу ймовірність виникнення раптових паводків, особливо влітку, коли дощові паводки можуть повторюватися до 5-7 разів за сезон. Весняні повені, навпаки, є відносно незначними. Під час катастрофічних паводків значні території, прилеглі до річок, зазнають затоплень.

Тривалий період спостережень за гідрологічним режимом річок, що проводились в Івано-Франківську з 1887 по 2004 рік, дає важливу інформацію для оцінки ризиків. Згідно з генеральним планом міста, розробленим інститутом «Діпромісто», відмітки 1% та 10% горизонтів по водопосту на річці Бистриця Солотвинська становили 246,07 мБС та 243,35 мБС відповідно.

										Арк.
										12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис						

401-БП. 9484539. ПЗ

Проте, враховуючи паводки 2008 року, які перевищили всі попередні спостереження, виникла необхідність коригування цих показників. Для забезпечення безпеки міста та ефективного планування забудови, потрібно розробити спеціалізований проект з визначення лінії затоплення Івано-Франківська паводково-повеневидами водами 1%-го забезпечення від річок Бистриця-Солотвинська та Бистриця-Надвірнянська. Цей проект повинен враховувати сучасну містобудівну ситуацію для більш точної оцінки потенційних ризиків та розробки адекватних заходів реагування.

### 1.3. Клімат місцевості

Клімат території проектування характеризується як атлантико-континентальний, що передбачає помірну сезонність із чітко вираженими порами року. Для обґрунтування та прийняття обґрунтованих планувальних рішень, необхідно враховувати кліматичні умови, які визначаються основними метеорологічними показниками. Ці дані отримані на основі аналізу багаторічних спостережень, що проводилися метеостанцією "Івано-Франківськ, АМСГ", розташованою на висоті 244 метри над рівнем моря. Використання даних цієї метеостанції дозволяє отримати найбільш репрезентативну інформацію про кліматичні особливості території проектування, зокрема температуру, опади, вологість, вітрові характеристики та інші важливі параметри.

Клімат регіону характеризується помірною континентальністю. Середньорічна температура повітря становить  $+7,3^{\circ}\text{C}$ , що свідчить про м'яку, але чітко виражену сезонність. Екстремальні температурні показники демонструють широкий діапазон: абсолютний мінімум сягає  $-34^{\circ}\text{C}$ , а абсолютний максимум досягає  $+37^{\circ}\text{C}$ . Ці дані підкреслюють можливість як суворих зимових періодів, так і спекотних літніх днів. При проектуванні будівель та інженерних систем враховуються розрахункові температури: температура найхолоднішої п'ятиденки становить  $-20^{\circ}\text{C}$ , що є важливим показником для розрахунку опалення, а зимова вентиляційна температура -

						401-БП. 9484539. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис			13

8,7°C впливає на вибір систем вентиляції для забезпечення комфортного мікроклімату в приміщеннях.

Опалювальний період у регіоні триває в середньому 184 доби, характеризуючись дуже низькою середньою температурою всього 0,1°C. Це свідчить про потребу в забезпеченні стабільного та ефективного опалення протягом значної частини року. Глибина промерзання ґрунту, за даними метеостанції "Коломия", досягає в середньому 39 см, а максимальна може сягати 83 см. Такі показники необхідно враховувати при плануванні будівельних робіт та інженерних мереж, що розташовуються під землею. Незважаючи на холодний період, регіон може похвалитися тривалістю безморозного періоду, що в середньому становить 155 днів, а в окремі роки досягає 172 днів. Разом з тим, середньорічна відносна вологість повітря досить висока і становить 79%, що може впливати на комфортність проживання та вимагати врахування при проектуванні систем вентиляції та вологозахисту будівель.

Річна кількість атмосферних опадів у цьому регіоні становить 603 мм, що свідчить про помірне зволоження території. Розподіл опадів протягом року є нерівномірним: значна частина (459 мм) випадає у теплий період, забезпечуючи вологу для вегетації рослин. Холодний період характеризується значно меншою кількістю опадів (144 мм), що може впливати на формування снігового покриву та запаси вологи в ґрунті. Середньодобовий максимум опадів становить 42 мм, вказуючи на періоди можливих сильних злив. Абсолютний максимум, зафіксований 17 липня 1948 року, сягнув 93 мм, що підкреслює ймовірність екстремальних погодних явищ, які можуть призвести до локальних підтоплень та ерозії ґрунту.

Протягом року спостерігався сніговий покрив, середня декадна висота якого становила 16 см, а максимальна сягала 38 см. Загалом, налічувалося 79 днів із стійким сніговим покривом. Атмосферні явища були представлені туманами (59 днів на рік), заметілями (7 днів), грозами (30 днів), градом (1,3

						401-БП. 9484539. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис			14

дні) та пиловими бурями (0,8 днів), що вказує на різноманітні погодні умови протягом року.

Максимальна швидкість вітру у цьому регіоні характеризується певною періодичністю. Зазвичай, щорічні пікові значення досягають 24 м/с. Однак, більш інтенсивні вітри, зі швидкістю 30-33 м/с, спостерігаються значно рідше – приблизно раз на 5-10 років. Екстремальні погодні явища з вітром у 34-35 м/с є ще більш рідкісними, трапляючись в середньому один раз на 15-20 років. Ця інформація важлива для планування інфраструктури, оцінки ризиків та розробки стратегій адаптації до кліматичних змін.

Комплексний аналіз кліматичних параметрів, що визначають комфортність проживання та енергоефективність будівель, є критично важливим на етапі планування і забудови населених пунктів. Згідно з архітектурно-будівельним кліматичним районуванням України, регламентованим ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія», окремі території, зокрема Карпатський регіон, відносяться до III А архітектурно-будівельного кліматичного підрайону. Це означає, що при проектуванні та будівництві споруд в цьому регіоні необхідно враховувати специфічні кліматичні умови, характерні для Карпат, включаючи температурні коливання, вологість, вітрові навантаження та інтенсивність сонячного випромінювання, для забезпечення оптимального мікроклімату в приміщеннях та мінімізації енергетичних витрат на опалення та охолодження.

Згідно з існуючою Схемою районування України, досліджувана територія відзначається високим природним потенціалом забруднення приземних шарів повітря. Це означає, що природні умови місцевості сприяють накопиченню забруднюючих речовин у нижніх шарах атмосфери. Одним з ключових факторів, що обумовлюють таку ситуацію, є несприятливі умови розсіювання викидів в атмосфері. Часті тумани та штилі, характерні для цього регіону, перешкоджають ефективному розсіюванню забруднювачів, що призводить до їхньої концентрації та потенційного негативного впливу на довкілля та здоров'я населення.

									Арк.
									15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

401-БП. 9484539. ПЗ

В цілому, кліматичні умови території, де планується розвиток населеного пункту, можна вважати сприятливими. Це дає можливість ефективно використовувати природні ресурси та мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище при забудові. Важливим аспектом при прийнятті планувальних рішень є врахування існуючого характеру вітрового режиму. Розташування ділянок забудови та промислових зон міста повинно базуватися на аналізі переважаючих вітрів, щоб забезпечити належну вентиляцію, запобігти накопиченню шкідливих викидів та створити комфортні умови для проживання та роботи населення. Це сприятиме покращенню екологічної ситуації та підвищенню якості життя в населеному пункті.

#### 1.4. Геологічні умови

Відповідно до схеми інженерно-геологічного районування України, розташування міста в межах зони підвищеної складності будівельних умов освоєння накладає певні обмеження та вимоги на проектування та будівництво. Це означає, що геологічна будова території характеризується наявністю різноманітних ґрунтів з мінливими фізико-механічними властивостями, можливістю розвитку небезпечних геологічних процесів, таких як зсуви, підтоплення, просідання, що потребує ретельного вивчення інженерно-геологічних умов ділянки забудови та застосування спеціальних технічних рішень для забезпечення стійкості та надійності будівель та споруд.

Місто, розташоване в зоні розвитку карстових процесів Подільсько-Буковинської області, потребує особливої уваги при плануванні будівництва. Активізація карсту, спровокована масштабними народногосподарськими об'єктами, може призвести до утворення тріщин, воронок, просядок та провалів у породах неогенових і крейдяних вапняків, крейди, мергелів та гіпсу. З огляду на це, перед початком будь-яких будівельних робіт необхідні ретельні геологічні вишукування для виявлення потенційно небезпечних карстових ділянок та впровадження превентивних заходів. Важливим є те, що

						401-БП. 9484539. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис			16

грунти, схильні до просідання, на території міста відсутні, що дещо полегшує завдання, але не скасовує необхідність врахування карстової активності.

Грунтові води на досліджуваній території характеризуються як неагресивні по відношенню до бетонів, що сприятливо впливає на довговічність бетонних конструкцій, які контактують з ґрунтом. Щодо сейсмічної активності, то відповідно до ДБН В.1.1-12/2014, територія міста класифікується залежно від висоти будівлі та класу наслідків (відповідальності). Для будівель класу наслідків СС1 та СС2 (до 73,5 м) сейсмічність оцінюється у 6 балів згідно карти "А". Однак, для вищих будівель (від 73,5 м до 100 м) класу наслідків СС2, а також об'єктів, що належать до потенційно небезпечних, та для будівель класу наслідків СС3, слід враховувати 7-бальну сейсмічність, згідно з картами "В" та "С" відповідно. Це вимагає посиленних заходів при проектуванні та будівництві, спрямованих на забезпечення сейсмостійкості споруд.

Інженерно-будівельні умови території міста часто відчувають значний тиск з боку несприятливих інженерно-геологічних процесів і явищ. Це може включати зсуви, підтоплення, карстоутворення, просідання ґрунтів, ерозію, сейсмічну активність та інші геологічні небезпеки. Наявність цих факторів вимагає ретельного вивчення та врахування при плануванні та будівництві, оскільки вони можуть суттєво вплинути на стійкість і довговічність будівель та інфраструктури, підвищити ризики аварій і збитків, а також вимагати додаткових інженерних рішень для забезпечення безпеки та надійності забудови.

Природний рівень залягання ґрунтових вод у досліджуваному районі відрізняється залежно від рельєфу. На призаплавних терасах глибина залягання становить 2,5 - 5,0 метрів, що є відносно сприятливим для забудови та сільського господарства. Однак, в заплавах річок та на локальних понижених ділянках цей рівень значно вищий, сягаючи 0,5 - 1,0 метрів, що створює передумови для підвищеної вологості та заболочення. В заплаві річок також спостерігаються малі ділянки, де заболочення виражене особливо

									Арк.
									17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

401-БП. 9484539. ПЗ

сильно. Проблему посилює недостатня кількість колекторів систем зливової каналізації, що призводить до локальних підтоплень під час сильних опадів, зокрема, в районі вулиць Надрічна, Довженка, Івасюка та Київська. Це свідчить про необхідність покращення інфраструктури водовідведення для мінімізації ризиків, пов'язаних з надмірним зволоженням території.

Процеси берегової ерозії в Івано-Франківську проявляються локально, в основному вздовж річки Бистриця Надвірнянська, що становить загрозу для прилеглих територій. Крім того, значна частина забудови міста потенційно може опинитися під водою під час повеней з 1% вірогідністю. Існуючі дані генерального плану (2000 р.) вказують на певні відмітки горизонтів затоплення для річки Бистриця Солотвинська, однак, з огляду на екстремальні повені 2008 та 2010 років, які перевищили прогнозовані рівні, необхідне оновлення карти планувальних обмежень. Сучасна лінія затоплення, що враховує фактичну ситуацію найбільших паводків, потребує детального перегляду та коригування. Для ефективного управління ризиками затоплення та забезпечення безпеки міської забудови, нагальним є розроблення спеціалізованого проекту з точного визначення лінії затоплення повеневими водами 1%-го забезпечення від обох річок Бистриць, враховуючи актуальну містобудівну ситуацію та зміни кліматичних умов.

В умовах складного інженерно-будівельного освоєння міських територій, виділяються зони, що характеризуються різним ступенем сприятливості для забудови. Однією з ключових категорій є території, сприятливі для будівництва, які зазвичай розташовані в центральній частині міста. Ці ділянки відрізняються рівним рельєфом з незначними ухілами, що не перевищують 1%, та відсутністю активних несприятливих фізико-геологічних процесів, таких як зсуви чи підтоплення. Глибина залягання ґрунтових вод на рівні 3-5 метрів забезпечує достатню стабільність для закладання фундаментів. Основою для фундаментів на цих територіях служать суглинки, супіски та гравійно-галечникові відклади, які мають достатню несучу здатність. Загалом, такі території вважаються придатними для

										Арк.
										18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис						

401-БП. 9484539. ПЗ

інженерно-будівельного освоєння без будь-яких обмежень, що робить їх пріоритетними для розвитку міської інфраструктури.

Території, що характеризуються як малосприятливі для забудови, часто включають призаплавні зони з близьким заляганням ґрунтових вод на глибині 1-2,5 метри. Ці ділянки, хоча і відносно рівні, мають схил у напрямку до річок, що збільшує ризик підтоплення. Геологічна будова цих територій складається з шарів супісків, суглинків та пісків, загальною товщиною до 3-5 метрів. Характерною особливістю є наявність лінз торф'янистих відкладів, що сягають 2,5 метри, які розташовані над гравійно-галечним шаром із піщаним заповнювачем потужністю до 16 метрів. Зважаючи на такі умови, для фундаментів будівель використовуватимуться суглинки, супіски та піски. Під час будівництва на цих територіях першочерговим завданням є забезпечення надійної гідроізоляції фундаментів та їх підняття над рівнем землі не менше ніж на 1 метр, щоб мінімізувати вплив ґрунтових вод та запобігти руйнуванню конструкцій.

Території, що визначені як несприятливі для будівництва, характеризуються специфічними умовами, які потребують особливої уваги та інженерних рішень. До таких територій належать призаплавні зони, схильні до затоплення під час паводків та повеней з 1% забезпеченістю, невеликі ділянки з крутими схилами, що перевищують 15%, а також локальні заболочені місця. Ці зони, як правило, розташовані вздовж річкових русел.

Геологічна будова цих територій представлена гравійно-галечниковими відкладами значної потужності, що може сягати 16 метрів. Ці відклади перекриті шаром пісків, суглинків та супісків, що мають меншу потужність, до 2 метрів. Рівень ґрунтових вод зазвичай знаходиться на невеликій глибині, від 1 до 1,5 метрів. Таким чином, основою для фундаментів будівель слугуватимуть піски, супіски та суглинки.

