

УДК 004.9:534.843

ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ БАЗИ ДАНИХ АКУСТИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

М.Р. Мельник, А.Б. Керницький

*Національний університет «Львівська політехніка»
вул. Степана Бандери 12, Львів, 79013, Україна*

На основі класифікації звукопоглинаючих та звукоізоляційних матеріалів за властивостями та призначенням наводиться інформаційна модель бази даних, яка використана при розробленні програмного забезпечення для автоматизації процесу вибору акустичних матеріалів із оптимальними характеристиками.

***Ключові слова:** інформаційна модель, база даних, акустичні матеріали, коефіцієнт звукопоглинання, коефіцієнт ізоляційності, архітектурна акустика.*

Постановка проблеми. Архітекторам, у процесі проектування будинків з акустичними властивостями, доводиться враховувати багато акустичних характеристик, одна з яких - це час реверберації, від якого безпосередньо залежить якість звуку в приміщенні. Для того, щоб точно визначити час реверберації, необхідна інформація про акустичні властивості матеріалів, а саме, відомості про ревербераційний коефіцієнт звукопоглинання всіх матеріалів які використані у приміщенні [1], або які планується використати, якщо приміщення на стадії проектування.

Якість звуку в приміщеннях залежить не лише від його геометричних параметрів, а й від властивостей матеріалів, що використовуються при будівництві та обробці. Саме тому для процесу проектування приміщень з акустичними властивостями виникає необхідність створення бази даних акустичних матеріалів для їх швидкого і правильного підбору.

При проектуванні приміщень для підвищення рівня ефективності роботи бази даних і досягнення її максимальної інформативності, повинні бути детально описані властивості акустичних матеріалів. Виходячи з цього, необхідно розробити детальну класифікацію матеріалів придатних для проектування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження присвячені проектуванню баз даних та класифікації акустичних матеріалів мають довгу історію, як в Україні так і за її межами, є предметом багатьох наукових і технічних публікацій [2], що підтверджує їх актуальність.

Так, наприклад, у роботі [3] обґрунтовано необхідність розроблення бази даних акустичних матеріалів для проектування приміщень з акустичними властивостями, яка б мала полегшити розрахунок і проектування промислових приміщень та будівель багатоцільового призначення.

Польські науковці теж обґрунтували доцільність створення бази даних

акустичних матеріалів та розробили її модель [4-6]. Проте ця модель не відповідає класифікації матеріалів відповідно до ДСТУ Б В.2.7-183:2009 [7].

Враховуючи те, що є необхідність у базі даних акустичних матеріалів, запропоновано розробити інформаційну модель бази даних акустичних матеріалів із врахуванням ДСТУ Б В.2.7-183:2009 [7] на основі якої реалізувати саму базу даних.

Мета статті. Провести аналіз можливих шляхів автоматизованої класифікації акустичних матеріалів за акустичними показниками. На основі знайдених рішень розробити інформаційну модель бази даних акустичних матеріалів.

Автоматизація процесу класифікації за класами звукопоглинання. Для розроблення інформаційної моделі було обрано ієрархічний метод при якому задана множина послідовно ділиться на підпорядковані підмножини, поступово конкретизуючи об'єкт класифікації. Сукупність одержаних груп при цьому утворює ієрархічну деревоподібну структуру у вигляді розгалуженого графа, вузлами якого є групи. Основними перевагами ієрархічного методу є велика інформаційна ємність, традиційність і простота застосування, можливість створення для об'єктів класифікації мнемонічних кодів, що несуть змістовне навантаження.

Класифікація акустичних матеріалів побудована на принципі функціонального призначення цих матеріалів. Основною класифікацією акустичних матеріалів є класифікація за акустичними показниками (див.рис. 1) [7].

Усі звукопоглинаючі матеріали повинні класифікуватися відповідно до державного стандарту ДСТУ Б В.2.7-183:2009 [7]. У цьому стандарті вказано, що звукопоглинаючі властивості звукопоглинаючих матеріалів при застосуванні у реальних конструкціях потрібно характеризувати середньоарифметичним ревербераційним коефіцієнтом звукопоглинання $\alpha_{\text{серед}}$ (див. рис. 2), який визначають для кожної з трьох діапазонів октавної смуги частот (низькі, середні та високі як показано на рис. 3).

