

АРХІТЕКТУРА БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

УДК 725.81:534.843.6

Р.І. Кінаш, Е.А. Нестерович, А.Р. Вачко*
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра архітектурних конструкцій,
*кафедра містобудування

АКУСТИЧНА МОДЕРНІЗАЦІЯ ГЛЯДАЦЬКОГО ЗАЛУ НАРОДНОГО ДОМУ

© Кінаш Р.І., Нестерович Е.А., Вачко А.Р., 2006

Запропоновано заходи покращання акустичних характеристик внутрішнього середовища глядацького залу народного дому у с. Соснівка (побудований у 1962 році як будинок культури). Глядацький зал потребує повного переобладнання і застосування сучасних акустичних матеріалів. Надмірне використання звукоізолювальних матеріалів для облицювання поверхонь стін і стелі під час будівництва зумовило ефект приглушеності залу. Використання сучасних акустичних матеріалів на менших поверхнях (лише на стелі) і застосування пластичних форм покращить “акустичний клімат” глядацького залу.

Громадські об'єкти, зокрема, будинки культури, у середині минулого століття будували за типовими проектами, що зумовлювало не повну відповідність залів потребам глядачів, оскільки застосування звукопоглинальних матеріалів (як у розглянутому нижче випадку) часто було перебільшене і зумовлювало звуковий дискомфорт для глядачів. Сьогодні споруда народного дому потребує капітального ремонту, а глядацький зал у дуже занедбаному стані. Щоби внормувати акустичні параметри залу, потрібно застосувати сучасні матеріали відповідно до акустичного розрахунку внутрішнього простору залу.

Такі об'єкти тепер досліджують дуже рідко, тому що реконструкція зводиться, переважно, до ремонту приміщень чи будівлі, але не до дослідження акустичних параметрів внутрішнього простору приміщення залу та застосування нових акустичних матеріалів. Проте, у статті професора Е.В. Вітвицької [1] подано варіанти переобладнання актового залу школи у м. Іллічівськ у театральний зал. Застосуванням ефективних архітектурних заходів, зокрема, влаштуванням увігнутих поверхонь у інтер'єрі актового залу і корегуванням стелі відповідно значно покращуються акустичні параметри залу. Такі ж питання розглядаються і у статтях іноземних авторів, зокрема, польські видання пишуть про модернізацію залів такого типу за допомогою сучасних звукопоглинальних матеріалів.

Під час дослідження акустичних характеристик глядацького залу було виявлено такі проблеми: ефект приглушеності залу, виникнення ефекту багаторазового відбиття звуку від паралельних стін (“butterfly effect”). У статті запропоновано варіанти їхнього вирішення та подано пропозиції щодо покращання акустичного комфорту залу.

Загальні відомості

Оскільки громадські об'єкти у середині минулого століття будували, як правило, за типовими проектами, архітектори не мали можливості створювати нові будівлі, а тільки “прив'язували” існуючі типові проекти до конкретного місця. Окрім того, вибір звукопоглинальних матеріалів був обмежений. За таких умов допускались досить значні помилки, зокрема, в акустичних розрахунках глядацьких залів.

Типовість проекту підтверджують такі характеристики, як прості та чіткі геометричні розміри залу: прямокутне приміщення із паралельними стінами, плоскою стелею, не високе і трохи приглушене через занадто велику вмістимість. За первинним призначенням будівлю зводили як

будинок культури, і глядацький зал мав задовольняти вимоги універсального залу, тобто використовуватись як для концертних програм, так і для засідань чи зборів. Але згідно з виявленими акустичними характеристиками у залі створене занадто приглушене звукове середовище, музика у залі звучить досить “сухо” та уривчасто. Це спричинене перевикористанням звукопоглинальних матеріалів на поверхнях огороження залу (на стінах і стелі), (рис. 1, 2, 3). Мова у залі звучить трохи краще, але теж досить приглушено.