Зважаючи на ці особливості, будівництво на таких територіях можливе, але вимагає проведення комплексу підготовчих робіт. Найважливішим заходом є гідротехнічний захист територій від затоплення, що включає в себе

									Арк.
									19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

401-БП. 9484539. ПЗ

будівництво дамб, здатних захистити від повеней із 1% ймовірністю затоплення. Це дозволить забезпечити безпеку та надійність майбутніх споруд, мінімізуючи ризики, пов'язані з природними факторами.

Фактор інженерно-будівельної оцінки є ключовим при визначенні вартості будівельного освоєння території, оскільки безпосередньо впливає на складність та обсяг підготовчих робіт. У випадку даної території, геоструктурно приуроченої до зовнішньої зони Передкарпатського прогину, інженерно-геологічні умови визначаються наявністю девонських піщаників на значній глибині (2000-2500 м), розмитій поверхні верхньоюрських крейдяних відкладів, та широким розповсюдженням неогенових порід верхнього тортону. Ці фактори необхідно враховувати при проектуванні фундаментів, підземних комунікацій, та розробці заходів з інженерного захисту, що безпосередньо вплине на загальну кошторисну вартість будівництва. Складність геологічної будови вимагає проведення детальних інженерно-геологічних вишукувань для точного визначення фізико-механічних властивостей порід та прогнозування їх поведінки під навантаженням.

У верхній частині гіпсово-ангідритової товщі, яка може сягати вражаючої товщини в 40 метрів, місцями спостерігаються поклади крейди, що мають потужність до 2-3 метрів. Четвертинні відклади, представлені алювіальними утвореннями, такі як суглинки, супіски, піски та галечники, поширені на всій території. Галечникові відклади демонструють значну варіативність у своїй потужності, коливаючись від скромних 0,5 метрів до значних 15-17 метрів. Сама галечникова товща терас характеризується великою різноманітністю: на певних ділянках переважають шари гравію та крупної гальки, практично без домішок піску чи пилюватих частинок, тоді як на інших ділянках у товщі щебеню трапляються прошарки пісків різної зернистості та глинистості, впереміш з галькою та гравієм.

У заплавах річок чітко простежуються перевідкладені галечники, що вирізняються високою однорідністю складу. Цей факт свідчить про тривалі процеси сортування та перенесення осадового матеріалу водними потоками.

									Арк.
									20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

401-БП. 9484539. ПЗ

Всередині однорідної галечникової товщі іноді трапляються лінзи піску, супісків, суглинків та глин, які, однак, мають обмежену вертикальну протяжність, що вказує на короткочасні зміни гідродинамічного режиму в минулому.

Загальна геологічна будова досліджуваної території, особливо характеристики четвертинних відкладів, відіграє ключову роль при плануванні будь-якого інженерно-будівельного освоєння. Саме четвертинні відклади, як верхній шар земної кори, визначають несучу здатність ґрунтів, їх схильність до просідання, зсувів та інших геологічних процесів, що можуть суттєво вплинути на стабільність та довговічність будівель та споруд.

Згідно з даними ДНВГ «Геоінформ України», околиці Івано-Франківська багаті на родовища природних будівельних матеріалів, зокрема, сировини для виробництва цегли та черепиці. Серед них виділяються родовище Івано-Франківське (глина), що поділяється на дві ділянки: "Загвіздя 1", розташовану на північно-західній околиці міста, з затвердженими запасами 17775,46 тис. м<sup>3</sup> (станом на 01.01.2015) та "№2", за 1 км на північний захід від с. Загвіздя, з запасами 4568 тис. м<sup>3</sup>. Окрім того, на північній околиці с. Підлісся знаходиться родовище Підліське (глина), запаси якого оцінюються у 5852 тис. м<sup>3</sup>. Ці родовища є важливим ресурсом для будівельної промисловості регіону.

Вовчанське родовище гіпсу та ангідриту, розташоване всього за 3 км на північний схід від Івано-Франківська, має значний потенціал для розвитку місцевої промисловості будівельних матеріалів. Затверджені запаси за категоріями А+В+С1 станом на 1 січня 2015 року склали 9583 тис. м<sup>3</sup>, що було підтверджено ТКЗ ще у 1960 році (протокол №1952). Наявність таких суттєвих запасів мінерально-сировинних ресурсів робить родовище важливим чинником для забезпечення сировинною базою підприємств, які займаються виробництвом гіпсових та ангідритових будівельних матеріалів, сприяючи економічному розвитку регіону та створенню нових робочих місць.

									Арк.
									21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

401-БП. 9484539. ПЗ

## РОЗДІЛ 2. АРХІТЕКТУРНА ЧАСТИНА

### 2.1. Генеральний план та благоустрій

Реконструйована адміністративна будівля, що тепер вирізняється сучасним виглядом та покращеною функціональністю, знаходиться за адресою вул. Мельничука 14 у мальовничому місті Івано-Франківськ. Оновлена будівля не лише сприяє покращенню робочого середовища, а й позитивно впливає на архітектурний вигляд району, додаючи йому свіжості та сучасності. Її розташування робить її легкодоступною для відвідувачів та працівників, а реконструкція дозволила оптимізувати простір та зробити його більш зручним та ефективним для виконання адміністративних завдань.

Рельєф ділянки реконструкції характеризується спокійним рівнинним типом. Абсолютні відмітки поверхні коливаються в межах незначного діапазону, від 129.500 м до 130.200 м. Така невелика різниця висот свідчить про відсутність значних перепадів рельєфу та ухилів на території, що спрощує проведення будівельних робіт та земляних робіт. Дана характеристика рельєфу позитивно впливає на планування ділянки, оскільки не потребує значних заходів щодо його вирівнювання або укріплення.

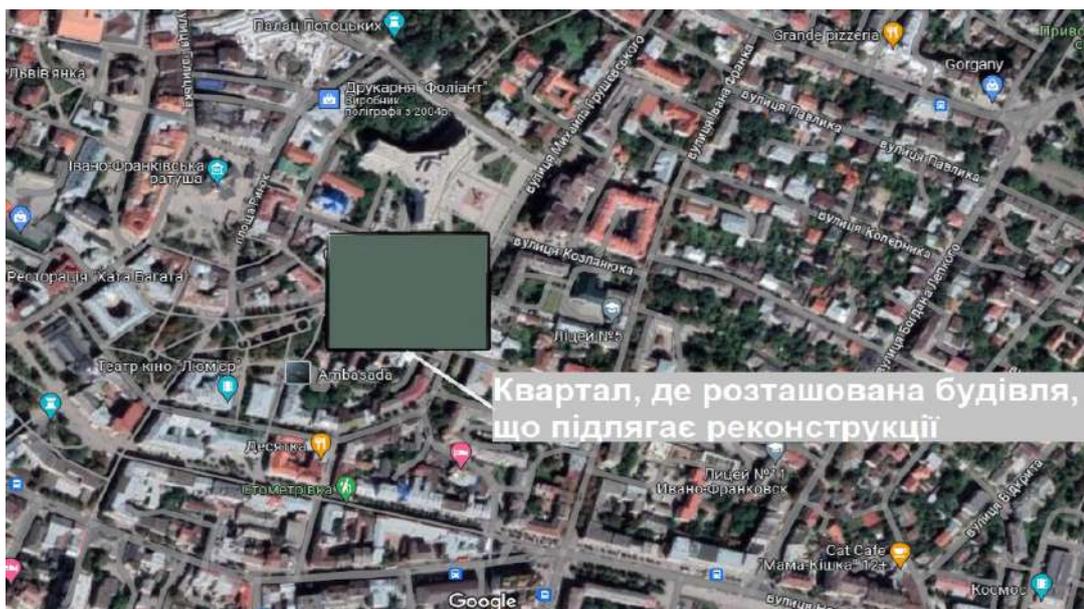


Рисунок 2.1 – Ситуаційний план.

									Арк.
									22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

Перевагою ділянки ремонту є її стратегічне розташування в центрі міста, що забезпечує легкий доступ для клієнтів та постачальників. Наявність асфальтобетонної автодороги робить під'їзд до ділянки зручним та безперешкодним для будь-якого транспорту, що є важливим фактором для ефективної логістики та своєчасного постачання необхідних матеріалів для будівельних робіт.

Ділянка, що розглядається, чітко окреслена межами вулиць, які її оточують з різних боків. Її північну межу визначає вулиця Мельничука, утворюючи кордон в цьому напрямку. З півдня ділянка обмежена вулицею Леся Курбаса, яка визначає її південний край. Вулиця Михайла Грушевського слугує східною межею ділянки, а вулиця Крушельницької формує її західний кордон. Таке розташування між чотирма ключовими вулицями робить ділянку легко ідентифікованою та доступною.

Техніко-економічні показники генерального плану об'єкту демонструють ефективне використання доступної земельної ділянки площею 3017 м<sup>2</sup>. Щільність забудови, що становить 1142 м<sup>2</sup>, свідчить про компактне розміщення будівель та споруд на території. Значна площа озеленення (664 м<sup>2</sup>) сприяє створенню комфортного мікроклімату та покращує естетичний вигляд. Окрім того, 1211 м<sup>2</sup> виділено під дороги та майданчики з твердим покриттям, забезпечуючи зручний доступ та функціональність території. Коефіцієнт забудови, рівний 0,38, вказує на збалансоване співвідношення між забудованою та вільною територією, а коефіцієнт озеленення 0,22 свідчить про достатню кількість зелених насаджень на ділянці, що позитивно впливає на екологічну ситуацію.

## 2.2. Конструктивне рішення

Стан конструктивних елементів на момент обстеження (квітень-травень 2025) був ретельно задокументований для забезпечення точної оцінки. Особливу увагу було приділено фундаменту, найважливішому несучому елементу споруди. З метою визначення типу фундаменту, матеріалу його

									Арк.
									23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

401-БП. 9484539. ПЗ

виготовлення та глибини закладення, було проведено земляні роботи, а саме викопано шурф. Це дозволило візуально оцінити стан фундаменту, виявити можливі пошкодження, тріщини, відшарування або інші дефекти, які могли вплинути на його несучу здатність. Отримана інформація стала основою для подальшого аналізу та розробки рекомендацій щодо необхідних ремонтних або відновлювальних робіт.

Фундамент будівлі виконаний у вигляді стрічкової конструкції з бутової кладки. Ширина підшви фундаменту становить 1,2 метра, що забезпечує достатню площу для розподілу навантаження від будівлі на ґрунт. Глибина закладення фундаменту складає 2 метри, що дозволяє уникнути впливу сил морозного здимання та забезпечує стабільність конструкції. Міцність бутового каменю була визначена за допомогою приладу ІПС-МГ4 (метод ударного імпульсу), що дозволило отримати об'єктивну оцінку його характеристик.

Результати обстеження показали, що загальний стан фундаменту є задовільним. Не виявлено дефектів, які б суттєво впливали на його несучу здатність. Незважаючи на те, що фізичний знос фундаменту оцінюється в 15%, на даний момент проведення ремонтно-відновлювальних робіт не є необхідним. Рекомендується проводити регулярний моніторинг стану фундаменту для своєчасного виявлення можливих проблем та запобігання їх розвитку.

Стан вимощення дворового фасаду будівлі є критичним і потребує негайного втручання. Асфальтове покриття демонструє значні пошкодження, включаючи контрухили, вибоїни та тріщини. Неякісно виконані попередні ремонтні роботи лише погіршили ситуацію, свідчаючи про неефективність застосованих методів або матеріалів. Загальний фізичний знос вимощення перевищує 40%, що вказує на значне погіршення його функціональних властивостей та створює ризики для безпеки користувачів. Необхідно терміново провести комплексні ремонтно-відновлювальні роботи, можливо, з повною заміною покриття, для забезпечення довговічності та надійності вимощення.

									401-БП. 9484539. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис						24

Цоколь будівлі, що виступає на 60 см над вимощенням, облицьований керамічною плиткою, укладеною на цементно-піщаний розчин. На даний момент, стан конструкції цоколя, включаючи його облицювання, оцінюється як задовільний. Візуально не виявлено значних пошкоджень, таких як тріщини, відшарування плитки або руйнування розчину. Загальний фізичний знос цоколя оцінюється в 10%, що свідчить про його відносно добрий стан та потребу в мінімальному обсязі ремонтних робіт у найближчому майбутньому. Рекомендується періодичний огляд для своєчасного виявлення будь-яких змін та запобігання подальшому руйнуванню.

Стіни будівлі, як важливий елемент конструкції, демонструють вплив часу та зовнішніх факторів. Зовнішні несучі стіни, зведені з використанням глиняної та силікатної цегли різного розміру, несуть на собі сліди тривалої експлуатації. Складний розчин, що їх поєднує, піддається випробуванню негодою. Внутрішні опори та окремі ділянки, виконані з силікатної цегли, також потребують уваги. Поштукатурені та пофарбовані зовнішні стіни, колись яскраві, тепер страждають від наслідків протікань покрівлі та несправностей водостоку. Намокання призвело до відпадання штукатурки, втрати кольору та руйнування цегляної кладки під впливом морозів. Тріщини, що хаотично вкрили штукатурний шар, свідчать про його пошкодження. Загальний стан штукатурного та фарбувального шару є незадовільним, з фізичним зносом, що сягає 40%, що підкреслює необхідність невідкладних ремонтно-реставраційних робіт для збереження та відновлення первісного вигляду та функціональності стін.

Стан цегляної кладки карнизів будівлі викликає занепокоєння, оскільки знаходиться в незадовільному стані. Це потребує негайного проведення робіт з вичинки цегляної кладки стін, щоб запобігти подальшому руйнуванню. Значний фізичний знос цегляних стін, який досягає 30%, підкреслює нагальність проведення ремонтних та відновлювальних робіт для забезпечення довговічності та безпеки будівлі.

									Арк.
									25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

401-БП. 9484539. ПЗ

Цегляні перемички віконних прорізів, збудовані зі звичайної глиняної цегли розмірами 260x120x65 мм, демонструють значні ознаки руйнування. Причиною такого стану є систематичне намокання внаслідок протікань покрівлі та пошкодження штукатурного шару з дворового фасаду. Це призвело до деструкції цегли, випадання розчину зі швів кладки та загального незадовільного стану перемичок. Фізичний знос цегляних перемичок оцінено у понад 40%, що підкреслює нагальну необхідність проведення ремонтно-відновлювальних робіт для запобігання подальшому руйнуванню та забезпечення безпеки конструкції.

Дах будівлі має двосхилу конструкцію з похилою кроквяною системою, що утворює горищний простір. Крокви виконані з дерева та з'єднані косим прирубом по довжині, але крок між ними варіюється від 2,2 до 1,5 метрів, що може свідчити про нерівномірність навантаження. Важливим недоліком є відсутність обробки дерев'яних елементів кроквяної системи антисептиками та антипіренами, що робить деревину вразливою до гниття, шкідників та вогню. Крім того, теплоізоляція горищного перекриття, виконана зі шлаку, та пароізоляція перебувають у непридатному стані, що призводить до значних тепловтрат та може сприяти накопиченню вологи в дерев'яних конструкціях.

