




**Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет будівництва і архітектури
Кафедра архітектурних конструкцій**

**КУРСОВА РОБОТА З ДЦП АК:
«АРХІТЕКТУРА БУДІВЕЛЬ І СПОРУД»**

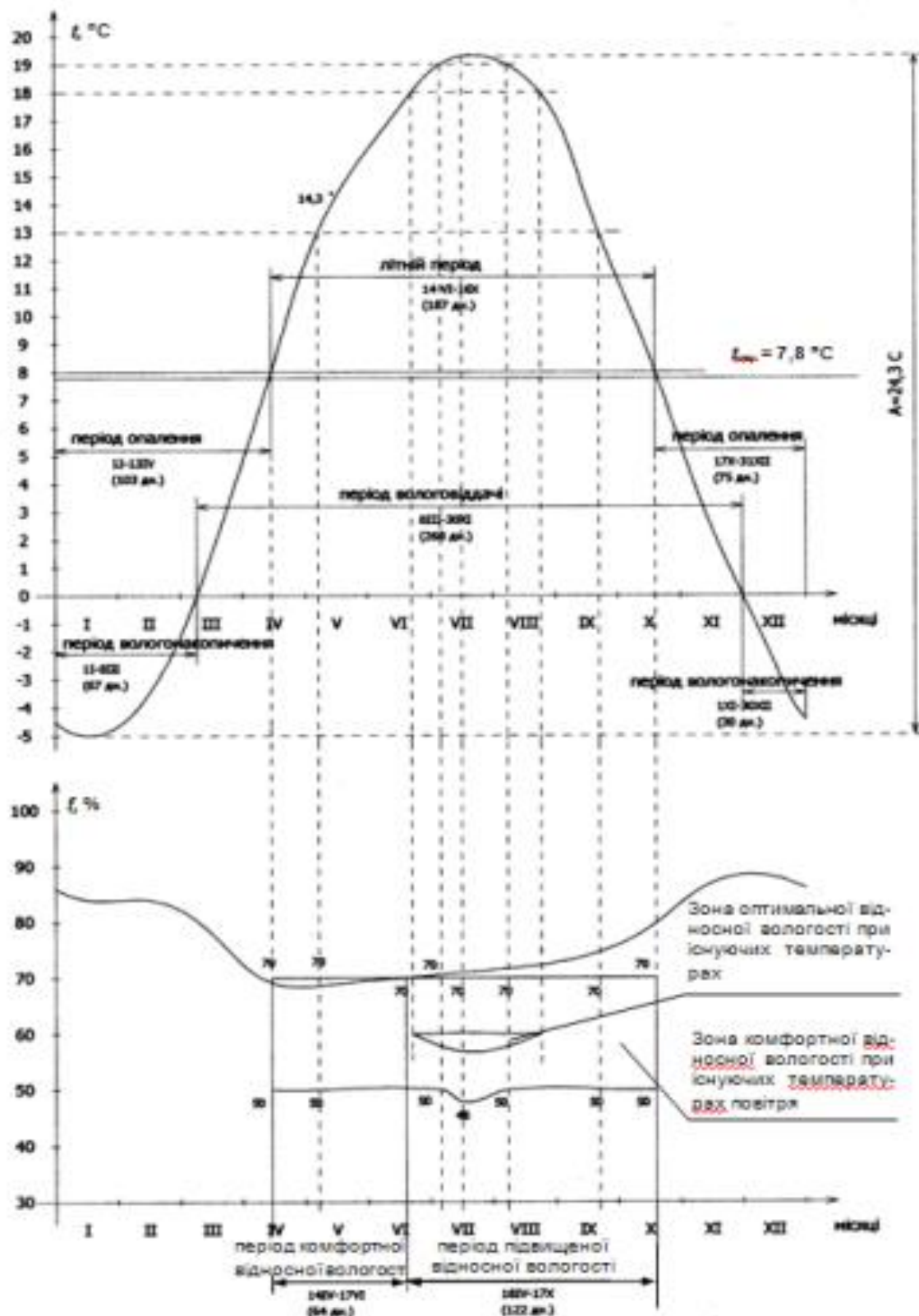
Виконав _____

Керівник д.т.н., проф. Сергейчук О.В

2017

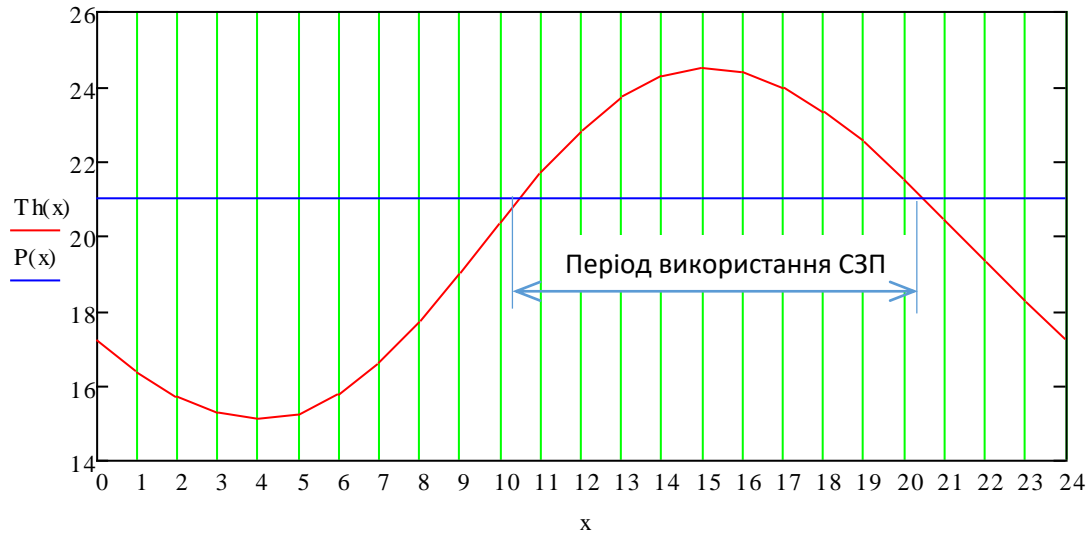


Будівельна
кліматологія



Кліматичний параметр	Значення параметру по місяцях												Джерело інформації
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Температура t , °C	-4,8	-3,5	1,5	8,3	14,3	17,7	18,7	18,3	14,5	8,6	2,4	-2,3	[1]
Відносна вологість f , %	84	84	78	69	69	70	71	72	74	79	87	88	[1]

Рис. 1 – Побудова та аналіз річного ходу температури та відносної вологості повітря



Добовий хід температури повітря у липні

побудовано за формулою (2) [1]:

$$t_{\text{год}} = \frac{A}{2} \cdot \sin \left[\frac{\pi}{2} \cdot \frac{2x - 3T_{\text{min}} - 9}{9 + T_{\text{min}}} \right] + t \quad \text{при } 0 \leq x < T_{\text{min}};$$

$$t_{\text{год}} = \frac{A}{2} \cdot \sin \left[\frac{\pi}{2} \cdot \frac{2x - 15 - T_{\text{min}}}{15 - T_{\text{min}}} \right] + t \quad \text{при } T_{\text{min}} \leq x < 15;$$

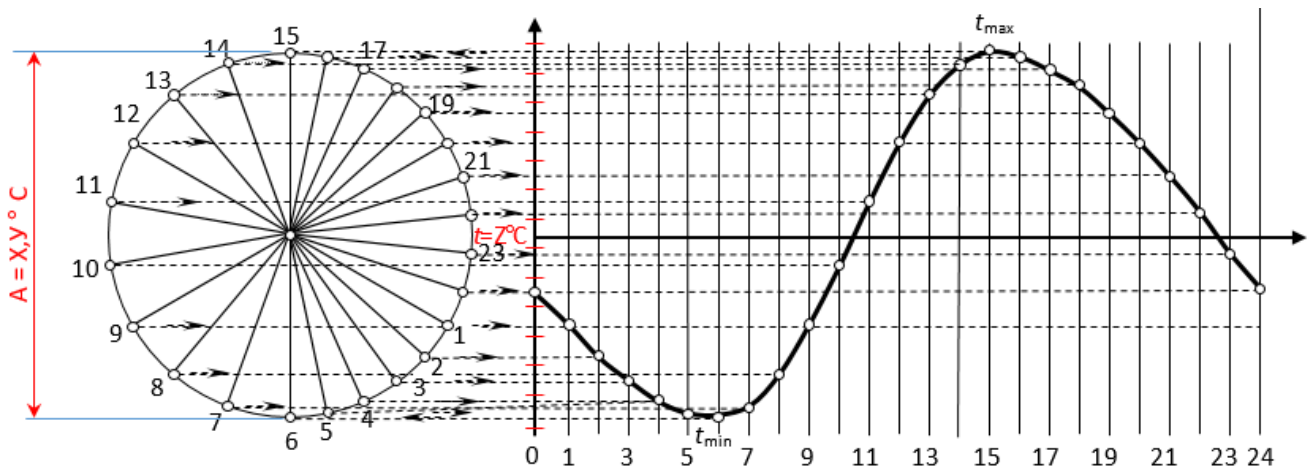
$$t_{\text{год}} = \frac{A}{2} \cdot \sin \left[\frac{\pi}{2} \cdot \frac{2x - 21 + T_{\text{min}}}{9 + T_{\text{min}}} \right] + t \quad \text{при } 15 \leq x < 24,$$

де $A = 9,4$ – середньодобова амплітуда середньомісячної температури повітря, °С;

$t = 19,3$ – середньомісячна температура повітря, °С;

$T_{\text{min}} = 4,22$ – час мінімальної температури повітря протягом доби, який приймається як час, що настає через 15 хвилин після сходу Сонця, год (схід сонця за [2] по сонячній карті для $\varphi = 50$ пн.ш. у 3 год. 57 хв. $T_{\text{min}} = 3^{57} + 0^{15} = 4^{13}$, або 4,22 год.

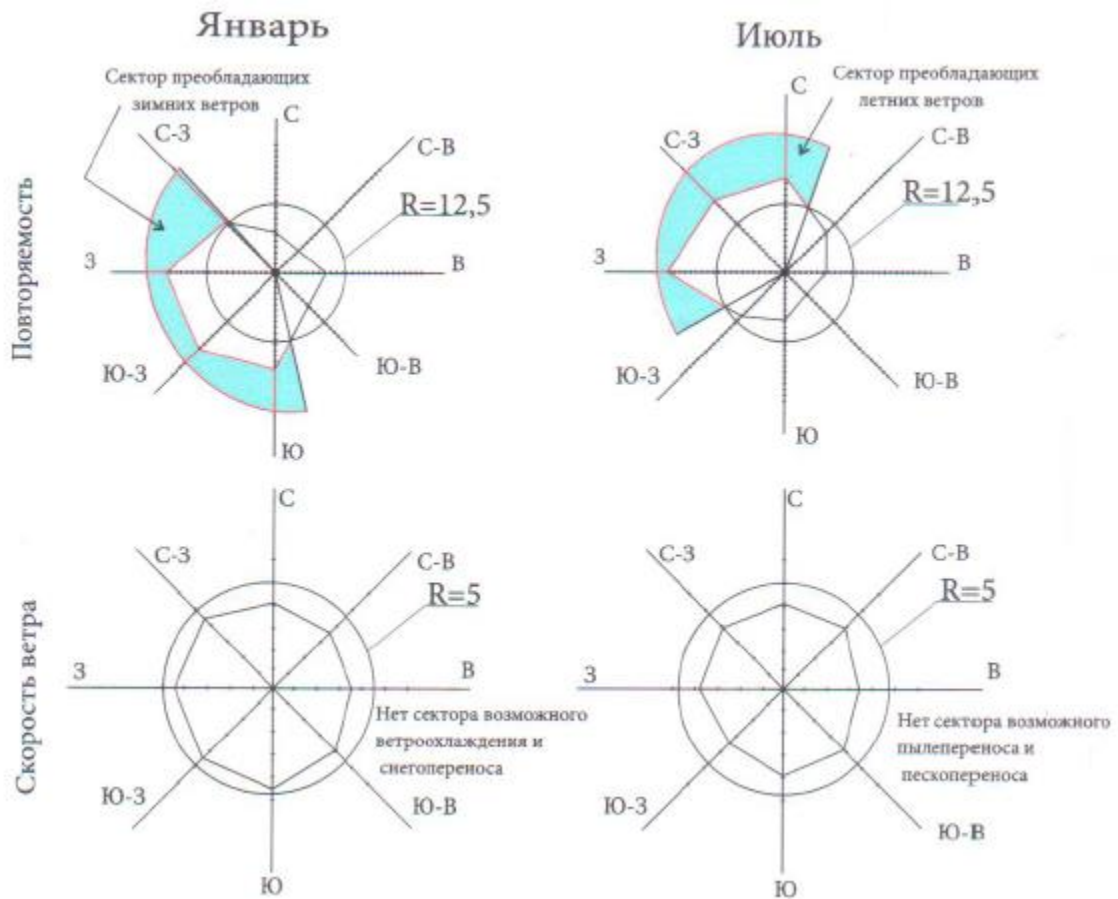
x – потоковий час, год.