Рис. 1. Загальний вигляд поздовжньої стіни і стелі глядацького залу

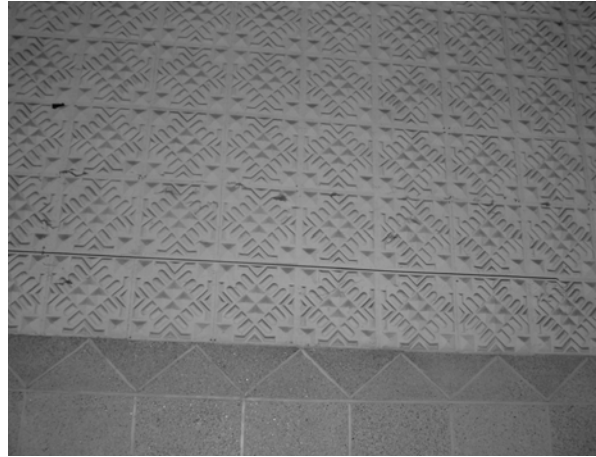


Рис. 2. Фрагмент облицювання стіни глядацької зали

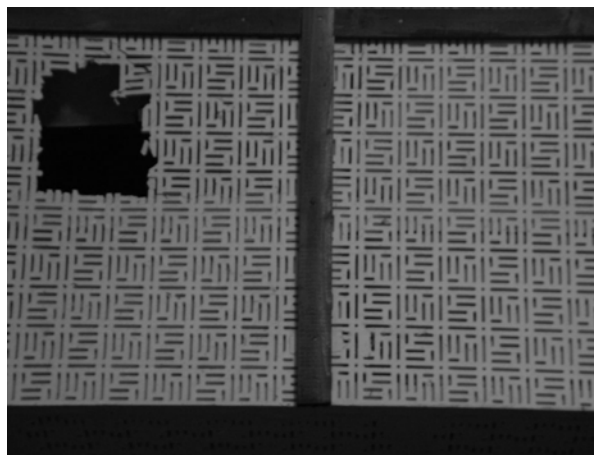


Рис. 3. Фрагмент облицювання передньої стінки балкону глядацького залу

Покращати “звуковий клімат” внутрішнього простору залу можна досить простим методом, а саме – розташувати за периметром залу потужні гучномовці. Розміщувати їх потрібно на стелі або ж у верхній частині стін, подалі від глядачів, щоб не створювати звукового дискомфорту [2]. Така акустична система існувала у залі, але зараз вона не працює, і зробити розрахунки її ефективності не вдалося. Але використання електроакустичної системи все одно вимагає природної акустичної адаптації.

Інший шлях вирішення проблеми полягає у застосуванні пластичних форм у залі, зокрема:

1. Заокруглення задньої грані між стіною та стелею на балконі;
2. Зміни конфігурації залу у плані, влаштування трапецеподібної форми для уникнення ефекту багаторазового відбивання звуку від паралельних стін;
3. Спорудження над сценою похилої площини із ділянками перших корисних відбиттів, що значно покращить “звуковий клімат” у залі.

Але такі варіанти покращання звукового комфорту глядацького залу не розглядались, оскільки замовник мав на меті покращити акустичні параметри мінімальними засобами.

Геометричні параметри залу для глядачів

Повна загальна характеристика залу є такою:

- **Геометричні розміри залу** – довжина – 20 м, ширина – 11,5 м, висота – 6,65 м (посередині залу), ухил становить 4,5 % (рис. 4, 5, 6). За формою – невеликий прямокутний зал із паралельними стінами і невисокою плоскою стелею;
- **Місткість залу** – 394 глядачі (приймаємо згідно з нормами [3], оскільки, зараз крісла у залі демонтовано і встановити їхню кількість немає змоги);
- **Пропорції залу** – вдало підібрані і задовольняють акустичні вимоги такого типу споруд (рис. 7, 8),
- **Висота залу** є досить малою (7 м); у разі заміни матеріалів покриття треба пам'ятати про досить малий об'єм залу і влаштовувати нову конструкцію якнайближче до перекриття (рис. 9, 10);
- **Ухил підлоги** не відповідає нормам і спричиняє ефект надмірного поглинання звуку.