Стан даху будівлі викликає занепокоєння. Решетування, виконане з обрізної дошки перетином 250 (200)x25 (20) мм, має критичний недолік - відсутність розподільчих дощок, що є недопустимим враховуючи крок крокв. Це може призвести до нерівномірного розподілу навантаження та деформації решетування під впливом погодних умов та ваги покрівлі. Додатково, покрівля, виконана з листів оцинкованого заліза товщиною 0,55 мм і розміром 1200x2450 мм, демонструє значну корозію, що свідчить про зношеність матеріалу та потребує термінового обстеження для оцінки ризиків подальшого руйнування. Хоча листи покрівельного заліза звисів даху були замінені у 2005 році, загальний стан покрівлі вимагає проведення капітального ремонту або повної заміни.

									401-БП. 9484539. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис						26

Система водовідведення даху, що складається з настінних жолобів та водостічних труб, є критично важливою для захисту будівлі від пошкоджень, спричинених водою. Її належне функціонування забезпечує відведення дощової та талої води від стін, фундаменту та інших елементів конструкції, запобігаючи їхньому руйнуванню. Однак, ефективність цієї системи може бути значно знижена через різні фактори.

На жаль, підпокрівельний простір часто стає місцем накопичення будівельного сміття після ремонтно-відновлювальних робіт покрівлі. Це не тільки створює потенційну пожежну небезпеку, але й може призвести до ряду проблем. Сміття може забивати водостічні жолоби та труби, перешкоджаючи нормальному відведенню води, а також сприяти накопиченню вологи та утворенню цвілі, що негативно впливає на якість повітря та здоров'я мешканців. Тому, ретельне прибирання підпокрівельного простору після завершення будівельних робіт є необхідною умовою для забезпечення довговічності та безпеки будівлі.

Вентиляція та освітлення підпокрівельного простору на вулиці Володарського покладаються на три слухові вікна прямокутної форми з габаритами 1300x860 мм, а також на одне вікно, розташоване у цегляному фронтоні. На жаль, функціональність частини вікон порушена, оскільки вони закриті металевими листами, що негативно впливає на природний повітрообмін та освітленість горіщного приміщення. Стан дерев'яних елементів віконних заповнень оцінюється як незадовільний, що свідчить про необхідність проведення ремонтних робіт або їх повної заміни для відновлення належної вентиляції та освітлення простору.

Візуальний огляд кровляної системи виявив ряд серйозних недоліків, які потребують негайного усунення для гарантування безпеки та довговічності конструкції. Повна відсутність підкосів на північному боці, а також пропуски на південному, значно знижують стійкість крокв до навантажень. Додатково, зафіксовані дефекти у стиках крокв, підкосів, лежнів та конькових вузлах свідчать про недбалість при монтажі або про пошкодження, що виникли з

											401-БП. 9484539. ПЗ	Арк.
												27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис								

часом. Місцеві ослаблення прогонів і крокв, а також застосування крокв з недостатнім діаметром (130-140 мм) вимагають проведення детальних розрахунків на міцність. Наявність численних протікань покрівлі, що призвели до ураження гниллю дерев'яних елементів, погіршує ситуацію. Окрім того, неякісно виконані попередні ремонтні роботи свідчать про низький рівень кваліфікації майстрів та використання невідповідних матеріалів, що в результаті прискорило руйнування кроквяної системи. Враховуючи виявлені пошкодження, необхідно провести комплексну діагностику з залученням фахівців для розробки плану відновлення та посилення кроквяної системи.

Виявлені дефекти вказують на серйозну ненадійність кроквяної системи будівлі, що ставить під сумнів її загальну структурну цілісність. Стан крокв та підкроквяних елементів даху оцінюється як незадовільний, а в окремих місцях навіть як передаварійний, що вимагає негайного втручання. Зважаючи на значний фізичний знос несучих елементів, який складає 40%, та знос покрівлі на рівні 35%, стає очевидною нагальна потреба у проведенні комплексу ремонтно-відновлювальних робіт для відновлення надійності та довговічності дахової конструкції. Ігнорування проблеми може призвести до подальшого руйнування та створити загрозу безпеці будівлі та її мешканців.

Світловий барабан та купол бельведера будівлі, виконані з деревини, є важливими архітектурними елементами, які забезпечують природне освітлення внутрішнього простору. Купол освітлюється через сім овальних віконних прорізів, що створює унікальну атмосферу завдяки грі світла. Однак, поточний стан віконних заповнень викликає занепокоєння: відсутній захисний фарбувальний шар, деревина розсохлася та деформувалася, а місцями відсутнє скління. Це не лише погіршує естетичний вигляд, але й ставить під загрозу довговічність конструкції, роблячи необхідним проведення реставраційних робіт.

Світловий барабан, важливий елемент конструкції, демонструє значне погіршення свого стану. Зовнішня штукатурка завтовшки 60 мм, нанесена на дрань складним розчином та пофарбована, місцями відшаровується великими

									Арк.
									28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

401-БП. 9484539. ПЗ

масивами. Додатково, фіксується гнилісне ураження деревини карнизної частини та самої драні. Зважаючи на незадовільний стан штукатурного шару, необхідне проведення термінових ремонтно-реставраційних робіт для запобігання подальшому руйнуванню.

Окрім того, покрівля, виконана з оцинкованого заліза товщиною 0,55 мм, перебуває у критичному стані. Листи покрівельного заліза зазнали інтенсивної корозії, що свідчить про значний термін експлуатації та відсутність належного догляду. Незадовільний стан покрівлі вимагає невідкладних заходів з її відновлення або заміни для забезпечення захисту будівлі від атмосферних впливів.

Основна несуча конструкція купола, виконана з металодерев'яних елементів, є критично важливою для стабільності та довговічності споруди. Використання дерев'яних колод та тяжів круглого перерізу дозволяє ефективно розподіляти тиск від купола та осьового стовпа, забезпечуючи надійну підтримку. Проте той факт, що ремонтні роботи та просочення деревини не проводилися з моменту спорудження купола, викликає серйозне занепокоєння щодо його поточного стану та потенційної вразливості до руйнування під впливом часу та атмосферних факторів. Відсутність належного догляду може призвести до погіршення механічних властивостей деревини, збільшення ризику гниття, ураження шкідниками та, як наслідок, втрати несучої здатності конструкції.

Візуальний огляд виявив критичні недоліки у стані купола, які потребують негайного реагування. Найбільш серйозною проблемою є численні протікання покрівлі, що вже призвели до вторинних пошкоджень. Зональні протікання призвели до згнивання обрешітки, що суттєво знижує її несучу здатність та стабільність конструкції. Додатково, конструктивні особливості обрешітки, зокрема неприпустимо малий прозор, потенційно ускладнюють вентиляцію та сприяють накопиченню вологи. На жаль, журавці купола також уражені гниллю приблизно на 40%, що свідчить про

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

401-БП. 9484539. ПЗ

довготривалу дію вологи та потребує детального обстеження та заміни пошкоджених елементів.

Через відсутність безпосереднього доступу, на даний момент неможливо здійснити детальний огляд конструкцій купола, що ускладнює оцінку загального стану опорних вузлів. Враховуючи цей факт, проведення додаткового, більш детального обстеження є критично важливим перед початком будь-яких ремонтно-відновлювальних робіт. Стан світлового барабана і купола бельведера будівлі характеризується як незадовільний, а в деяких місцях навіть передаварійний, що вимагає невідкладного проведення ремонтно-реставраційних робіт. Фізичний знос основних несучих елементів оцінюється в 40%, а обрешітки - в 60%, що наголошує на терміновості необхідних заходів.

Підпокрівельний простір часто використовується для розміщення різноманітних інженерних мереж, що дозволяє ефективно використовувати простір будівлі та забезпечує зручний доступ для обслуговування та ремонту. Зокрема, тут може розташовуватися верхня розводка труб системи опалення, що забезпечує рівномірний розподіл тепла по будівлі. Система примусової вентиляції, також розміщена в підпокрівельному просторі, забезпечує належний повітрообмін та видалення забрудненого повітря з приміщень. Каналізаційні стояки санвузлів, сховані тут, сприяють естетичному вигляду внутрішніх приміщень та полегшують доступ до мережі для обслуговування. Крім того, в підпокрівельному просторі часто прокладають розводку електрики для освітлення самого простору, що необхідно для безпечного та зручного проведення оглядів та ремонтних робіт.

Відсутність виведених за межі підпокрівельного простору каналізаційних стояків створює ризик накопичення шкідливих газів та неприємних запахів у будівлі, що може негативно впливати на здоров'я мешканців. Крім того, недостатня висота вентиляційних шахт біля гребеня будівлі робить їх неефективними, оскільки витягці повітря перешкоджають вітрові потоки. Часткова руйнація вентиляційних камер та відсутність моторів

									401-БП. 9484539. ПЗ	Арк.
										30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис						

вентиляційних установок у деяких з них повністю нівелює їхню функціональність, що призводить до погіршення циркуляції повітря та створення сприятливого середовища для розвитку плісняви та грибка. Все це вказує на серйозні проблеми з вентиляційною системою будівлі, що потребують негайного вирішення.

Теплоізоляція труб опалення значно пошкоджена, що призводить до значних втрат тепла та зниження енергоефективності системи. Крім того, кріплення труб опалення безпосередньо до кроквяних елементів конструкції є неприпустимим порушенням, оскільки це може призвести до передачі вібрацій та пошкодження дерев'яних елементів. Відсутність інформації від "Замовника" щодо проведених капітальних ремонтів інженерних мереж ускладнює оцінку загального технічного стану системи. Візуальний огляд виявив незадовільний стан труб опалення та їх теплоізоляційного шару, що характеризується наявністю значної корозії (іржі) на поверхні металу, що свідчить про необхідність негайної заміни або відновлення тепломережі.

Віконні заповнення будівлі представлені двома типами: традиційними дерев'яними конструкціями та сучасними пластиковими вікнами. Дерев'яні вікна, виконані з хвойних порід, мають подвійне скління та роздільні плетіння, вкриті шаром олійної фарби. Однак, їх поточний стан визнано незадовільним через розсихання та жолоблення палітурок, а також часткове пошкодження фурнітури. Фізичний знос дерев'яних вікон перевищує 40%, що свідчить про необхідність проведення термінових ремонтно-відновлювальних робіт. Водночас, двірні фасади будівлі вирізняються відсутністю будь-якого декоративного оздоблення.

### 2.3. Інженерні мережі

Будівля повністю забезпечена всіма необхідними інженерними комунікаціями, що гарантує комфорт та функціональність її використання. Електропостачання забезпечує надійну роботу всіх електроприладів та систем. Центральне опалення підтримує оптимальну температуру в приміщеннях

									Арк.
									31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

протягом опалювального сезону. Водопостачання здійснюється від місцевої системи, як і каналізація побутова, що забезпечує зручність та гігієну. Внутрішнє освітлення, реалізоване люмінесцентними лампами, забезпечує ефективне та економічне освітлення простору. Гаряче водопостачання, також підключене до місцевої системи водопостачання, забезпечує постійний доступ до гарячої води.

Система опалення будівлі живиться від централізованих теплових мереж, що забезпечує стабільне та ефективне постачання тепла. В той же час, для забезпечення свіжого повітря та видалення забрудненого, у будівлі реалізована витяжна вентиляція з природним спонуканням. Це означає, що рух повітря відбувається без використання механічних пристроїв, таких як вентилятори, а завдяки різниці тиску та температури між внутрішнім та зовнішнім середовищем. Це енергоефективне рішення, яке потребує мінімального обслуговування, але може бути менш ефективним у спекотні або безвітряні дні.

Система гарячого водопостачання будівлі є централізованою, забезпечуючи надійне постачання гарячої води для господарсько-побутових потреб. Водопостачання, в свою чергу, організоване комплексно, поєднуючи функції забезпечення питною водою та протипожежного захисту. Зовнішні мережі водопостачання підключені до центральної мережі, що гарантує стабільність та достатність ресурсу. Важливо відзначити, що для протипожежних потреб передбачено використання господарсько-питного джерела з розрахунковою витратою води на зовнішнє пожежогасіння в 10 л/сек. Окремо, будівля обладнана центральною каналізаційною мережею для відведення побутових стоків.

Електропостачання будівлі реалізовано за допомогою кабельних ліній, що забезпечують надійну подачу електроенергії до всіх приміщень. Внутрішнє освітлення спроектоване з урахуванням використання люмінесцентних ламп, що сприяють енергоефективності, а також ламп розжарювання, які забезпечують комфортне та звичне освітлення. Для забезпечення пожежної

									Арк.
									32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

безпеки, будівля обладнана первинними засобами пожежогасіння, включаючи ручні вуглекислотні вогнегасники ОВ-5, та сучасною системою пожежної сигналізації з оповіщенням про пожежу. Телекомунікації забезпечуються міською телефонною мережею, з встановленням телефонних апаратів у кожному кабінеті адміністрації для зручного зв'язку та оперативного вирішення робочих питань.

## 2.4. Теплотехнічний розрахунок

Фрагмент фасаду з розрахунковою ділянкою наведено на рис. 2.1.

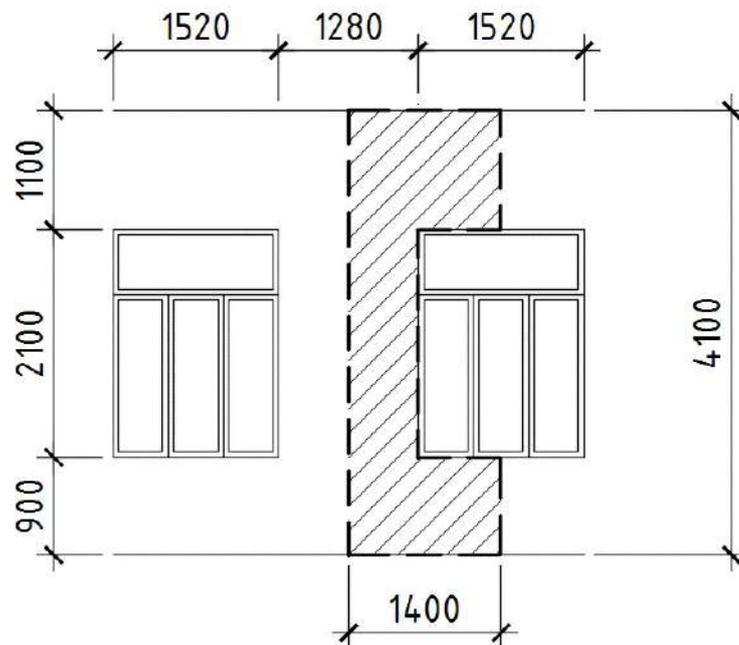


Рис. 2.1 – Фрагмент фасаду з розрахунковою ділянкою  
двоповерхового корпусу

За табл. В.2 визначаємо розрахункову температуру внутрішнього повітря –  $t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$

За табл. В.2 визначаємо розрахункову відносну вологість внутрішнього повітря –  $\varphi_{в} = 50\%$

За табл. В.1 [35] визначаємо тепловологісний режим приміщення – нормальний;

									401-БП. 9484539. ПЗ	Арк.
										33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис						

За табл. В.3 визначаємо вологісні умови експлуатації матеріалу в огорожувальній конструкції – Б;

Теплопровідність шарів огорожувальної конструкції приймаємо за табл. А.1 додатку А.