Добовий хід температури повітря у січні

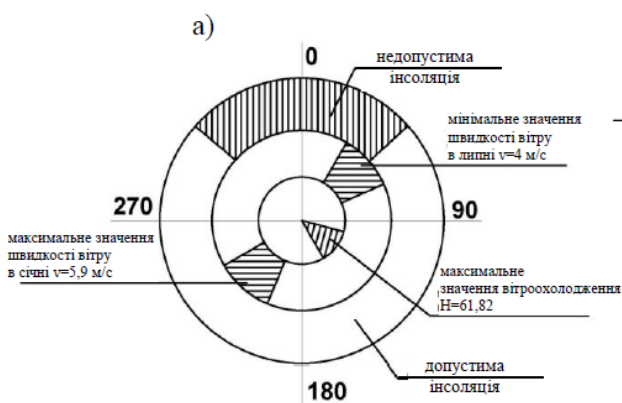
Побудовано графічним способом

Рис. 2 – Побудова та аналіз добового ходу температури повітря

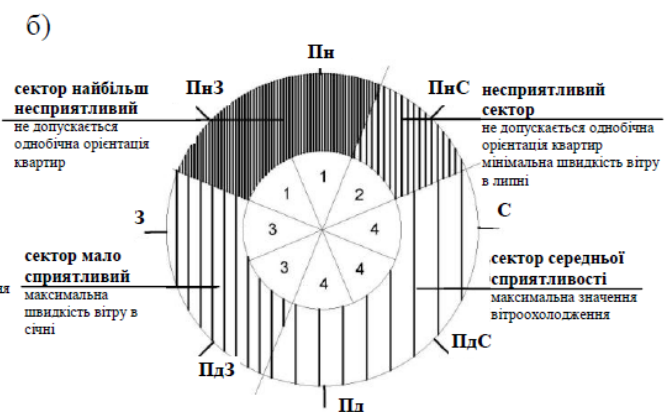


Рози вітрів

місяць	параметр	бік горизонту							
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗах	Зах	ПнЗах
I	повторюваність, %	3	2	19	20	4	6	10	36
	швидкість вітру, м/с	2	2,3	3,7	4,3	1,9	2,5	4,5	5,4
VII	повторюваність, %	6	3	8	11	4	7	18	43
	швидкість вітру, м/с	2,9	2	3	3,4	2	2,1	3,7	4,2



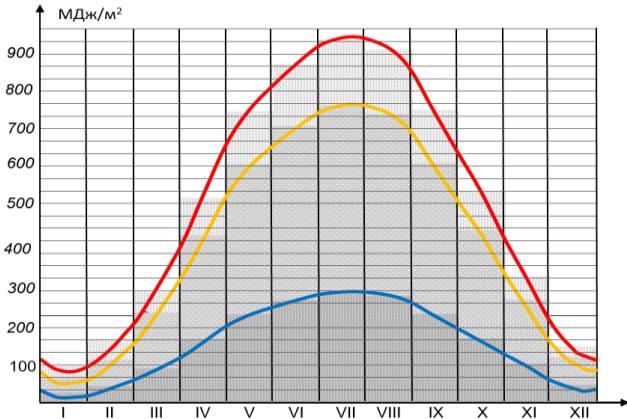
Пофакторна діаграма



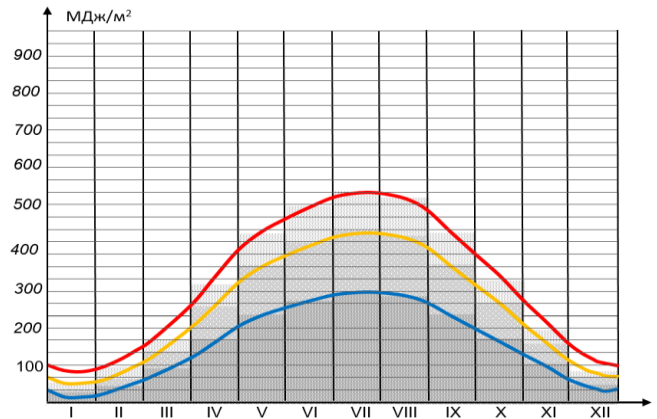
Бальна діаграма

Рис. 3 – Побудова роз вітрів та діаграм комплексної оцінки сторін горизонту

Річний хід



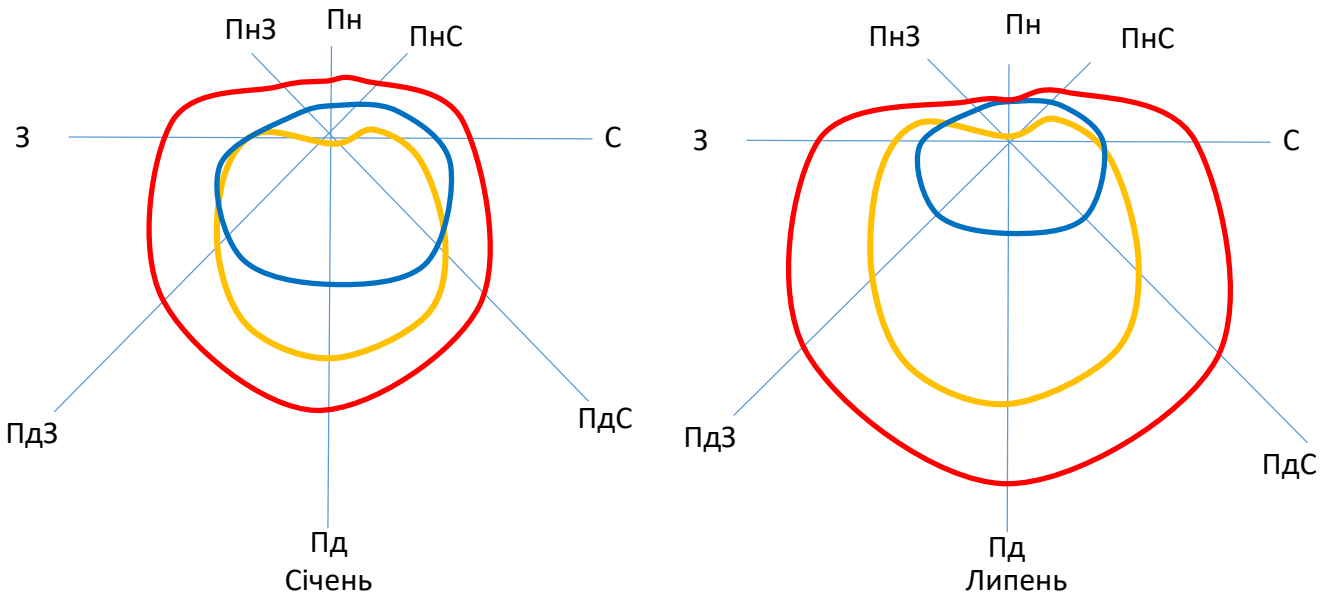
За умов ясного неба



За середніх умов хмарності

Параметр	Значення параметру по місяцям, МДж/м ²											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>За ясного неба</i>												
<i>I</i>												
<i>i</i>												
<i>I+i</i>												
<i>За середніх умов хмарності</i>												
<i>I</i>												
<i>i</i>												
<i>I+i</i>												

Полярні діаграми сонячної радіації за середніх умов хмарності



Параметр	Значення параметру по напрямам, МДж/м ²							
	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
<i>За ясного неба</i>								
<i>I</i>								
<i>i</i>								
<i>I+i</i>								
<i>За середніх умов хмарності</i>								
<i>I</i>								
<i>i</i>								
<i>I+i</i>								

Рис. 4 – Побудова річного ходу та полярних діаграм сонячної радіації

Кліматичний параметр	Значення параметра по місяцях											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Температура t , °C	-4,8	-3,5	1,5	8,3	14,3	17,7	18,7	18,3	14,5	8,6	2,4	-2,3
Відносна вологість f , %	84	84	78	69	69	70	71	72	74	79	87	88
Тип погоди	X	X	X	П	К	К	К	К	К	П	X	X
Режим експлуатації	З	З	З	Н/В	В	В	В	В	В	Н/В	З	З
Основні архітектурно-будівельні засоби регулювання мікроклімату в будівлях та спорудах												
Архітектурно-планувальні	Конструктивні						Інженерно-технічні					
<p>Захист територій від вітру допоміжними спорудами й посадкою хвойних порід.</p> <p>Компактні об'ємно-планувальні рішення будинків.</p> <p>Закриті сходи, тамбури при входах.</p> <p>Орієнтація приміщень на сонячні боки горизонту.</p> <p>Широкі корпуси з приміщеннями, витягнутими поперек корпусу.</p> <p>Наявність літніх приміщень (балконів, терас, <u>доджій</u>) достатньої площі.</p>	<p>Зовнішні огороження з необхідним теплозахисними якостями.</p> <p>Подвійні чи потрійні вікна мінімально необхідної площі, застосування вікон із "тепловими дзеркалами".</p> <p>Вікна із кватирками чи із фрамугами, що здатні відкриватися. Надійна герметизація притворів у вікнах із забезпеченням щільного відкривання фрамуг у зимовий період для припливу повітря.</p> <p>Застосування вікон із спеціальними вентиляційними клапанами у будинках із природною витяжною вентиляцією.</p> <p>Регульовані внутрішні <u>сонцезахисні пристрої</u>.</p>						<p>Центральне <u>опалення середньої потужності</u>.</p> <p>Опалювальні <u>сходи</u>.</p> <p>Вентиляція <u>витяжна</u> з припливом повітря через <u>відкриті фрамуги та кватирки</u> у вікнах, чи спеціальні <u>вентиляційні канали</u>.</p> <p>Бажана припливно-витяжна <u>вентиляція з підгрівом повітря у теплообмінниках</u>.</p>					
<p>Умовні позначення.</p> <p>Типи погоди: X – холодний; П – прохолодний; К – комфортний.</p> <p>Режими експлуатації будівель і споруд: З – закритий; Н/З – напівзакритий; В – <u>відкритий</u>.</p>												

1 – відкриті приміщення, що використовуються у комфортну погоду; 2 – вікна житлових приміщень, що забезпечують нормовану природну освітленість; 3 – піч чи камін, що приймає участь у опаленні будинку у прохолодну погоду; 4 – скатний дах, що забезпечує захист від опадів та перегріву приміщень верхнього поверху; 5 – мансардні приміщення, що використовують об'єм горіща; 6 – вис даху, що забезпечує захист стін від косої дощу та сонцезахист вікон від високого сонця

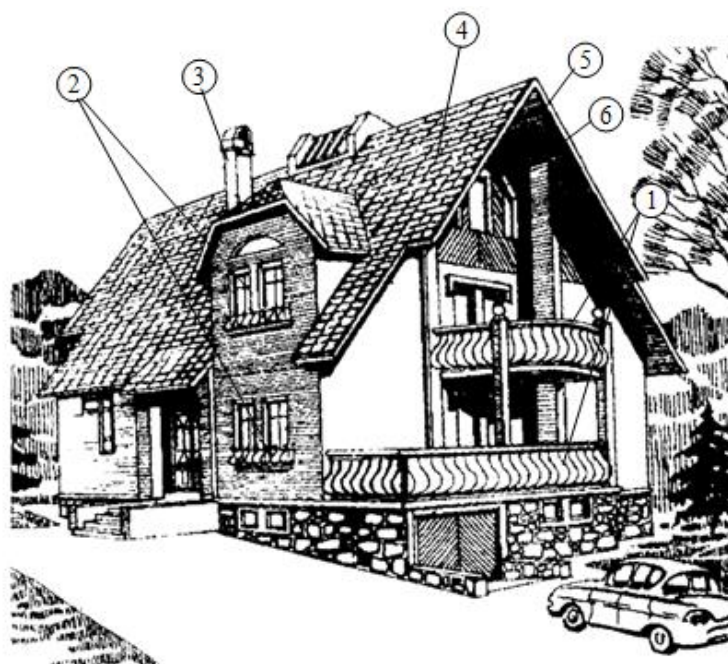



Рис. 5 – Архітектурно-кліматична характеристика садибного житлового дома у м. Києві



Будівельна
теплотехніка

ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ ТОВЩИНИ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОГО ШАРУ КОНСТРУКЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ЛІНІЙНИХ І ТОЧКОВИХ ТЕПЛОПРОВІДНИХ ВКЛЮЧЕНЬ

Вихідні дані

Загальний вигляд фрагменту конструкції наведено на рисунку 6.

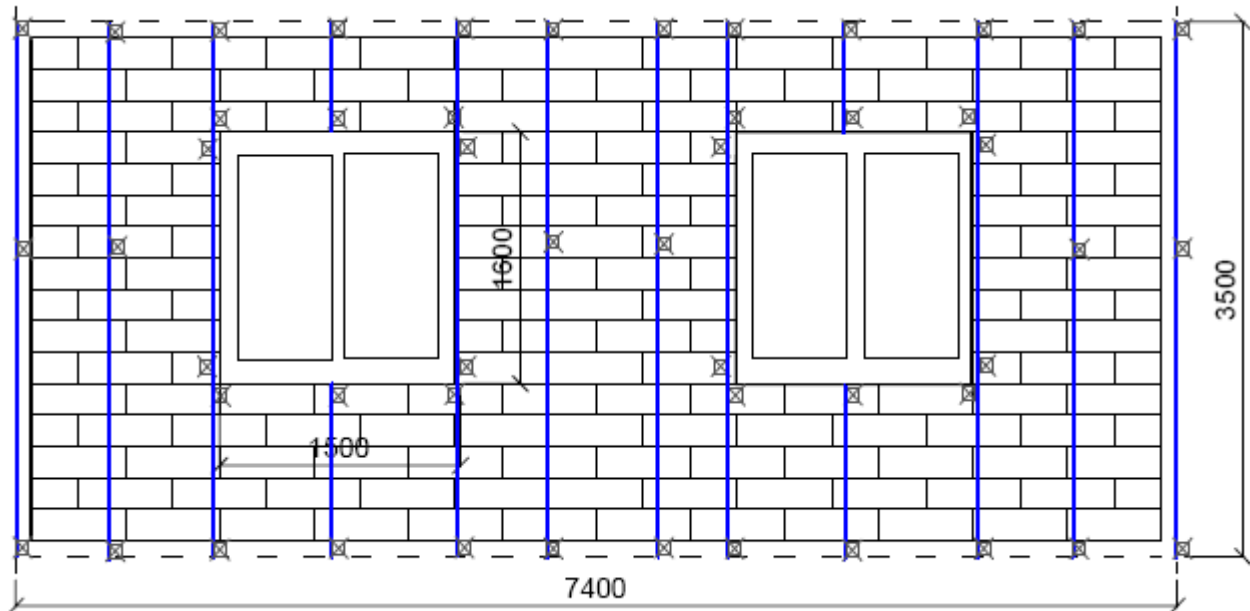


Рис. 1 – Загальний вигляд фрагмента фасаду

Фрагмент є конструкцією з фасадною теплоізоляцією з індустріальним опорядженням та вентиляльованим повітряним прошарком в межах одного поверху. По вертикалі фрагмент обмежений несучими колонами будинку, по горизонталі – плитами перекриття. Несуча частина стіни виконана на основі кладки з блоків з ніздрюватого бетону товщиною 200 мм, густиною 800 кг/м^3 , теплоізоляційний шар передбачається влаштовувати з мінераловатних плит ROCKWOOL марки WENTIROCK Max комбінованої структури густиною 45 кг/м^3 – внутрішній шар та 90 кг/м^3 – зовнішній шар. Мінераловатні плити кріпляться до несучої стіни за допомогою пластикових дюбелів з металевим стрижнем. Кількість дюбелів з розрахунку 8 шт. на 1 м^2 . З внутрішньої сторони зовнішніх стін влаштовується цементно-піщана штукатурка товщиною 15 мм. Несучі елементи підсистеми вентиляльованого фасаду кріпляться до елементів будинку через закладні деталі, що влаштовуються по плитах перекриття та несучих кронштейнів по кладці з ніздрюватого бетону. Висота поверху 3,5 м, розміри в осях між колонами 7,4 м. Розміри фрагмента фасаду, що розглядається, становлять $3,3 \text{ м} \times 7,2 \text{ м}$. На фрагменті наявні дві віконні конструкції площею $1,5 \text{ м} \times 1,6 \text{ м}$. Загальна площа непрозорої частини фрагмента фасаду дорівнює $19,0 \text{ м}^2$.