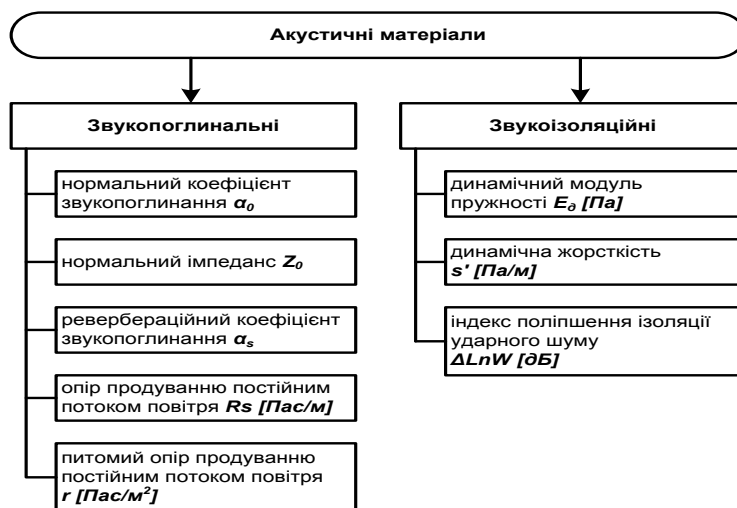


Рис. 1. Класифікація акустичних матеріалів за акустичними показниками [7]

- правила збирання даних;
- фізичні властивості та експлуатаційні характеристики акустичної ізоляції матеріалів та виробів;
- будівельні схеми, стандарти.



Рис. 4. Блок схема алгоритму автоматичної класифікації матеріалів відповідно до ДСТУ Б В.2.7-183

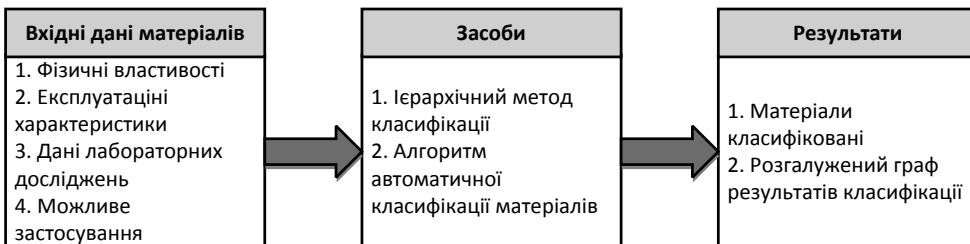


Рис. 5. Процес класифікації матеріалів

Концептуальна модель даних. База даних розроблена у середовищі Microsoft Access. На першому етапі спроектовано наступні таблиці:

- 0AcousticMaterials – класифікація за призначенням (звукопоглинаючі матеріали; захисні покриття; звукоізоляційні матеріали та вироби),
- 1AcousticMaterials – класифікація за структурою (волокнисті, пористі, захисні перфоровані покриття, захисні оболонки, волокнисті, пористі, пористо-губчасті, сипкі, рулонні покриття підлоги),
- 2AcousticMaterials – список акустичних матеріалів (наприклад: ековата, полімерні перфоровані листи, мати теплоізоляційні зі скляного штапельного волокна тощо),
- AcousticMaterials – список акустичних матеріалів із звукоізоляційними властивостями,
- AcousticMaterialsP2 – зберігання показників якості
- ApplicabilityQS – забезпечення зв'язку багато до багатьох між таблицями 0AcousticMaterials та Properties2
- KCompressibility – класифікація матеріалів за стисканням (м'які, жорсткі, підвищеної жорсткості),
- KMaterials – класифікація за типом сировини (органічна, неорганічна, змішана),
- KStructure – класифікація за структурою (волокнисті, пористі, пористо-губчасті, сипкі),
- Properties0 – список критеріїв (критерії технічного рівня, критерії стабільності показників якості),
- Properties1 – групи показників якості,
- Properties2 – список показників якості.

У таблицях використовувалися поля 5 типів, а саме: лічильник, числові, вкладення, логічні та текстові.

Рівень взаємодії розробленої системи із зовнішнім середовищем представлений на діаграма прецедентів (рис. 6.).

