

*Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Київський національний університет будівництва і архітектури
Кафедра архітектурних конструкцій*



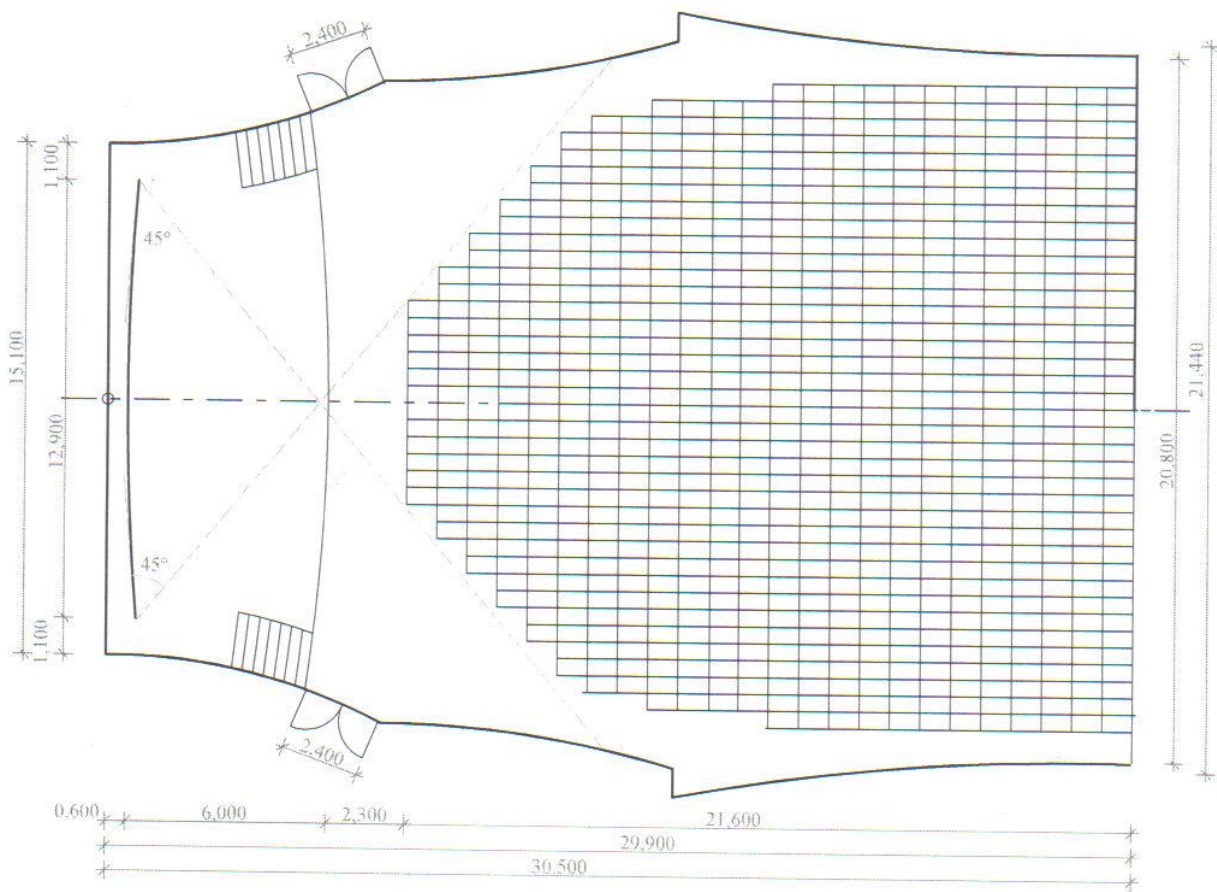
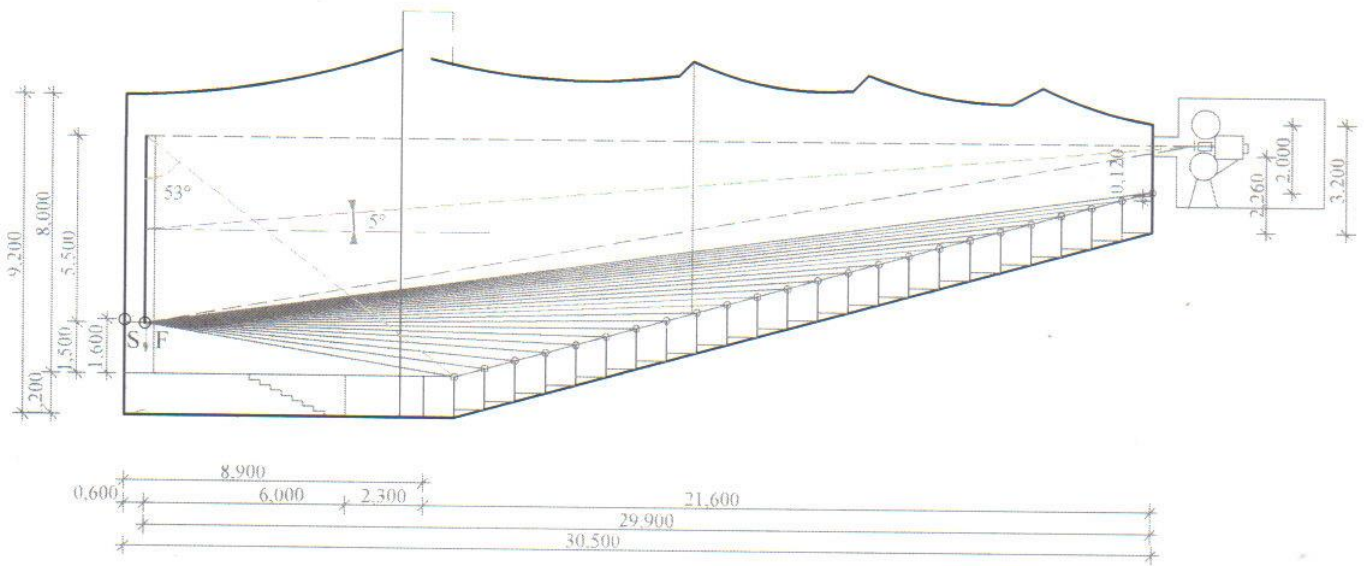
*Курсова робота
Акустичний розрахунок кінозалу*

*Виконала: студ. гр. АБС 42-А
Кондратюк У.В.
Керівник: Сергійчук О.В.*

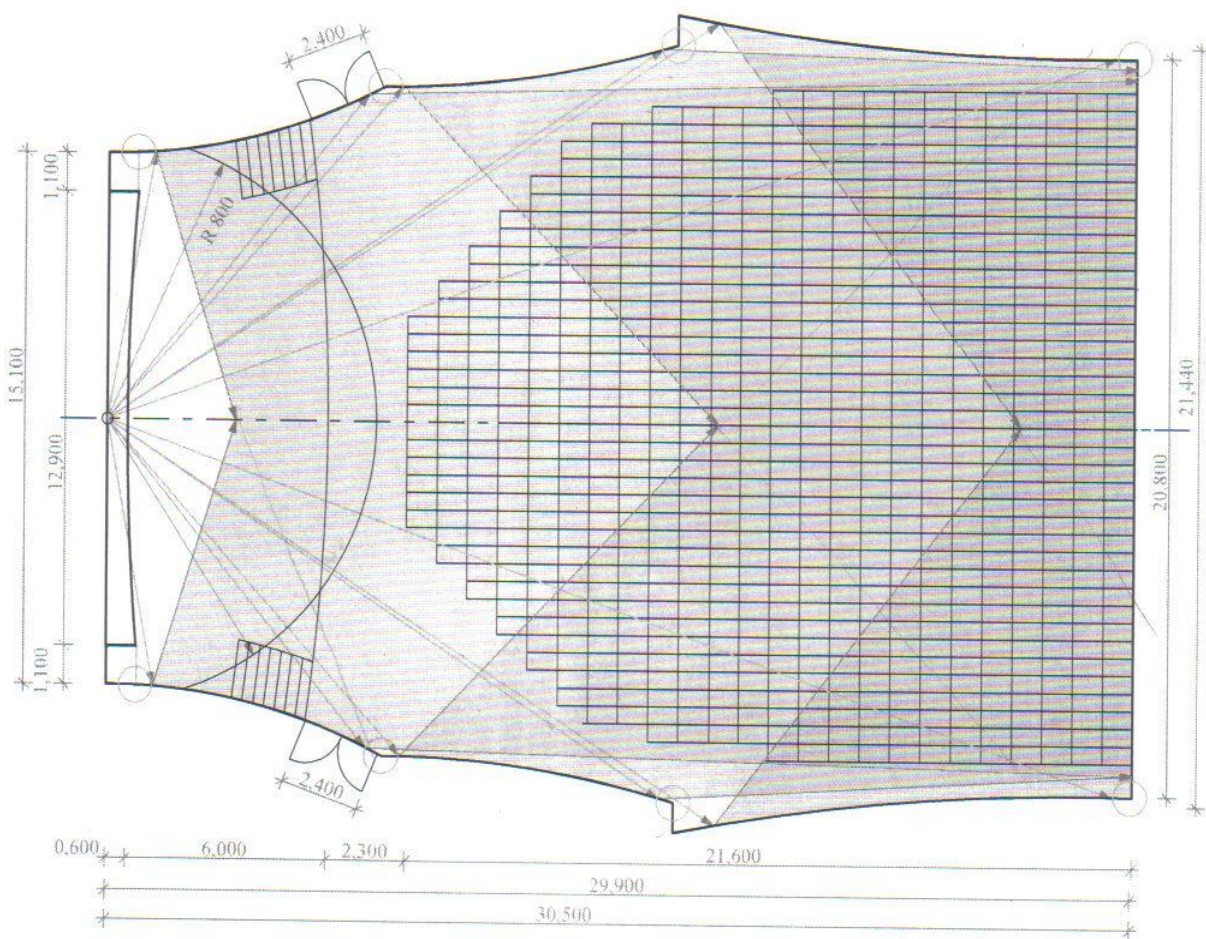
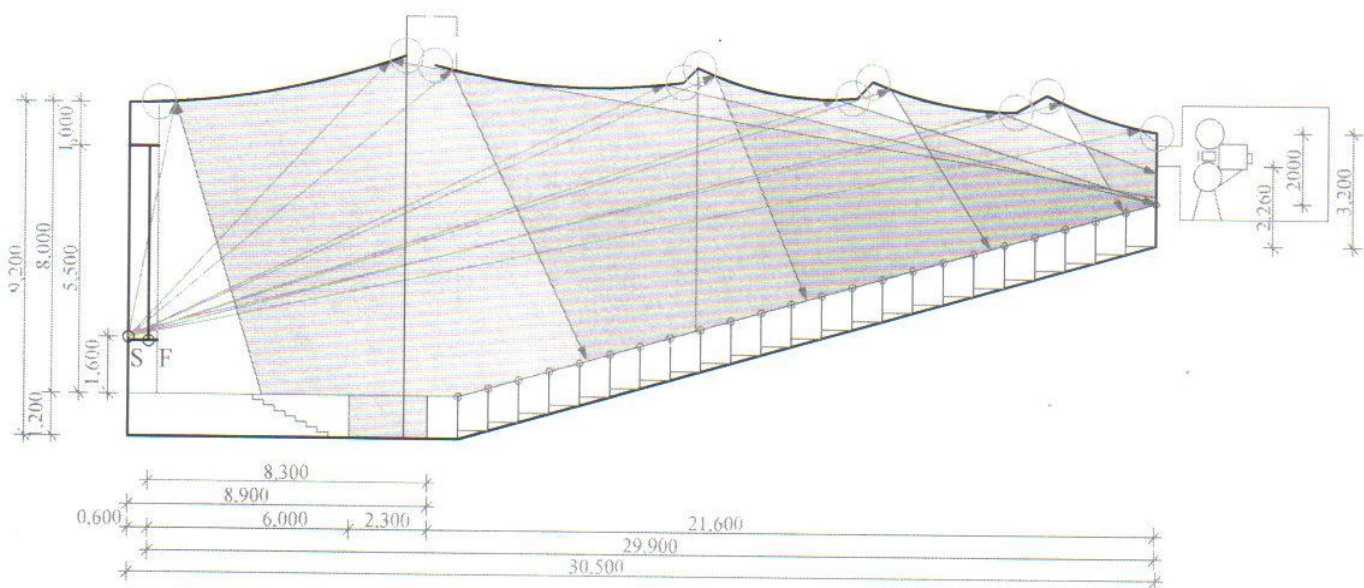
Київ 2012