Місце будівництва – м. Ужгорода.

Необхідно визначити мінімально допустиму товщину теплоізоляційного шару для забезпечення нормативних вимог ДБН В.2.6-31.

Нормативні вимоги

Згідно з ДБН В.2.6-31 мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі для непрозорих частин зовнішніх стін в І-й температурній зоні експлуатації України (м. Ужгород) становить $R_{q \min} = 2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Розрахунок

1. Попередньо товщину теплоізоляційного шару приймаємо рівною 120 мм.
2. Визначаємо опір теплопередачі зовнішніх стін за формулою

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i \text{ п}}} + \frac{1}{\alpha_3},$$

де $\alpha_{\text{в}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ $\alpha_3 = 12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, приймаємо згідно з Додатком Б [3];

δ_i – товщина i -го шару зовнішніх стін, м;

$\lambda_{i \text{ п}}$ – розрахункова теплопровідність матеріалу i -го шару зовнішніх стін в розрахункових умовах, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, приймають згідно з Додатком А [3], для умов експлуатації «Б». Для теплоізоляційних виробів ROCKWOOL приймають за результатами випробувань, проведених акредитованою лабораторією.

Отже, характеристики шарів.

$\delta_1 = 0,015 \text{ м}$, $\lambda_1 = 0,93 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ – характеристики внутрішньої штукатурки;

$\delta_2 = 0,2 \text{ м}$, $\lambda_2 = 0,3 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ – характеристики кладки з блоків з ніздрюватого бетону;

$\delta_3 = 0,12 \text{ м}$, $\lambda_3 = 0,041 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ – характеристики мінераловатних плит ROCKWOOL марки WENTIROCK Max комбінованої структури густиною $45 \text{ кг}/\text{м}^3$ – внутрішній шар та $90 \text{ кг}/\text{м}^3$ – зовнішній шар.

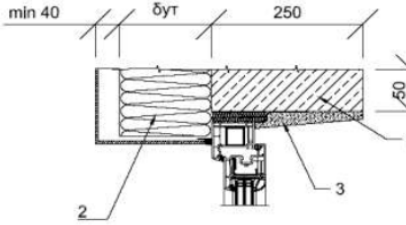
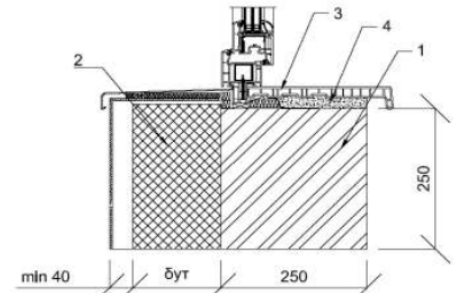
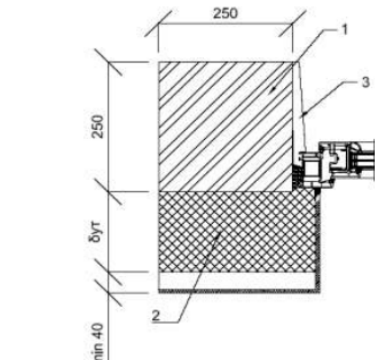
Тоді,

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{0,2}{0,3} + \frac{0,12}{0,041} + \frac{1}{12} = 3,81 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

3. Визначаємо характерні ділянки та типи теплопровідних включень. На фрагменті присутні наступні теплопровідні включення, що відносяться до непрозорої огорожувальної конструкції:

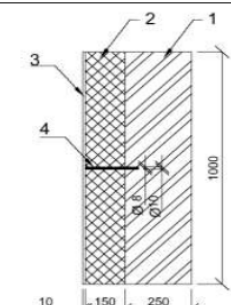
- відкоси віконних прорізів в зоні надвіконної перемички, підвіконня, рядового примикання – лінійні елементи:

Таблиця Г.1 – Значення лінійних коефіцієнтів теплопередачі лінійних теплопровідних включень [3]

Ч.ч.	Тип теплопровідного включення, його характеристики	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, k , Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
		розрахункова теплопровідність, λ , Вт/(м·К)	товщина теплоізоляції, $\delta_{\text{т}}$		
Вузол примикання віконної конструкції до зовнішніх стін з цегли з вентиляльованим повітряним прошарком в зоні перемички					
17	 <p>1 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$; 2 – утеплювач мінераловатний; 3 – цементно-піщана стяжка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$.</p>		150 мм	200 мм	250 мм
		0,045±0,005	0,063	0,062	0,062
Вузол примикання віконної конструкції до зовнішніх стін з цегли з вентиляльованим повітряним прошарком в зоні підвіконня					
18	 <p>1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – утеплювач мінераловатний; 3 – ПВХ підвіконня; 4 – цементно-піщана стяжка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$.</p>		150 мм	200 мм	250 мм
		0,045±0,005	0,035	0,041	0,046
Вузол примикання віконної конструкції до зовнішніх стін з цегли з вентиляльованим повітряним прошарком в зоні рядового сполучення					
19	 <p>1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – утеплювач мінераловатний; 3 – цементно-піщана стяжка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$.</p>		150 мм	200 мм	250 мм
		0,045±0,005	0,049	0,053	0,058

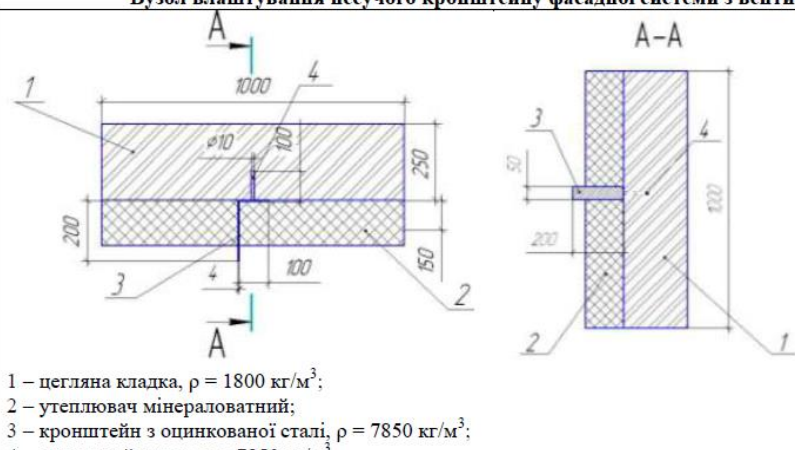
- дюбелі для кріплення мінераловатних плит – точкові елементи:

Таблиця Д.1 – Значення точкових коефіцієнтів теплопередачі точкових теплопровідних включень

Ч.ч.	Тип теплопровідного включення, його характеристики	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ , Вт/К, залежно від параметрів теплоізоляційного шару	
		розрахункова теплопровідність, λ , Вт/(м·К)	товщина теплоізоляції, δ
Вузол влаштування пластикового дюбелю з металевим стрижнем для кріплення теплоізоляційного шару в фасадній системі з опорядженням штукатурками			
2	 <p>1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – утеплювач мінераловатний; 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; 4 – пластиковий дюбель з металевим стрижнем $\varnothing 10 \text{ мм}$.</p>		150 мм
		0,045	0,005

- несучі кронштейни для кріплення елементів підсистеми вентиляваного фасаду – точкові елементи.

Таблиця Д.1 – Значення точкових коефіцієнтів теплопередачі точкових теплопровідних включень

Ч.ч.	Тип теплопровідного включення, його характеристики	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ , Вт/К, залежно від параметрів теплоізоляційного шару	
		розрахункова теплопровідність, λ , Вт/(м·К)	товщина теплоізоляції, δ
1	<p style="text-align: center;">Вузол влаштування несучого кронштейну фасадної системи з вентиляваним повітряним прошарком</p>  <p>1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – утеплювач мінераловатний; 3 – кронштейн з оцинкованої сталі, $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$; 4 – металевий анкер, $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$.</p>		150 мм
		0,045	0,015

Для вищезазначених теплопровідних включень за проектними даними та даними Додатків Г та Д визначаємо кількісні показники та характеристики лінійних та точкових коефіцієнтів теплопередачі. Характеристики отримані шляхом інтерполяції даних наведених в додатку Г для товщини теплоізоляційного шару 120 мм. Зведені результати наведені в таблиці 1.

Таблиця 13 – Теплопровідні включення та їх кількісне вираження

Найменування теплопровідного включення	Протяжність, м	Кількість, шт.	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, k , Вт/(м·К)	Точковий коефіцієнт теплопередачі, ψ , Вт/К
Віконний відкос в зоні перемички	3,0	–	0,063	–
Віконний відкос в зоні підвіконня	3,0	–	0,032	–
Віконний відкос в зоні рядового примикання	6,4	–	0,046	–
Дюбелі для кріплення мінераловатних плит	–	152	–	0,005
Несучі кронштейни для кріплення елементів підсистеми вентиляваного фасаду	–	24	–	0,015

На підставі даних табл. 1 визначаємо приведений опір теплопередачі зовнішніх стін за формулою:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{F_{\Sigma}}{\sum_{i=1}^I \frac{F_i}{R_{\Sigma i}} + \sum_{j=1}^J k_j L_j + \sum_{k=1}^K \alpha_k N_k} =$$

$$= \frac{19,0}{\frac{19,0}{3,81} + 0,063 \cdot 3 + 0,032 \cdot 3 + 0,046 \cdot 6,4 + 152 \cdot 0,005 + 24 \cdot 0,015} = 2,84 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Оскільки отримана величина приведенного опору теплопередачі не задовольняє нормативним вимогам ДБН В.2.6-31 необхідно збільшити товщину утеплювача. Приймаємо її 150 мм.

И робимо новий розрахунок!!!!!!

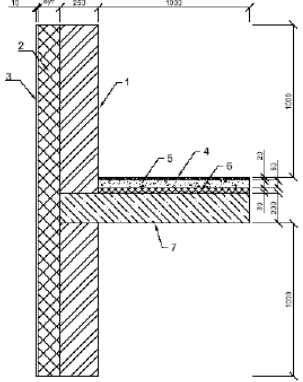
Висновок

Після того, як зроблено перерахунок і норми задовольняються, робиться висновок

Таким чином, мінімально необхідна товщина теплоізоляції з мінераловатних плит ROCKWOOL марки WENTIROCK Мах комбінованої структури густиною 45 кг/м³ – внутрішній шар та 90 кг/м³ – зовнішній шар становить мм.

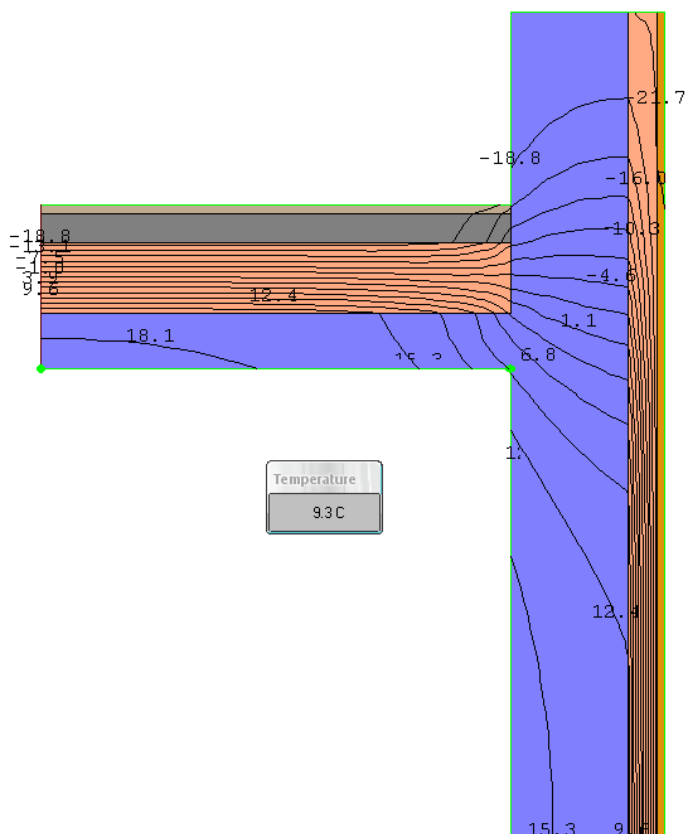
РОЗРАХУНОК ПРИВЕДЕНОГО ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ КОНСТРУКТИВНОГО ВУЗЛА ЗА ДОПОМОГОЮ МОДЕЛЮВАННЯ ДВОВИМІРНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ

Вихідні умови

Ч.ч.	Тип теплопровідного включення, його характеристики	Лінійний коефіцієнт теплопередачі, k , Вт/(м·К), залежно від параметрів теплоізоляційного шару			
		розрахункова теплопровідність, λ , Вт/(м·К)	товщина теплоізоляції, $\delta_{ут}$		
1	2	3	4	5	6
Вузол примикання зовнішніх стін з цегли з опорядженням штукатуркою до міжповерхового перекриття					
1	 <p>1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 2 – утеплювач мінераловатний; 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$; 4 – дерев'яне покриття підлоги, $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$; 5 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$; 6 – мінераловатна плита, $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$; 7 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$;</p>		120 мм	150 мм	180 мм
		0,040 0,045 0,050	0,080 0,087 0,094	0,073 0,082 0,090	0,062 0,069 0,076

Розрахунок проводимо за допомогою програми TERM 6.

Побудова ізотерм і визначення мінімальної температури внутрішньої поверхні



Розрахунок опору теплопередачі у конструкціях, що примикають до теплопровідного включення

Таблиця значень коефіцієнтів теплопровідності (U-Factors):

	U-factor W/m2-K	delta T C	Length mm	Rotation	
наружная поверхность	0.4849	42.0	3497	N/A	Total Length
внутренняя стена	1.0436	42.0	1000	N/A	Projected Y
перекрытие	0.6521	42.0	1000	N/A	Projected X

% Error Energy Norm: 7.65%

Buttons: Export, OK

Через кожен 1 м² зовнішньої поверхні при різниці температур в 1°C витрачається 0,4849 Вт тепла. Оскільки загальна площа зовнішньої поверхні складає 3,497 м² (при умовній довжині вузла 1 м), а різниця температур складає 42°C, то загальна кількість теплоти, що пройде крізь вузол складе 0,4849 · 3,497 · 42=71,219 Вт.