Товщина та теплопровідність шарів огорожувальної конструкції наведена у табл. 1.

Нумерація шарів від внутрішньої поверхні огородження.

Таблиця 2.1

*Характеристика шарів огорожувальної конструкції*

№	Найменування	Товщина, м, по ділянці	Теплопровідність, Вт/(м·К)
1	Вапняно-піщаний розчин	0,02	0,81
2	Цегла	0,6	0,81

Визначаємо приведений опір теплопередачі термічно неоднорідної непрозорої огорожувальної конструкції за формулою:

$$\begin{aligned}
 R_{\Sigma \text{пр}} &= \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^n \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^m k_j L_j + \sum_{k=1}^K \Psi_k \cdot N_k} = \\
 &= \frac{F_{\Sigma}}{\frac{F_{\Sigma}}{R_{\Sigma 1}} + k_1 L_1 + k_2 L_2 + k_3 L_3 + \Psi_1 \cdot N_1} = \\
 &= \frac{5,52}{\frac{5,52}{0,924} + 0,081 \times 0,76 + 0,064 \times 0,76 + 0,071 \times 2,1} = \\
 &= 0,886 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}
 \end{aligned}$$

де  $F_{\Sigma}$  – площа розрахункової ділянки огорожувальної конструкції із додаванням площі віконних відкосів,  $\text{м}^2$ , (рис.1) визначаємо за формулою:

$$F_{\Sigma} = 1,4 \times 4,1 - 2,1 \times 0,76 + 0,38 * (0,76 + 0,76 + 2,1) = 5,52 \text{ м}^2$$

$R_{\Sigma}$ , – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ , визначаємо за формулою

$$R_{\Sigma 1} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \frac{\delta_1}{\lambda_{1\text{п}}} + \frac{\delta_2}{\lambda_{2\text{п}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,6}{0,81} + \frac{1}{23} = 0,924 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

де  $\delta_1, \delta_2$  – товщина відповідно вапняно-піщаного розчину, цегли, , м;

$\lambda_{1\text{п}}, \lambda_{2\text{п}}$  – теплопровідність відповідно вапняно-піщаного розчину, цегли,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;

$\alpha_{\text{в}}, \alpha_{\text{з}}$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , які приймаємо згідно дод. Б [36];

$$\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}); \alpha_{\text{зн}} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К});$$

$k_1; k_2; k_3$ ; – лінійні коефіцієнти теплопередачі,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ , відповідно віконного відкосу в зоні перемички, в зоні підвіконня, в зоні рядового примикання, визначаємо за табл. Г.1 додатку Г [36].

$$k_1 = 0,081 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}); k_2 = 0,064 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}); k_3 = 0,071 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$

$L_1, L_2, L_3$  – лінійний розмір (проекція) відповідно 1-го, 2-го та 3-го лінійного теплопровідного включення, м;

$$L_1 = 0,76 \text{ м}, L_2 = 0,76 \text{ м}, L_3 = 2,1 \text{ м};$$

Так як  $R_{\Sigma\text{пр}} = 0,886 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт} < R_{\text{qmin}} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  то теплозахисні властивості огороження на відповідають нормам. Необхідно додаткове утеплення стіни.

										Арк.
										35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис						

## РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА.

### 3.1. Технічне обстеження даху адміністративної будівлі

Сучасний вигляд будівлі є результатом масштабної реконструкції, проведеної в період з 1955 по 1959 роки. Вона об'єднала чотири окремі споруди, що датувалися кінцем XVIII - початком XIX століття, в єдиний архітектурний ансамбль. За останні 65 років планування будівлі зазнало певних змін, а дах та покрівля неодноразово ремонтувалися і оновлювалися. Останні значні роботи проводилися в 2010-2012 роках, зосереджуючись переважно на реставрації фасадів та ремонті даху, що дозволило зберегти історичний характер споруди та забезпечити її подальшу експлуатацію.

У ході реалізації ремонтно-реставраційних робіт будівельниками було допущено ряд відхилень від затвердженого проєкту, що викликало занепокоєння у проєктної організації. Незважаючи на письмові зауваження щодо невідповідностей та незадовільної якості виконання конструкцій даху, будівельна організація не відреагувала належним чином. Це змусило проєктну організацію звернутися за допомогою до науково-виробничої фірми, з метою проведення незалежного обстеження нововстановлених конструкцій даху. Окрім того, було запропоновано провести перевірку й інших ділянок будівлі, що підлягають ремонту, щоб забезпечити відповідність кінцевого результату вимогам проєкту та будівельним нормам.

У період з жовтня по листопад 2024 року було проведено технічне обстеження будівельних конструкцій даху адміністративної будівлі. Головною метою цього обстеження стала комплексна оцінка фактичного стану елементів дахової конструкції. Це включало в себе виявлення будь-яких пошкоджень, дефектів, або ознак зносу, що могли б вплинути на її несучу здатність та довговічність. Результати обстеження мали стати основою для прогнозування можливості безпечної та ефективною подальшої експлуатації даху, а також для визначення необхідності проведення ремонтних або підсилювальних робіт.

									Арк.
									36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

401-БП. 9484539. ПЗ

На аркуші №6 графічної частини проєкту детально представлено план покрівлі та схему встановлення кроквяних конструкцій даху, що дозволяє отримати повне уявлення про структуру покриття будівлі. Також на цьому аркуші наведено розріз на ділянках розміщення кроквяних систем (в осях 1-6/П-Ж), що візуалізує розташування та взаємодію елементів кроквяної системи в конкретних зонах. Окремо, на аркуші 5, розкрито конструктивне рішення дерев'яної ферми, яка використана в покритті ділянки в осях 10-17/А-Ж. Важливо зазначити, що вся інформація, представлена на аркушах 5 та 6, базується на даних обмірів, отриманих під час ретельного обстеження об'єкту, що гарантує точність та відповідність реальному стану конструкцій.

Обстеження 14 дерев'яних ферм в осях 10-17/А-Ж виявило низку відхилень від проєктної документації, які можуть негативно впливати на несучу здатність конструкцій. Зокрема, встановлено нещільне примикання підкосів до верхнього поясу в більшості ферм, а також неякісну лобову врубку в опорних вузлах. Особливо критичним є використання деревини нижчого сорту (3-го замість 1-го) у нижньому розтягнутому поясі чотирьох ферм. Виявлено суттєві порушення в конструкції верхнього поясу: в одних фермах цільні бруси без потреби поєднані накладками, а в інших – бруси надрізані та з'єднані накладками, що створює додаткові згинальні моменти та послаблює елемент. Хоча поперечний переріз елементів, їх довжина, порода деревини та кріплення в цілому відповідають проєкту, виявлені дефекти сполучень та некоректне виконання верхнього поясу потребують детального аналізу для оцінки їх впливу на загальну міцність і довговічність ферм.

Загальний стан ферм, розташованих у зоні будівлі, обмеженій осями 10-17/А-Ж, оцінюється як незадовільний, що викликає занепокоєння щодо їхньої несучої здатності та здатності витримувати експлуатаційні навантаження. Натомість, ділянка будівлі в осях 1-6/П-Ж, де розташовані кроквяні системи з двома проміжними опорами, поки що зберегла свій первісний вигляд, оскільки ремонтні роботи на цій території не проводилися. Ситуація ускладнюється відсутністю повної проєктної документації на момент проведення обстеження,

										401-БП. 9484539. ПЗ	Арк.
											37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис							

що перешкоджає проведенню комплексної оцінки та плануванню необхідних відновлювальних робіт.

В процесі детального обстеження несучих конструкцій даху в зоні осей 1-6/П-Ж було виявлено значне ураження деревини гниллю. Більшість крокв (14 з 22) мають пошкодження в прикарнизній частині, що призвело до зменшення площі поперечного перерізу до 20% і, як наслідок, зниження їхньої несучої здатності. Технічний стан цих елементів оцінено як обмежено працездатний. Навіть решта крокв на цій ділянці демонструє ознаки біологічного пошкодження в опорних частинах, хоча й з меншим, до 15%, зниженням несучої здатності, що класифікує їх як працездатні. Особливо вразливими виявились конструкції в зоні розжолобка (біля осей 8/Ж, 10/Ж) та мауерлати на зовнішніх стінах, де ступінь гниття найвищий. Слід зазначити, що попередні спроби посилення уражених елементів шляхом накладання елементів без видалення загнилої деревини, не вирішили проблему.

Зважаючи на виявлені пошкодження та загальний стан несучих елементів даху, особливо крокв і мауерлатів у визначених зонах будівлі, висновок про їх незадовільний стан є обґрунтованим. Локальна заміна пошкоджених ділянок видається неефективним рішенням, оскільки ризик залишення прихованих дефектів може призвести до прискореного руйнування нових елементів конструкції. В умовах множинних уражень дерев'яних елементів даху, найбільш раціональним і надійним підходом є повна їх заміна на нові. Це дозволить забезпечити довговічність, безпеку та надійність конструкції в цілому.

Окрім пошкоджень від гнилі дерев'яних елементів купольної ділянки, дах має ряд інших серйозних недоліків. Зокрема, спостерігаються численні протікання покрівлі, особливо в прикарнизній зоні та навколо витяжних коробів, які проходять крізь неї. На цих самих коробах витяжки виявлено значні ділянки, де взагалі відсутня теплоізоляція. Подібна ситуація і з трубами розводки опалювальної системи, де також констатуються ділянки з пошкодженою теплоізоляцією. Важливо зазначити, що використовуваний

										401-БП. 9484539. ПЗ	Арк.
											38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис							

утеплювач, кам'яновугільний шлак, з часом подрібнився, що значно збільшило його теплопровідність, а існуюча товщина шару, яка коливається від 6 до 14 см, не забезпечує необхідний опір теплопередачі. На даху над ділянкою в осях 1-6/П-Ж відсутні слухові вікна, що унеможлиблює належну вентиляцію та природне освітлення горищного простору. Всі ці фактори, в сукупності, призводять до утворення конденсату на внутрішній поверхні металевої покрівлі, створюючи ідеальне середовище для активного розвитку дереворуйнівних грибків, що в свою чергу пришвидшує процес руйнування дерев'яних конструкцій.

### 3.2. Розрахунок кроквяної трикутної металодерев'яної ферми марки ФС-1

#### 3.2.1. Вихідні дані

- 1) Місце будівництва - місто Івано-Франківськ.
  - 2) Група конструкцій – Б2.
  - 3) Умови виготовлення: виготовлення і складання ферм відбувається на будівельному дворі.
  - 4) Матеріали конструкції:
    - соснові бруси з вологістю не більше ніж 20 %;
    - сталь класу В Ст3сп5 ДСТУ 2651:2005.
  - 5) Кут нахилу даху:  $\alpha = 22^\circ$ .
  - 6) Крок кроквяних ферм:  $B = 2$  (м).
  - 7) Проліт ферми:  $L_{\Phi} = 11,9$  (м).
  - 8) Найменша висота:  $H_{\Phi} = \frac{L_{\Phi}}{5} = 2,38$  (м).
- Остаточню приймаємо  $H_{\Phi} = 2,4$  (м).
- 9) Навантаження, які беруть до уваги для розрахунку кроквяних ферм:
    - постійні (власна вага, вага покриття);
    - тимчасові (сніг);
    - короткочасні (монтажні).

										401-БП. 9484539. ПЗ	Арк.
											39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис							

Дійсно, коли кут нахилу даху відносно горизонту досягає певного значення, вітер починає не лише створювати тиск на навітряну сторону, але й чинити розвантажувальний вплив на підвітряну сторону. Цей ефект пояснюється тим, що повітряний потік, обтікаючи дах, створює зону розрідження на підвітряній стороні, що діє як сила, спрямована вгору. У таких випадках, особливо для дахів з великим кутом нахилу, традиційний розрахунок вітрового навантаження може призвести до завищення фактичного навантаження, оскільки не враховує цей розвантажувальний компонент. Тому, в деяких випадках, особливо при проектуванні дахів з великим кутом нахилу, навантаження від вітру може не враховуватися повністю або враховуватися зі значним коефіцієнтом зменшення, спираючись на відповідні будівельні норми та правила, які враховують аеродинамічні властивості даху при різних кутах нахилу.