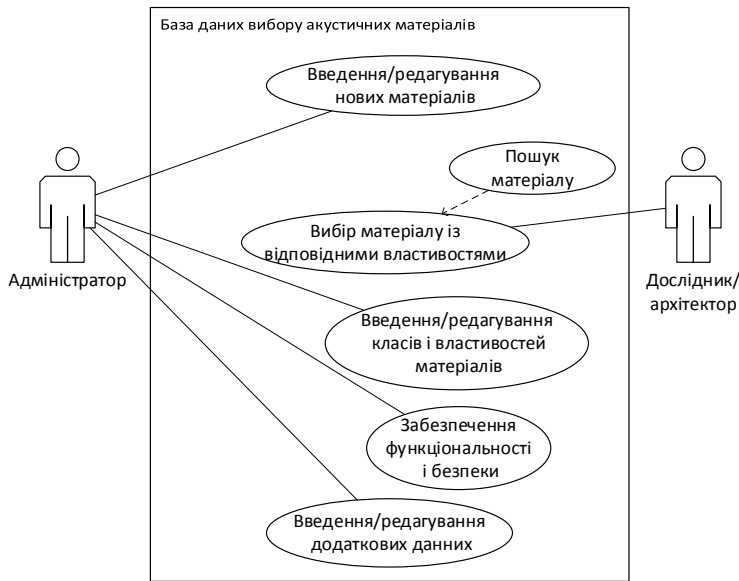


Рис. 6. Діаграма прецедентів бази даних вибору акустичних матеріалів

У результаті роботи спершу було спроектовано логічну модель даних див. (рис. 7). Таблиця Показники якості (ApplicabilityQS) та Типи акустичних матеріалів (1AcousticMaterials) об'єднані зв'язком багато до багатьох через допоміжну таблицю. Усі інші таблиці об'єднані зв'язком один до багатьох. Всі таблиці і зв'язки між ними становлять інформаційне забезпечення.

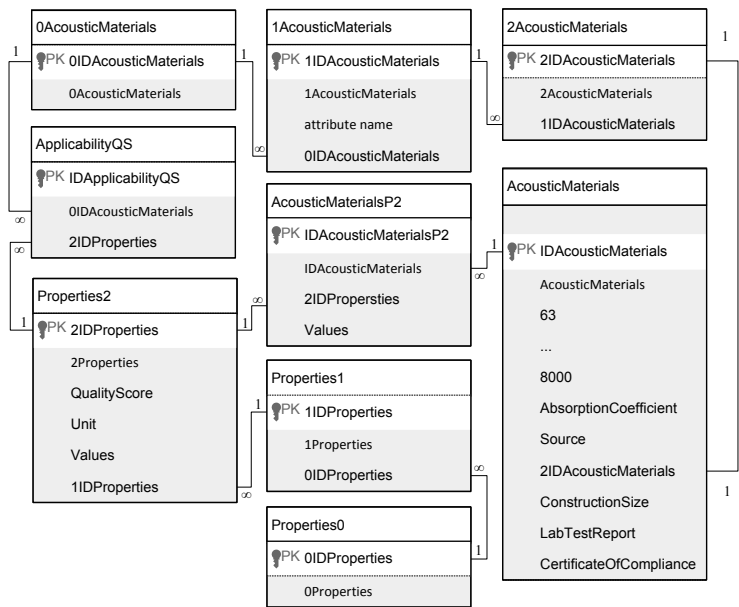


Рис. 7. Концептуальна модель даних

На наступному кроці було спроектовано запити на вибірку даних та реалізовано запропонований алгоритм автоматизованої класифікації матеріалів. Для зручності користування базою даних розроблено віконні форми, а для вибірки необхідних даних написано код програми на VisualBasic.

На рис. 8 представлено головне вікно, через яке можна отримати доступ до всіх інших віконних форм та даних.



Рис. 8. Головне вікно доступу до даних

На рис. 9 представлено діаграму потоків форм, яка відображає шляхи взаємодії користувача із системою, тобто як можна досягти до тієї чи іншої форми. Під час розроблення дотримано правила «трьох клацань мишею», тобто до будь-якої форми можна досягти зробивши не більше трьох клацань.