Через внутрішню стіну пройде 1,0436 · 1 · 42=43,831 Вт.

Через перекриття пройде 0,6521 · 1 · 42=27,388 Вт.

Таким чином: 43,831+27,388=71,219 Вт

Приведений опору теплопередачі крайових ділянок будуть:

$$R_{ст} = 1/1,0436=0,958 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$$

$$R_{пер} = 1/0,6521=1,53 \text{ м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}.$$

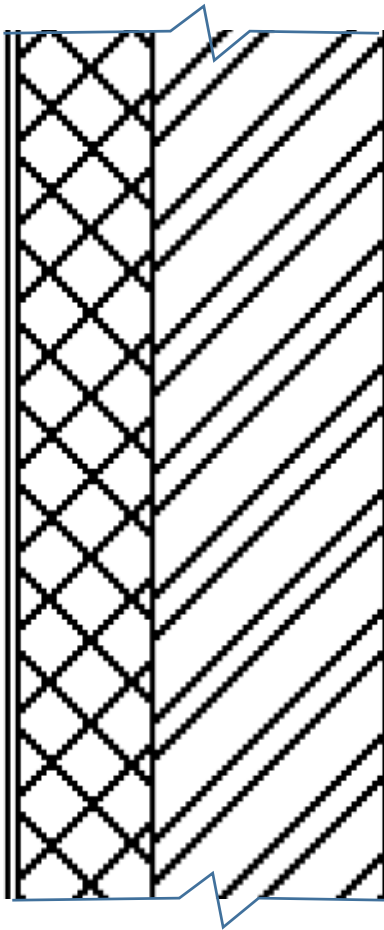
РОЗРАХУНОК ВОЛОГІСНОГО СТАНІ ОГОРОДЖУВАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

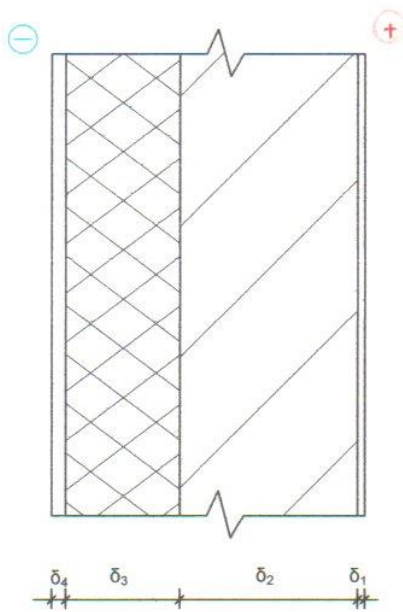
Вихідні умови

Район будівництва – м. _____

Призначення приміщення – житлове.

Розрахунок провести для конструкції стіни, для якої проводився розрахунок температурного поля, чи для тіла конструкції, для якої розраховувалась товщина утеплювача.





- Визначаємо температурну зону будівництва (додаток В)

м. Рівне

I температурна зона України

- Визначаємо тепловологісний режим приміщення (додаток Г):

-розрахункова температура внутрішнього повітря:

$$t_b = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

-розрахункове значення відносної вологості:

$$\varphi_b = 55\%$$

таблиця (Г.2.)

- Визначаємо умови експлуатації огорожувальної конструкції в залежності від вологісного режиму приміщення (додаток К)

Умови експлуатації Б

- Таблиця тепло-фізичних показників будівельних матеріалів конструктивних шарів огорожувальної конструкції з урахуванням умов експлуатації (для повітряних прошарків - додаток И.1.)

№ шару	Будівельний матеріал конструктивного шару	δ , м	γ_b , кг/м ³	Розрахункові коефіцієнти		
				λ , Вт/(мК)	s , Вт/(м ² К)	μ , мг/(м год Па)
1	Розчин цементно-піщаний	0,01	1600	0,81	9,76	0,12
2	Цегла глиняна звичайна на цементно-піщаному розчині	0,25	1800	0,81	10,12	0,11
3	Плити з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому	0,16	50	0,042	0,37	0,52
4	Розчин цементно-піщаний	0,02	1600	0,81	9,76	0,12

- Визначити розрахунковий опір теплопередачі заданої огорожувальної конструкції - R_s , м²К/Вт (додаток Е)

$$R_{\Sigma} = R_b + R_k + R_3, \text{ де}$$

$R_b = 1/\alpha_b$, де α_b = коефіцієнт сприйняття внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції Вт/м²К, що приймається за додатком 3

$$R_b = 1/8,7 = 0,115 \text{ Вт/м}^2\text{К}$$

$R_3 = 1/\alpha_3$, де α_3 = коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції Вт/м²К, що приймається за додатком 3

$$R_3 = 1/23 = 0,043 \text{ Вт/м}^2\text{К}$$

$R_k = \delta/\lambda$, де δ -товщина огорожувальної конструкції, м;
 λ -коефіцієнт теплопровідності матеріалу з якого зроблена
 конструкція, Вт/мК

$$\begin{aligned} R_{k1} &= 0,01/0,81 = 0,012 \\ R_{k2} &= 0,25/0,81 = 0,3 \\ R_{k3} &= 0,16/0,042 = 3,8 \\ R_{k4} &= 0,02/0,81 = 0,025 \end{aligned} \Rightarrow R_k = \sum_{i=1}^{n-1} R_i, R_k = 4,1 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

$$R_{\Sigma} = 0,115 + 4,1 + 0,043 = 4,3 \text{ м}^2\text{К/Вт}$$

- Визначаємо мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції $R_{q \text{ min}}$, м²К/Вт (таблиця 2).

$$R_{q \text{ min}} = 2,8$$

$$R_{\Sigma} > R_{q \text{ min}}$$

- Визначаємо розрахункову температуру зовнішнього повітря (додаток Ж)

$$t_3 = -22 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

- Визначаємо температури на межах конструктивних шарів огорожувальної конструкції

$$\tau_B = t_B - (t_B - t_3)/R_{\Sigma} * (1/\alpha_B) = 20 - 42/4,3 * 0,115 = 18,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

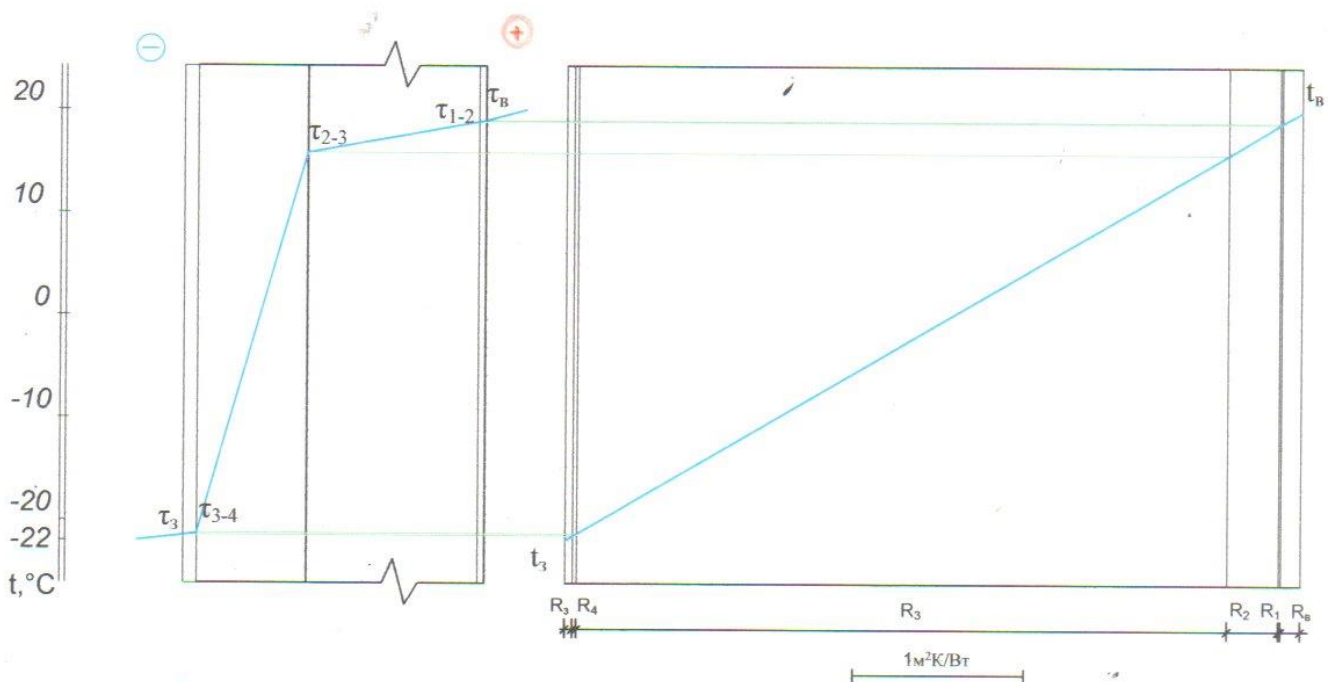
$$\tau_{1-2} = t_B - (t_B - t_3)/R_{\Sigma} * (1/\alpha_B + R_1) = 20 - 42/4,3 * (0,115 + 0,012) = 18,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\tau_{2-3} = t_B - (t_B - t_3)/R_{\Sigma} * (1/\alpha_B + R_1 + R_2) = 20 - 42/4,3 * (0,115 + 0,012 + 0,3) = 15,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\tau_{3-4} = t_B - (t_B - t_3)/R_{\Sigma} * (1/\alpha_B + R_1 + R_2 + R_3) = 20 - 42/4,3 * (0,115 + 0,012 + 0,3 + 3,8) = -21,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\tau_3 = t_B - (t_B - t_3)/R_{\Sigma} * (1/\alpha_B + R_1 + R_2 + R_3 + R_4) = 20 - 42/4,3 * (0,115 + 0,012 + 0,3 + 3,8 + 0,025) = -21,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

- Графік падіння температури в товщі огорожувальної конструкції



- Визначаємо вихідні данні: зовнішню та внутрішню температури і відносну вологість повітря (додаток Г та середні значення відносної вологості та температури повітря самого холодного місяця заданої місцевості):
 - розрахункова температура внутрішнього повітря: $t_B=20\text{ }^\circ\text{C}$
 - розрахункове значення відносної вологості: $\varphi_B=55\%$
таблиця (Г.2.)
 - середня місячна температура повітря січня (м.Рівне): $t_3=-5,4\text{ }^\circ\text{C}$
 - середня місячна відносна вологість січня (м.Рівне): $\varphi_3=87\%$
- Визначимо температури на межах конструктивних шарів огорожувальної конструкції (посилання на значення опору теплопередачі теплотехнічного розрахунку)

$$\tau_B = t_B - (t_B - t_3) / R_{\Sigma} * 1 / \alpha_B = 20 - 25,4 / 4,3 * 0,115 = 19,3\text{ }^\circ\text{C}$$

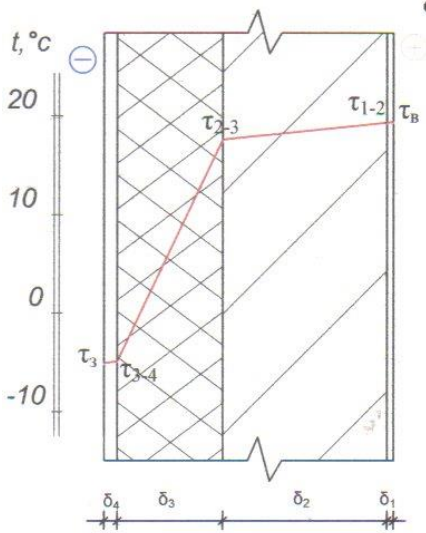
$$\tau_{1-2} = t_B - (t_B - t_3) / R_{\Sigma} * (1 / \alpha_B + R_1) = 20 - 25,4 / 4,3 * (0,115 + 0,012) = 19,25\text{ }^\circ\text{C}$$

$$\tau_{2-3} = t_B - (t_B - t_3) / R_{\Sigma} * (1 / \alpha_B + R_1 + R_2) = 20 - 25,4 / 4,3 * (0,115 + 0,012 + 0,3) = 17,5\text{ }^\circ\text{C}$$

$$\tau_{3-4} = t_B - (t_B - t_3) / R_{\Sigma} * (1 / \alpha_B + R_1 + R_2 + R_3) = 20 - 25,4 / 4,3 * (0,115 + 0,012 + 0,3 + 3,8) = -4,9\text{ }^\circ\text{C}$$

$$\tau_3 = t_B - (t_B - t_3) / R_{\Sigma} * (1 / \alpha_B + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5) = 20 - 25,4 / 4,3 * (0,115 + 0,012 + 0,3 + 3,8 + 0,025) = -5,1\text{ }^\circ\text{C}$$

- Будуємо графік падіння температури в товщі огорожувальної конструкції для вищезазначених даних.



- Будуємо графік розподілу парціального тиску насиченої водяної пари (E) в товщі огорожувальної конструкції по вищезазначених значеннях температур (τ) на межах конструктивних шарів огорожувальної конструкції

$$E_B = 2300\text{ Па}; E_{1-2} = 2290\text{ Па}; E_{2-3} = 2090\text{ Па}; E_{3-4} = 400\text{ Па}; E_H = 380\text{ Па}$$

Будуємо графік дійсного розподілу парціального тиску водяної пари (e) в товщі огорожувальної конструкції, попередньо обчисливши парціальний тиск на межах конструктивних шарів огорожувальної конструкції

$$e_x = e_B - (e_B - e_3) / R_{e\Sigma} * (R_{ex}) \quad R_{e\Sigma} = \sum_{i=1}^n \delta_i / \mu_i$$

$$e_B = 0,01 \varphi_B E_B \quad e_B = 0,01 * 55 * 2350 = 1292,5$$

$$e_3 = 0,01 \varphi_3 E_3 \quad e_3 = 0,01 * 87 * 360 = 313,2$$

$$R_{1e} = 0,01 / 0,12 = 0,08\text{ м}^2\text{годПа/мг}$$

$$R_{2e} = 0,25 / 0,11 = 2,3\text{ м}^2\text{годПа/мг}$$

$$R_{3e} = 0,16 / 0,52 = 0,3\text{ м}^2\text{годПа/мг}$$

$$R_{4e} = 0,02 / 0,12 = 0,2\text{ м}^2\text{годПа/мг}$$

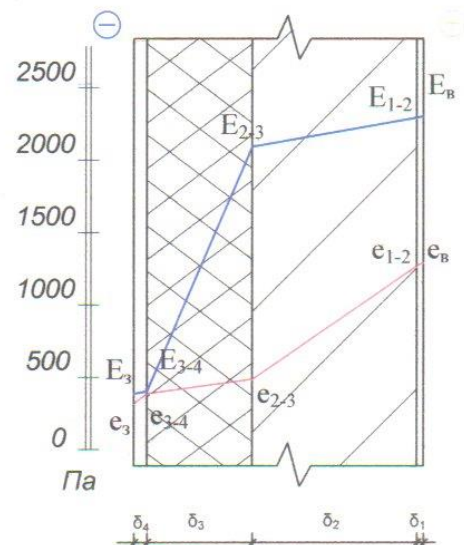
$$R_{e\Sigma} = 0,13 + 2,3 + 0,3 + 0,2 = 2,88\text{ м}^2\text{годПа/мг}$$


$$e_{1-2} = 1292,5 - ((1292,5 - 313,2) / 2,88) * 0,08 = 1265\text{ Па}$$

$$e_{2-3} = 1292,5 - ((1292,5 - 313,2) / 2,88) * (0,08 + 2,3) = 483\text{ Па}$$

$$e_{3-4} = 1292,5 - ((1292,5 - 313,2) / 2,88) * (0,08 + 2,3 + 0,3) = 381\text{ Па}$$

Висновок: умова $e_x < E_x$ - виконана, графіки не перетинаються, отже в огорожувальній конструкції конденсат не утворюється.