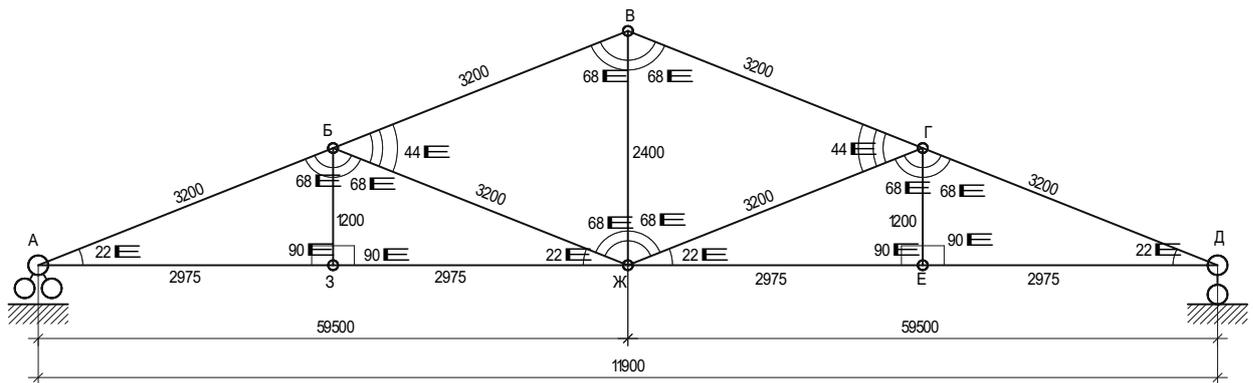


Рисунок 3.1 – Геометрична схема ферми марки ФС-1

									Арк.
									40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

401-БП. 9484539. ПЗ

### 3.2.2. Розрахунок ферми в осях 10-17 від одиничних навантажень

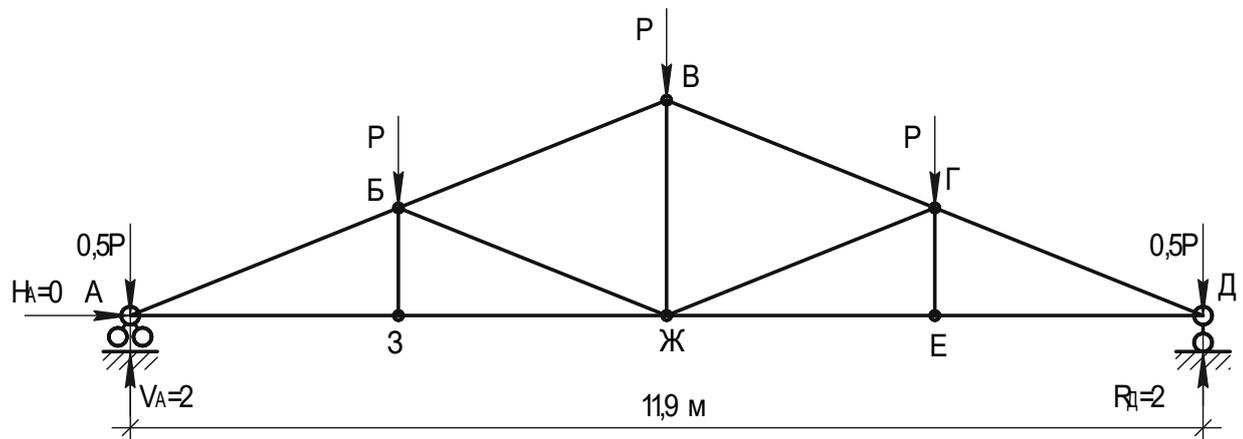


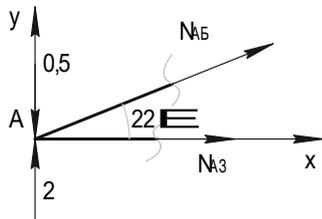
Рисунок 3.2 – Перший випадок завантаження

Визначення реакцій опор.

$$\sum M_D = 0. V_A = \frac{5,95 + 8,925 + 5,95 + 2,975}{11,9} = 2.$$

$$\sum M_A = 0. V_D = R_D = \frac{5,95 + 8,925 + 5,95 + 2,975}{11,9} = 2.$$

1) Вузол А.  $\sum y = 0. 2 - 0,5 + N_{AB} \cdot \sin 22^\circ = 0.$



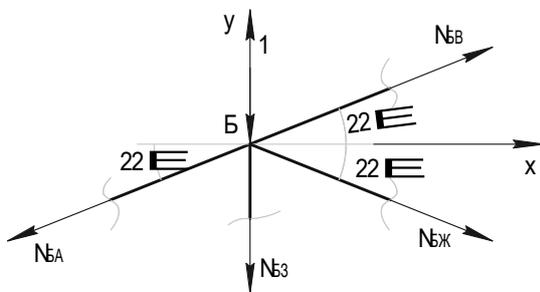
$$N_{AB} = -\frac{1,5}{\sin 22^\circ} = -4,428202189.$$

$$\sum x = 0. N_{A3} + N_{AB} \cdot \cos 22^\circ = 0.$$

$$N_{A3} = 4,166410281.$$

2) Вузол Б.

$$\sum y = 0. N_{BB} \cdot \sin 22^\circ - N_{BA} \cdot \sin 22^\circ - N_{BJ} \cdot \sin 22^\circ - 1 = 0.$$



$$N_{BB} \cdot \sin 22^\circ + 1,5 - N_{BJ} \cdot \sin 22^\circ - 1 = 0.$$

$$N_{BB} - N_{BJ} + 1,476067396 = 0.$$

$$N_{BB} = N_{BJ} - 1,476067396.$$

$$\sum x = 0.$$

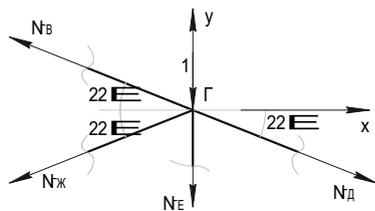
$$\sin 22^\circ - N_{BA} \cdot \cos 22^\circ = 0.$$

					401-БП. 9484539. ПЗ	Арк. 41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис		



$$N_{ГД} = N_{ГЖ} + N_{ГВ} = -2,952134794 - 1,476067397.$$

$$N_{ГД} = -4,428202191.$$



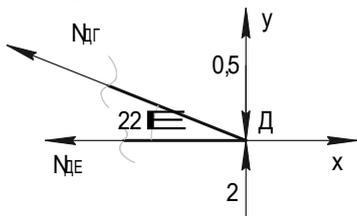
8) Вузол Д.

$$\sum y = 0. \quad 2 - 0,5 + N_{ДГ} \cdot \sin 22^\circ = 0.$$

$$0 = 0.$$

$$\sum x = 0. \quad -N_{ДГ} \cdot \cos 22^\circ - N_{ДЕ} = 0.$$

$$0 = 0.$$



Другий випадок завантаження P=1.

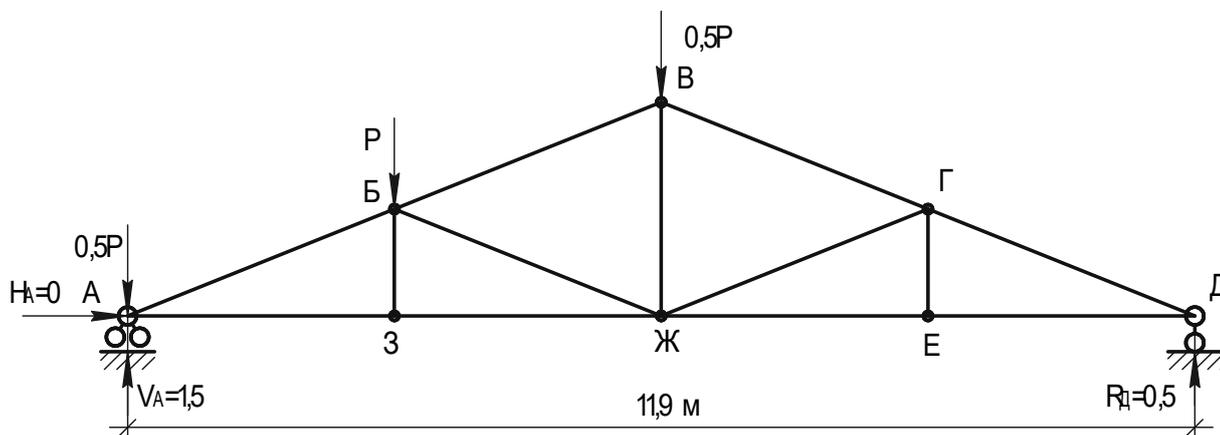


Рисунок 3.3 – Другий випадок завантаження

Визначення реакцій опор.

$$V_A = \frac{5,95 + 8,925 + 5,95/2}{11,9} = 1,5.$$

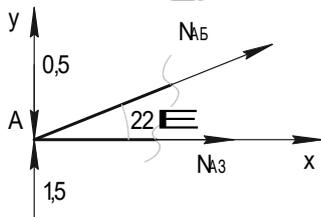
$$R_D = \frac{2,975 + 2,975}{11,9} = 0,5.$$

1) Вузол А.  $\sum y = 0. \quad N_{АБ} \cdot \sin 22^\circ + 1,5 - 0,5 = 0.$

$$N_{АБ} = -2,952134793.$$

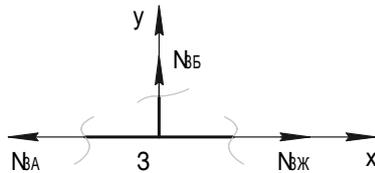
$$\sum x = 0. \quad N_{АБ} \cdot \cos 22^\circ + N_{А3} = 0.$$

$$N_{А3} = 2,777606854.$$



2) Вузол 3.

$$\sum y = 0. N_{3Б} = 0.$$

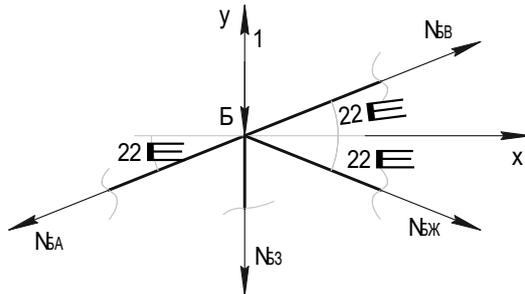


$$\sum x = 0. N_{3Ж} - N_{3А} = 0.$$

$$N_{3Ж} = N_{3А} = 2,777606854.$$

3) Вузол Б.

$$\sum y = 0. -1 + N_{ББ} \cdot \sin 22^\circ - N_{БЖ} \cdot \sin 22^\circ - N_{БА} \cdot \sin 22^\circ = 0.$$



$$N_{ББ} = N_{БЖ}.$$

$$\sum x = 0.$$

$$N_{ББ} \cdot \cos 22^\circ + N_{БЖ} \cdot \cos 22^\circ - N_{БА} \cdot \cos 22^\circ = 0.$$

$$N_{ББ} + N_{БЖ} + 2,952134793 = 0.$$

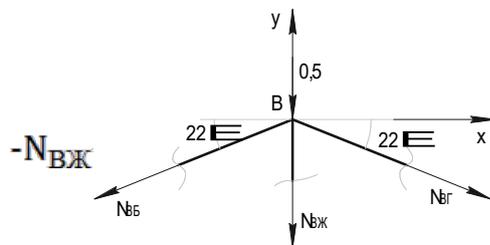
$$2 \cdot N_{БЖ} = -2,952134793. N_{БЖ} = -1,476067397 = 0.$$

$$N_{ББ} = -1,476067397.$$

4) Вузол В.

$$\sum x = 0. -N_{ВБ} \cdot \cos 22^\circ + N_{ВГ} \cdot \cos 22^\circ = 0.$$

$$N_{ВГ} = N_{ВБ} = -1,476067397.$$



$$\sum y = 0.$$

$$\sin 22^\circ = 0.$$

$$0,5 + 0,5 + 0,5 = 0,5.$$

5) Вузол Ж.

$$\sum y = 0. N_{ЖБ} + N_{ЖБ} \cdot \sin 22^\circ + N_{ЖГ} \cdot \sin 22^\circ = 0.$$

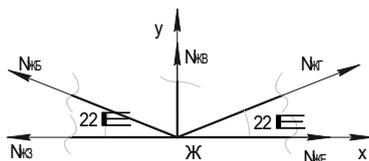
$$N_{ЖГ} \cdot \sin 22^\circ = -N_{ЖБ} - N_{ЖБ} \cdot \sin 22^\circ.$$

$$N_{ЖГ} \cdot \sin 22^\circ = -0,5 + 0,5.$$

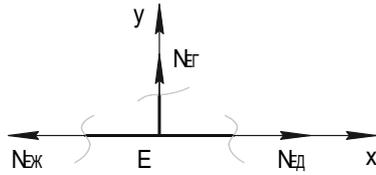
$$N_{ЖГ} = 0.$$

$$\sum x = 0. N_{ЖЕ} - N_{ЖЗ} - N_{ЖБ} \cdot \cos 22^\circ = 0.$$

$$N_{ЖЕ} = 2,777606854 - 1,388803428 = 1,388803426.$$



6) Вузол Е.  $\sum y = 0$ .  $N_{EG} = 0$ .



$$\sum x = 0. N_{ED} - N_{EЖ} = 0.$$

$$N_{ED} - N_{EЖ} = 0.$$

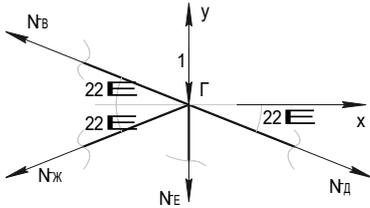
$$N_{ED} = 1,388803426.$$

7) Вузол Г.

$$\sum x = 0. N_{ГД} \cdot \cos 22^\circ - N_{ГВ} \cdot \cos 22^\circ = 0.$$

$$N_{ГД} = N_{ГВ}.$$

$$N_{ГД} = -1,476067397.$$



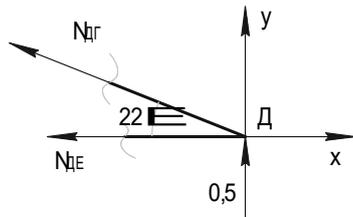
8) Вузол Д.

$$\sum y = 0. N_{ДГ} \cdot \sin 22^\circ + 0,5 = 0.$$

$$0 = 0.$$

$$\sum x = 0. -N_{ДГ} \cdot \cos 22^\circ - N_{ДЕ} = 0.$$

$$0 = 0.$$



Третій випадок завантаження  $P=1$ .

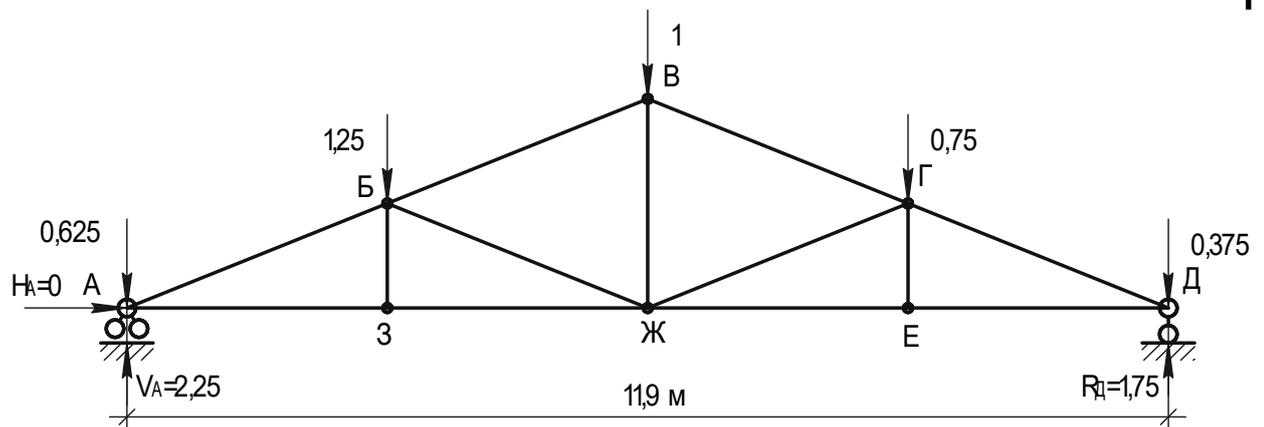


Рисунок 3.4 – Третій випадок завантаження

Визначення реакцій опор.

$$V_A = \frac{7,4375 + 11,15625 + 5,95 + 2,23125}{11,9} = 2,25.$$

					401-БП. 9484539. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис		45





$$1,75 - 0,375 + 1,375 = 0.$$

$$\sum x = 0. -N_{DE} - N_{ДГ} \cdot \cos 22^\circ = 0.$$

$$-3,819209421 + 3,819209424 = 0$$

$$0 = 0.$$

Четвертый випадок завантаження  $P=1$ .