Склад роботи

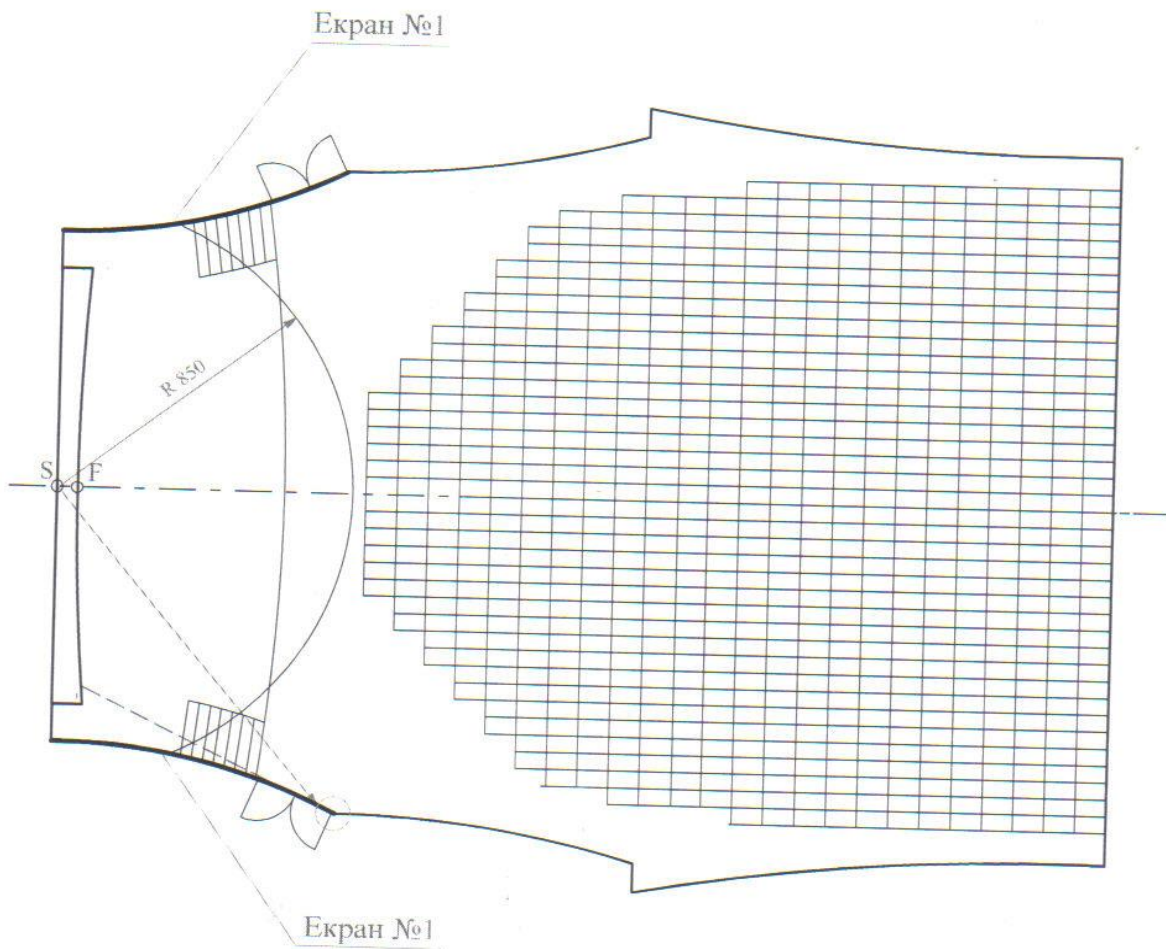
1. Геометрична характеристики залу
2. Геометричний вибір форми стін, стелі та підлоги
3. Геометричне дослідження розподілу відбитих звуків по поверхні слухачів
4. Дослідження екранів на утворення луни
5. Визначення акустично активних ділянок екранів
6. Розгортка кінозалу з акустично активними ділянками
7. Розгортка кінозалу з вибраними матеріалами
8. Розрахунок фактичної еквівалентної площі звукопоглинання кінозалу
 - Розрахунок постійного та додаткового звукопоглинання
 - Розрахунок перемінного звукопоглинання
 - Розрахунок фактичного звукопоглинання
 - Визначення величини оптимального часу реверберації
 - Визначення загальної необхідної еквівалентної площі звукопоглинання
 - Порівняння фактичного на нормативного звукопоглинання в залі
9. Розрахунок фактичного часу реверберації при заповненні залу слухачами на 70%
 - Порівняння фактичного на нормативного часу реверберації в залі
10. Розрахунок фактичного часу реверберації звуку частотою 500Гц при різному відсотку заповнення залу слухачами
11. Розрахунок артикуляції залу
12. Висновки
13. Додаток
14. Список використаних джерел