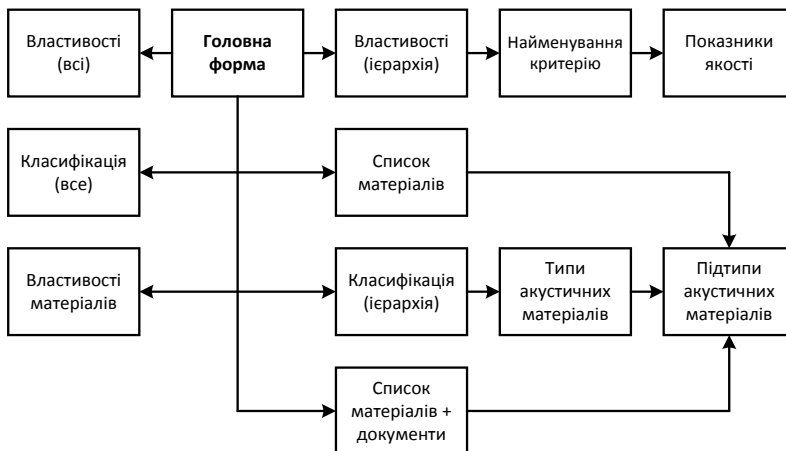


Рис. 9. Діаграма потоків форм

Віконні форми дають змогу вносити та редагувати класи та підвиди акустичних матеріалів, які будуть використовуватися для фільтрування матеріалів за класами або підвидами відповідно до ДСТУ Б В.2.7-183, 2009.

Оскільки є багато показників якості і для різних типів акустичних матеріалів використовуються інші, то для внесення значень відповідного показника користувач може вибрати зі списку тільки ті, які потрібно, чи які відомі для даного матеріалу. Для задання показника якості можна його вибрати зі списку, або використати ієрархію форм, де у першій формі вибрати найменування критерію, потім іказати тип показника якості і вже потім відкриваються усі показники якості, значення яких можна внести для даного матеріалу. Віконна форма, як на рис. 10, призначена для визначення показників якості для відповідних матеріалів. Можна вибрати для одного матеріалу кілька показників якості. Для різних класів матеріалів існують різні показники якості, які програмно контролюються і враховані при побудові логічної моделі даних. Наприклад, якщо задано, що плита із мінеральної вати відноситься до класу «Звукопоглинаючі матеріали» то можна задати в якості показника якості коефіцієнт звукопоглинання. Натомість, якщо б було задано клас «Звукоізоляційні матеріали та вироби», то можна вказати показник якості звукоізоляційність.

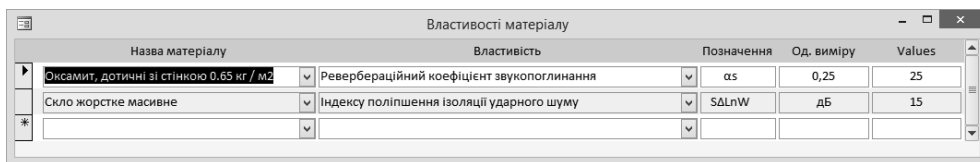


Рис. 10. Задання показників якості для акустичних матеріалів

Для перегляду та редагування списку матеріалів передбачена віконна форма представлена на рис. 11, яка дає змогу редагувати та додавати інформацію про акустичні матеріали. Дана віконна форма містить наступні поля:

- назва – назви акустичного матеріалу,
- класифікація – інформація до якого класу відноситься даний акустичний матеріал відповідно до ДСТУ (автоматично заповнюється програмою відповідно до внесених даних у поля від 63 до 8000),
- поля від 63 до 8000 – коефіцієнт звукопоглинання у відповідній смузі октавних частот,
- тип матеріалу – вибирається зі списку підстановки, або два рази клацнувши мишею, тоді відкриється вікно, як на рис. 12, яке має додаткові засоби вибірки і фільтрування, що значно полегшує вибір типу. Після того як вибрано відповідний тип необхідно знову клацнути мишею два рази по відповідному типу і він автоматично вставиться у форму як на рис. 11.

Для швидкого пошуку матеріалів із необхідними властивостями передбачені фільтри за назвою матеріалу, джерелом звідки взято інформацію про матеріал, класом та коефіцієнтом поглинання у відповідній октавній частоті.

При проектуванні бази даних передбачено експорт, який дає змогу властивості матеріалів, які нас цікавлять, експортувати у MS Excel для подальшого опрацювання. Для експорту необхідно відзначити матеріали, після чого, натиснувши відповідну піктограму внизу даного поля вибрані матеріали та їх властивості експортуються в MS EXCEL.