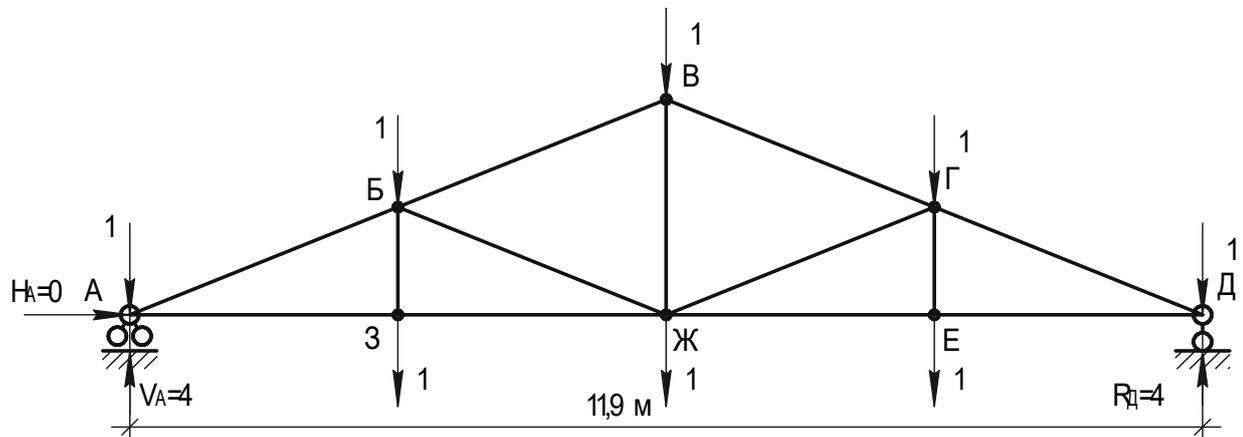


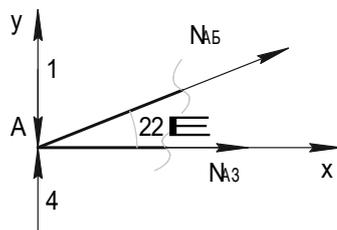
Рисунок 3.5 – Четвертый випадок завантаження

Визначення реакцій опор.

$$V_A = \frac{11,9 + 2 \cdot 8,925 + 5,95 \cdot 2 + 2,975 \cdot 2}{11,9} = 4.$$

$$R_D = \frac{11,9 + 2 \cdot 8,925 + 5,95 \cdot 2 + 2,975 \cdot 2}{11,9} = 4.$$

1) Вузол А.  $\sum y = 0. 4 - 1 + N_{AB} \cdot \sin 22^\circ = 0.$



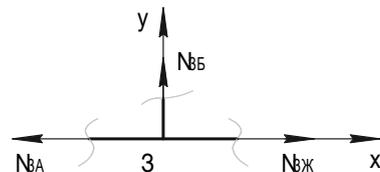
$$N_{AB} = -8,856404378.$$

$$\sum x = 0. N_{AB} \cdot \cos 22^\circ + N_{A3} = 0.$$

$$N_{A3} = 8,332820562.$$

2) Вузол 3.

$$\sum y = 0. N_{3B} = 0.$$



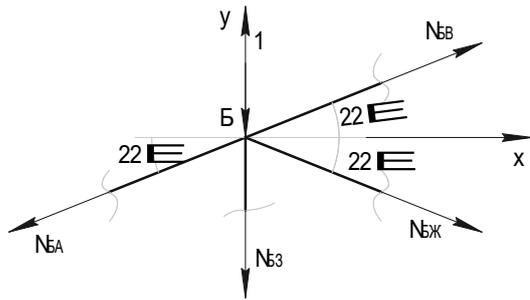
$$\sum x = 0. N_{3Ж} - N_{3A} = 0.$$

$$N_{3Ж} = 8,332820562.$$

3) Вузол Б.

									Арк.
									48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

$$\sum y = 0. N_{BB} \cdot \sin 22^\circ - 1 \cdot N_{EЖ} \cdot \sin 22^\circ - N_{BA} \cdot \sin 22^\circ - N_{B3} = 0.$$



$$N_{BB} \cdot \sin 22^\circ - 1 \cdot N_{EЖ} \cdot \sin 22^\circ + 3 - 1 = 0.$$

$$N_{BB} = N_{EЖ} - 2,952134793.$$

$$\sum x = 0.$$

$$N_{BB} \cdot \cos 22^\circ + N_{EЖ} \cdot \cos 22^\circ - N_{BA} \cdot \cos 22^\circ = 0.$$

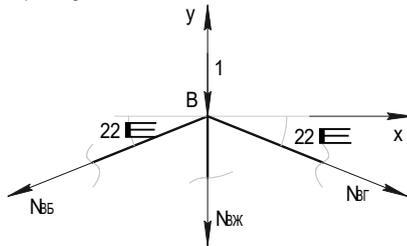
$$N_{EЖ} - 2,952134793 + N_{EЖ} + 8,8564043780.$$

$$2 \cdot N_{EЖ} = -5,904269585.$$

$$N_{EЖ} = -2,952134793.$$

$$N_{BB} = -5,904269585.$$

4) Вузол В.



$$\sum x = 0. N_{BГ} \cdot \cos 22^\circ - N_{BB} \cdot \cos 22^\circ = 0.$$

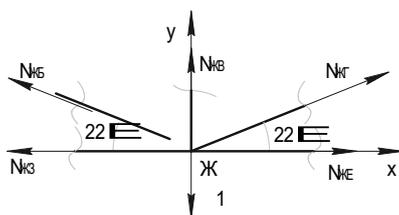
$$N_{BГ} = N_{BB} = -5,904269585.$$

$$\sum y = 0.$$

$$-1 - N_{BЖ} - N_{BГ} \cdot \sin 22^\circ \cdot 2 = 0.$$

$$N_{BЖ} = -1 + 2 + 2 = 3.$$

5) Вузол Ж.



$$\sum y = 0. N_{ЖГ} \cdot \sin 22^\circ + N_{ЖБ} \cdot \sin 22^\circ + N_{ЖБ} - 1 = 0.$$

$$N_{ЖГ} \cdot \sin 22^\circ = -N_{ЖБ} \cdot \sin 22^\circ - N_{ЖБ} + 1.$$

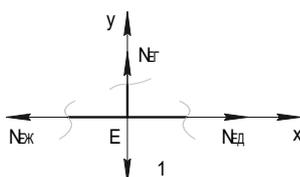
$$N_{ЖГ} \cdot \sin 22^\circ = 1 - 3 + 1 = -1.$$

$$N_{ЖГ} = -\frac{1}{\sin 22^\circ} = -2,952134793.$$

$$\sum x = 0. N_{ЖЕ} = N_{ЖЗ} = 8,332820562.$$

6) Вузол Е.

$$\sum y = 0. N_{ЕГ} = 1.$$



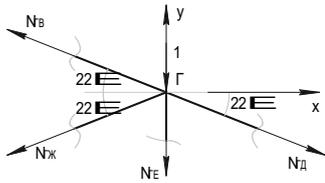
$$\sum x = 0. N_{ЕД} = N_{ЕЖ}.$$

$$N_{ЕД} = 8,332820562.$$

									Арк.
									49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

7) Вузол Г.

$$\sum y = 0. -1 - N_{ГБ} + N_{ГВ} \cdot \sin 22^\circ - N_{ГЖ} \cdot \sin 22^\circ - N_{ГД} \cdot \sin 22^\circ = 0.$$



$$N_{ГД} \cdot \sin 22^\circ = -1 - 1 - 2 + 1 = -3.$$

$$N_{ГД} = -8,8566404378^\circ.$$

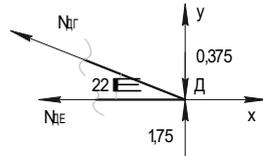
$$\sum y = 0. 4 - 1 + N_{ДГ} \cdot \sin 22^\circ = 0.$$

$$0 = 0.$$

$$\sum x = 0. -N_{ДЕ} - N_{ДГ} \cdot \cos 22^\circ = 0.$$

$$-8,332820562 + 8,33820561 = 0$$

$$0 = 0$$



Отже, зусилля в стрижнях ферми від одиничного навантаження визначено правильно. Це критично важливий етап у розрахунку фермових конструкцій, адже надає базову інформацію про розподіл навантаження в системі. Маючи ці дані, можна застосувати принцип суперпозиції для визначення зусиль від інших, складніших комбінацій навантажень, просто лінійно комбінуючи результати від одиничного навантаження з відповідними коефіцієнтами. Така точність у визначенні первинних зусиль є запорукою надійності та безпеки всієї конструкції, дозволяючи оптимізувати розміри та матеріали стрижнів для ефективного використання ресурсів.

Таблиця 3.1. Зусилля, що виникли в стрижнях ферми марки ФС-1 від чотирьох завантажень

Елементи ферми марки ФС-1	Найменування стрижнів	1 випадок (вага покриття, сніг)	2 випадок (сніг)	3 випадок (сніг)	4 випадок (власна вага ферми)
Верхній пояс	N <sub>АБ</sub>	-4,4	-3,0	-4,8	-9,0
	N <sub>БВ</sub>	-3,0	-1,5	-3,0	-6,0
	N <sub>ВГ</sub>	-3,0	-1,5	-3,0	-6,0
	N <sub>ГД</sub>	-4,4	-1,5	-4,0	-9,0

Нижній пояс	$N_{ДЕ}$	+4,2	+1,4	+3,8	+8,3
	$N_{ЕЖ}$	+4,2	+1,4	+3,8	+8,3
	$N_{ЖЗ}$	+4,2	+2,8	+4,5	+8,3
	$N_{ЗА}$	+4,2	+2,8	+4,5	+8,3
Тяжі	$N_{БЗ}$	0	0	0	+1,0
	$N_{ВЖ}$	+1,0	+0,5	+1,0	+3,0
	$N_{ГЕ}$	0	0	0	+1,0
Розкоси	$N_{БЖ}$	-1,5	-1,5	-2,0	-3,0
	$N_{ГЖ}$	-1,5	0	-1,2	-3,0

### 3.3. Розрахунок обрешітки

Для визначення навантажень  $P$  на кроквяну ферму, першочергово необхідно оцінити власну вагу ферми, яка є значущим компонентом загального навантаження. Цей етап передбачає орієнтовний розрахунок маси металевих елементів, враховуючи матеріал та конструктивні особливості ферми. Наступним кроком є розрахунок обрешітки, яка безпосередньо сприймає навантаження від покрівельного матеріалу та передає його на ферму. Після визначення ваги обрешітки і покрівлі, можна обчислити вузлові навантаження  $P$ , враховуючи розподіл ваги на кожний вузол ферми. У кінцевому результаті, отримані значення вузлових навантажень дозволяють визначити найбільші зусилля, що виникають в стрижнях ферми марки ФС-1 під впливом сукупності навантажень.

Розрахунок риштування на міцність і прогин є критично важливим етапом забезпечення безпеки на будівельному майданчику. Спочатку, риштування аналізується на вплив постійних навантажень, таких як власна вага конструкції, та тимчасових снігових навантажень. Цей розрахунок передбачає перевірку як на міцність, тобто здатність конструкції витримувати навантаження без руйнування, так і на прогин, щоб уникнути надмірної деформації, яка може вплинути на безпеку працівників.

									Арк.
									51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

Окремо проводиться розрахунок риштування на вплив постійних навантажень та тимчасових, зосереджених вантажів, таких як будівельні матеріали або обладнання, розміщені на певних ділянках риштування. У цьому випадку, основний акцент робиться на розрахунок міцності, щоб гарантувати, що риштування здатне витримати ці додаткові навантаження без ризику обвалення або пошкодження. Важливо враховувати найгірші сценарії розміщення вантажів, щоб забезпечити максимальний запас міцності конструкції.

При заданому кроці обрешітки в 250 мм та розрахунковому прольоті 1,9 м, необхідно ретельно перевірити попередньо обраний переріз бруса 100x50 мм. Відстань між опорами в 1,9 м може вимагати більш міцного перерізу, особливо враховуючи можливе навантаження від покрівельного матеріалу, снігу, вітру, а також ваги людини під час монтажу чи обслуговування. Важливо провести розрахунок на міцність та прогин, щоб переконатися, що брус витримає ці навантаження без надмірної деформації та ризику руйнування. Альтернативно, можна зменшити крок обрешітки, якщо зміна перерізу бруса є неможливою або економічно не вигідною.