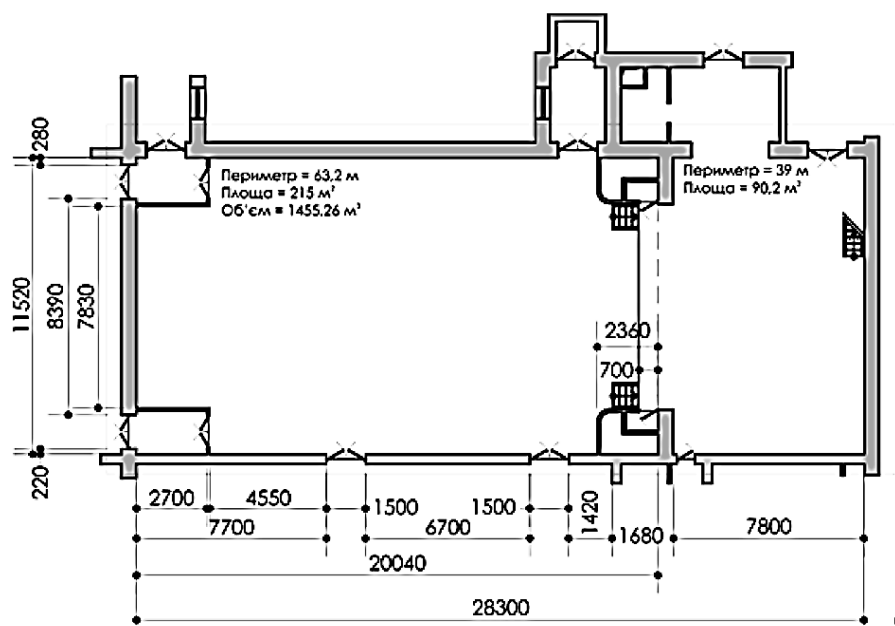


Рис. 4. План глядацького залу

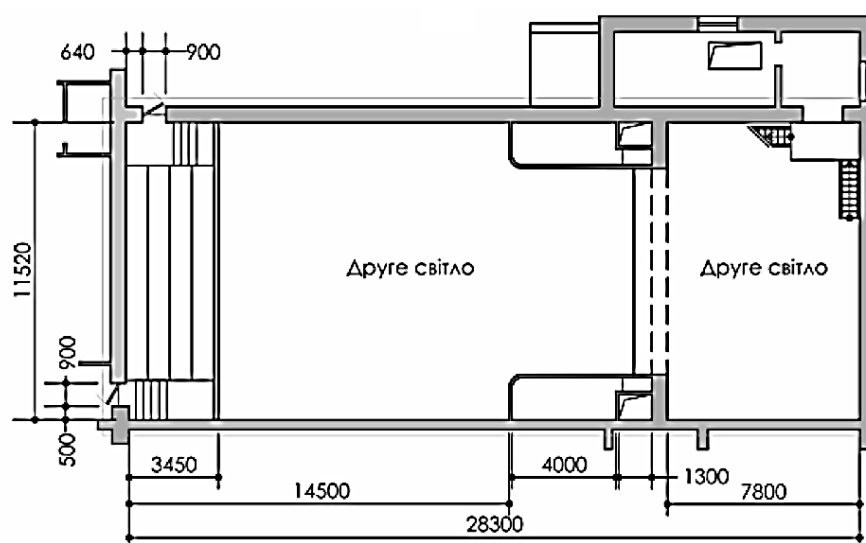


Рис. 5. План глядацького залу на рівні балкону другого рівня

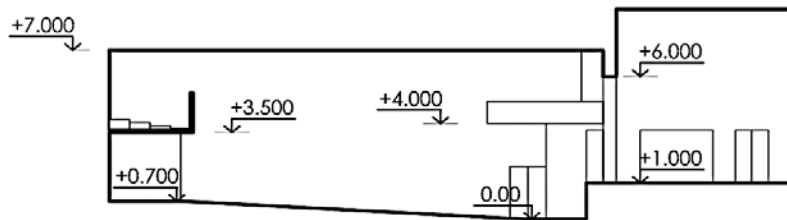


Рис. 6. Поздовжній розріз глядацького залу



Рис. 7. Сцена глядацького залу



Рис. 8. Загальний вигляд стелі і задньої стіни з балконом глядацької зали



Рис. 9. Загальний вигляд поздовжньої стіни і стелі глядацького залу



Рис. 10. Загальний вигляд поздовжньої стіни і стелі глядацького залу

Результати дослідження акустичних параметрів глядацького залу

За геометричними параметрами зал є досить малий, відповідно, він повинен мати добрі показники природної акустики, акустична ж система має застосовуватись тільки для підсилення мовлення (під час конференцій або лекцій). Підсилення музики через акустичну систему може створити надмірний акустичний тиск, акустичний дискомфорт для слухачів, не буде значного покращання акустичних параметрів, тому що звучання музики через підсилювачі не передає усієї гармонії природного звучання інструментів.

Ще один небажаний акустичний ефект, виявлений під час досліджень залу – це явище багаторазового відбивання від паралельних стін звукових хвиль, джерелом яких є раптовий, сильний звуковий імпульс (високий раптовий звук музичного інструменту) – “butterfly effect” [4]. Застосовані на