Будівельна
світлотехніка

РОЗРАХУНОК ПРИРОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ ПРИМІЩЕННЯ

Вихідні умови

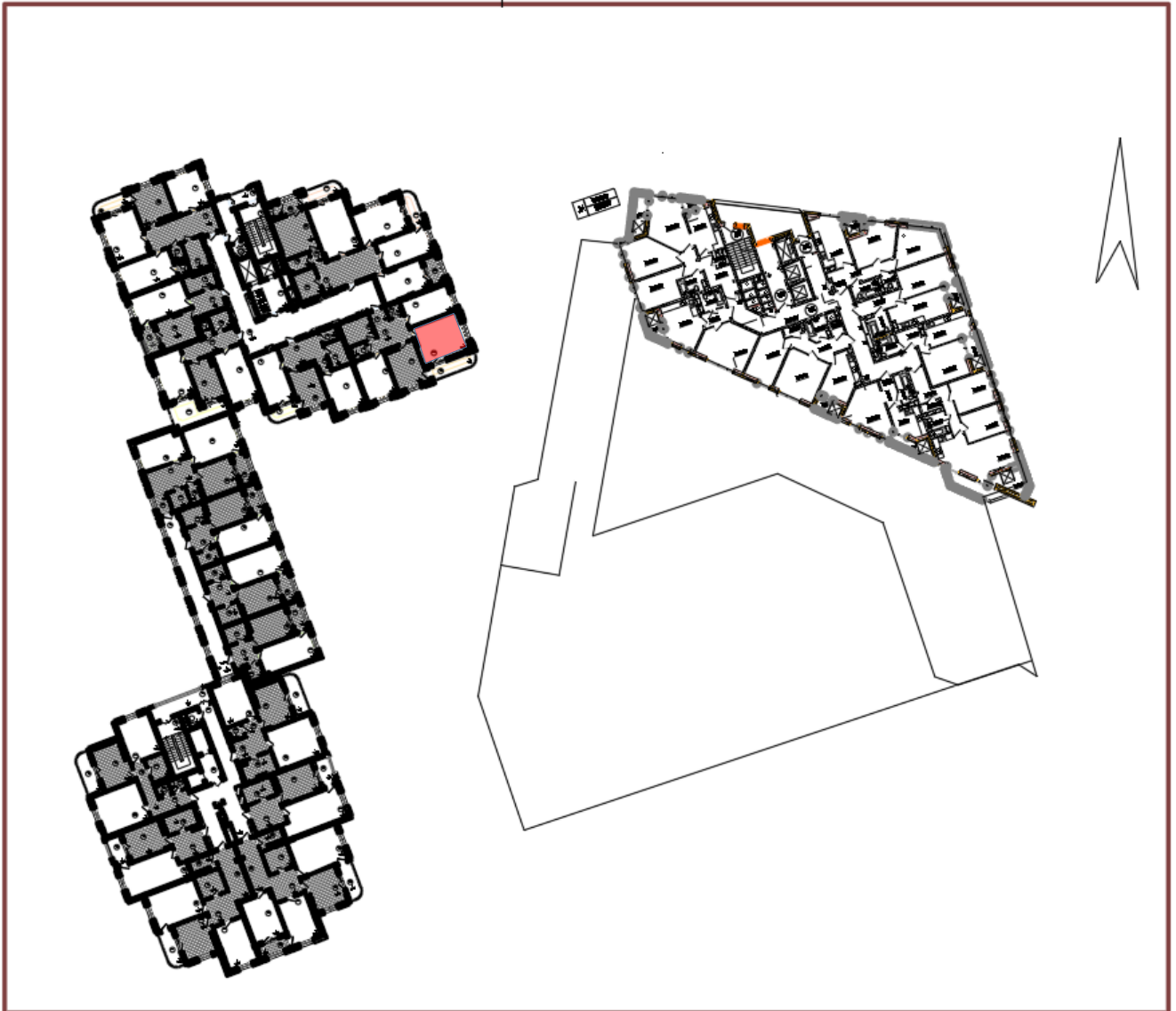


Рис. 1 – Генплан забудови

Район будівництва – м. Львів



Проставити розміри

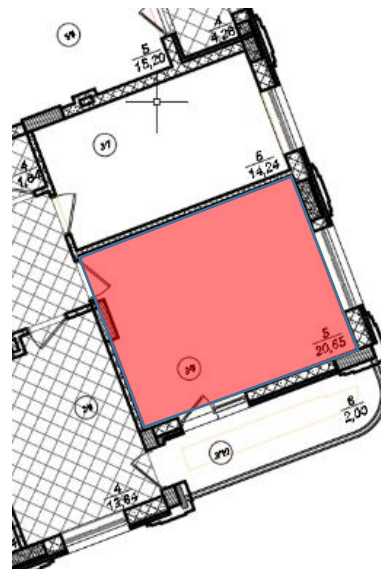




Рис. 2 – Вертикальні відмітки будинків

НОРМАТИВНІ ВИМОГИ

Розрахунок природного освітлення проводиться за методикою Зміни № 2 ДБН В.2.5-28-2006 [4,5]. Згідно нормативних вимог природне освітлення нормується у житлових кімнатах та кухнях квартир. Нормоване значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) у цих приміщеннях у розрахунковій точці

$$e_n = 0,5 \%$$

Розрахункова точка (РТ) знаходиться на перетині робочої поверхні та площини характерного розрізу на відстані 1 м від стіни, протилежної вікнам. Робочою поверхнею є

- у житлових кімнатах – підлога;
- у кухні – умовна робоча поверхня, що розташована на висоті 0,8 м над підлогою.

Дозволяється зниження розрахункового значення КПО від нормованого не більше ніж на 10 %.

Розрахунок КПО

Розрахунок КПО проводиться згідно [4] за формулою

$$e_p^{\delta} = \left(\sum_{i=1}^I \varepsilon_{н\delta_i} q_i m + \sum_{j=1}^J \varepsilon_{б\delta_j} R_j m_j \right) r_1 \frac{\tau_0}{K_3}, \quad (1)$$

де $\varepsilon_{\text{нб}_i}$, $\varepsilon_{\text{буд}_j}$ – геометричні КПО в розрахунковій точці, що враховують відповідно пряме світло від i -ї ділянки неба та світло, відбите від j -го затінюючого фасаду будинку, що визначаються за формулами

$$\varepsilon_{\text{нб}} = 0,01n_1 \cdot n_2, \quad \varepsilon_{\text{буд}} = 0,01n'_1 \cdot n'_2, \quad (2)$$

де n_1 , n_2 та n'_1 , n'_2 – кількість променів, що надходять у РТ за графіками I і II від неба та затінюючого фасаду;

q_i – коефіцієнт, що враховує нерівномірну яскравість i -ї ділянки хмарного неба МКО, визначається за формулою

$$q_i = \frac{3}{7}(1 + 2\sin\theta), \quad (3)$$

де θ – кутова висота центру i -ї ділянки неба відносно розрахункової точки;

R_j – коефіцієнт, що враховує відносну яскравість j -го протилежного будинку, який розраховується за формулою

$$R_j = \left(0,396 - 0,01 \sum_{k=1}^K \varepsilon_{\text{пр } k} q_{\text{пр } k} \right) \rho_{\text{ф}}, \quad (4)$$

де $\varepsilon_{\text{пр } k}$ – геометричний КПО центру ваги ділянки фасаду, який спостерігається з розрахункової точки через вікно, від частини неба, що затінюється k -м будинком;

$q_{\text{пр } k}$ – відносна яскравість частини неба, від якої розраховується $\varepsilon_{\text{пр } k}$;

$\rho_{\text{ф}}$ – коефіцієнт світловідбивання фасаду, видимого з розрахункової точки, визначається за формулою (2) [5]:

$$\rho_{\text{ф}} = \frac{\rho_{\text{м}} S_{\text{м}} + \rho_{\text{в}} S_{\text{в}}}{S_{\text{м}} + S_{\text{в}}}, \quad (5)$$

де $\rho_{\text{м}}$, $\rho_{\text{в}}$ – відповідно коефіцієнти світловідбивання матеріалу обробки фасаду і застаклених прорізів фасаду з урахуванням рам ($\rho_{\text{в}} = 0,2$, $\rho_{\text{м}}$ – приймається за табл. 22 [5]);

m , m_j – коефіцієнти світлового клімату відповідно розрахункового світлопрорізу та j -го будинку, що визначаються за таблицею Л.1 [4];

I , J – відповідно кількість окремих розрахункових ділянок неба та фасадів протилежних будинків, які спостерігаються через світлопроріз з розрахункової точки;

r_1 – коефіцієнт, що враховує підвищення КПО за рахунок світла, відбитого від внутрішніх поверхонь приміщення, який визначається за таблицею Л.7 [4];

τ_0 – загальний коефіцієнт світлопропускання, який визначається за формулою

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (6)$$

де τ_1 – коефіцієнт світлопропускання матеріалу, який визначається за таблицею Л.9 [4];

τ_2 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у рамах світлопрорізу, який розраховується за формулою

$$\tau_2 = \frac{S_B - S_P}{S_B}, \quad (7)$$

де S_B – площа вікна (в світлі), м²;

S_P – площа рами, м²;

τ_3 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у несучих конструкціях перекриття (у даному випадку $\tau_3=1$);

τ_4 – коефіцієнт, що враховує затінення вікна конструкціями літніх приміщень, який визначається за таблицею Л.11 (при їхній відсутності $\tau_4=1$);

τ_5 – коефіцієнт, що враховує наявність захисної сітки під ліхтарями (у даному випадку $\tau_5 = 1$).

K_3 – коефіцієнт запасу, який приймається за таблицею 3 [5];

У розрахунках освітленості кімнати № 4 квартири 4 були прийняті наступні вихідні умови:

- засклення вікон **подвійне, $\tau_1 = 0,8$; (у існуючому будинку) потрібне $\tau_1 = 0,7$ – у новому**
- коефіцієнт, що враховує втрати світла у рамах світлопрорізу $\tau_2 = 0,75$;
- коефіцієнт **затінення балконною плитою вікна $\tau_4 = 0,9$ ($\beta = 23^\circ$); - як що є, то необхідно розрахувати**
- коефіцієнт світловідбивання фасаду будинку, що проектується $\rho_f = 0,7$ (світла фарба, процент засклення фасаду – 20 %);
- коефіцієнт світловідбиття внутрішніх поверхонь кімнат $\rho_{сеп} = 0,4$;
- коефіцієнт запасу $K_3 = 1,2$.

Геометричну частину розрахунків КПО у кімнаті наведено на рис. **10-15**, розрахунок за формулами (1)-(7) – у табл. 1.

Окрім позначень, що вже визначені, у табл. 4 використані наступні позначення:

B – глибина приміщення, м;

h_1 – висота верха вікна над робочою поверхнею, м;

l – відстань від розрахункової точки до зовнішньої стіни з вікном, м;

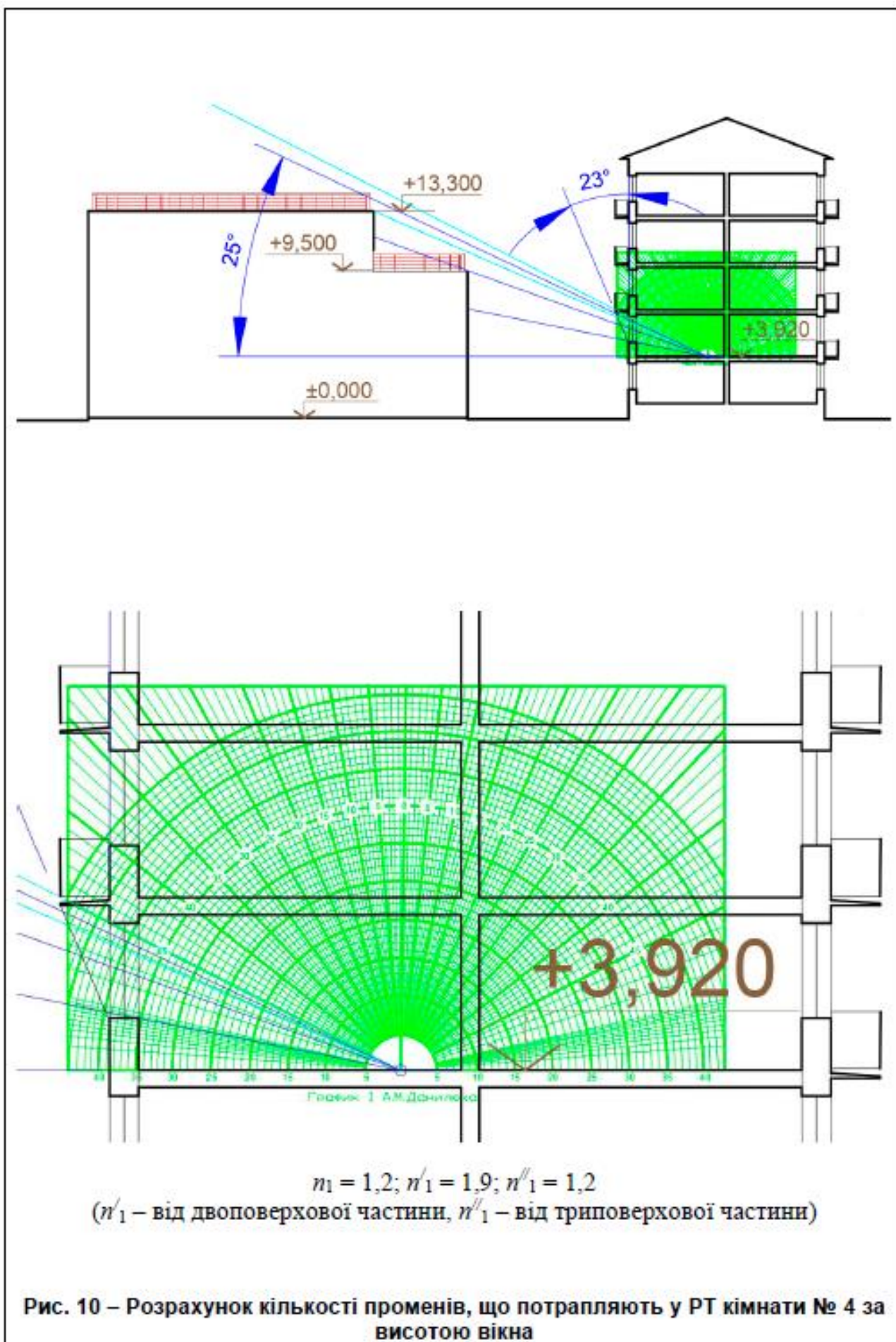
$l_{п}$ – довжина приміщення вздовж фасаду, м.