Вибір форми підлоги, стін та стелі кінозалу М 1:200

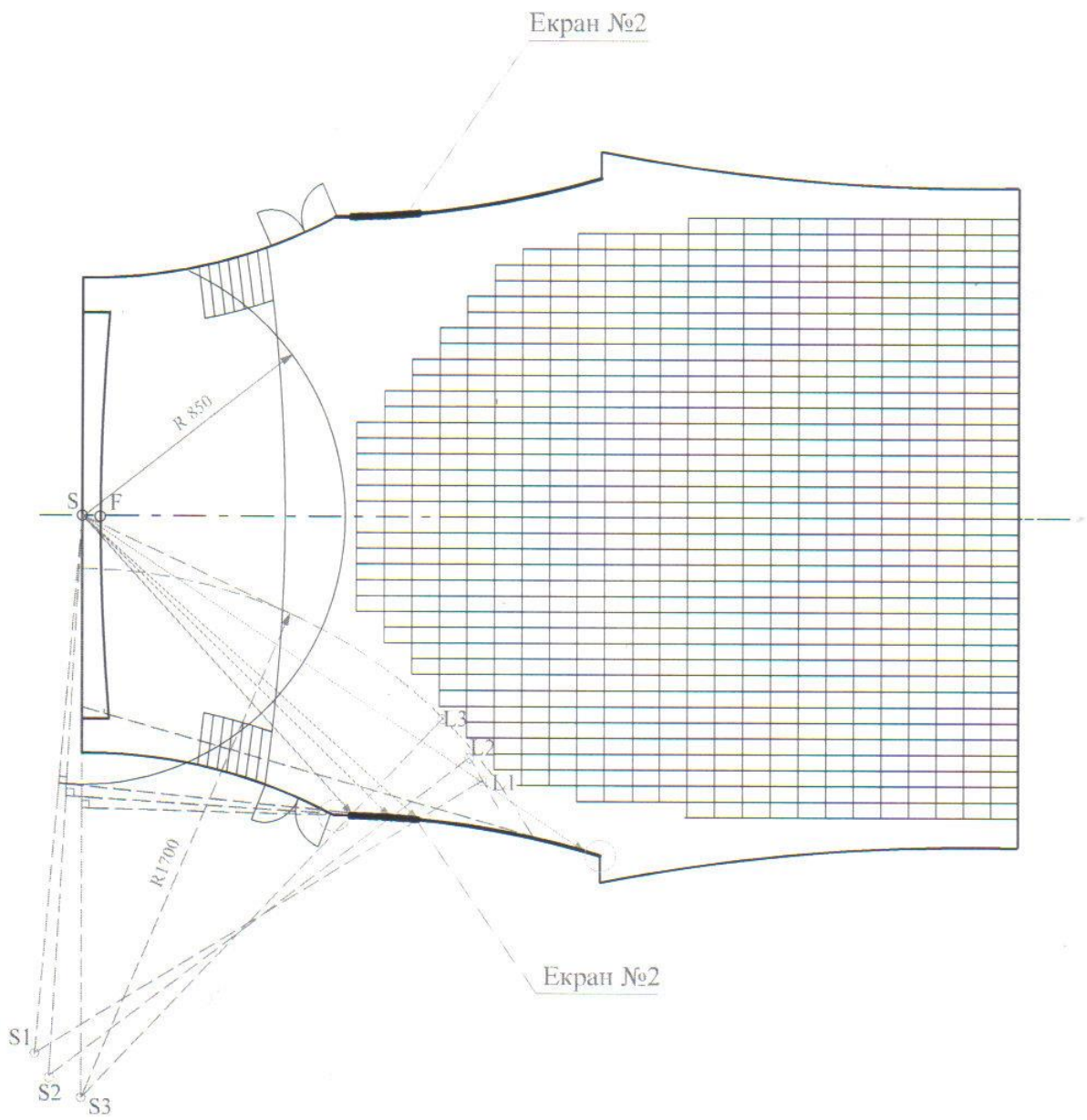


Геометричне обстеження розподілу енергії по поверхні глядачів М 1:200



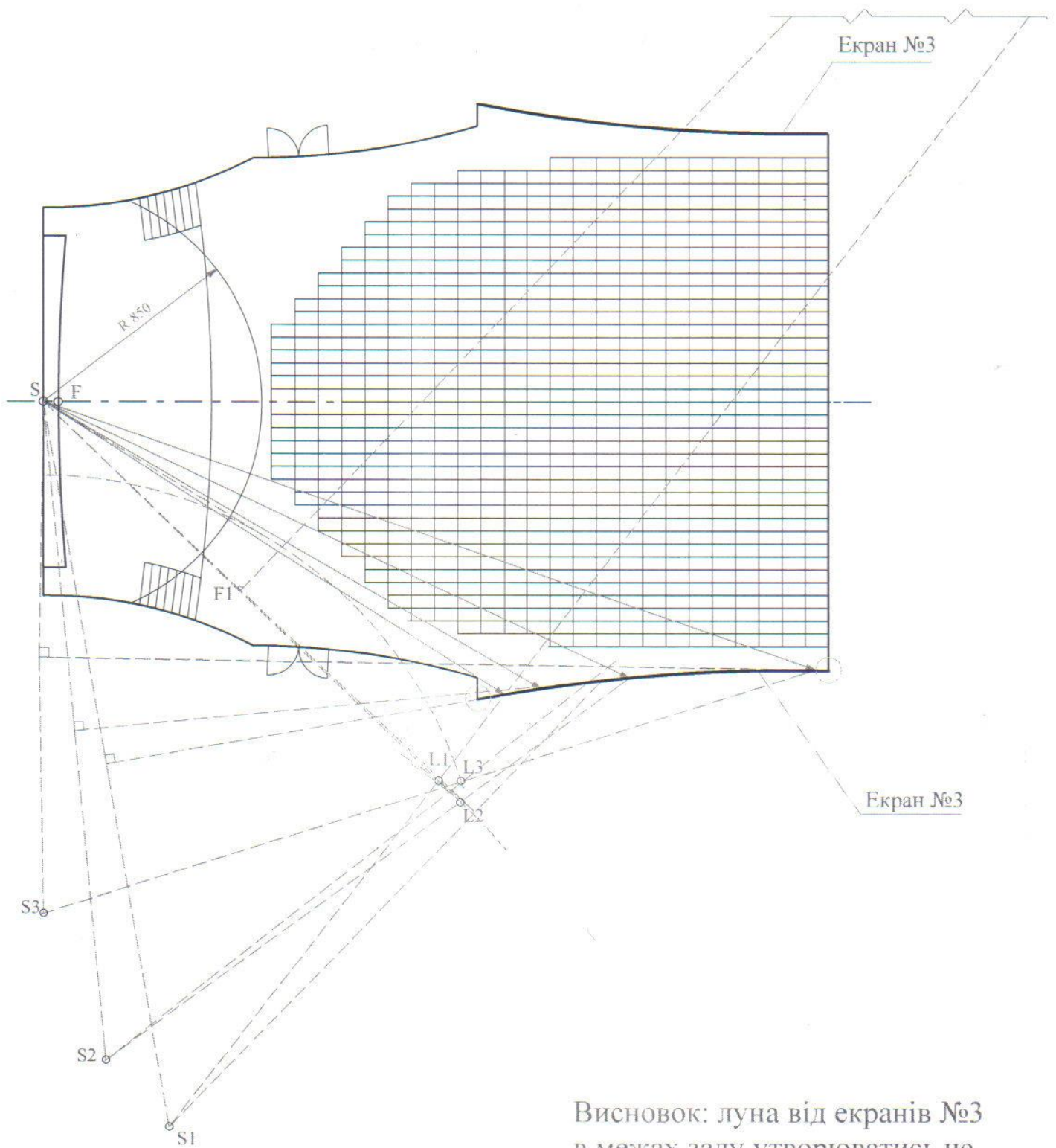
Висновок: луна від екранів №1 не утворюється.

Дослідження залу на утворення луни М 1:200



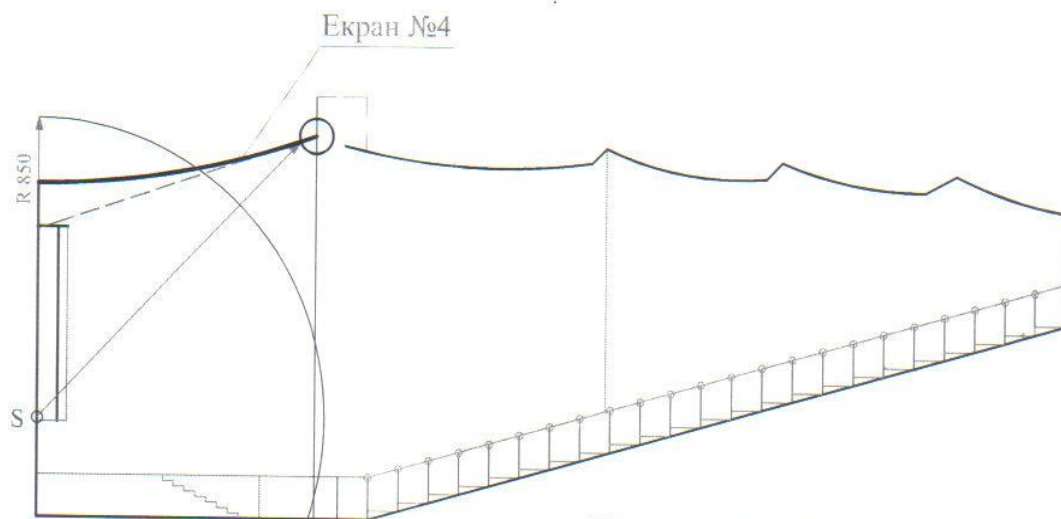
Висновок: луна від екранів №2
утворюватись не буде.

Дослідження залу на утворення луни М 1:200

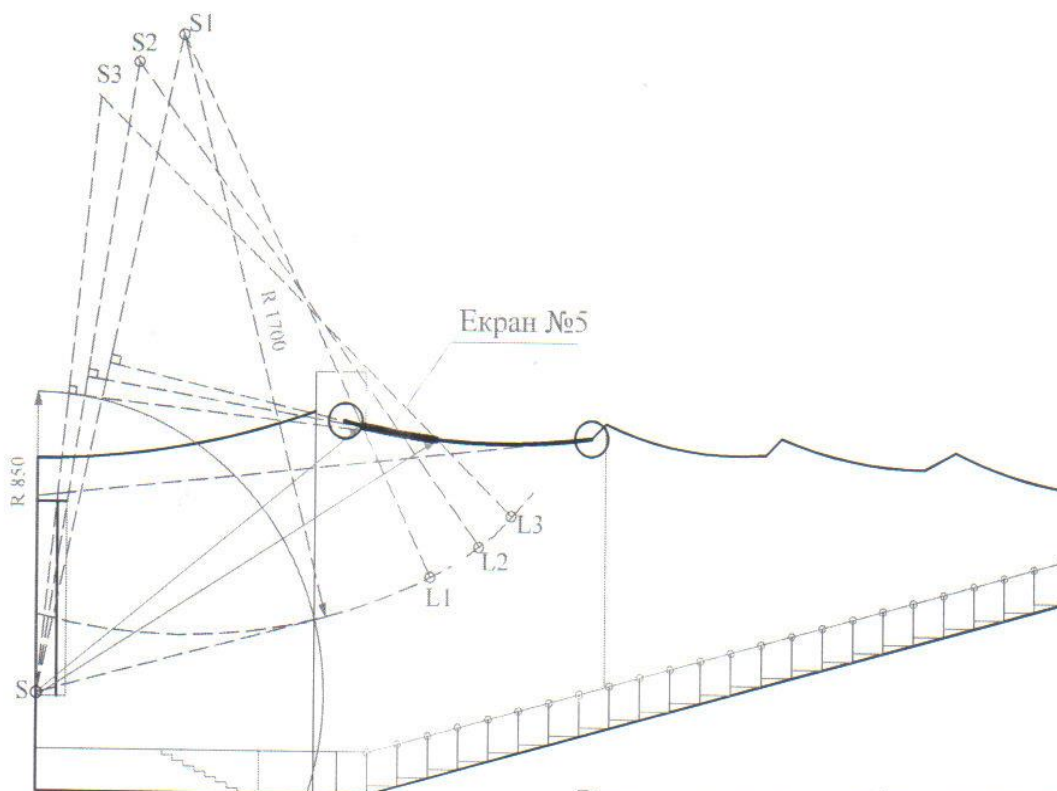


Висновок: луна від екранів №3 в межах залу утворюватись не буде.