Список акустичних матеріалів												
Назва	Класифікація	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Тип матеріалу	Джерело	
двері зі склом	H3		0,25	0,2	0,1	0,05	0,04	0,05			www.acoustic.ua	
Скло 68 мм			0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02			www.acoustic.ua	
Скло 34 мм	H3		0,25	0,2	0,1	0,05	0,04	0,05			www.acoustic.ua	
двері зі склом	C2B2		0,1	0,2	0,4	0,65	0,7	0,65			www.acoustic.ua	
Віно (скло одинарне)	H3		0,35	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04				
Скло одинарне			0,035		0,027		0,02					
Скло зеркальне			0,035	0,025	0,019	0,012	0,07	0,04				
Піноскло з незамкнутими порами	H3C3B2		0,1	0,36	0,38	0,36	0,45	0,55				
Силоволокло товщиною 25 мм (щільність 15 кг / кв.м)		0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,07			http://forum.integral.ru/download	
Віно (скло одинарне)	H3		0,35	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04	0,03		СТАЦЕНКО Л.Г. Акустика студій за	
Скло жорстке масивне			0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02			СТАЦЕНКО Л.Г. Акустика студій за	

Рис. 11. Список акустичних матеріалів

Підвиди акустичних матеріалів	
Вид матеріалу	Звукоізоляційні матеріали та вироби
Категорія:	Пористо-губчасті
<ul style="list-style-type: none"> ▶ вироби зі спіненого поліетилену ▶ вироби зі спіненого полівінілхлориду ▶ вироби з пінофенопластів ▶ вироби з пористої гуми * <input type="text"/> 	
Пошук	<input type="text"/>
Вид матеріалу	Звукоізоляційні матеріали та вироби
Категорія:	Звукоізоляційні матеріали та вироби - Пористо-губчасті
	<ul style="list-style-type: none"> Звукопоглинальні матеріали - Волокнисті Звукопоглинальні матеріали - Пористі Захисні покриття - Захисні перфоровані покриття Захисні покриття - Захисні оболонки Звукоізоляційні матеріали та вироби - Волокнисті Звукоізоляційні матеріали та вироби - Пористі Звукоізоляційні матеріали та вироби - Пористо-губчасті Звукоізоляційні матеріали та вироби - Сипкі Звукоізоляційні матеріали та вироби - Рулонні покриття підл.
мм	
2 0,65 кг	
розтягнуто) на віднес	

Рис. 12. Віконна форма вибору типу матеріалу

Висновки. Розроблено базу даних акустичних матеріалів, яка дала змогу автоматизувати процес добору відповідних матеріалів за їх властивостями, що значно збільшило ефективність роботи проєктантів та архітекторів. У базі передбачено автоматичну класифікацію та експорт вибраних матеріалів у MS Excel для подальшого опрацювання. Розроблено інформаційне, програмне та методичне забезпечення. Базу даних акустичних матеріалів планується використовуватися при проєктуванні закритих і відкритих приміщень з акустичними властивостями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. M. Melnyk, A. Kernysky, and P. Pukach. "Development of subsystems for reverberation time definition in lecture auditorium." Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics (CADSM), 2017 14th International Conference The. IEEE, 2017.
2. LIU, Zhengqing; FARD, Mohammad; JAZAR, Reza. Development of an acoustic material database for vehicle interior trims. SAE Technical Paper, 2015.
3. ТОНКОНОГИЙ, В. М.; СИНЬКО, И. С.; КОРНЕЦУК, И. Т. Автоматизированное проектирование помещений со специальными акустическими свойствами. 2015.
4. SADOWSKI, J., et al. Baza danych o materiałach, wyrobach i urządzeniach przeznaczonych do ochrony przed hałasem i drganiami. Bezpieczeństwo Pracy: nauka i praktyka, 2000, 2-7.
5. Czyżewski K.: Zadanie 2/SP/93 - Banki danych dotyczących zabezpieczeń akustyczno-budowlanych oraz źródeł hałasu w budynkach mieszkalnych (Kierownictwo naukowe: Prof. dr hab. inż. Jerzy Sadowski). Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 1993 (Opracowanie autorskie)
6. Zadanie 03.9.22 SPR-1 Etap 2. „Opracowanie i przetestowanie systemu informatycznego zawierającego bazę danych o wybranych materiałach, wyrobach i urządzeniach przeznaczonych do ochrony przed hałasem i drganiami posiadających aprobaty i certyfikaty krajowe i zagraniczne w tym z krajów Unii Europejskiej. Weryfikacja przez użytkowników» Sprawozdanie z realizacji Etapu II Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa listopad 1999
7. ДСТУ Б В.2.7-183:2009 Будівельні матеріали. Матеріали та вироби будівельні звукопоглинальні і звукоізоляційні. Класифікація й загальні технічні вимоги.
8. Синько И.С., Молчан Е.Г. Акустические свойства промышленных помещений и зданий многоцелевого назначения. Проблемы техники. Наук.-вироб. журн. / Одес. нац. мор. ун-т, Хмельн. нац. ун-т. – Одеса, 2014. – №2. – С. 90-96.
9. СТАЦЕНКО Л.Г. Акустика студий звукового и телевизионного вещания. Системы озвучивания: учебно-методическое пособие/сост. ЛГ Стаценко, ЮВ Паскаль.–Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2006–96 с. 2006.