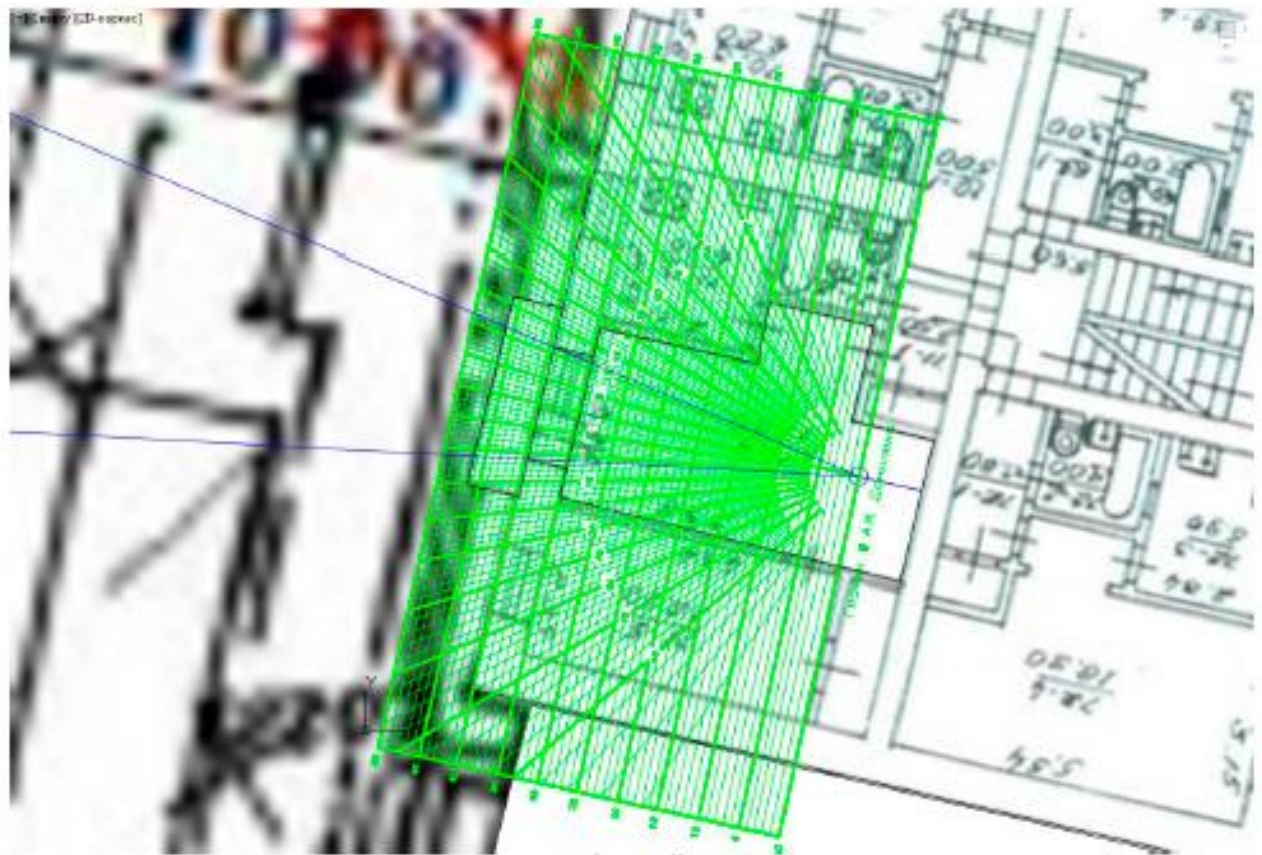
Табл. 1. Розрахунок КПО у кімнаті на другому поверсі будинку

Величина, що розраховується		Значення величини
Кількість променів, що надходять від неба	n_1	1,2
	n_2	22
Кутова висота і відносна яскравість центру ділянки неба	$\theta_{нб}$, град	25
	$q_{нб}$	0,79
Кількість променів, що надходять від двоповерхової частини будинку, що проектується	n'_1	1,9
	n'_2	22
Кількість променів, що надходять від триповерхової частини будинку, що проектується	n''_1	1,2
	n''_2	22
Геометричні КПО від окремих ділянок вікна	$\varepsilon_{нб}$, %	0,264
	$\varepsilon'_{буд}$, %	0,42
	$\varepsilon''_{буд}$, %	0,26
Кількість променів, що затіняють ділянку двоповерхової частини будинку, що проектується, яка спостерігається з РТ	$n'_{пр1}$	98
	$n'_{пр2}$	38
Геометричний КПО затінення	$\varepsilon'_{пр}$, %	37,2
Кутова висота центру ділянки затінення і відносна яскравість ділянки неба, що затінюється	$\theta'_{пр}$, град	20
	$q'_{нб}$	0,72
Кількість променів, що затіняють ділянку триповерхової частини будинку, що проектується, яка спостерігається з РТ	$n''_{пр1}$	94
	$n''_{пр2}$	15
Геометричний КПО затінення	$\varepsilon''_{пр}$, %	14,1
Кутова висота центру ділянки затінення і відносна яскравість ділянки неба, що затінюється	$\theta''_{пр}$, град	8
	$q''_{нб}$	0,55
Коефіцієнт світловідбиття фасаду будинку, що проектується	ρ_f	0,7
Відносна яскравість двоповерхової частини будинку, що проектується	R'	0,09
Відносна яскравість триповерхової частини будинку, що проектується	R''	0,25
Коефіцієнт світового клімату вікна кімнати, що розраховується	m	1,1
Коефіцієнт світового клімату будинку, що проектується	$m_{буд}$	1,09
Глибина приміщення	B , м	5,58
Висота від РТ до верху вікна	h_1 , м	2,55
Відстань РТ від вікна	l , м	4,58
Довжина приміщення	l_p , м	2,29
Коефіцієнт відбитого світла	r_1	2,6
Загальний коефіцієнт світлопропускання	τ_o	0,54
Розрахункове КПО	e , %	0,4

Висновок. Таким чином, при нормативній величині світловідбиття фасаду будинку, що проектується, $\rho_f = 0,7$ нормативні вимоги з природного освітлення у кімнаті № 4 квартири 4 на другому поверсі будинку 98Б не виконуються.

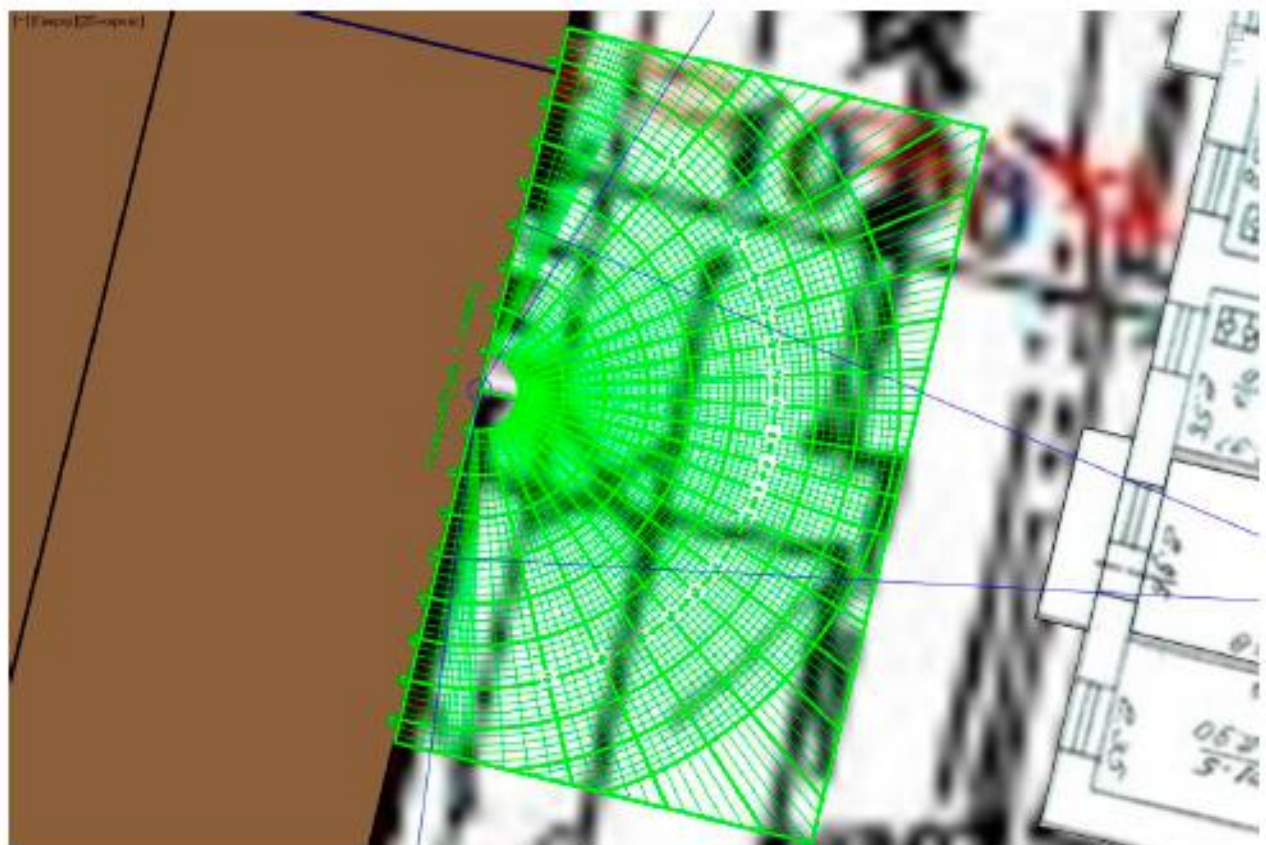
Для забезпечення виконання норм необхідно пофарбувати фасад будинку, що проектується, білою атмосферостійкою фарбою з коефіцієнтом світловідбиття $\rho_f = 0,85$. У цьому випадку відносна яскравість двоповерхової частини будинку, що проектується становить $R' = 0,3$, триповерхової – $R'' = 0,2$, а значення КПО у РТ $e = 0,48$ %, що задовольняє нормам.