Дослідження залу на утворення луни М 1:200

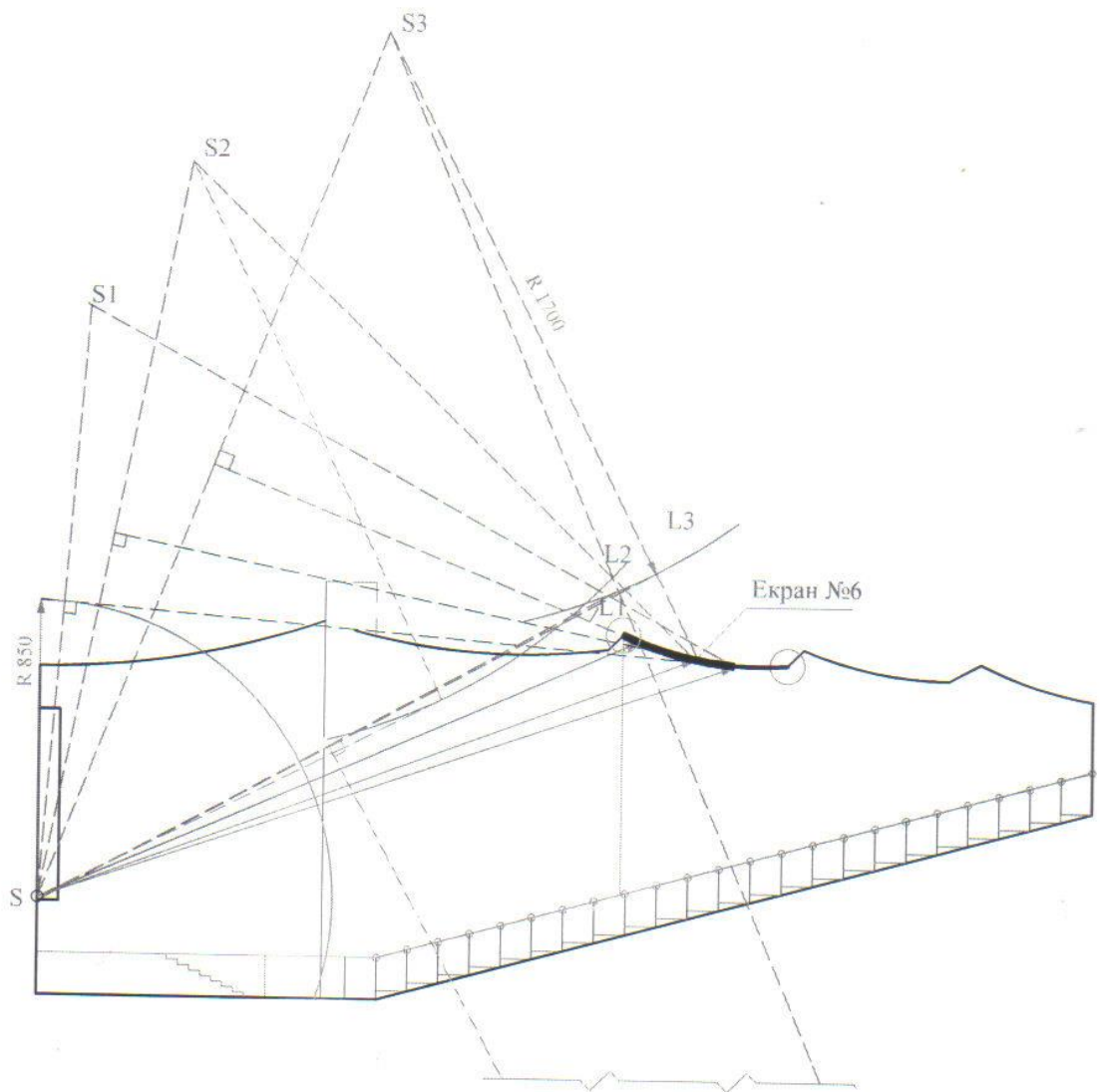


Висновок: луна від екрану №4 не утворюється.



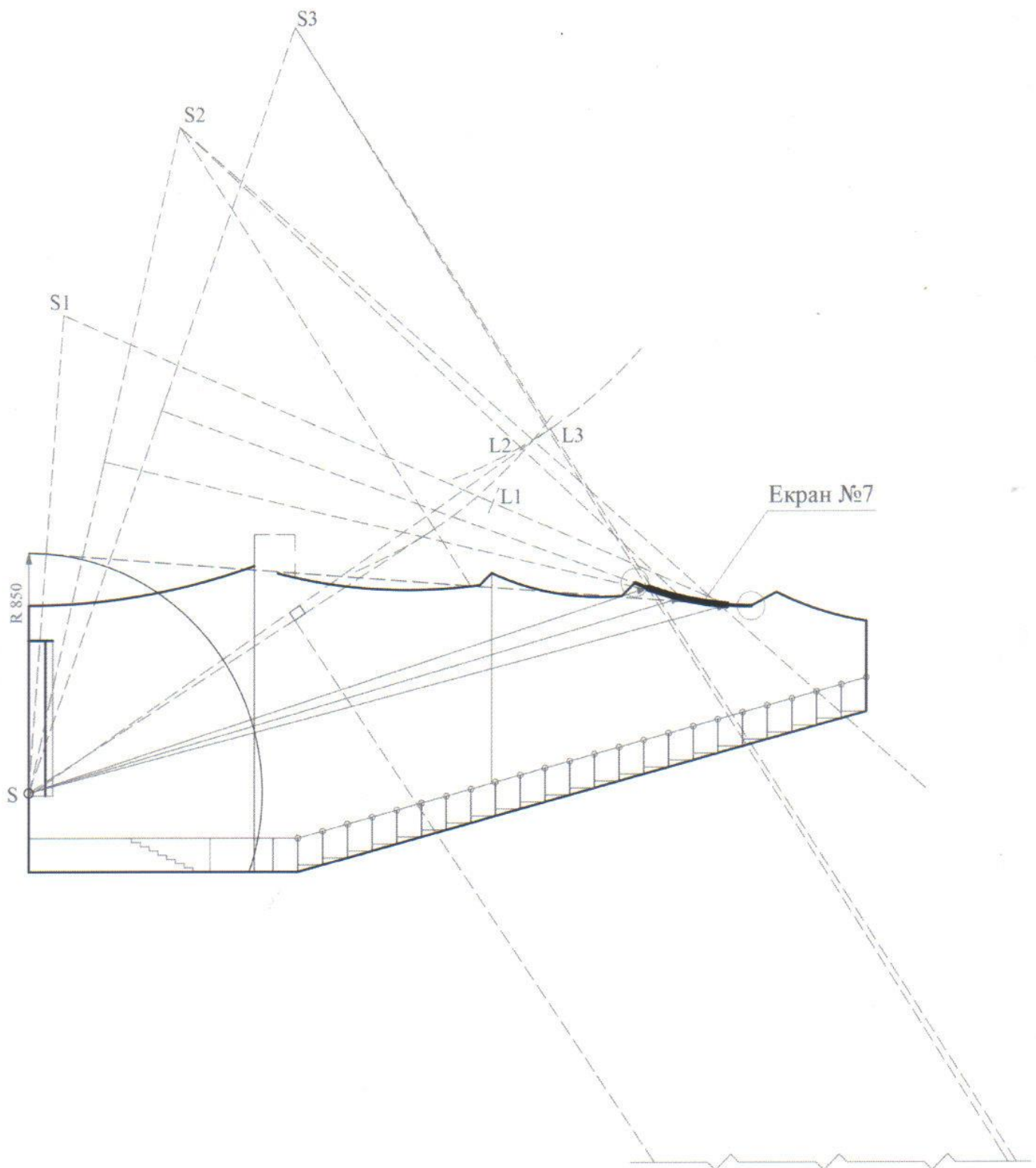
Висновок: луна від екрану №5 не утворюється.

Дослідження залу на утворення луни М 1:200



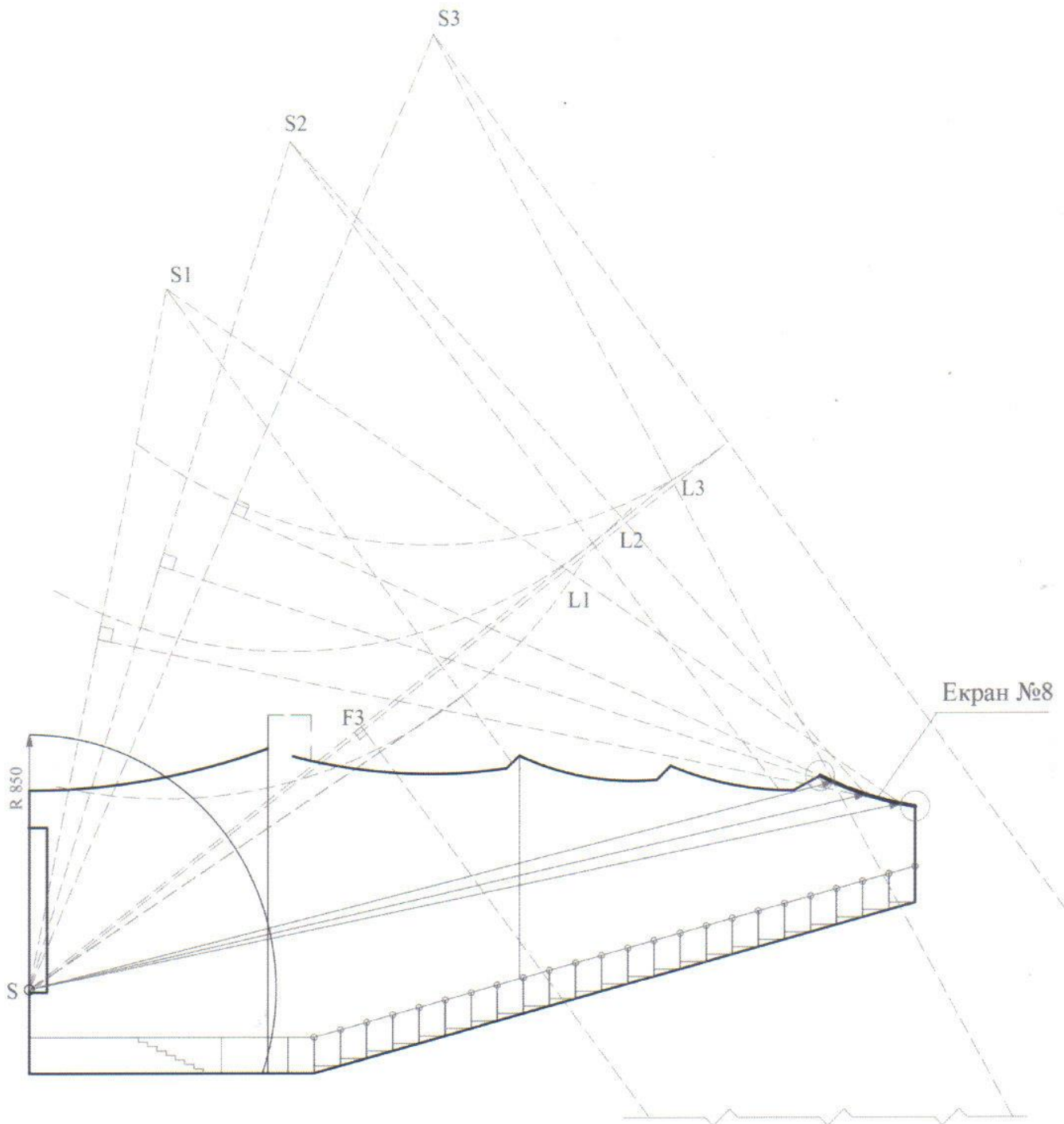
Висновок: луна від екрану №6 в межах залу утворюватись не буде.