стінах звукопоглинальні матеріали не ліквідовують це явище, оскільки розміщені вище за позначку 1,8 м, а низ стін потиньковано тиньком із дрібними твердими елементами заповнювача, з низьким коефіцієнтом звукопоглинання, і звук багаторазово відбивається від поверхні (рис. 4).

Для акустичного аналізу і вибору ефективних заходів покращання акустичного комфорту залу, що підлягає реконструкції, було проведено такі роботи:

- акустичний розрахунок залу та виявлення площадок перших корисних відбиттів для цієї геометрії залу;
- відповідно до структури звукових відбиттів проаналізовано поверхні, де потрібно застосувати звукопоглинальні матеріали;
- із акустичного розрахунку залу підібрано звукопоглинальний матеріал так, щоб акустичний комфорт залу відповідав чинним нормам;
- розроблено рекомендації для покращання природної акустики залу заходами влаштування пластичних форм і використання сучасних звукопоглинальних матеріалів на менших поверхнях у залі.

Результати акустичного розрахунку

Акустичний розрахунок глядацького залу здійснювався двома методами. Перший метод полягав у графічному розрахунку акустичних параметрів глядацького залу шляхом створення креслення, на якому показано проєкції звукових хвиль на стелю та стіни залу для глядачів. У процесі розрахунку було виявлено ділянки перших корисних відбиттів на стелі та стінах (рис. 11, 12, 13), на яких не треба застосовувати жодних звукопоглинальних матеріалів. Результати розрахунку (табл. 1, 5) за цим методом показують, що потрібно замінити покриття на стелі, на задній стіні та огороженні балкону матеріалами із більшим коефіцієнтом звуковідбиття.