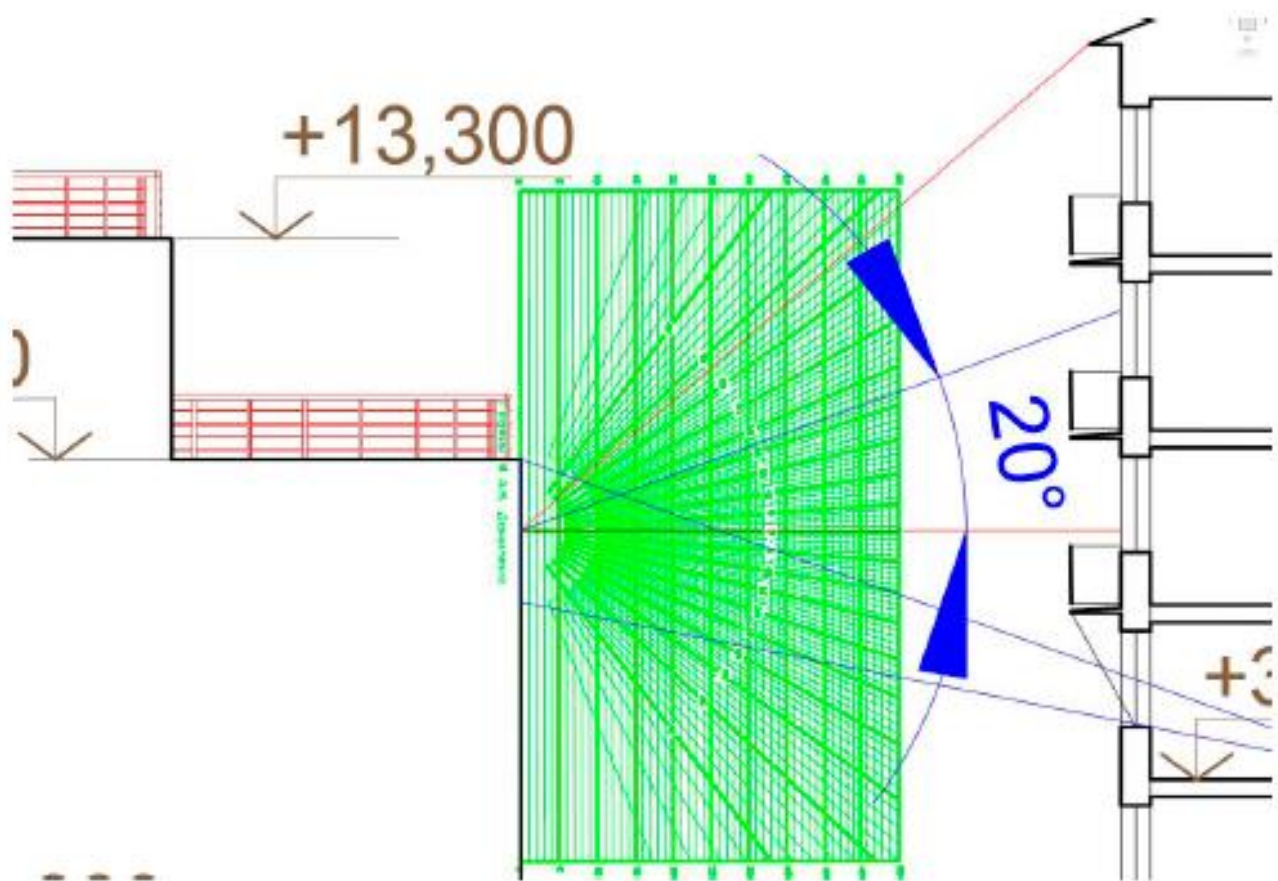
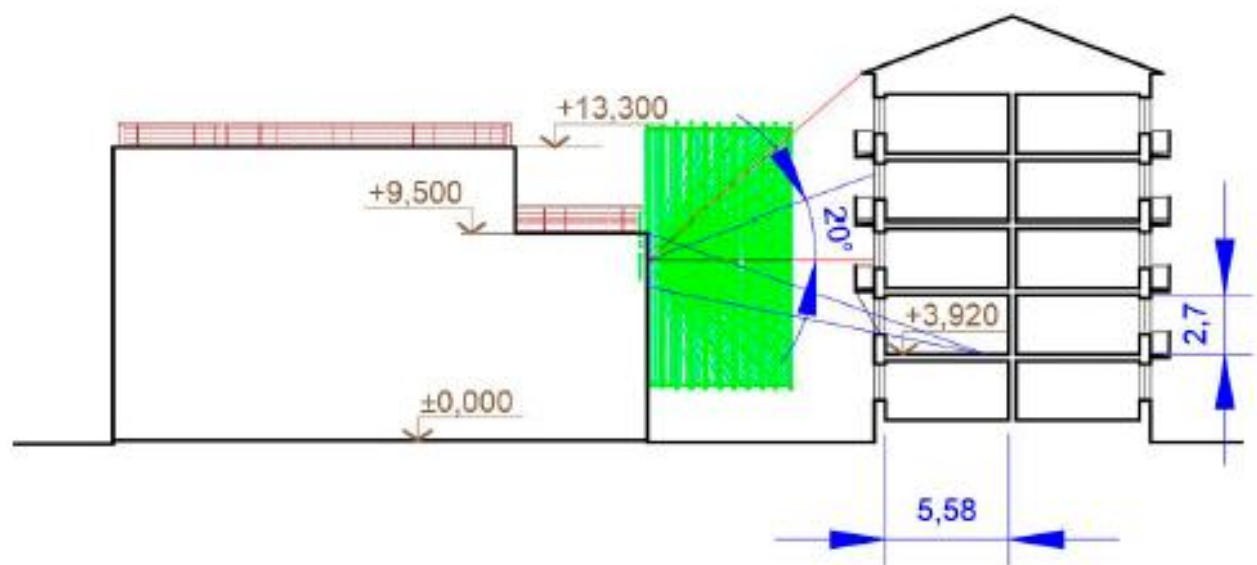
$$n_2 = n'_2 = n''_2 = 22$$

Рис. 11 – Розрахунок кількості променів, що потрапляють у РТ кімнати № 4 за шириною вікна



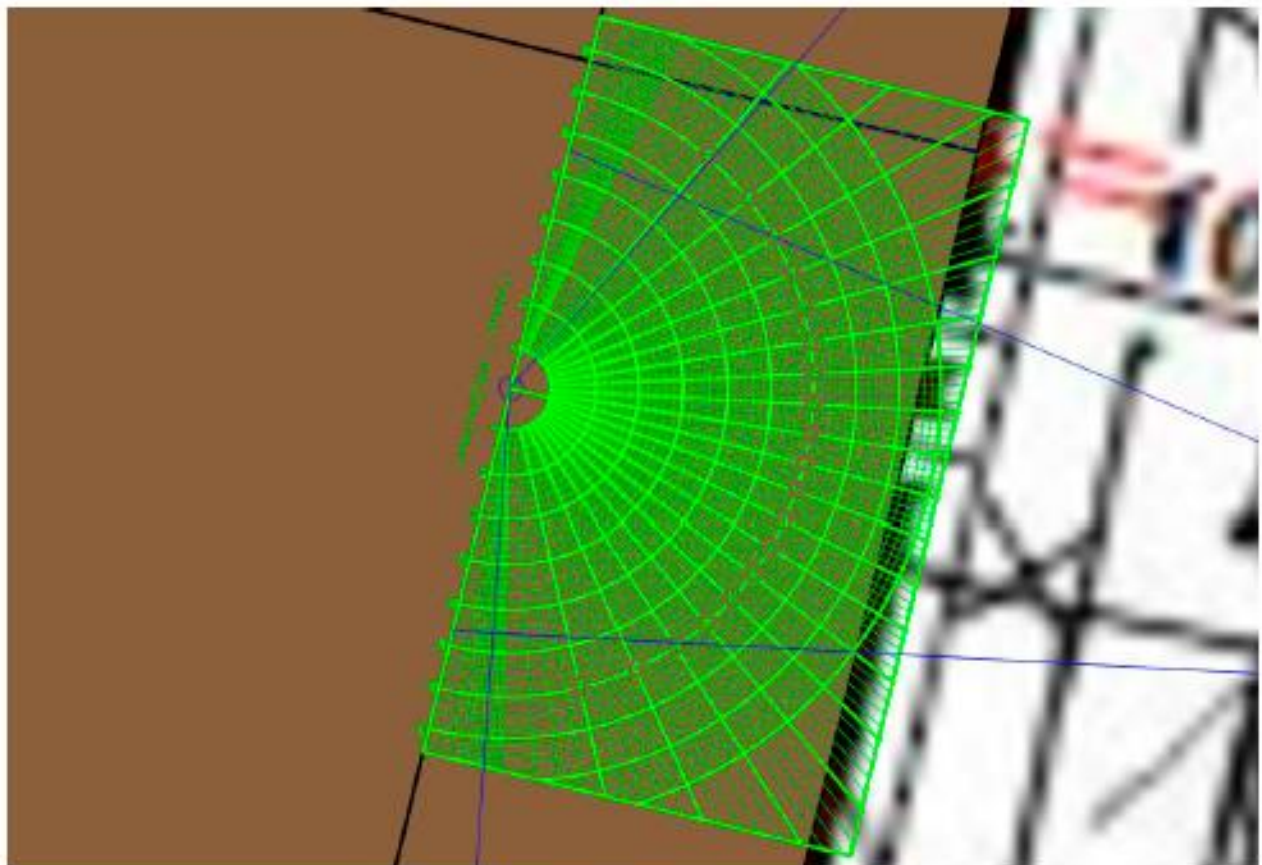
$$n_{\text{пл}} = 98$$

Рис. 12 – Розрахунок кількості променів у плані, що затінюють фасад двоповерхової частини будинку, що проектується, який спостерігається крізь вікно кімнати № 4



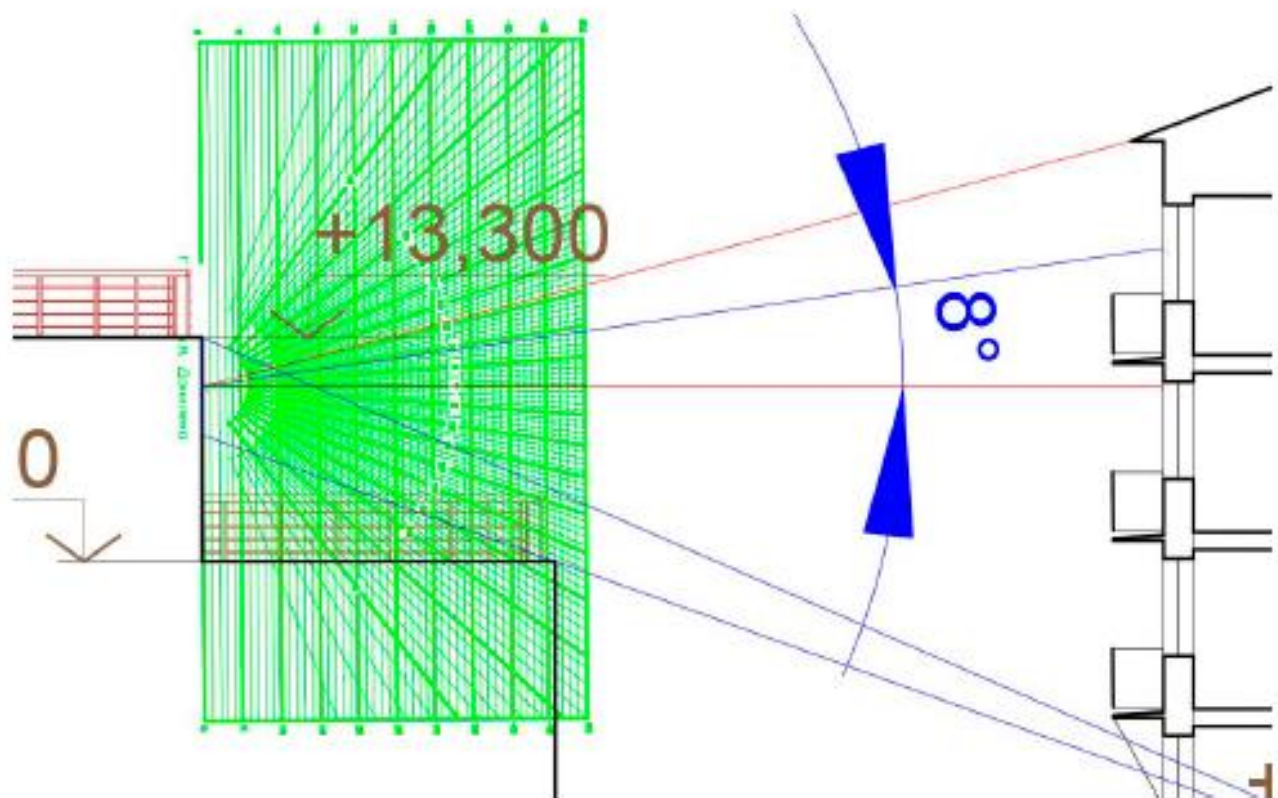
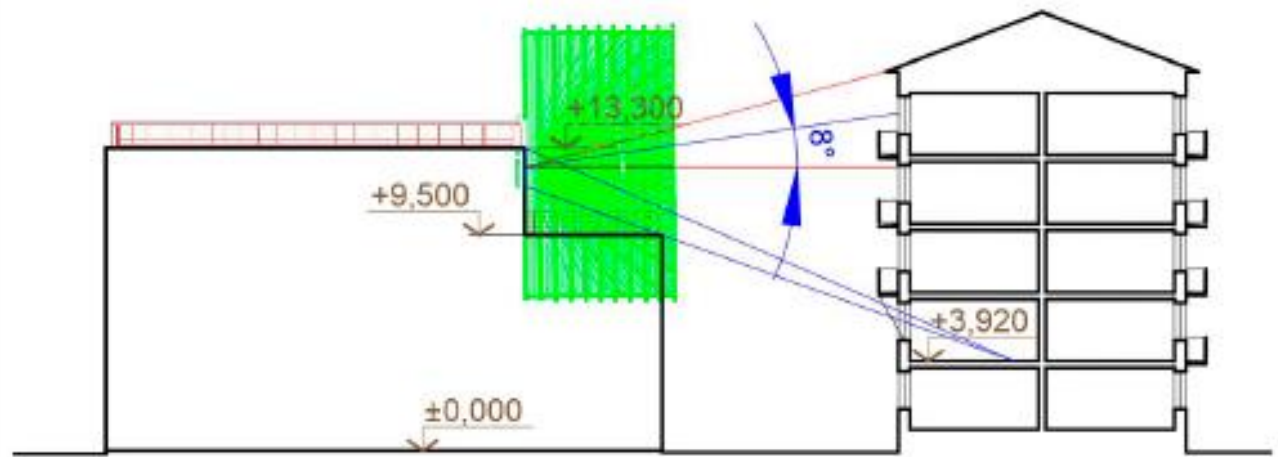
$$n_{\text{пр2}} = 38$$

Рис. 13 – Розрахунок кількості променів у розрізі, що затінюють фасад двоповерхової частини будинку, що проектується, який спостерігається крізь вікно кімнати № 4



$$n''_{\text{сп1}} = 94$$

Рис. 14 – Розрахунок кількості променів у плані, що затінюють фасад триповерхової частини будинку, що проектується, який спостерігається крізь вікно кімнати № 4



$$n''_{\text{пр2}} = 15$$

Рис. 15 – Розрахунок кількості променів у розрізі, що затіняють фасад триповерхової частини будинку, що проектується, який спостерігається крізь вікно кімнати № 4

РОЗРАХУНОК ІНСОЛЯЦІЇ ПРИМІЩЕННЯ

Нормативні вимоги

Розрахунок інсоляції проводиться за методикою ДСТУ-Н Б В.2.2-27:2010 «Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення» [6] з використанням сонячної карти для 50° пн. ш. за методом розрахункової точки.

Згідно ДСП № 173 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів» [7] тривалість безперервної інсоляції повинна становити для житлових приміщень не менше 2,5 годин на день на період з 22 березня до 22 вересня. При переривчатості інсоляції загальна тривалість інсоляції повинна складати не менше 3,0 годин у зазначений період року.

Згідно ДБН 360-92** «Планування і забудова міських та сільських поселень» [8], у житлових будинках меридіонального типу, де інсолується усі кімнати квартир, а також при реконструкції житлової забудови або при розміщенні нового будівництва в особливо складних містобудівних умовах (історично цінне міське середовище, дорога підготовка території, зона загальноміського і районного центрів) допускається скорочення тривалості інсоляції на 0,5 години. Це положення відповідає умовам проектування.

Нормативна тривалість інсоляції повинна бути забезпечена: у житлових квартирах – не менше однієї житлової кімнати в одно-, дво-, трикімнатній квартирі і не менше двох житлових кімнат в чотирикімнатній квартирі.

Розрахунок тривалості інсоляції проведено для кімнати, розташованій на нижньому (другому) житловому поверсі.

На кресленнях *зеленим* кольором позначені тіньові маски від екрануючих елементів світлопрорізу, *синім* – від оточуючих будинків.

Розрахунок інсоляції

Інсоляційний режим кімнати побудовано на рис. 6. Розрахунок інсоляції зведено у табл. 2.

Табл. 1. Розрахунок інсоляції кімнати № 1 квартири 1 на другому поверсі будинку 9-Б

Місяць	Інсоляція, год.хв				
	початок	перерва	кінець	тривалість	
				безперервна	загальна
III, IX	13.45	–	15.45	2.00	2.00
IV, VIII	13.27	–	16.21	2.54	2.54
V, VII	14.20	–	16.50	2.30	2.30
VI	14.25	–	17.03	2.38	2.38
Загальна оцінка інсоляційного режиму кімнати. Інсоляційні норми виконуються					

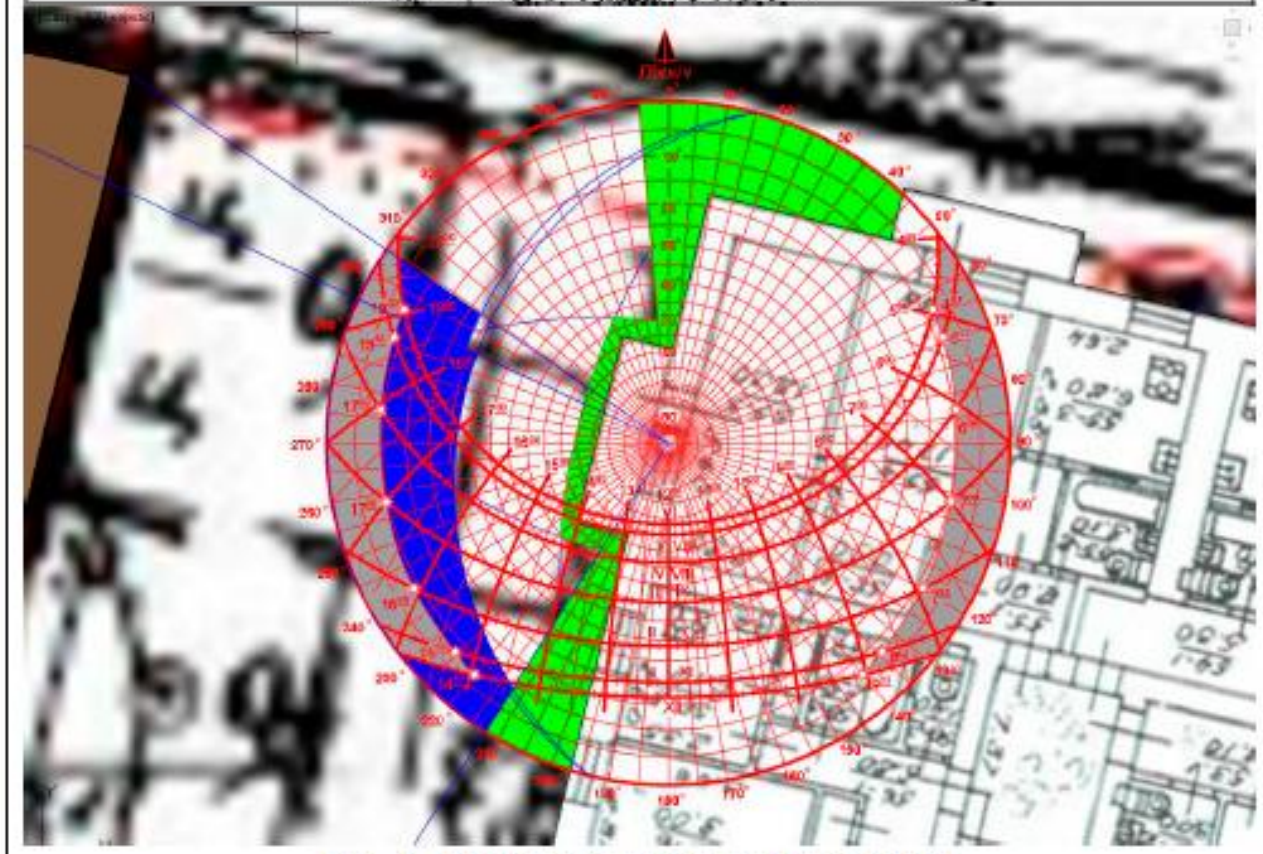


Рис. 4 – Інсоляційна картина кімнати № 1

РОЗРАХУНОК СОНЦЕЗАХИСНОГО ПРИСТРОЮ

Розрахунок СЗП проведено за методикою [9]

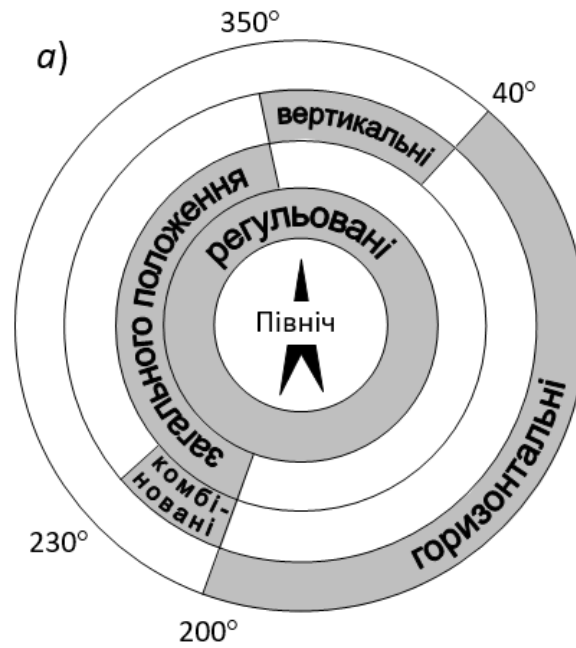


Рис. 1.1 – Вибір типу сонцезахисного пристрою залежно від орієнтації вікна

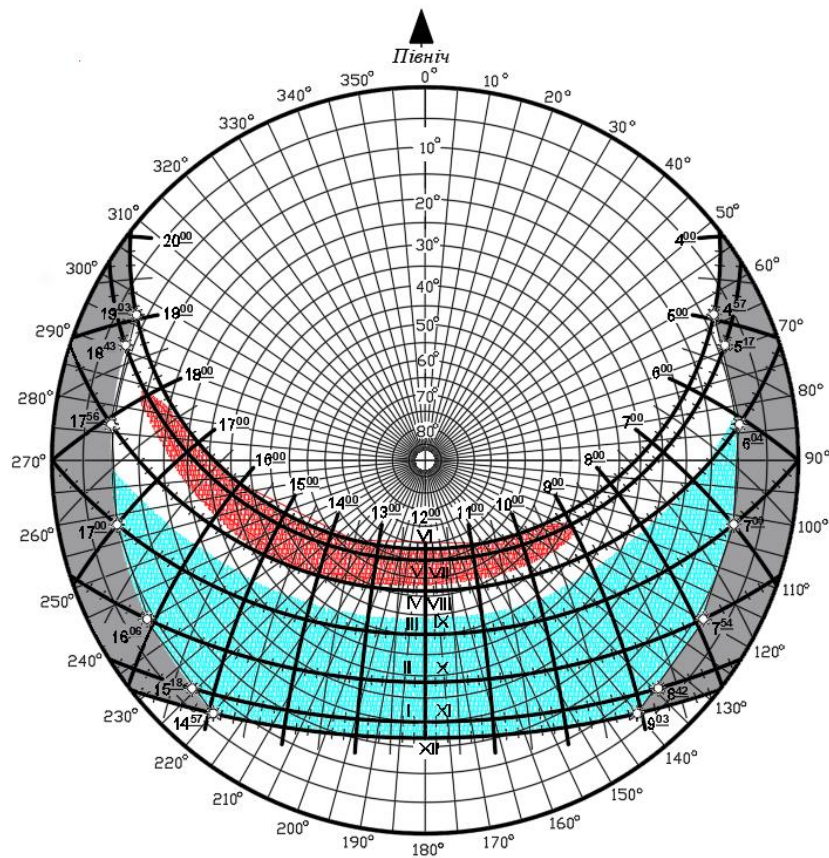


Рис. 1.2 – Сонячна карта для проектування сонцезахисту

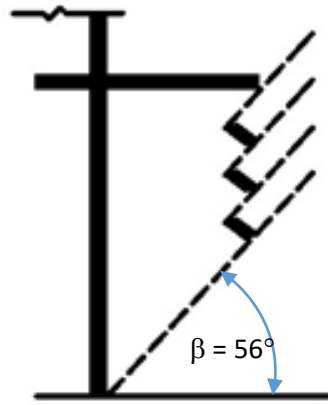
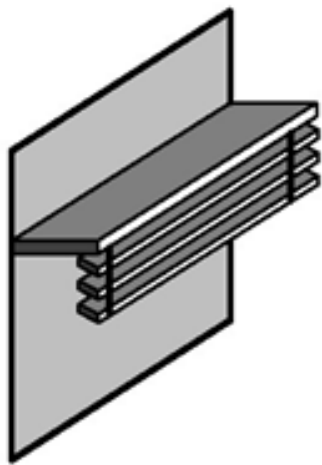
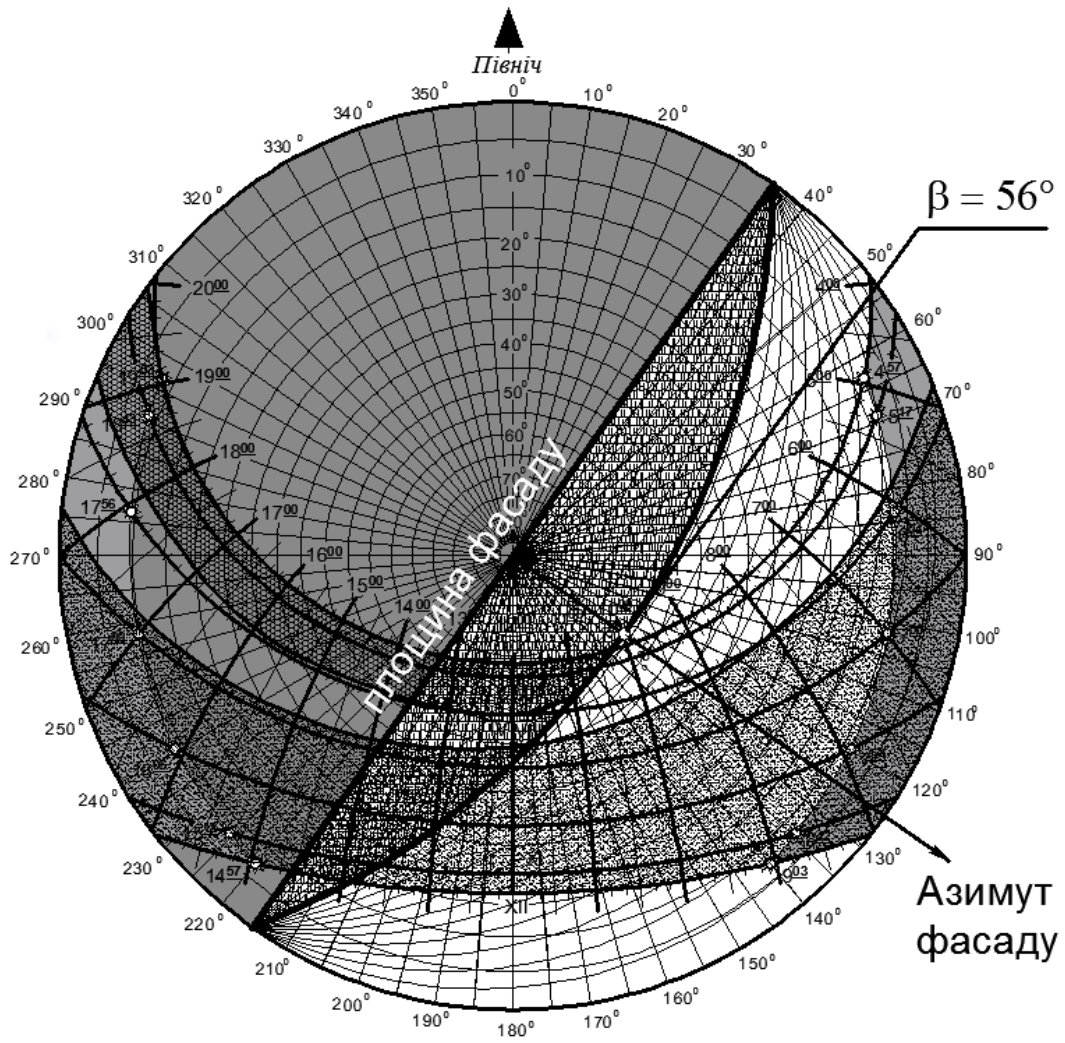


Рис. 1 – Розрахунок геометричних параметрів СЗП

ЛІТЕРАТУРА

1. Будівельна кліматологія : ДСТУ-Н Б В.1.1- 27:2010. – [Чинний з 1 лист. 2011 р.] / Мінрегіонбуд України. — К. : Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).
2. Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення : ДСТУ-Н Б В.2.2-27:2010. – [Чинний від 2011-01-01] / Мінрегіонбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2010. – 81 с. (Національний стандарт України).
- 3 – Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель : ДСТУ Б В.2.6-189:2013. – [Чинний від 2014-01-01] / Мінрегіонбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2013. – 89 с. (Національний стандарт України).
4. Природне і штучне освітлення. Зміна № 2 ДБН В.2.-5-28-2006 [Чинна від 1 вересня 2012 р.] / Мінрегіон України. – К. : 2012. –68 с. – (Державні будівельні норми України).
5. Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5-28-2006. [Чинні з 2006-10-01] / Держбуд України. — К. : Укрархбудінформ, 2006. — 76 с. — (Державні будівельні норми України).
6. Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення : ДСТУ Н Б В.2.2-27:2010. [Чинний від 2011-01-01] / Минрегіонбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2010. – 81 с. – (Національний стандарт України).
7. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів : ДСП № 173-96. [Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19 червня 1996 р.] – К. : МОЗ України, 1996. – 65 с. – (Державні санітарні норми України).
8. Планування і забудовам міських і сільських поселень : ДБН 360-92**. [Чинні від 1992-01-01] / Мінбудархітектури України. – К. : Укрархбудінформ, 1993. – 107 с. – (Державні будівельні норми України).
9. Солнцезащита зданий: методические указания к выполнению работ по дисциплине «Специальные инженерно-конструктивные решения» для студентов-иностранцев специальностей 7.120101 «Архитектура зданий и сооружений», 7.120102 «Градостроительство», 7.120103 «Дизайн архитектурной среды». / сост.: О.В. Сергейчук, В.С. Буравченко. – К.: КНУБА, 2015. – 40 с.