Збір навантажень:

1) Снігове навантаження

$$S_P = S_d \cdot \mu = 240 \cdot 1 = 2,4 \text{кПа};$$

$$S_H = S_P \cdot 0,7 = 1,68 \text{кПа}.$$

2) Вага листів оцинкованого заліза:

$$q_{Нкр} = 0,00055 \cdot 7850 = 4,3175;$$

$$q_{Ркр} = q_{Нкр} \cdot 1,3 = 0,06 \text{кПа}.$$

3) Вага однієї дошки обрешітки перетину 100x50 мм:

$$q_{Нобр} = 0,05 \cdot 0,1 \cdot 600 = 0,03 \text{кПа},$$

$$q_{Робр} = 1,3 \cdot q_{Нобр} = 0,04 \text{кПа}.$$

4) Вага людини з інструментом:

										401-БП. 9484539. ПЗ	Арк.
											52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис							

$$P_H = 1000 \text{ Н}; P_P = 1,2 \cdot P_H = 1200 \text{ Н}.$$

Розрахункове погонне навантаження на одну дошку обрешітки:

- від снігу, листів покрівлі, обрешітки

$$q_{расч1} = 0,25 \cdot (240 + 5,613) + 3,9 = 65,0 \text{ Н/м}.$$

- від листів покрівлі, обрешітки

$$q_{расч2} = 0,25 \cdot 5,613 + 3,9 = 5,3 \text{ Н/м}.$$

Нормативне погонне навантаження на одну дошку обрешітки:

$$q_H = 0,25 \cdot (168 + 4,32) + 3,0 = 46,0 \text{ Н/м}.$$

Розглядаємо перший випадок завантаження:

$$M_{наиб} = \frac{q \cdot \ell^2}{8} = \frac{65,3 \cdot 1,9^2}{8};$$

$$M_{наиб} = 29,466625 \text{ (кг} \cdot \text{с} \cdot \text{м)};$$

$$W_{HT} = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{10 \cdot 5^2}{6} = 41,66 \text{ (см}^3\text{)};$$

$$\sigma_H = \frac{M_H}{W} = \frac{2946,6625}{41,66} = 70,72;$$

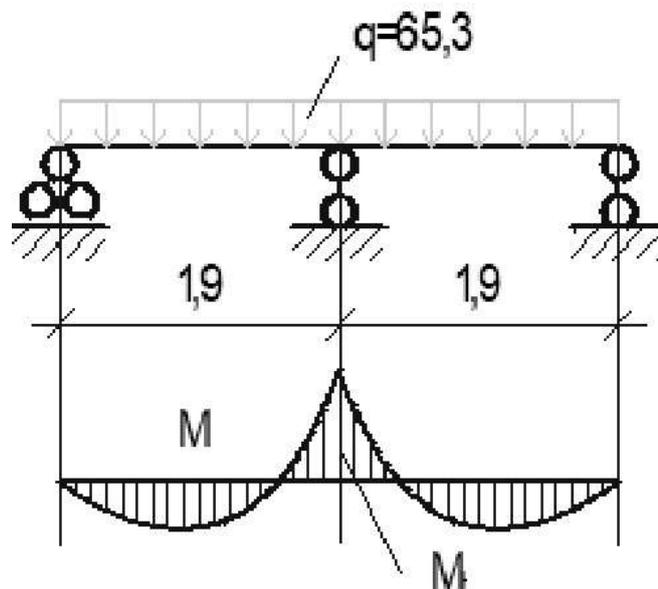


Рисунок 3.6 – Епюра згинальних моментів для першого випадку

$$f = \frac{2,13 \cdot q_H \cdot \ell^4}{384 \cdot J_x} = \frac{2,13 \cdot 0,46 \cdot 190^4}{384 \cdot 100000 \cdot 104,16} = 0,32 \text{ (см)} < f_{ГР};$$

					401-БП. 9484539. ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис		



$$0,25 \cdot 0,2 \cdot 800 \cdot 13 = 5,2 \text{ кН.}$$

2) Верхній пояс:

$$0,2 \cdot 0,2 \cdot 800 \cdot 13 = 4,16 \text{ кН.}$$

3) Розкоси:

$$0,2 \cdot 0,15 \cdot 800 \cdot 6,5 = 1,56 \text{ кН.}$$

4) Дерев'яні накладки:

$$0,25 \cdot 0,1 \cdot 800 \cdot 3 = 0,6 \text{ кН.}$$

$$0,2 \cdot 0,1 \cdot 800 \cdot 6 = 0,96 \text{ кН.}$$

$$0,2 \cdot 0,1 \cdot 800 \cdot 2 = 0,32 \text{ кН.}$$

5) Підбалка дерев'яна:

$$0,2 \cdot 0,15 \cdot 800 \cdot 3 = 0,72 \text{ кН.}$$

6) Металеві тяжі:

$$\frac{3,14 \cdot 0,03^2}{4} 8500 \cdot 6 = 0,36 \text{ кН.}$$

7) Шпильки:

$$\frac{3,14 \cdot 0,016^2}{4} 8500 \cdot 100 \cdot 0,6 = 1,02 \text{ кН.}$$

8) Інші метизи:  $q_{IP} = 0,7 \text{ кН.}$

Нормативна вага ферми:  $q^H = 15,6 \text{ кН.}$

Розрахункова вага ферми: 20,28 кН.

Приймаємо 24 кН.

Тоді вузлове навантаження:  $P_{вузл} = \frac{q^P}{8} = \frac{2400}{8} = 30 \text{ кН.}$

Визначення вузлових навантажень від ваги обрешітки та покрівлі для ферми марки ФС-1 є важливим етапом у забезпеченні міцності та надійності конструкції даху. Для спрощення розрахунків, в даному випадку, умовно приймається, що обрешітка виконана суцільною. Це дозволяє розглядати навантаження від обрешітки та покрівлі як рівномірно розподілене по площині даху, а потім перерозподіляти його на вузли ферми ФС-1. Розрахунок включає в себе визначення питомої ваги матеріалів обрешітки та покрівельного покриття, врахування кута нахилу даху та кроку ферм, що дозволяє обчислити

									Арк.
									55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

навантаження, яке припадає на кожен вузол. Отримані значення використовуються для подальшого аналізу напружено-деформованого стану ферми та перевірки її несучої здатності.

Тоді:

– нормативне навантаження від обрешітки на вузол:

$$q_{обр} = 3,2 \cdot 2 \cdot 800 \cdot 0,05 = 2,56 \text{ кН.}$$

– навантаження від покрівлі на вузол:

$$q_{кр} = 0,00055 \cdot 8500 \cdot 3,2 \cdot 2 = 0,3 \text{ кН.}$$

Вузлове розрахункове навантаження дорівнює:

$$P_{вузл} = (256 + 30) \cdot 1,3 = 37,18 \text{ кН.}$$

Приймаємо  $P_{вузл} = 37,2 \text{ кН.}$

Визначення розрахункового вузлового навантаження від ваги снігового покриву.

$$Q_{сн} = 240 \cdot 2 \cdot 3,2 = 15,36 \text{ кН.}$$

Приймаємо  $Q_{сн} = 15,4 \text{ кН.}$

### 3.5. Визначення нормальних (розрахункових) зусиль в елементах ферми ФС-1

1) Верхній пояс (зусилля від власної ваги ферми, снігу, покриття покрівлі, обрешітки):

$$N = 300 \cdot 9 + 1540 \cdot 4,8 + 372 \cdot 4,4 = 2700 + 7392 + 1636,8 = 117,288 \text{ кН}$$

Приймаємо 117,3 кН.

2) Нижній пояс:

$$N = 300 \cdot 8,3 + 1540 \cdot 4,5 + 372 \cdot 4,2 = 2490 + 6930 + 1562,4 = 109,82 \text{ кН}$$

Приймаємо  $N_{НП} = 109,9 \text{ кН.}$

3) Розкоси:

$$N = 300 \cdot 3 + 1540 \cdot 2 + 372 \cdot 1,5 = 900 + 3080 + 558 = 45,38 \text{ кН.}$$

Приймаємо  $N_P = 45,40 \text{ кН.}$

									Арк.
									56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					



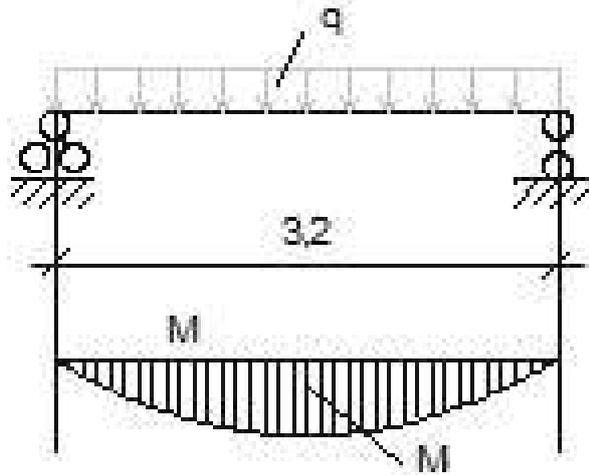


Рисунок 3.8 – Епюра згинальних моментів верхнього поясу

Визначення згинального моменту у верхньому поясі:

$$q = 2 \cdot (240 + 39 + 5,61275) + 100 = 6,7 \text{ кН/м.}$$

$$M_{\text{наиб}} = \frac{q \cdot \ell^2}{8} = \frac{670 \cdot 3,2^2}{8} = 857,6 \text{ кНсм.}$$

$$M_D = \frac{M}{\xi} = \frac{85760}{0,718751119} = 11931,8 \text{ кНсм.}$$

$$\frac{N}{F_{\text{расч}}} + \frac{M_D}{W_{\text{расч}}} \leq R_C = 15 \text{ МПа}$$

$$\frac{11730}{376,76} + \frac{119318,0751}{1216,89} = 31,1669678 + 9805165225 =$$

$$= 12,9 \text{ МПа} \leq R_C = 15 \text{ МПа.}$$

Розрахунок на стійкість плоскої ферми деформування стиснуто-згинальних елементів:

$$\frac{N}{\phi \cdot R_C \cdot F_{\text{БР}}} + \left( \frac{M_D}{\phi_M \cdot R_M \cdot W_{\text{БР}}} \right)^n \leq 1; \quad n = 1;$$

$$\phi_M = 140 \cdot \frac{b^2}{\ell_P \cdot h_\phi} \cdot K_\phi; \quad K_\phi = 1,13; \quad \ell_P = 320 \text{ см;}$$

$$\phi_M = 140 \cdot \frac{19,4^2}{320 \cdot 19,4} \cdot 1,13 = 9,590875;$$

$$J_Y = J_X = 11803,90413 \text{ см}^4 \Rightarrow \phi = 0,73877551.$$

										401-БП. 9484539. ПЗ	Арк.
											58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис							



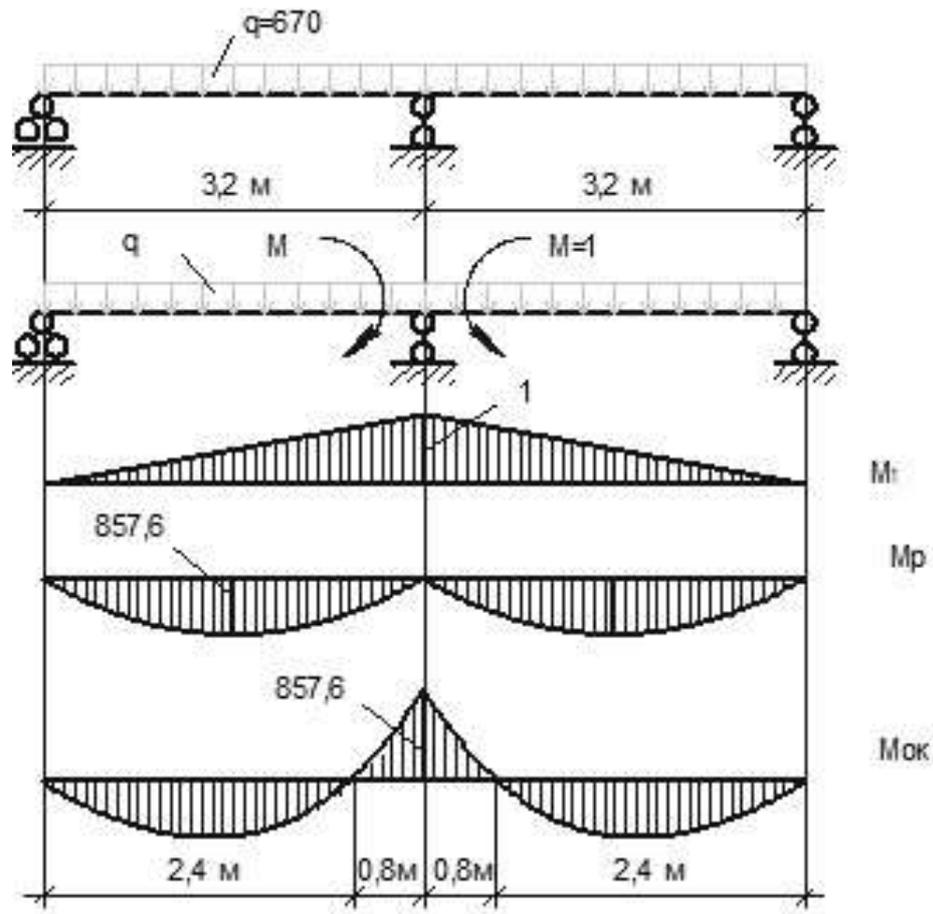


Рисунок 3.9 – Епюри внутрішніх зусиль верхнього поясу

Деформаційна перевірка:

$$\theta = \frac{1}{E \cdot J_x} \left( -\frac{670 \cdot 3,2^3}{12} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 2 + \frac{857,6 \cdot 3,2}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot 1 \cdot 2 \right) =$$

$$\frac{1}{E \cdot J_x} \cdot (-1,829,546667 + 1829,546667) = 0;$$

Статичну невизначеність розкрито правильно.

$$\Sigma M_B = 0;$$

$$V_A = \frac{670 \cdot 3,2 \cdot 1,6 - 857,6}{3,2};$$

$$V_A = 80,4 \text{ кН};$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис

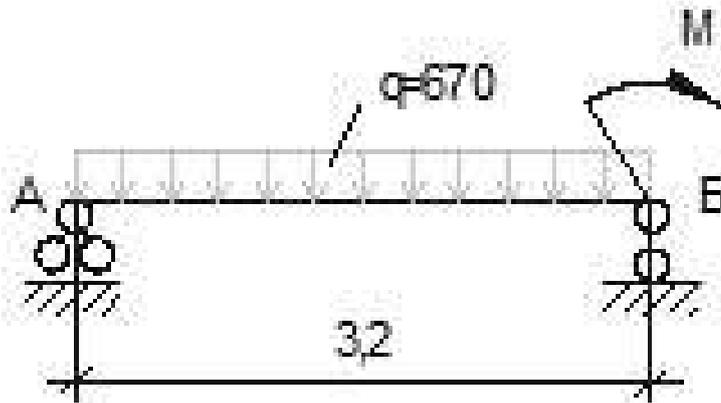


Рисунок 3.10 – Зовнішнє навантаження

$$\sum \dot{I}_A = 0; R_B = \frac{670 \cdot 3.2 \cdot 1.6 + 857.6}{3.2} = 13,4 \text{ кН};$$

$$\sum M_B = 0; V_A \cdot z - q \cdot z^2 / 2 = 0; z \cdot (V_A - q \cdot z / 2) = 0;$$

$$z = 2 \cdot V_A / q = 2,4 \text{ (м)}.$$

1.2) Нижній пояс.