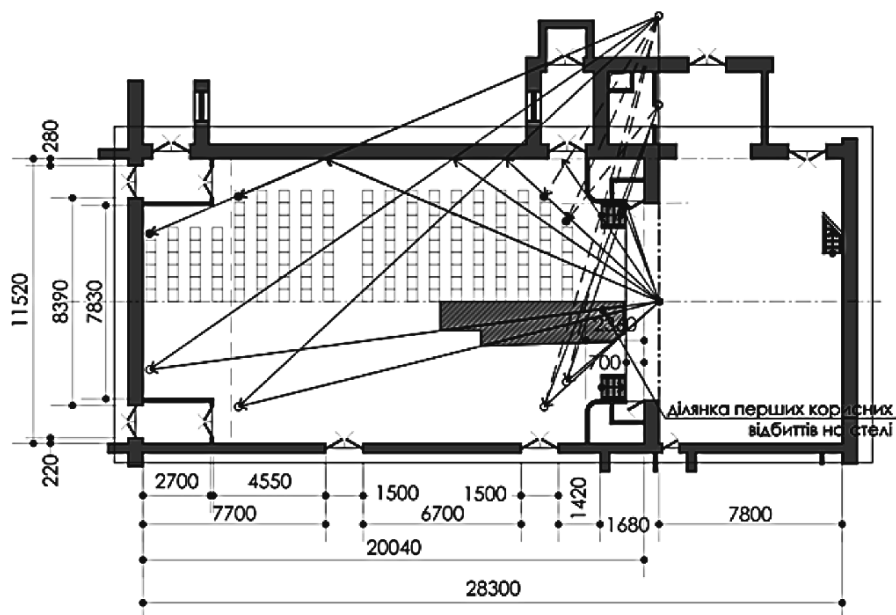


Рис. 12. План глядацького залу із ділянками перших корисних відбиттів

Таблиця 1

Підрахунок фонду звукопоглинання за звичайної обробки огорожувальних поверхонь залу

Звукопоглинання постійними елементами	м ²	$\Sigma \alpha_i S_i$	282.38	320.066	205.91
Підрахунок фонду звукопоглинання еквівалентними площадками (об'єктами)					
Звукопоглинання змінними елементами	м ²	$\Sigma \alpha_i N$	78,44	128,1	147,8
Сумарне звукопоглинання	м ²	$A_1 = \Sigma \alpha_i S_i + \Sigma \alpha_i N$	360.82	448.166	353.71

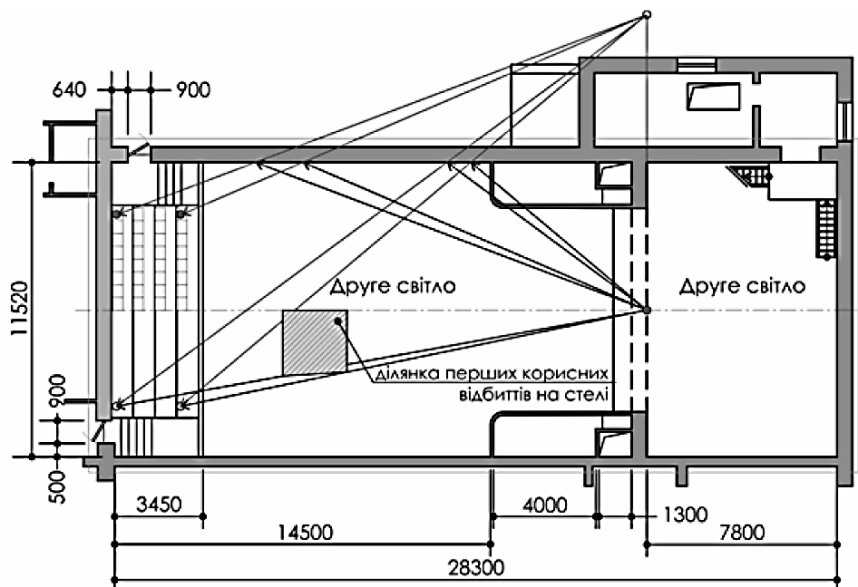


Рис. 13. План глядацького залу на рівні балкону 2^{го} рівня із ділянками перших корисних відбиттів

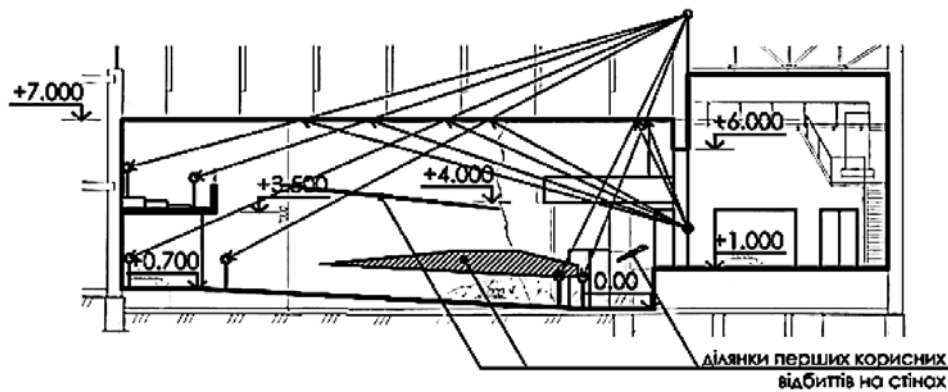


Рис. 13. Поздовжній розріз глядацького залу із ділянками перших корисних відбиттів

Як варіант заміни було запропоновано стельові плити Mylar [5] фірми “Armstrong” (акустичні характеристики подано у табл. 2, 3 і 4).

Таблиця 2

Експлуатаційні властивості матеріалу

Марка	Акустичні характеристики			Горючість	Світло-відбиття	Волого-стійкість	Можливість миття	Примітка
	α_w	NRC	Dncw					
Mylar	0.10(L)	0.10	36 дБ	Г1: ГОСТ 30244-94	80 %	95 % RH	так	

Таблиця 3

Коефіцієнти звукопоглинання та звукоізоляції стельових плит із мінераловолокна

Марка	α_w	NRC	125	250	500	1000	2000	4000	Dncw
Mylar	0.10(L)	0.10	0.25	0.15	0.10	0.10	0.10	0.15	36 дБ
Newtone	0.10(L)	0.10	0.25	0.15	0.10	0.10	0.10	0.05	37 дБ

Коефіцієнти звукопоглинання стельових плит марки Mylar

Параметри		Частота, Гц					
α_w	NRC	125	250	500	1000	2000	4000
0.55 (MH)	0.60	0.25	0.30	0.50	0.80	0.85	0.75

Визначення необхідності у додатковому звукопоглинанні і перевірка часу реверберації після додаткового облицювання

№ з/п	Характеристика	Основа	На частотах, Гц		
			125	500	2000
1	Оптимальний час реверберації T , с	За графіком рис. 4 СНиП II-Л. 16-71 (із врахуванням коефіцієнта)	1,491	1,065	0,959
2	Необхідність у фонді звукопоглинання (у разі розрахунку за формулою Севіна) $A_{екв}$, m^2	$A_{пот} = 0,163 \cdot V / T_{опт}$	159,09	222,73	247,35
3	Розміщувальний фонд звукопоглинання у залі до благоустрою $A_{екв}$, m^2	$A_1 = \sum \alpha_i \cdot S_i + \sum \alpha_i \cdot S_i$	360,82	448,166	353,71
4	Перевищення фонду звукопоглинання у залі $A_{екв}$, m^2	$\Delta A_{пот} = A_{пот} - A_1$	-201,73	-225,436	-106,36
5	Зменшення фонду звукопоглинання (облицювання стелі та стін плитами "Armstrong - Mylar") а) коефіцієнт звукопоглинання; б) площа звукопоглинання (стеля і стіни) – 282 m^2	$S_{дем}$, α , $\Delta A_2 = \alpha \cdot S_{від}$	219,74 0,25–0,1 36,05	253,73 0,1 28,23	149,57 0,1 28,23
6	Загальний фонд звукопоглинання після облицювання $A_{екв}$, m^2	$A_2 = A_1 - S_{дем} + \Delta A_2$	177,13	222,67	232,94
7	Середній коефіцієнт звукопоглинання після облицювання стелі та стін залу плитами "Armstrong - Mylar"	$\alpha_{ср} = A_2 / \sum S_i$	0,49	0,5	0,65
8	Приведений коефіцієнт звукопоглинання ϕ ($\alpha_{ср}$)	$-\ln(1 - \alpha_{ср})$	0,67	0,69	1,05
9	Час реверберації в залі після облицювання (у разі розрахунку за формулою Ейрінга) T , с	$T_{ст} = 0,163 \cdot V / (\sum S_i \cdot \phi(\alpha_{ср}))$	0,98	0,95	1,01
10	Відхилення оптимального $T_{ст}$ від $T_{опт}$, %		-8 %	-10 %	-6 %

Отже, розрахунковий час реверберації (існуючий) збігається із фактично вимірним приладами Anzeigeteil D2022 (див. рис. 14) і становить на частоті 125 Гц – 0,98 с, на частоті 500 Гц – 0,95 с, на частоті 2000 Гц – 1,01 с.



Рис. 14. Процес дослідження акустичних параметрів глядацького залу

Отримані відхилення не перевищують $\pm 10\%$ на всіх частотах, відповідно, фонд звукопоглинання в залі оптимальний.

Інший метод акустичного розрахунку ґрунтується на створенні віртуальної 3D моделі глядацького залу (рис. 15, 16) і розрахунку акустичних характеристик у комп'ютерній програмі "EASE". Результати цього розрахунку будуть подані у наступній статті.

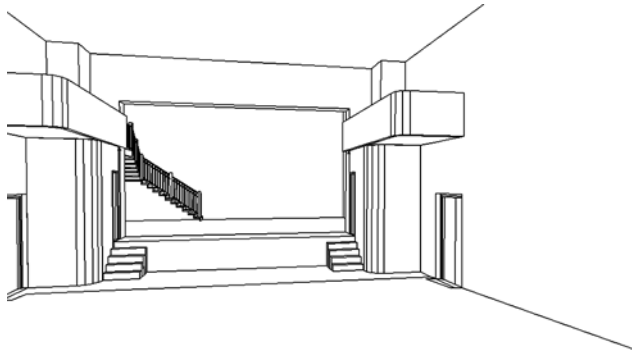


Рис. 15. Загальний вигляд сцени глядацького залу (віртуальна модель)

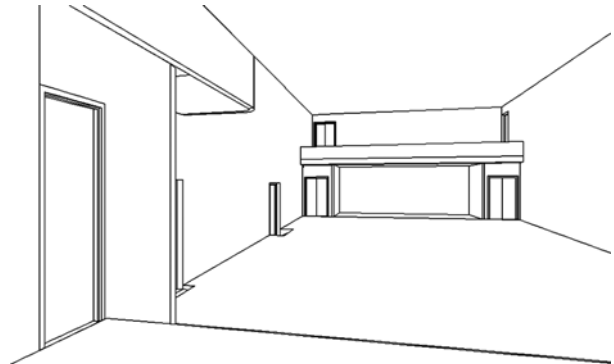


Рис. 16. Загальний вигляд глядацького залу (віртуальна модель)

Рекомендації щодо покращання акустичних параметрів залу для глядачів

Реконструкція такого типу залу та акустична адаптація внутрішнього простору приміщення до нормативних вимог потребують правильного застосування звукопоглинальних матеріалів на поверхнях, що відбивають звук. Як виявлено під час дослідження, глядацький зал занадто „приглушений” (під час спорудження було використано звукопоглинальні матеріали на більших поверхнях, ніж того вимагають норми), і, відповідно до розрахунків, для покращання акустичного середовища глядацького залу запропоновано такі заходи:

- застосувати на стелі, на задній стіні та огороженні балкону звукопоглинальні плити Мулар фірми "Armstrong" із зменшеним коефіцієнтом звукопоглинання;
- виявлені ділянки перших корисних відбиттів звуку не покривати звукопоглинальними матеріалами;
- облицювати стіни матеріалами, що мають акустичні характеристики відповідні уже використаним матеріалам на їхніх поверхнях;
- встановити для глядачів напівм'які крісла, що мають менше поглинання звуку, ніж м'які.

Висновки

Під час реконструкції залів періоду 50–70-х років минулого століття необхідне ретельне акустичне дослідження із метою найефективнішого використання сучасних акустичних матеріалів та конструкцій.

Виявлені акустичні характеристики внутрішнього простору глядацького залу Народного дому у с. Соснівка не відповідають сучасним вимогам, але застосуванням новітніх звукопоглинальних матеріалів можна без зміни конфігурації інтер'єру, без застосування складних пластичних форм (скруглення кутів стику стелі та стін) покращати акустичні характеристики внутрішнього середовища приміщення. Велика кількість сучасних облицювальних матеріалів із різними акустичними характеристиками дають можливість створити акустичний комфорт відповідно до умов проектного простору та вимог замовника.

З активним впровадженням комп'ютерної техніки в усі галузі архітектури та будівництва можна проводити акустичні розрахунки методами віртуального моделювання досліджуваного об'єкта, що дає змогу швидше та ефективніше з'ясувати акустичні характеристики внутрішнього простору приміщення, а також підбирати звукопоглинальні матеріали безпосередньо у віртуальній моделі.

На основі дослідження:

- визначено існуючий та розрахунковий час реверберації;
- розроблено рекомендації щодо покращання акустичного середовища глядацького залу;
- підібрано звукопоглинальні матеріали фірми „Armstrong” для облицювання стелі та стін.

1. Вітвицька Е.В. *Акустические решения реконструкции актового зала в театр // Теория градостроительства и архитектурного проектирования.* – Одеська: ОДАБА, 2004.
2. ВСН 45-86. *Культурно-зрелищные учреждения. Нормы проектирования.* – М.: СИ, 1988.
3. *Клубы. Нормы проектирования.* СНиП II-Л. 16-71. – М.: Стройиздат, 1971.
4. Контюри Л. *Акустика в строительстве / Пер. с фран. А.В. Рабиновича.* – М.: Госстройиздат, 1960.
5. *Каталог акустичних матеріалів фірми Armstrong.* – М., 2004.

УДК 728.52(477.8)

А.Б. Беренда, І.В. Якубовський

Національний університет “Львівська політехніка”
кафедра архітектурного проектування

ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ТА СТАНОВЛЕННЯ ПРИВАТНОГО ГОТЕЛЮ В ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКОМУ РЕГІОНІ НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАРТІВ У СФЕРІ ТУРИЗМУ

© Беренда А.Б., Якубовський І.В., 2006

Частина Карпатського гірського масиву на території України є надзвичайно сприятливою для розвитку туристичної галузі. Сьогодні заклади готельного типу рекреаційного характеру у регіоні переживають відродження та активний розвиток. Згадані процеси регулюються нещодавно розробленими Держтурадміністрацією України національними стандартами послуг у сфері туризму. Визначено проблеми, пов’язані з впровадженням нормативного регулювання будівництва та організації діяльності закладів розміщення туристів на прикладі малих приватних готелів садибного типу та запропоновано варіанти їхнього вирішення на основі аналізу іноземного досвіду в розглянутій галузі.

Сьогодні в Україні активно розвивається туризм на загальнонаціональному рівні, проте здебільше випадків туристичні заклади виникають стихійно, і жодна інстанція не здійснює повноцінного контролю ні за рівнем послуг, що вони надають, ні за якістю умов проживання.

Неабиякий вплив на розвиток туристичної галузі також здійснюють процеси інтеграції в ЄС. Із скасуванням в’їзних віз до України для громадян Європейського союзу значно збільшилась кількість іноземних туристів, що відвідують державу. Проте вони стикаються з багатьма проблемами, однією з яких є незадовільний стан інфраструктури туристичної галузі. На території України є велика кількість цікавих з туристичного погляду об’єктів, але бракує шляхів транспортного сполучення, закладів обслуговування туристів. У випадку ж, коли вони є, їхня якість залишає бажати кращого. Коли європейський турист бачить на фасаді готелю ряд зірок, то він порівнює рівень пропонованих цим закладом послуг з тим, що відповідає такій кількості зірок у середньому в Європі. Насправді ж клас готелів в Україні часто є зумисне завищеним для залучення якомога більшої кількості потенційних клієнтів. Фактично відвідувач такого готелю кардинально змінює свою думку після того, як скористається пропонованими послугами. Це, своєю чергою, негативно