REFERENCES

1. M. Melnyk, A. Kernysky, and P. Pukach. (2017). Development of subsystems for reverberation time definition in lecture auditorium. Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics (CADSM), 2017 14th International Conference The. IEEE, (in English)
2. Liu, Zhengqing; Fard, Mohammad; Jazar, Reza. (2015). Development of an acoustic material database for vehicle interior trims. SAE Technical Paper. (in English)
3. Tonkonogiy, V. M.; Sinko, I. S.; Korneschuk, I. T. (2015). Avtomatizirovannoe proektirovanie pomescheniy so spetsialnyimi akusticheskimi svoystvami. (in Russian)
4. Sadowski, J., et al. (2000). Baza danych o materiałach, wyrobach i urządzeniach przeznaczonych do ochrony przed hałasem i drganiami. Bezpieczeństwo Pracy: nauka i praktyka, 2-7. (in Polish)
5. Czyżewski K. (1993). Zadanie 2/SP/93 - Banki danych dotyczących zabezpieczeń akustyczno-budowlanych oraz źródeł hałasu w budynkach mieszkalnych (Kierow-

- nictwo naukowe: Prof. dr hab. inż. Jerzy Sadowski). Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa (Opracowanie autorskie) (in Polish)
6. Zadanie 03.9.22 SPR-1 Etap 2. „Opracowanie i przetestowanie systemu informatycznego zawierającego bazę danych o wybranych materiałach, wyrobach i urządzeniach przeznaczonych do ochrony przed hałasem i drganiami posiadających aprobaty i certyfikaty krajowe i zagraniczne w tym z krajów Unii Europejskiej. Weryfikacja przez użytkowników” Sprawozdanie z realizacji Etapu II Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa listopad 1999. (in Polish)
 7. DSTU B V.2.7-183:2009 Budivelni materialy. Materialy ta vyroby budivelni zvukopohlynalni i zvukoizoljacijni. Klasyfikacija j zahalni texnichni vymohy. (in Ukrainian)
 8. Sinko I.S., Molchan E.G. (2014). Akusticheskie svoystva promyshlennyih pomescheniy i zdaniy mnogotselevogo naznacheniya. Problemi tehniky. Nauk.-virob. zhurn. / Odes. nats. mor. un-t, Hmeln. nats. un-t. – Odesa– #2. – S. 90-96. (in Russian)
 9. Statcenko L.G. (2006). Akustika studiy zvukovogo i televizionnogo veschaniya. Sistemyi ozvuchi-vaniya: uchebno-metodicheskoe posobie/sost. LG Statsenko, YuV Paskal.–Vladivostok: Izd-vo DVG TU, 2006-96 s. (in Russian)

UDC 004.9:534.843

INFORMATION MODEL OF ACOUSTIC MATERIALS DATABASE

M.R. Melnyk, A.B. Kernytskyy

National University «Lviv Polytechnic»

12, Bandera St., Lviv, Ukraine, 79013

MelnykMR@gmail.com

The article presents the information model based on the classification of sound absorbing and soundproof materials according to the properties and purposes, which is used in the development of software for the automation of the process of selecting acoustic materials with optimal characteristics.

Keywords: *information model, database, acoustic materials, sound absorption coefficient, isolation coefficient, architectural acoustics.*

Стаття надійшла до редакції 14.02.2017

Received 14.02.2017