Дослідження залу на утворення луни М 1:200



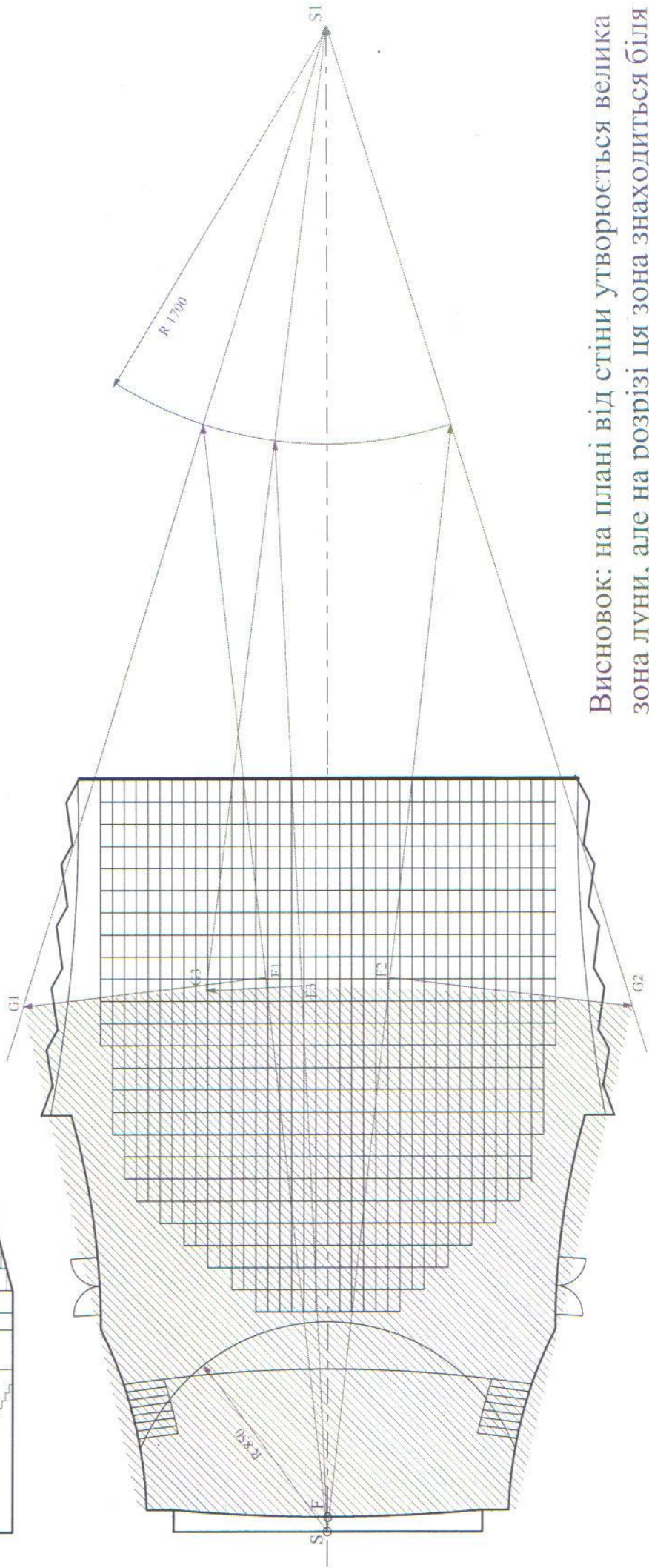
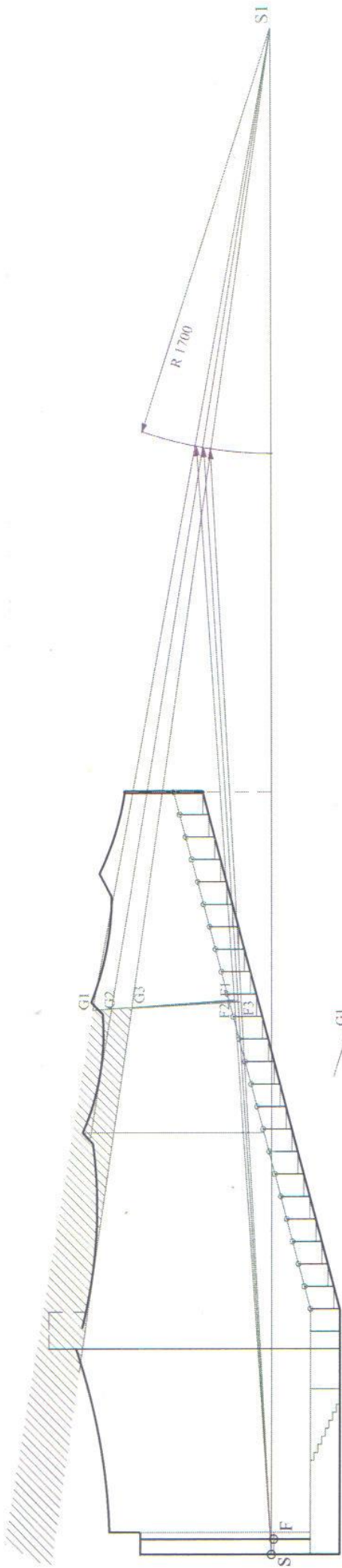
Висновок: луна від екрану №7 не утворюється в межах залу.

Дослідження залу на утворення луни М 1:200



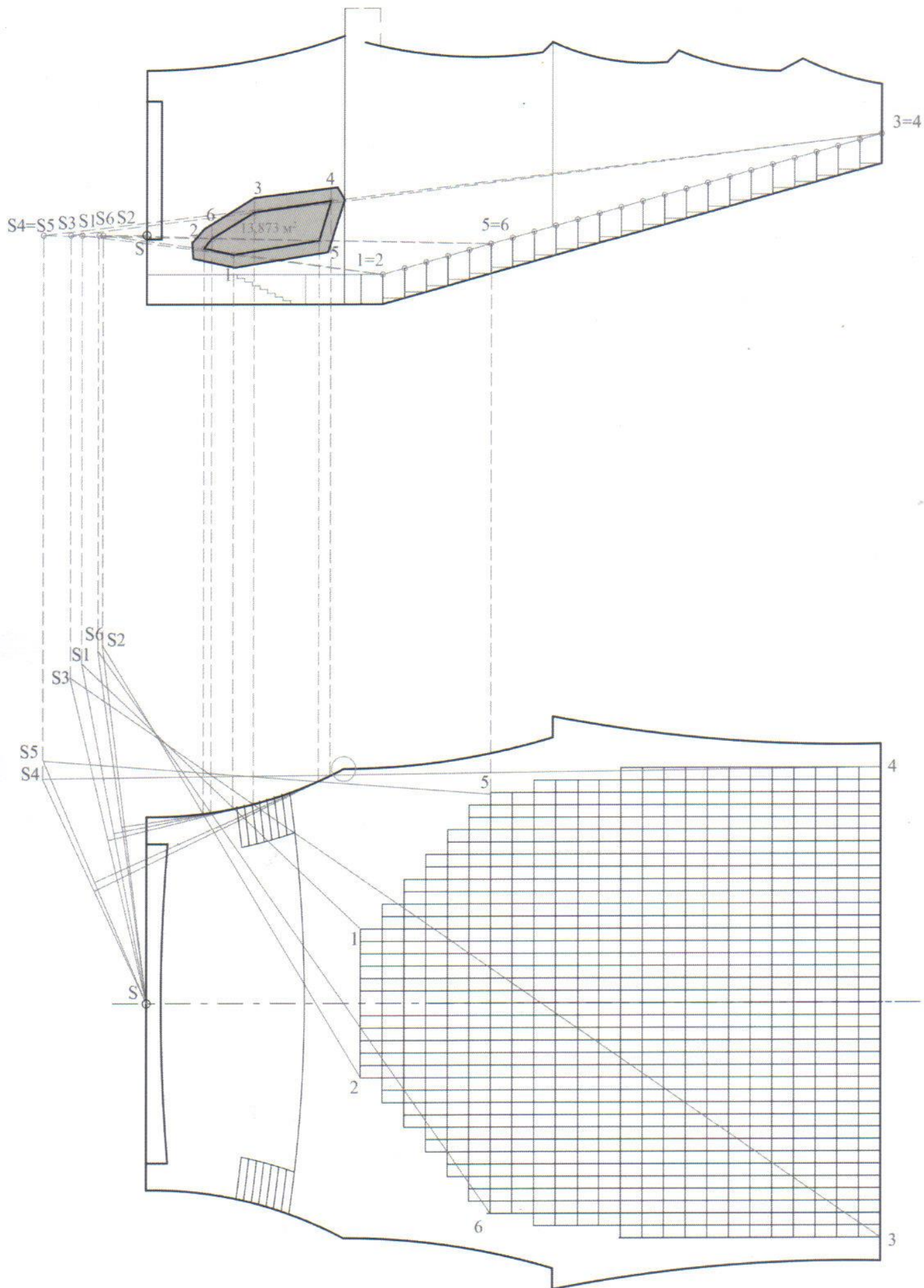
Висновок: луна від екрану №8 в межах залу утворюватись не буде.

Дослідження залу на утворення луни М 1:200

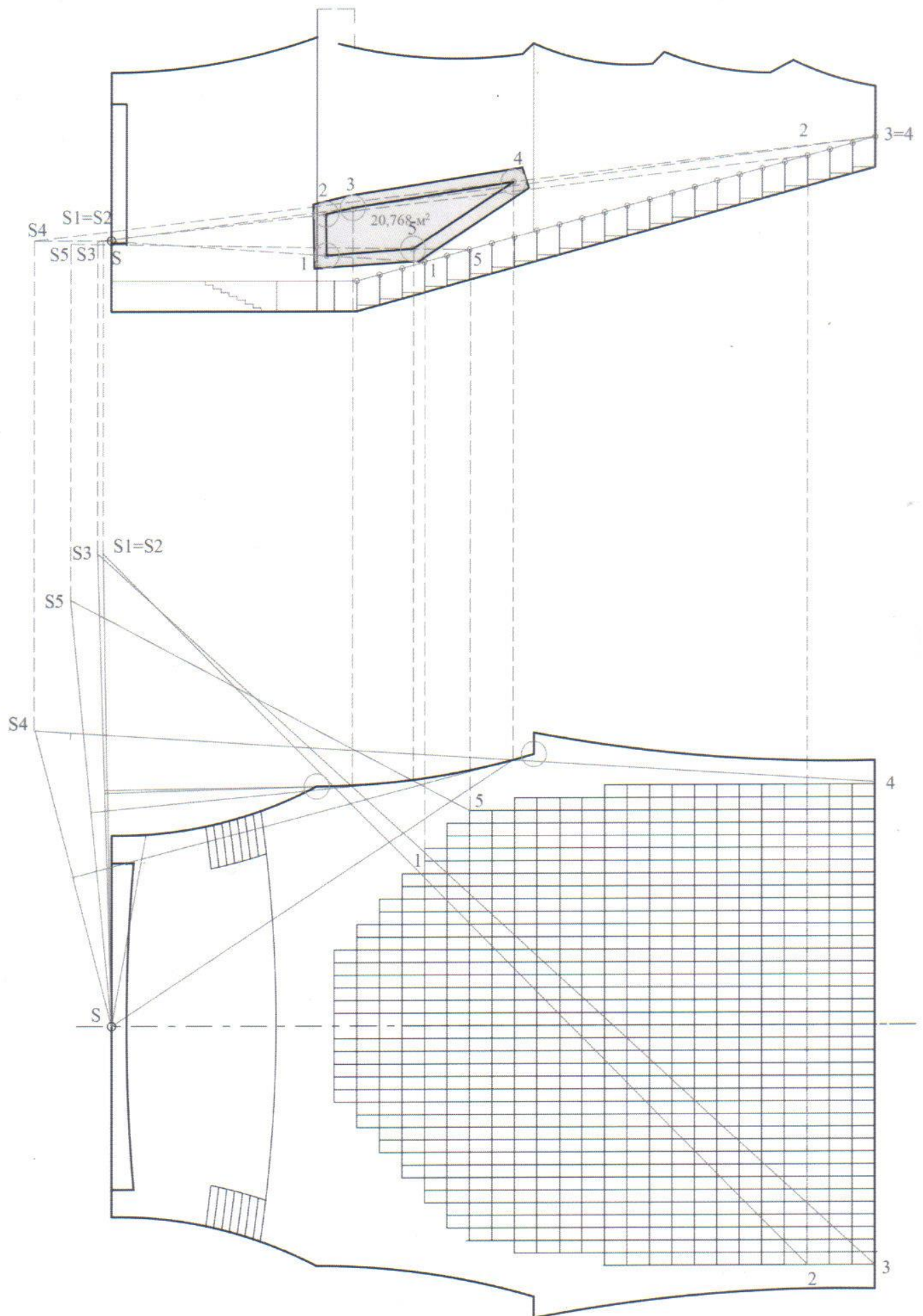


Висновок: на плані від стіни утворюється велика зона луни, але на розрізі ця зона знаходиться біля стелі, слухачі її відчувати не будуть.

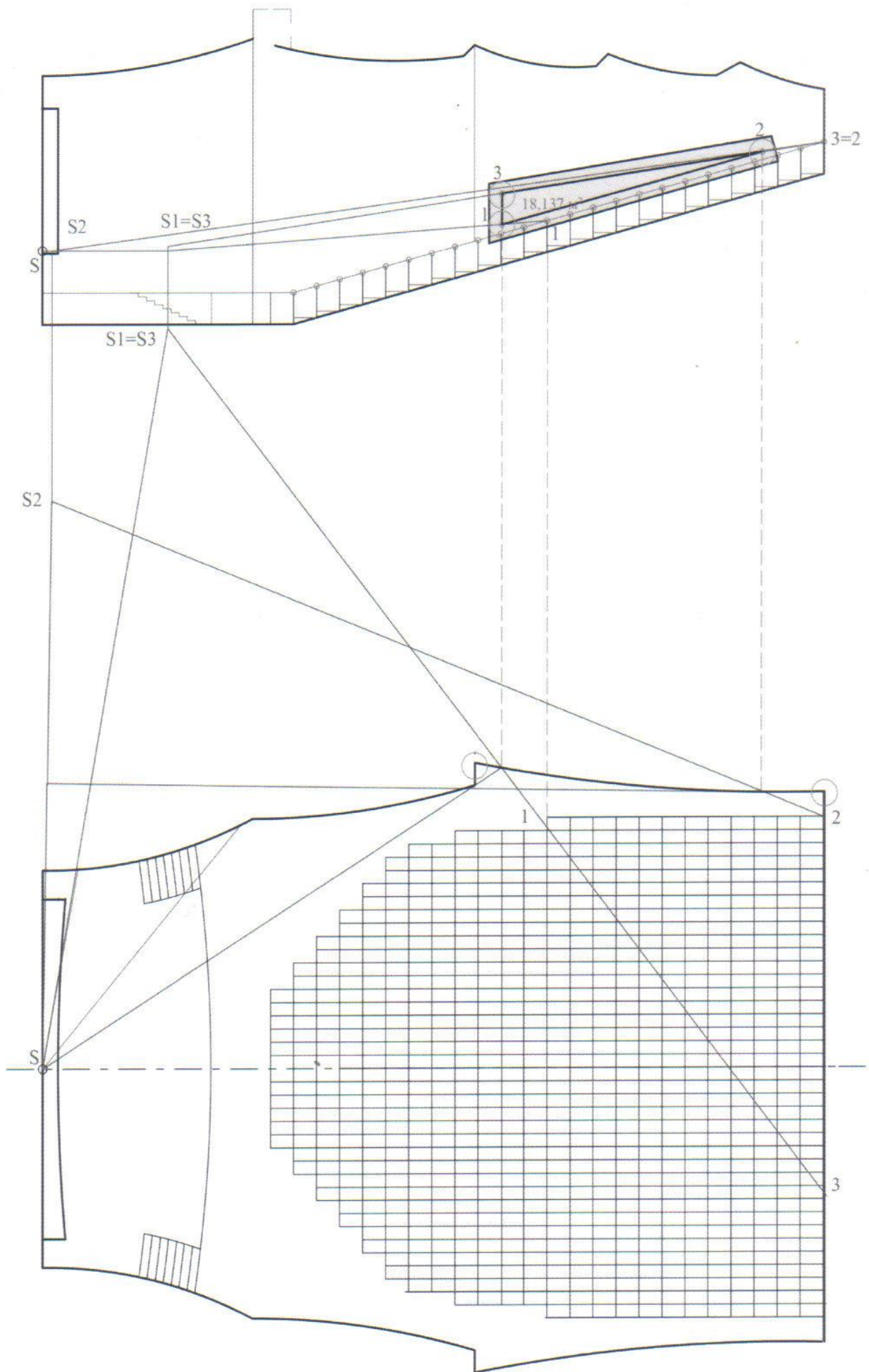
Дослідження залу на утворення луни М 1:200



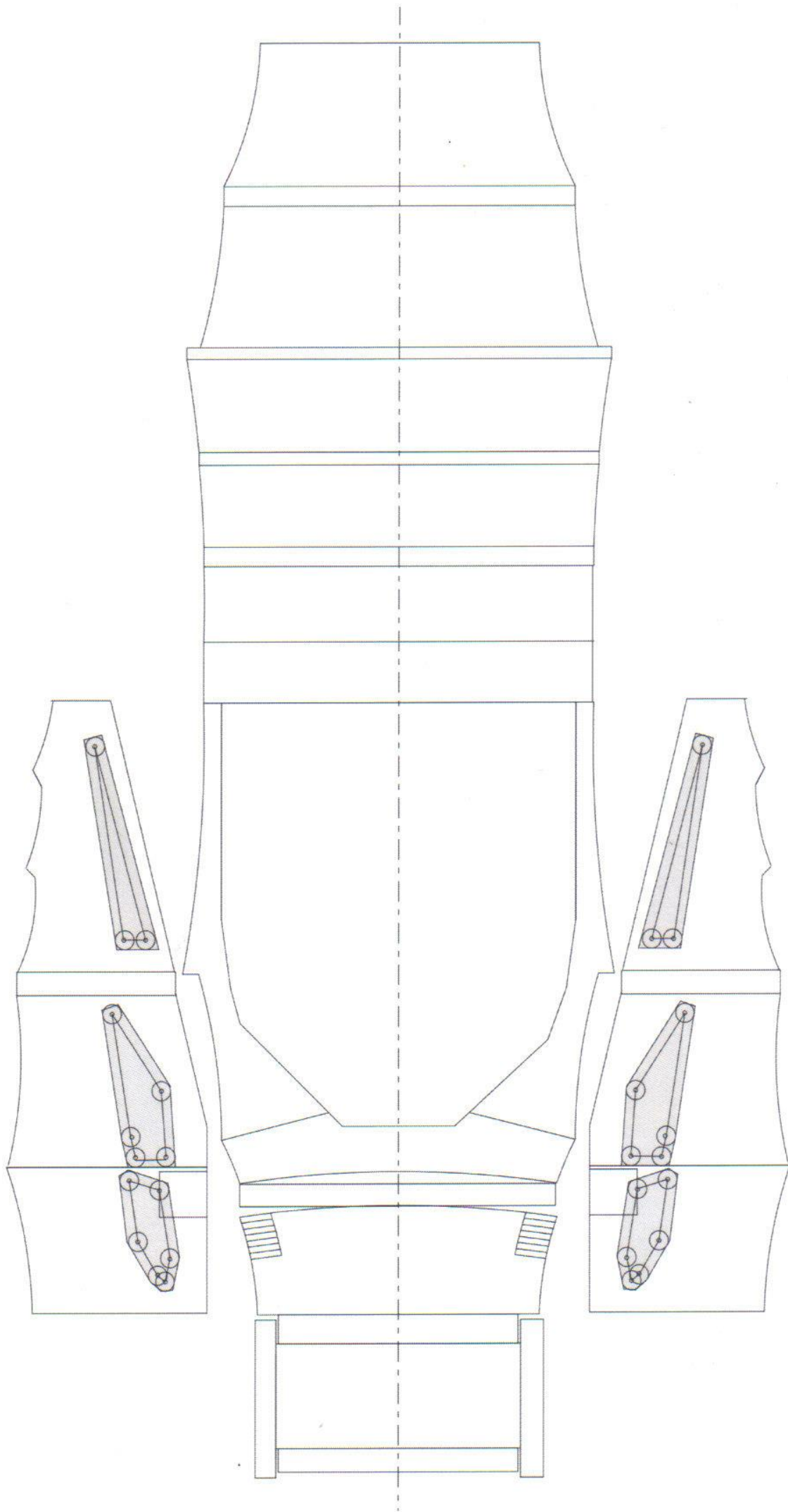
Побудова акустично активних ділянок екранів М 1:200








Побудова акустично активних ділянок екранів М 1:200









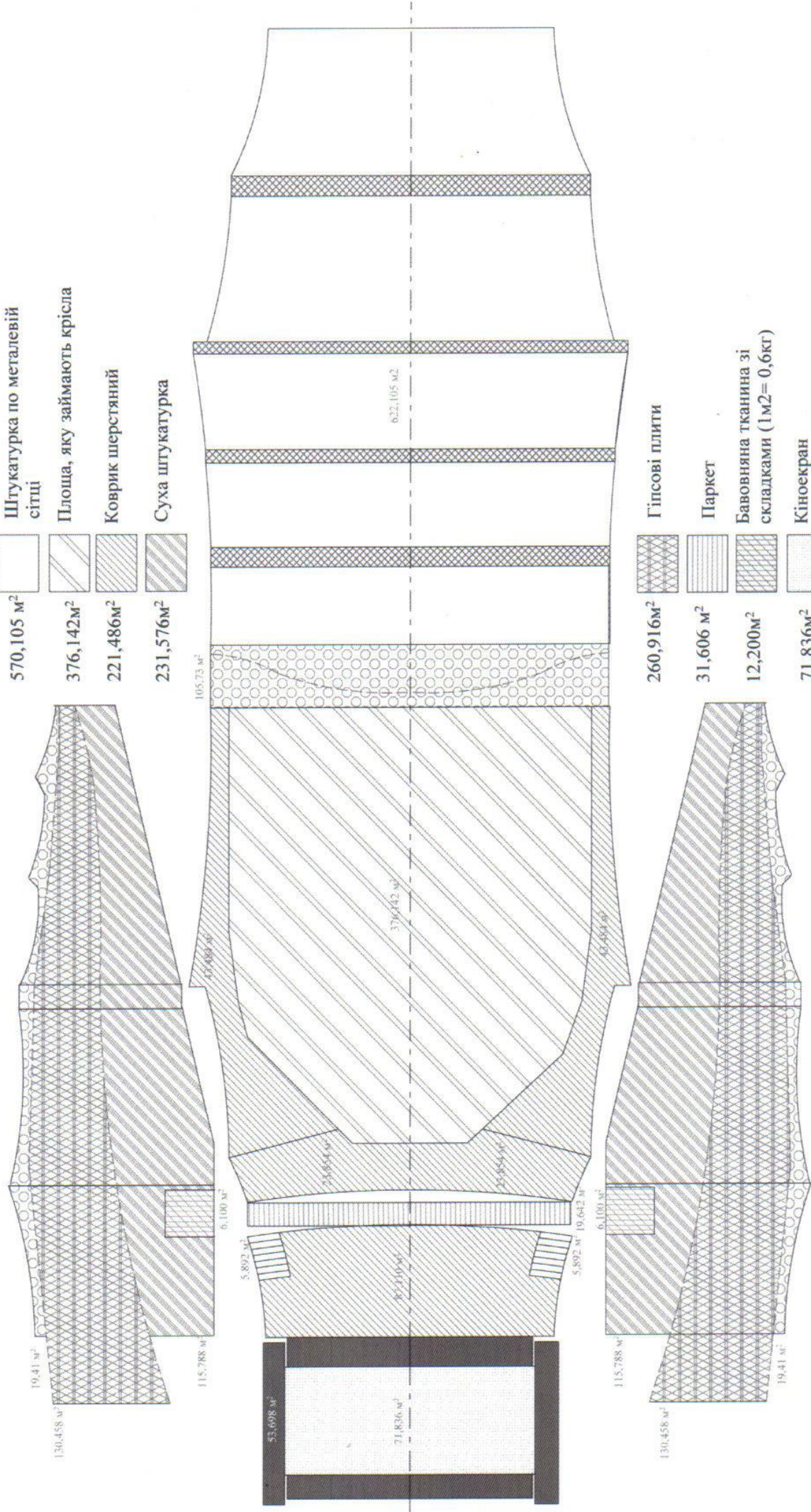
Побудова акустично активних ділянок екранів М 1:200



Розгортка кінозалу - акустично активні та нейтральні ділянки стін

- 
 Суха штукатурка на відстані 5см від поверхні
 105,730м²
- 
 Штукатурка по металевій сітці
 570,105 м²
- 
 Площа, яку займають крісла
 376,142м²
- 
 Коврик шерстяний
 221,486м²
- 
 Суха штукатурка
 231,576м²

- 
 Гіпсові плити
 260,916м²
- 
 Паркет
 31,606 м²
- 
 Бавовняна тканина зі складками (1 м² = 0,6кг)
 12,200м²
- 
 Кіноекран
 71,836м²
- 
 Штукатурка по металевій сітці
 53,698 м²
- 
 Прорізи для прожекторів



Розгортка кінозалу - облаштування

Розрахунок постійного та додаткового звукопоглинання в залі

№ пп.	Найменування матеріалу	Площа, м ²	Значення коефіцієнту звукопоглинання α_i (еквівалентної площі звукопоглинання A_i , м ²) на частоті, Гц					
			125		500		2000	
			α	$\alpha \cdot S$	α	$\alpha \cdot S$	α	$\alpha \cdot S$
1	Стіни - акустично нейтральні ділянки <i>гіпсові плити на каркасі</i>	260,916	0,02		0,01		0,05	
				5,22		2,61		13,05
	- акустично шкідливі ділянки <i>суха штукатурка на відстані 5см від поверхні</i>	105,730	0,30		0,15		0,05	
				31,72		15,86		5,29
	- акустично корисні ділянки <i>суха штукатурка</i>	231,576	0,02		0,06		0,05	
				4,63		13,89		11,58
	- стіни позаду екрана <i>штукатурка по металевій сітці</i>	53,698	0,02		0,06		0,05	
				1,07		3,22		2,68
2	Стеля <i>штукатурка по металевій сітці</i>	570,105	0,02		0,06		0,05	
				11,40		34,21		28,51
3	Підлога - зал та естрада <i>коврик шерстяний</i>	221,486	0,08		0,20		0,27	
				17,72		44,30		59,80
	<i>паркет по дерев'яній основі</i>	31.606	0,10		0,10		0,06	
				3,16		3,16		1,90
4	Бавовняна тканина зі складками (1м ² = 0,6кг)	12,200	0,10		0,50		0,72	
				1,22		6,10		8,78
5	Кіноекран	71,836	0,30		0,40		0,40	
				21,55		28,73		28,73
	Всього	1527,547		97,69		152,08		160,32
6	Додаткове звукопоглинання	1527,547	0,06	91,65	0,04	61,10	0,04	61,10

Розрахунок перемінного звукопоглинання в залі

№ пп.	Найменування	Кількість	Значення коефіцієнту звукопоглинання α_i (еквівалентної площі звукопоглинання A_i, m^2) на частоті, Гц					
			125		500		2000	
			α	$\alpha \cdot S$	α	$\alpha \cdot S$	α	$\alpha \cdot S$
1	Крісла <i>обтягнуті штучною шкірою</i>	240шт.	0,08	19,2	0,12	28,8	0,10	24
2	Слухачі, що сидять в м'якому кріслі (70%)	560чол.	0,25	140	0,40	224	0,45	252
Всього		800		159,2		252,8		276

Розрахунок фактичного звукопоглинання в залі

№ пп.	Показники	Значення еквівалентної площі звукопоглинання A_i, m^2 на частоті, Гц		
		125	500	2000
1	A_{const}	97,69	152,08	160,32
2	A_{add}	91,65	61,10	61,10
3	A_{var}	159,20	252,80	276,00
	$A_{\phi} = A_{const} + A_{var} + A_{add}$	348,54	465,98	497,42

Визначення величини оптимального часу реверберації

для кінотеатру на 800 місць, об'ємом $4402,48m^3$ на частотах:

$$125\text{Гц} - T_{\min}^{125} = 1,09\text{с} \quad T_{\max}^{125} = 1,4 \cdot T_{\max}^{500} = 1,88$$

$$500\text{Гц} - T_{\min}^{500} = 1,09\text{с} \quad T_{\max}^{500} = 1,34\text{с}$$

$$2000\text{Гц} - T_{\min}^{2000} = 1,09\text{с} \quad T_{\max}^{2000} = 1,34\text{с}$$

Визначення загальної необхідної еквівалентної площі звукопоглинання

$$\varphi(\alpha_{\text{сер}}) = \frac{0,163V}{T \cdot S_3} \quad - \text{ для низьких та середніх частот}$$

$$\varphi(\alpha_{\text{сер}}) = \frac{(0,163 - T \cdot n) \cdot V}{T \cdot S_3} \quad - \text{ для високих частот}$$

де n - коефіцієнт, що враховує поглинання звуків повітрям, при відносній вологості 70% та температурі 20°C $n=0,0085$.

$$\alpha_{\text{сер}} = \frac{A_{\Sigma}}{S_{\Sigma}}$$

де A_{Σ} - загальна еквівалентна площа звукопоглинання залу.

Частота f , Гц	Рекомендований час реверберації T , с	Об'єм залу, V , м ³	Загальна площа внутрішніх поверхонь S , м ²	Коефіцієнт звукопоглинання повітрям n , м ⁻¹	Значення функції $\varphi(\alpha_{\text{сер}})$	Середній коефіцієнт звукопоглинання $\alpha_{\text{сер}}$	Необхідна загальна площа звукопоглинання A_{Σ} , м ²	
125	1,09	4402,48	1527,55	0	0,430	0,35	534,64	
	1,88				0,249	0,22	336,06	
500	1,09				0,430	0,35	534,64	
	1,34				0,350	0,29	442,98	
2000	1,09				0,0085	0,406	0,33	504,09
	1,34				0,326	0,28	427,71	

Розрахунок фактичного звукопоглинання в залі

№ пп.	Показники	Значення еквівалентної площі звукопоглинання A_i , м ² на частоті, Гц		
		125	500	2000
1	A_{max}	534,64	534,64	504,09
2	$A_{\text{ф}}$	348,54	465,98	497,42
3	A_{min}	336,06	442,98	427,71

Значення фактичного звукопоглинання в залі на всіх частотах знаходиться в допустимих межах.

Фактичний час реверберації при заповненні залу на 70%

$$T = 0,163 \frac{V}{S_{\Sigma} \varphi(\alpha_{сер}) + nV}$$

Частота звука, Гц	Фактична загальна еквівалентна площа звукопоглинання A_{ϕ} , м ²	Середній коефіцієнт звукопоглинання α_{ϕ}	Значення функції $\varphi(\alpha_{\phi})$	Об'єм залу V , м ³	Загальна площа внутрішніх поверхонь S , м ²	Коефіцієнт звукопоглинання повітрям n , м ⁻¹	Фактичний час реверберації T_{ϕ} , с
125	348,54	0,23	0,26	4402,48	1527,55	0	1.80
500	465,98	0,31	0,37				1.27
2000	497,42	0,33	0,4			0,0085	1.10

№ пп	Показники	Значення на частотах		
		125	500	2000
1	T_{\min}	1,09	1,09	1,09
2	T_{ϕ}	1.80	1.27	1.10
3	T_{\max}	1,88	1,34	1,34

Значення реверберації в залі на всіх частотах знаходиться в допустимих межах.

Розрахунок фактичного часу реверберації звуку частотою 500Гц при різному відсотку заповнення залу слухачами

№ пп	Найменування матеріалу	Одиниця		Розрахункові акустичні величини при заповненні залу слухачами				
				0	25	50	70	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Крісло обтягнуте штучною шкірою із слухачем ($A_c=0,4m^2$)	Nc	шт.	0	200	400	560	800
		$A_c N_c$	m^2	0	80	160	224	320
2	Крісло обтягнуте штучною шкірою без слухача ($A_c=0,12m^2$)	Nk	шт.	800	600	400	240	0
		$A_k N_k$	m^2	96	72	48	28,8	0
3	Еквівалентна площа перемінного звукопоглинання A_{var}	m^2		96	152	208	252,8	320
4	Еквівалентна сумарна площа постійного та додаткового звукопоглинання $A_{const} + A_{add}$	m^2		213,18				
5	Загальна еквівалентна площа звукопоглинання A_{ϕ}	m^2		309,18	365,18	421,18	465,98	533,18
6	Загальна площа внутрішніх поверхонь залу S	m^2		1527,55				
7	Середній коефіцієнт звукопоглинання α_{ϕ}			0,20	0,24	0,28	0,31	0,35
8	Функція ϕ (α_{ϕ})			0,22	0,27	0,33	0,37	0,43
9	Коефіцієнт звукопоглинання воздухом p	m^{-1}		0				
10	Об'єм залу	m^3		4402,48 m^3				
11	Час реверберації	с		2,14	1,74	1,42	1,27	1,09

Для звуків частотою 500Гц час реверберації в кінозалі знаходиться в допустимих межах при заповненні залу глядачами на 60-100%.

Розрахунок артикуляції залу

$$P=96 \times K1 \times K2 \times K3 \times K4(\%)$$

K1 - коефіцієнт, що враховує вплив на артикуляцію рівня гучності джерела звуку.

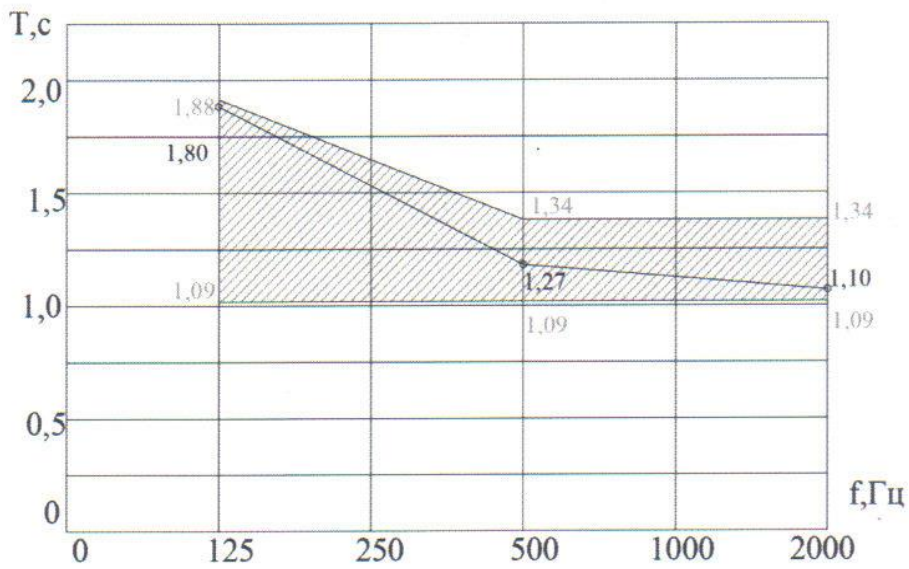
K2 - коефіцієнт, що враховує вплив на артикуляцію реверберації звуку.

K3 - коефіцієнт, що враховує вплив на артикуляцію стороннього шуму.

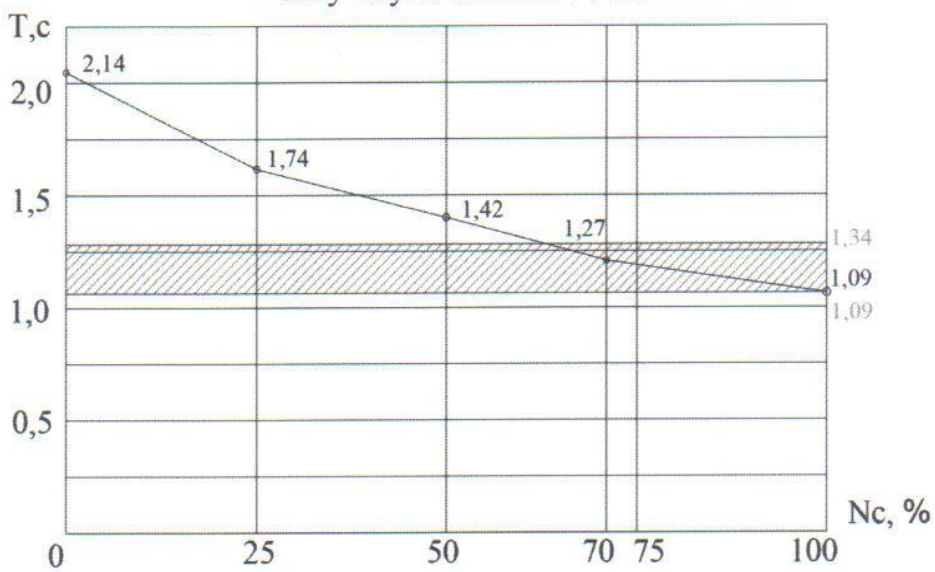
K4 - коефіцієнт, що враховує вплив на артикуляцію форми та розміру приміщення.

Заповнення слухачами, %	K1 при $L_p=70$ фон	Час реверберації	K2	K3 при $L_p/L_{ш}=70/40=0,59$ фон	K4	Значення артикуляції, %
0	1	2,14	0,913	0,77	1	67,48
25	1	1,74	0,929	0,77	1	68,67
50	1	1,42	0,957	0,77	1	70,74
70	1	1,27	0,976	0,77	1	72,14
100	1	1,09	0,982	0,77	1	72,58

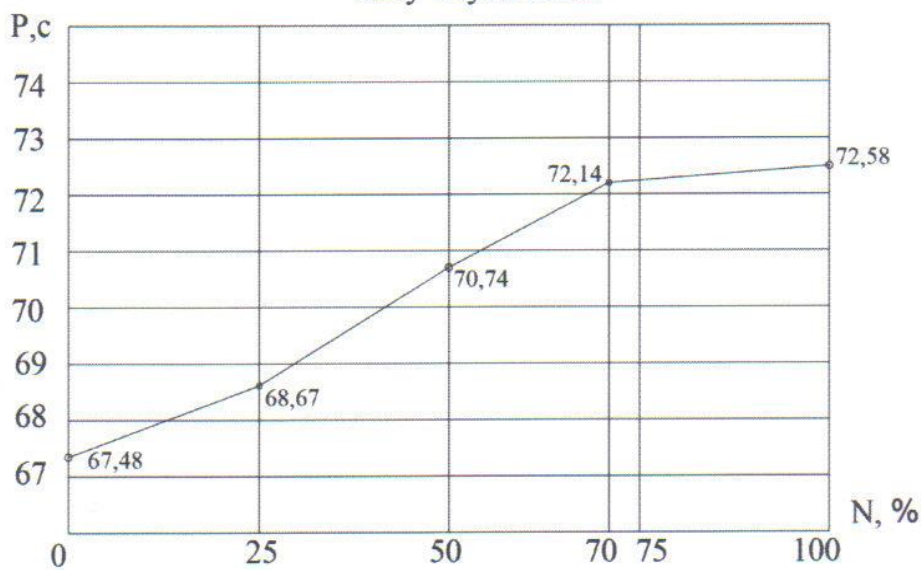
Артикуляція аудиторії при заповненні слухачами від 0 до 100% задовільна.



Графік залежності часу реверберації від частоти звуку при заповненні залу слухачами на 70%.



Графік залежності часу реверберації звуку частотою 500Гц при різному заповненні залу слухачами.



Графік залежності артикуляції від відсотку заповнення залу слухачами.

Висновки

1. Кінозал запроектований для 800 слухачів.
2. Умови відношення середніх розмірів зали виконуються. Питомий об'єм - $5,5\text{м}^2$ задовільняє вимоги. Глибина ряду 90см. Найбільша кількість місць в ряді - 38. Перевищення висоти променя зору над рівнем очей слухача, що сидить попереду - 12см. Екран - широкоекранний, крайні точки екрану по горизонталі до крайніх слухачів знаходяться під кутом 45° , по вертикалі до 1 ряду слухачів - під кутом 53° . В залі є 2 виходи шириною 240см.
3. У кінозалі стіни та стелі розчленовані на криволінійні екрани, які рівномірно відбивають направлені звуки по поверхні слухачів. Бокові стіни мають ділянки з періодичними членуваннями плитами, які забезпечують розсіяне відбиття звуків.
4. Луна в кінозалі утворюється лише від задньої стіни, але зона луни утворюється біля стелі, тому слухачі її не будуть відчувати. Повністю вся задня стіна облаштована звукопоглинаючими матеріалами.
5. Розрахунки фактичного звукопоглинання залу показали, що значення на 3 частотах знаходяться в допустимих межах.
6. Розрахунок фактичного часу реверберації при заповненні залу слухачами на 70% показали, що значення на 3 частотах знаходяться в допустимих межах. Для звуків частотою 500Гц час реверберації в кінозалі знаходиться в допустимих межах при заповненні залу глядачами на 60-100%
7. Артикуляція аудиторії при заповненні слухачами від 0 до 100% задовільна.



Список літератури

1. Строительная физика / Е.Шильд, Х.Ф. Хассельман, Г.Дамен, Р.Поленц - М. : Стройиздат, 1982. — 296 с.
2. Сергейчук О.В. Строительная физика. Акустика : учеб. пособие для студ. стр. спец. / О. В. Сергейчук. — К.: УМК ВО, 1992. — 120 с.
3. Архитектурная физика: учеб. для вузов : спец. “Архитектура” / [В. К. Лицкевич, Л. И. Макриненко, И. В. Мигалина и др.] ; под ред. Н.В. Оболенского. — М. : Стройиздат, 1988. — 448 с.
4. Гусев Н. М. Основы строительной физики : учеб. для вузов : спец. “Архитектура” / Н. М. Гусев — М. : Стройиздат, 1975. — 440 с.
5. Коврыгин С. Д. Архитектурно-строительная акустика : учеб. пособие для вузов по спец. “Архитектура” и “Пром. и гражд. стр.” / С. Д. Коврыгин, С. И. Крышов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Высш. шк., 1986. — 256 с.
6. <http://www.paros.ru> - акустика приміщень
7. <http://www.avreport.ru> - матеріали для кінотеатрів
8. <http://uni-kom.ru> - акустичні матеріали