Площу попередньо призначають за формулою:

$$F = \frac{N}{R_p \cdot 0,6} = \frac{10990}{70 \cdot 0,6} = 262 \text{ см}^2.$$

Для розрахунку приймаю пояс перетином 200x250 мм. Тоді  $F_p$  з урахуванням стругання буде  $F_p = 19,4 \cdot 24,4 = 473,36 \text{ см}^2$ .

2) Розрахунок опорного вузла, де стик верхнього та нижнього поясів реалізується за допомогою лобової врубki з одним зубом, вимагає комплексного підходу. Необхідно врахувати передачу зусиль між елементами, зокрема зсувні та нормальні напруження, що виникають у зоні контакту. Важливим етапом є визначення геометрії зуба та його розмірів, що забезпечать необхідну міцність з'єднання. Також враховується матеріал елементів конструкції та його механічні властивості, а також можливі концентратори напружень у кутах врубki. Розрахунок повинен включати перевірку міцності зуба на згин, зминання та зсув, а також оцінку надійності з'єднання при дії різних навантажень.

$$N_{CM} \leq R_{CM\alpha} \cdot F_{CM} \text{ (на зминання)}.$$

									Арк.
									61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					



$$\delta = \sqrt{\frac{6 \cdot M}{b_{\text{ПОД}} \cdot m_K \cdot R_H}}; M = \frac{R_A \cdot (\ell_{\text{ПОД}} - b)^2}{8 \cdot \ell_{\text{П}}};$$

$$M = \frac{5410 \cdot (100 - 20)^2}{8 \cdot 100} = 432,8 \text{ кНсм};$$

$$\delta = \sqrt{\frac{6 \cdot 43280}{20 \cdot 1 \cdot 130}} = 9,99 \text{ см.}$$

Остаточно приймаємо перетин настінного бруса 200x200 мм.

3) У розрахунку вузлів ферми ФС-1, зокрема конькового вузла В, ключовим аспектом є забезпечення надійності з'єднання елементів. Вузол В укріплюється двома накладками товщиною 125 мм, які відіграють важливу роль у розподілі навантаження. Ширина та довжина цих накладок визначаються з урахуванням розташування болтів (або шпильок) та їхнього діаметра, що забезпечує оптимальну площу контакту та ефективну передачу зусиль між елементами ферми. Ретельний розрахунок цих параметрів критичний для довговічності та безпеки всієї конструкції.

У вузлах Б, Г та Ж, де стикуються дерев'яні елементи конструкції, передбачається надійне з'єднання за допомогою подвійних дерев'яних накладок. Ці накладки перекривають стики елементів, забезпечуючи розподіл навантаження та збільшуючи міцність з'єднання. Для фіксації накладок використовуються болти або шпильки, діаметр та кількість яких визначаються на основі розрахунку на міцність. Враховуючи розрахункові навантаження та характеристики матеріалів, обирається оптимальний діаметр болтів (шпильок), наприклад, приймається діаметр . Для забезпечення надійності з'єднання проводиться розрахунок несучої здатності двозрізного нагеля за відповідними формулами, враховуючи фізико-механічні властивості деревини та металу болтів/шпильок.

$$T_H = 180 \cdot d^2 + 2 \cdot a^2 = 180 \cdot 2^2 + 2 \cdot 10^2 = 9,2 \text{ кН.}$$

$$T_C = 50 \cdot c \cdot d = 50 \cdot 24,4 \cdot 2 = 24,4 \text{ кН.}$$

$$T_A = 80 \cdot c \cdot d = 80 \cdot 12,5 \cdot 2 = 20 \text{ кН.}$$

Необхідна кількість шпильок при  $T = 9,20 \text{ кН}$ :

									Арк.
									63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					



$$F_{HT2} = \frac{600}{0,9 \cdot 0,95 \cdot 1200} = 0,584 \text{ см}^2.$$

З огляду на відхилення від заводських розмірів (до 1 мм), а також ослаблення перерізу різьбленням (до 20 %) обчислюємо уточнені площі:

$$F_{HT1} = 2,74 + 0,578 + 0,1 = 3,388 \text{ см}^2.$$

Для стрижня ВЖ приймаю тяж діаметром  $d_1 = 25 \text{ мм}$  с площею перерізу  $F_1 = 4,909 \text{ см}^2$ .

$$F_{HT2} = 0,584 + 0,1168 + 0,1 = 0,8 \text{ см}^2.$$

Приймаємо діаметр  $d_2 = 15 \text{ мм}$ ,  $F_2 = 1,767 \text{ см}^2$ .

					401-БП. 9484539. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис		65



Створено тимчасову інфраструктуру, включаючи автомобільну дорогу для руху будівельної техніки, тимчасові мережі водопостачання з пожежними гідрантами та систему тимчасового освітлення.

Окрім того, на території будівельного майданчика було розміщено необхідні виробничі та адміністративні будівлі, зокрема контору виконроба, з дотриманням норм безпеки та у віддаленні від небезпечних зон. Для зберігання матеріалів та конструкцій облаштовано місця складування, включаючи навіси площею 55 м<sup>2</sup> та відкритий майданчик для складання ферм, що забезпечує організоване та безпечне зберігання будівельних матеріалів.

Після завершення підготовчих робіт, критично важливо підтвердити їх належне виконання шляхом складання акту про виконання заходів з безпеки праці. Цей документ є офіційним підтвердженням того, що всі необхідні заходи безпеки були реалізовані відповідно до встановлених норм та правил, і що об'єкт або територія готові до наступного етапу робіт. Акт має містити перелік виконаних заходів, результати перевірок їх ефективності та підписи відповідальних осіб, що підтверджують відповідність виконаних робіт вимогам безпеки праці.

Наявність та затвердження акту про виконання заходів з безпеки праці перед початком основних робіт є не тільки вимогою законодавства, але й гарантією зниження ризиків нещасних випадків та професійних захворювань. Цей документ служить доказом відповідального підходу до безпеки на виробництві та допомагає уникнути можливих штрафних санкцій з боку контролюючих органів. Ретельно заповнений та затверджений акт є запорукою безпечного та ефективного виконання подальших робіт.

#### **4.2. Зонування будівельного майданчику**

До зон постійно діючих небезпечних виробничих факторів, зокрема, належать місця поблизу неогороджених перепадів заввишки 1,3 метра і більше. З метою мінімізації ризиків падіння з висоти, дипломним проектом передбачено створення пересувних риштувань, конструкція яких дозволяє

									Арк.
									67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

401-БП. 9484539. ПЗ

безпечно переміщувати систему вздовж фронту робіт. Додатково, під час виконання робіт на даху, працівники обов'язково використовуватимуть страхувальні канати та запобіжні пояси, надійно прикріплені до елементів конструкції даху, що забезпечить додатковий рівень захисту від падіння.

У процесі виконання робіт, пов'язаних з механічною обробкою деревини, обробкою дерева антисептичними розчинами та антикорозійною обробкою металевих деталей ферм, існує ризик перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони. Відходи механічної обробки деревини, випари антисептиків та антикорозійних засобів можуть негативно впливати на здоров'я працівників.

Для мінімізації цих ризиків, у дипломному проекті передбачено регулярне прибирання сміття та забезпечення робітників індивідуальними засобами захисту (ІЗЗ), зокрема респіраторами та захисними окулярами, для захисту дихальних шляхів і очей від пилу та шкідливих випарів. Оскільки під час обробки деревини та металу існує ймовірність загоряння хімічних рідин, поблизу місця проведення робіт буде встановлено протипожежний щит із пожежним гідрантом, що забезпечить швидке реагування в разі виникнення пожежі.

На будівельному майданчику, місця поблизу неізольованих струмоведучих частин електроустановок становлять підвищену небезпеку. Зокрема, загальний електричний щит є критичною точкою у цьому контексті. Для мінімізації ризиків ураження електричним струмом, необхідно забезпечити надійне огороження щита, запобігаючи випадковому контакту працівників з його елементами. Окрім того, важливим заходом є накладення тимчасових заземлень, що дозволяє знизити потенційну різницю на корпусі обладнання у випадку пошкодження ізоляції.

Для індивідуального захисту працівників, які мають справу з електроустановками, обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту від електричного струму. До них належать діелектричні гумові рукавички, що забезпечують ізоляцію рук від можливого ураження, а також

									Арк.
									68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

інструмент з ізолюваними рукоятками, який дозволяє безпечно виконувати роботи з електрообладнанням. Регулярний огляд та перевірка придатності цих засобів є запорукою їх ефективності та безпеки.

До зон потенційно небезпечних виробничих факторів, які вимагають особливої уваги та суворого дотримання правил безпеки, належать передусім зони переміщення машин, устаткування або їх частин, а також робочих органів. У цих областях збільшується ризик травмування працівників внаслідок випадкового контакту з рухомими елементами обладнання. Окрім того, критично небезпечними є місця, над якими відбувається переміщення вантажів за допомогою кранів. Тут існує загроза падіння вантажу, обриву троса або інших непередбачуваних ситуацій, які можуть призвести до серйозних наслідків. В обох випадках необхідне чітке визначення меж небезпечних зон, використання попереджувальних знаків та огорожень, а також неухильне виконання інструкцій з безпеки праці.

У рамках дипломного проєкту було проведено ретельний аналіз потенційних небезпек на будівельному майданчику, що реконструюється. Обґрунтовано визначено розміри зон, де існує підвищений ризик травмування: зона можливого падіння предметів з даху становить 3,5 метри у всіх напрямках від межі ділянки реконструкції, враховуючи, що висота будівлі не перевищує 20 метрів. Окрім того, виділено зону переміщення будівельної техніки, обладнання та їхніх елементів, яка окреслена радіусом 5 метрів від місця їхнього функціонування, знову ж таки у відповідності до висоти будівлі. На будівельному генеральному плані чітко відображено ці зони, а для забезпечення безпеки працівників та оточуючих, на їхніх межах буде встановлено сигнальні огорожі та попереджувальні знаки, що інформують про можливу небезпеку та необхідність дотримання правил безпеки.

### **4.3. Заходи за для безпеки на майданчику**

Освітлення на робочому місці відіграє критично важливу роль у забезпеченні безпеки праці. Правильно організована система освітлення не

									Арк.
									69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

тільки підвищує продуктивність та якість роботи, але й відчутно знижує ризик травматизму. Добре освітлене середовище дозволяє працівникам чітко бачити навколишні об'єкти та потенційні небезпеки, що сприяє своєчасному реагуванню та уникненню нещасних випадків.

Навпаки, недостатнє освітлення, особливо в небезпечних зонах, може призвести до дезорієнтації та помилок, що збільшує ймовірність травм. Сліпуче світло або різкі тіні також створюють значні перешкоди для нормальної видимості, що може бути особливо небезпечним при виконанні робіт на висоті або з використанням складного обладнання. Втрата орієнтації в таких умовах може мати серйозні наслідки.

Для забезпечення безпеки та ефективності виконання будівельних робіт, проектом передбачено комбінований підхід до освітлення будівельного майданчика. Загальне прожекторне освітлення покриває всю територію, забезпечуючи мінімальний необхідний рівень освітленості для безпечного пересування та виконання базових операцій. У тих зонах, де потрібна більш висока концентрація світла для виконання точних або складних робіт, передбачено додаткове локалізоване освітлення. Це освітлення реалізується за допомогою спеціалізованих приладів, які можуть бути встановлені на існуючих будівлях, будівельній техніці, щоглах загального освітлення, або навіть на переносних освітлювальних пристроях, забезпечуючи гнучкість та адаптивність системи освітлення до мінливих потреб будівельного майданчика.

									Арк.
									70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис					

401-БП. 9484539. ПЗ

## Список використаної літератури

1. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи.
2. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд.
3. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення.
4. ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування.
5. ДБН В.2.6-162:2010. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення.
6. ДБН В.2.1-10-2018. Основи та фундаменти споруд.
7. ДСТУ Б В.2.1-2-96 (ГОСТ 25100-95). Ґрунти. Класифікація.
8. ДСТУ Б В.2.1-17: 2009. Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей.
9. ДСТУ Б В.12-3:2006. Прогиби та переміщення.
10. Технічний звіт: за результатами інженерно-геологічних вишукувань 19.07.19-ІГ.ПЗ. «Інженерно-геологічні вишукування по вул. Боричів Тік, 3 в Подільському районі м. Києва». Виконаний ФОП Олійник Т.В.
11. ДБН А.2.1-1-2014. Інженерні вишукування для будівництва.
12. ДБН В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ.
13. ДСТУ – Н Б В.2.1-31:2014 – Настанова з проектування підпірних стін.
14. ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд. Зміна 1.
15. ВНИИГС. Методичні рекомендації щодо проектування та розрахунку підпірних стін із буронабивних паль. Київ 1984 р.

										Арк.
										71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис						

- 16.ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування.
- 17.ДСТУ Б В.2.6-145-2010. Захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії.
- 18.ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій.
- 19.ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель.
- 20.ДБН В.2.6.-14-95. Конструкції будинків і споруд. Покриття будинків і споруд.-К.:1998.
- 21.ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель.
- 22.ДБН В.2.2-15-2005. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення : на зміну СНиП 2.08.01-89 та ДБН 79-92: чинний з 2006-01-01. – К. : Мінбуд. України, 2006. – 65 с.
- 23.ДБН В.2.2-9-2009. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення : на зміну ДБН В.2.2-9-99 : чинний з 2009-07-01. – К. : Укрархбудінформ, 2009. – 47 с.
- 24.ДБН В.1.1-7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва: на зміну СНиП 2.01.02-85: чинний з 2003-05-01. – К.: Держбуд України. – 2003. – 43 с.
- 25.ДСТУ Б В.2.6-101:2010. Методи визначення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій. – К.: Мінбуд. України, 2010. – 84 с.
- 26.ДБН В.2.1-10:2018. «Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення». – К.: Держбуд України, 2018.
- 27.ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва». Чинний від 2017-06-01 – 38с.
- 28.ДБН А.3.1-5-2016 «Організація будівельного виробництва». – К.:2016.- 49 с.
- 29.ДБН А.3.2-2:2009 ССПБ. «Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення».

						401-БП. 9484539. ПЗ	Арк.
							72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис			

- 30.ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд»/ Мінрегіонбуд України. – Київ, 2018.
- 31.ДБН В.2.2-9-2009. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення : на зміну ДБН В.2.2-9-99 : чинний з 2009-07-01. – К. : Укрархбудінформ, 2009. – 47 с.
- 32.ДБН В.2.6-163:2015. «Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу».
- 33.ДБН В.2.6-160:2010. Конструкції будівель та споруд. Сталезалізобетонні конструкції. Основні положення. – Мінрегіонбуд України. – Київ. – 2010. – 210 с.

					401-БП. 9484539. ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис		