

М. Мельник¹, А. Керницький¹, Я. Рубаха², Т. Камісінські²,¹ Національний університет "Львівська політехніка",² Краківська гірничо-металургійна академія ім. С. Сташіца, Польща

РОЗРОБЛЕННЯ КОНВЕРТЕРА 3D-МОДЕЛЕЙ ПРИМІЩЕНЬ З СИСТЕМИ SKETCHUP У СИСТЕМУ CATT-ACOUSTIC

© Мельник М., Керницький А., Рубаха Я., Камісінські Т., 2018

У статті запропоновано метод конвертування файлів геометрії об'єктів з системи SketchUP у систему Catt-Acoustic. Розроблений метод дав змогу пришвидшити побудову моделей приміщень для їхнього подальшого акустичного аналізу у системі Catt-Acoustic та автоматизувати процес визначення акустичних властивостей матеріалів, які використані у цих приміщеннях.

Ключові слова: конвертер, SketchUP, Catt-Acoustic, інформаційна модель, коефіцієнт звукопоглинання, акустичні властивості приміщень.

The article proposes a method for converting object geometry files from the SketchUP system into the Catt-Acoustic system. The proposed method has made it possible to accelerate the development of the premises models for their further acoustic analysis in the Catt-Acoustic system and to automate the process of determining the acoustic properties of the materials used in these premises.

Key words: Converter, SketchUP, Catt-Acoustic, sound absorption coefficient, interior acoustic properties.

Вступ

Зараз на ринку програмних засобів є багато систем для розрахунку критеріїв акустичної якості приміщень. Однією з таких програм є CATT-Acoustic [1, 2]. Оскільки у системі Catt-Acoustic модель будується параметрично, будуючи спочатку координати, а потім за координатами площини, то при моделюванні складних об'єктів процес побудови моделі займає багато часу. У спробах знайти підходящий засіб проектування 3D-моделей приміщень з метою їх подальшого експорту у систему Catt-Acoustic проаналізовано низку систем для 3D-моделювання та встановлено, що простим та зручним у користуванні засобом з простим та інтуїтивно-зрозумілим інтерфейсом можна вибрати систему SketchUP [3, 4]. Особливістю такої системи є те, що у ній повністю відсутні вікна попередніх налаштувань. Усі геометричні характеристики під час дії інструменту або зразу після закінчення задаються з клавіатури, а спосіб обробки 3D-об'єктів усередині SketchUp відповідає системі Catt-Acoustic. Саме тому поставлена задача розробити конвертер, який має забезпечити можливість побудови складних моделей приміщень у системі SketchUP, після чого експортувати модель у вигляді параметричного файлу із координатами точок та площин, а також матеріалами у систему Catt-Acoustic для проведення акустичних моделювань.

Метод автоматизованого задання властивостей матеріалів

Для автоматизації процесу задання звукопоглинальних та звукорозсіювальних властивостей матеріалів розроблено метод.

Ідея методу полягає в автоматичному заданні акустичних властивостей матеріалів, використаних у системі SketchUP при експорті моделі до системи CattAcoustic.

Суть методу полягає в пошуку назв використаних матеріалів у системі SketchUP по базі матеріалів, внесених у конвертер, та на підставі знайдених відповідностей генерування коду для системи Catt-Acoustic із уже заданими коефіцієнтами звукопоглинання, розсіювання та кольору матеріалу.

В основі методу – ідея створення бібліотеки матеріалів та постійне її розширення, де назви матеріалів у бібліотеці матеріалів мають відповідати назвам, які передбачені у конвертері. Щоб реалізувати автоматичне задавання коефіцієнтів звукопоглинання матеріалів, необхідно у самому конвертері задати базу коефіцієнтів звукопоглинання часто вживаних матеріалів. Приклад коду програми на мові Ruby [4] для задання звукопоглинальних властивостей матеріалів представлено на рис. 1.

```

f<<"\n"
for i in 0..mat.length-1
f<<"ABS "
f<<mat[i][1..(mat[i].length-2)].to_s
if mat[i][1..(mat[i].length-2)].to_s == "mPlaster"
f<<" <10 16 15 30 50 47> L <80 60 60 70 85 95> {166 255 159} "
elsif mat[i][1..(mat[i].length-2)].to_s == "mWood"
f<<" <10 10 10 5 5 5> L <20 30 35 50 50 60> {132 72 18} "
elsif mat[i][1..(mat[i].length-2)].to_s == "mTile"
f<<" <1 1 1 2 2 2> L <10 10 10 10 10 10> {199 192 173} "
elsif mat[i][1..(mat[i].length-2)].to_s == "mDrywall"
f<<" <29 10 5 4 7 9> L <10 10 10 10 10 10> {159 239 207} "
elsif mat[i][1..(mat[i].length-2)].to_s == "mGlass"
f<<" <28 16 4 3 2 2> L <45 45 45 55 55 65> {7 201 240} "
elsif mat[i][1..(mat[i].length-2)].to_s == "mTextile"
f<<" <10 10 35 72 95 90> L <30 40 50 60 65 70> {50 57 70} "
elsif mat[i][1..(mat[i].length-2)].to_s == "mConcrete"
f<<" <10 10 35 72 95 90> L <30 40 50 60 65 70> {117 101 107} "
elsif mat[i][1..(mat[i].length-2)].to_s == "mMDF"
f<<" <10 10 35 72 95 90> L <30 40 50 60 65 70> {224 127 30} "
elsif mat[i][1..(mat[i].length-2)].to_s == "mMetal"
f<<" <10 10 35 72 95 90> L <30 40 50 60 65 70> {224 127 30} "
elsif mat[i][1..(mat[i].length-2)].to_s == "mParquet"
f<<" <10 10 10 5 5 5> L <20 30 35 50 50 60> {132 72 18} "
else
f<<" <10 10 10 10 10 10> L <10 10 10 10 10 10> {" + colo[i].red.to_
" " + colo[i].green.to_s + " " + colo[i].blue.to_s + "}" "
end

```

Рис. 1. Код програми для задання звукопоглинальних властивостей матеріалів

Щоб створити матеріали у системі SketchUP, необхідно у головному вікні перейти на вкладку Materials та натиснути кнопку під номером 1, як це показано на рис. 2. Після чого відкриється вікно Create Materials, у якому необхідно задати назву матеріалу (2), колір (3), а також можна задати шлях до рисунку із текстурою. Задавши такі параметри, зберігаємо новий матеріал (4).

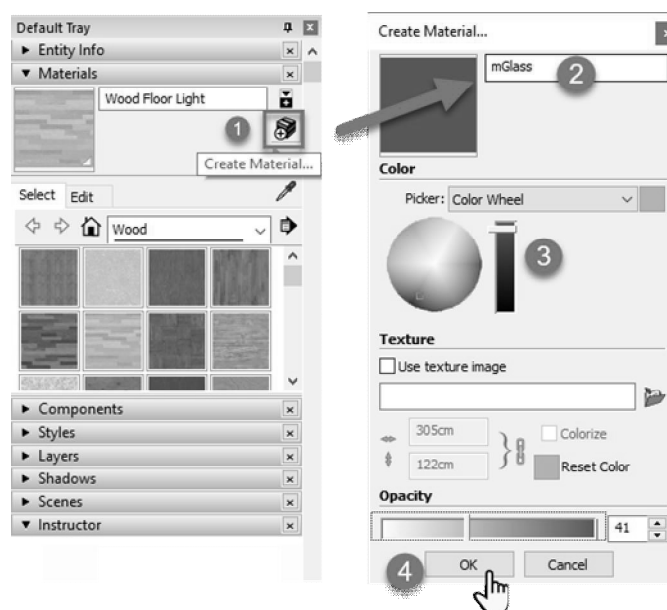


Рис. 2. Створення нового матеріалу

Аналогічні кроки необхідно проробити для всіх інших матеріалів. Після того, як ми створили всі необхідні матеріали, які можуть використовуватися у цій чи інших моделях, необхідно зберегти їх. Для збереження з можливістю використання в інших моделях чи на інших комп'ютерах необхідно вибрати матеріал (див. рис. 3 (1)) клацнути на цьому матеріалі правою кнопкою миші та вибрати пункт Save As, після чого відкриється вікно переглядача, у якому необхідно вказати шлях, де ми хочемо зберегти матеріал, назву (2) та підтвердити збереження матеріалу (3).

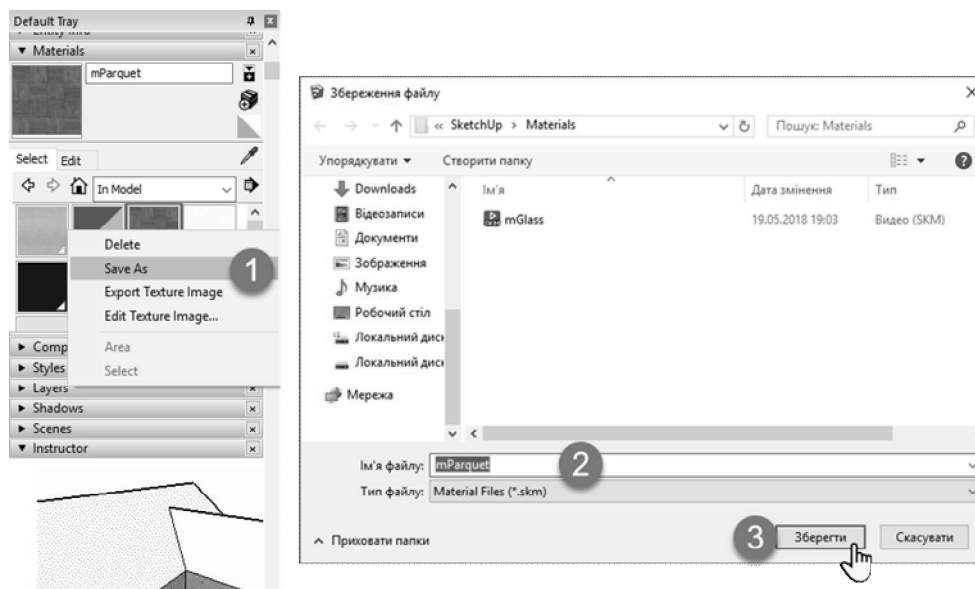


Рис. 3. Збереження створеного матеріалу

На рис. 4 представлено список створених матеріалів, які мають забезпечити швидку побудову моделей у системі SketchUP та їхній експорт у систему Catt-Acoustic з мінімальними правками вихідного файлу.

mConcrete	skm	63 739	2018-05-19	2018-05-20
mDrywall	skm	61 087	2018-05-19	2018-05-20
mGlass	skm	1 378	2018-05-19	2018-05-20
mMDF	skm	78 079	2018-05-19	2018-05-20
mMetal	skm	70 165	2018-05-19	2018-05-20
mParquet	skm	85 752	2018-05-19	2018-05-20
mPlaster	skm	3 519	2018-05-19	2018-05-20
mTextile	skm	164 655	2018-05-19	2018-05-20
mTile	skm	150 846	2018-05-19	2018-05-20
mWood	skm	62 798	2018-05-19	2018-05-20

Рис. 4. Список створених матеріалів

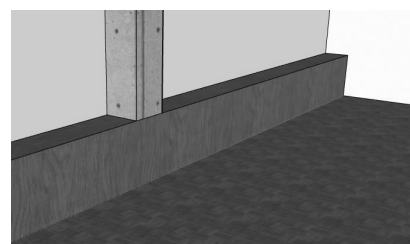



Рис. 5. Задання матеріалів для підвіконників та ослон батарей

На рис. 5 представлено приклад використання створених матеріалів. Зокрема, як матеріали для підлоги створено матеріал під назвою mParquet, а для ослон батарей, як на рис. 5, вибрано матеріал mMDF. Як бачим після встановлення матеріалів, колір поверхонь стає такий, як ми задали при створенні матеріалів.

Створюючи нову модель, щоб додати заздалегідь створені матеріали, необхідно на панелі справа у вкладці Materials вибрати піктограму  після чого у випадаючому меню вибрати Open or create a collection та вибрати каталог, у якому знаходяться створені матеріали (за замовчуванням, це шлях c:\Users\[User]\AppData\Roaming\SketchUp\SketchUp 2018\SketchUp\ Materials\), як це показано на рис. 6Рис. 6.

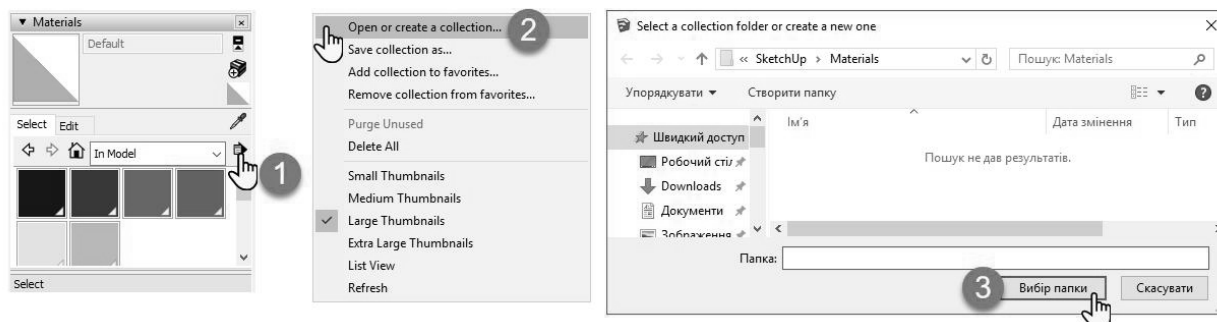


Рис. 6. Завантаження бібліотеки матеріалів

Отже, розроблено бібліотеку часто вживаних матеріалів, описано процес їх збереження та використання у інших проектах. Створення такої бібліотеки матеріалів із уніфікованими назвами матеріалів дало змогу присвоєння відповідних коефіцієнтів звукопоглинання при експорті моделі із системи SketchUP у систему Catt-Acoustic, що, своєю чергою дає змогу зменшити затрати часу на прописування коефіцієнтів звукопоглинання матеріалів для октавних смуг частот.

Розроблення моделі конвертера із SketchUP у СИСТЕМУ Catt-Acoustic

Для зручного запуску конвертера написано код програми його запуску через панель інструментів. Для цього написано код програми, щоб створити нову панель інструментів "Catt-Acoustic" (див. рис. 8). Після включення цієї панелі інструментів ми можемо швидко запустити конвертер, використовуючи піктограму під номером (1), як на рис. 3.8.

```
toolbar = UI::Toolbar.new "Catt Acoustic"
cmd = UI::Command.new("Catt Acoustic") {
  prompts = ["Nazva", "Odynyaci"]
  defaults = ["MASTER", "Metry"]
  list = ["", "Metry", "Diuymy"]
  input = UI.inputbox(prompts, defaults, list, "Parametry eksportu.")
  model = Sketchup.active_model
  path_to_save_to = UI.savepanel("Save Image File", "c:\\", input[0]+".GE0")
  faces=[]

  . . .

  cmd.small_icon = "Logo.png"
  cmd.large_icon = "Logo.png"
  cmd.tooltip = "Export to Catt Acoustic"
  cmd.status_bar_text = "Export u Catt Acoustic"
  cmd.menu_text = "Catt Acoustic"
  toolbar = toolbar.add_item cmd
  toolbar.show
}
```

Рис. 7. Код програми для створення піктограми запуску конвертера із панелі інструментів

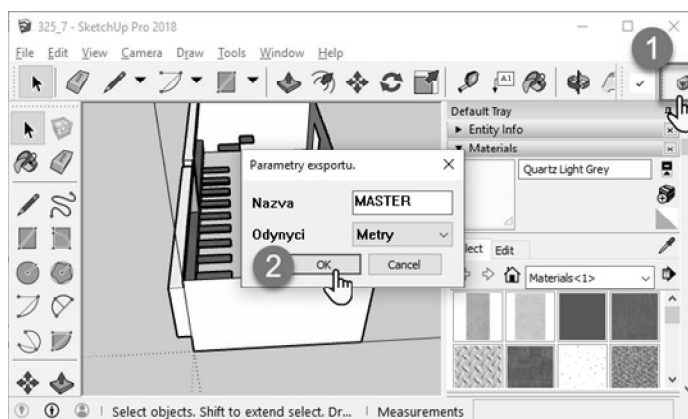


Рис. 8. Панель інструментів для запуску розробленого конвертера

На першому кроці розроблено модель конвертера, блок-схему функціонування якого представлено на рис. 9.

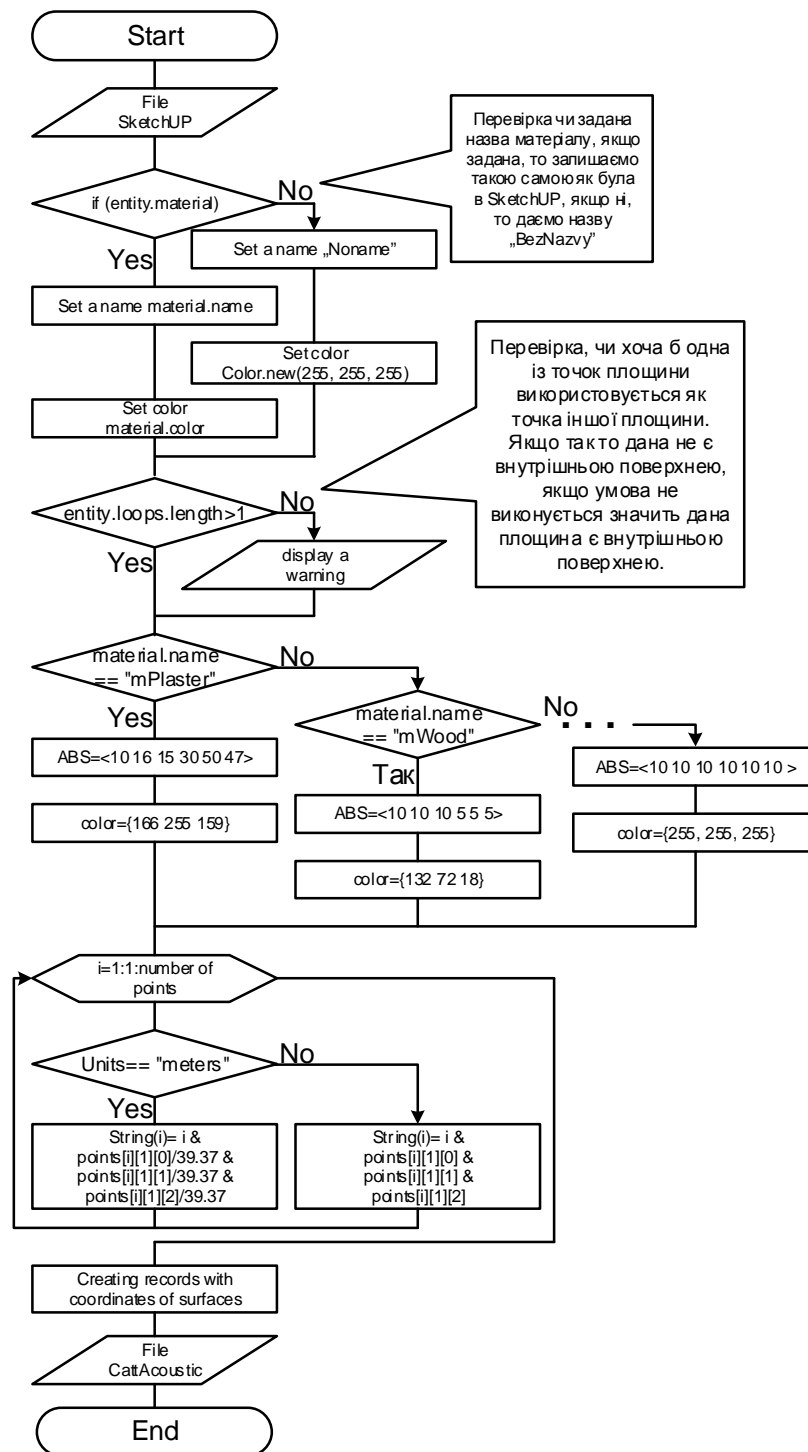


Рис. 9. Блок-схема алгоритму роботи конвертера

У блок-схемі, якщо вже передбачено перевірку чи задану назву матеріалу, залишаємо ту саму назву, яка була в SketchUP, якщо ні, то згідно з алгоритмом задається назва “NoName”.

Під час розроблення конвертера передбачено перевірку на помилки, зокрема якщо хоча б одна із точок площини використовується як точка іншої площини, та поверхня змодельована правильно. Це означає, що ця поверхня не є внутрішньою поверхнею. Якщо жодна точка (координата) площини не використовується в іншій площині, отже ця площина є внутрішньою

поверхнею. Конвертер експортує таку модель у формат системи Catt-Acoustic, однак виведе застереження у вигляді діалогового вікна, яке міститиме повідомлення та координати точок поверхонь, які можуть викликати помилки у системі Catt-Acoustic.

Після опрацювання алгоритмів та блок-схем на їхній основі розроблено програму конвертера на мові Ruby [4].

Результати роботи конвертера

Результатом застосування конвертера є створений програмний файл геометрії, який подано на рис. 10.

```
*CATT-Edit - MASTER
File Edit Search Character Template Help

ABS NoName <10 10 10 10 10 10 > L <10 10 10 10 10 10 > {255 255 255}
ABS mQuartz Light Grey <10 10 10 10 10 10 > L <10 10 10 10 10 10 > {251 251 252}
ABS mAluminum <10 10 10 10 10 10 > L <10 10 10 10 10 10 > {179 179 179}
ABS mTranslucent Glass Blue <10 10 10 10 10 10 > L <10 10 10 10 10 10 > {100 149 237}

CORNERS
1 5.034 0.0 2.975
2 5.034 6.0 2.9750000000000005
3 0.0 6.0 2.9750000000000005
4 0.0 0.0 2.975
5 0.0 0.0 0.0
6 5.034 0.0 0.0
7 0.0 0.0 2.7
8 -0.4 0.0 2.7
9 -0.4 0.0 0.7
10 0.0 0.0 0.7
11 5.034 11.77 0.0
12 5.034 11.77 2.975
13 5.034 6.420000000000001 2.9750000000000005
14 5.034 6.420000000000001 2.7
15 5.034 6.0 2.7
16 5.034 8.89 0.0
17 5.034 8.89 2.08
18 5.034 10.33 2.08
19 5.034 10.33 0.0
20 5.434 10.33 0.0
21 5.434 10.33 2.08
22 5.434 8.89 2.08
23 5.434 8.89 0.0
24 0.0 11.77 0.0
25 0.0 6.420000000000001 0.7
26 0.0 6.420000000000001 2.7
27 -0.4 6.420000000000001 2.7
28 -0.4 6.420000000000001 0.7
29 0.0 11.77 2.7
30 -0.4 11.77 2.7
31 0.0 11.77 0.7

D:\D_SketchUP_CadAcoustic\Catt\MASTER.GEO
```

Рис. 10. Код програми в Catt-Acoustic отриманий з використанням розробленого конвертера

Запустивши у системі Catt-Acoustic файл, як на рис. 10 результатом буде модель як на Рис. 11, яка показує правильність роботи запропонованого методу, який реалізований у конвертері. Відповідно тепер можна проводити дослідження, як поширюватиметься звук у 325 аудиторії та її акустичні характеристики [5].

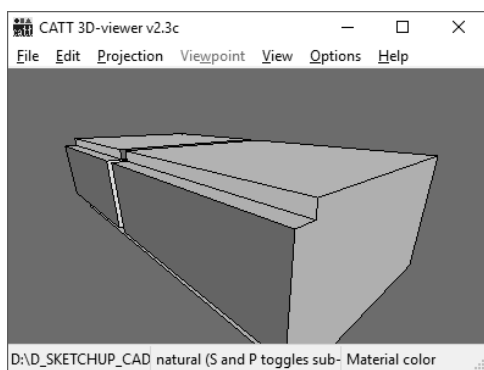


Рис. 11. Геометрія 325 аудиторії у системі Catt-Acoustic

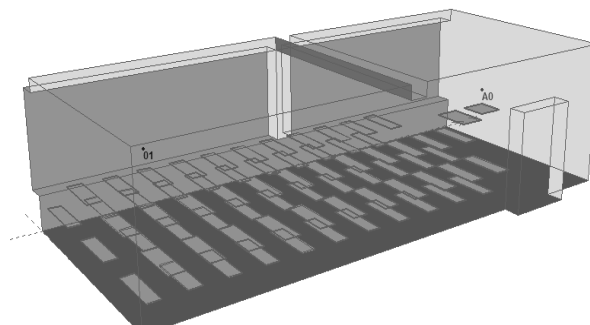


Рис. 12. Перевірка правильності задання коефіцієнтів поглинання

Для перевірки правильності задання матеріалів передбачено вікно як на **Ошибка! Источник ссылки не найден.** Знаючи, якому матеріалу який колір відповідає, ми можемо перевірити, чи правильно задали матеріал відповідним поверхням і відповідно коефіцієнти звукопоглинання.

Система Catt-Acoustic побудована так, що поверхні, які задані правильно і повернуті до нас, є прозорими, натомість внутрішні мають кольори відповідних матеріалів (див. рис. 13), якщо ми бачимо навпаки, то необхідно у коді програми після назви та номеру площини, наприклад, plane12\, замінити на plane12/, як це показано на рис. 14.

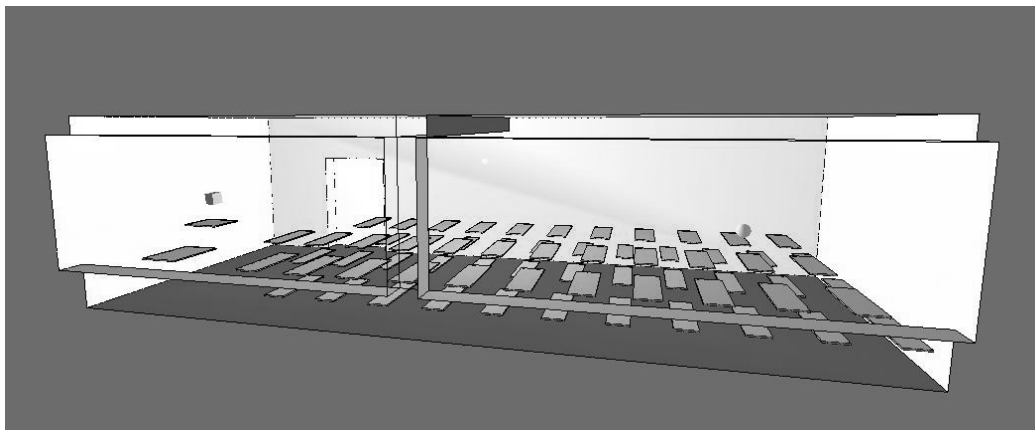


Рис. 13. Перевірка правильності повернення поверхонь

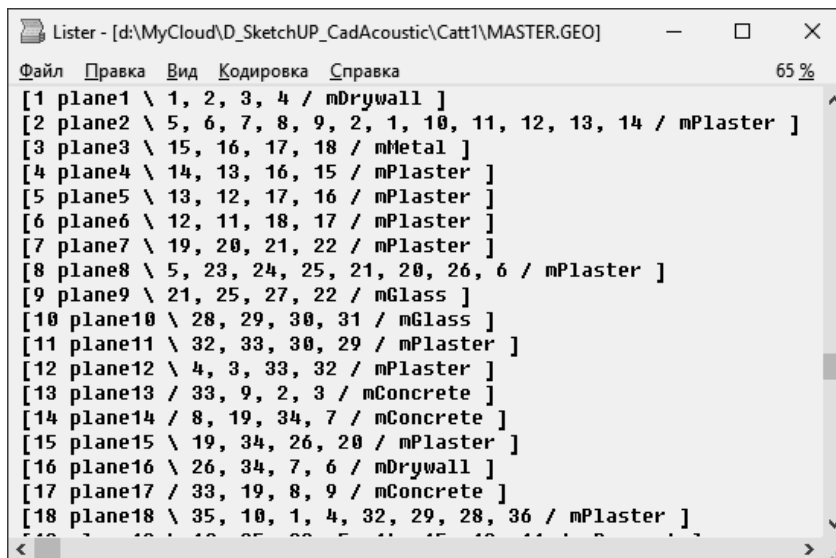


Рис. 14. Приклад повертання площини

Як бачимо з результатів на **Ошибка! Источник ссылки не найден.** поверхні відображаються правильно і матеріали теж задані правильно, отже, розроблений конвертер і метод автоматизованого задання коефіцієнтів звукопоглинання матеріалів працюють правильно.

Тестування конвертера

Для проведення тестування розробленого конвертера розроблено складнішу модель у системі SketchUP, яку у цій системі можна побудувати дуже швидко, натомість для написання програми у системі Catt-Acoustic для такої моделі піде у декілька разів більше часу. Тестову модель у системі SketchUP представлено на рис. 15. Використавши розроблений конвертер, ми миттєво отримаємо код програми для системи Catt-Acoustic, який представлений на рис. 16.

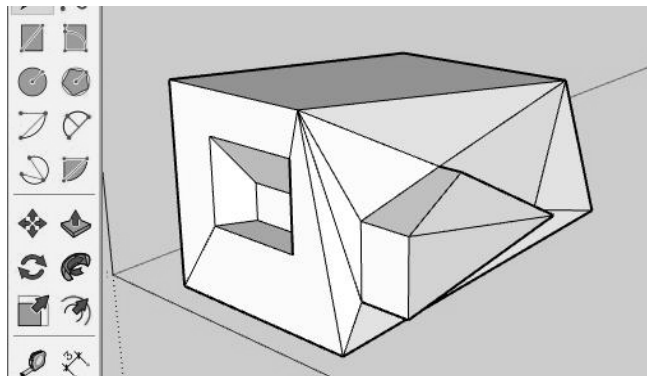


Рис. 15 Тестова модель у системі SketchUP

```

CATT-Edit - Master
File Edit Search Character Template Help
;Fail stvorenyj z vykorystnniam konvertera
ABS BezImeni <10 10 10 10 10 10> L <10 10 10 10 10 10> {255 255 255}
CORNERS
1 -0.04073206904074019 7.328764193918328 0.0
2 4.47126793095926 7.328764193918328 0.0
3 4.47126793095926 0.469764193918328 0.0
4 1.1829954834946672 0.469764193918328 0.0
5 1.1029954034946672 0.469764193918328 3.2170951726989370
6 -0.04073206904074019 7.328764193918328 2.349978716324036
7 2.308656644396753 1.014764193918329 1.1974586950977388
8 3.1086566443967527 1.014764193918329 1.1974586950977388
9 3.1086566443967527 1.014764193918329 1.7744586950977388
10 2.308656644396753 1.014764193918329 1.7744586950977388
11 2.001656644396753 0.469764193918328 1.1974586950977388
12 3.586656644396753 0.469764193918328 1.1974586950977388
13 3.586656644396753 0.469764193918328 2.540458695097739
14 2.001656644396753 0.469764193918328 2.540458695097739
15 4.47126793095926 0.8502756945606021 1.7888165020893418
16 4.47126793095926 0.8502756945606021 0.6458165020893418
17 5.263267930959259 0.8502756945606021 0.6458165020893418
18 5.263267930959259 0.8502756945606021 1.7888165020893418
19 4.8522679309592585 2.5316149317491887 2.094519748591628
20 4.47126793095926 2.5316149317491887 2.094519748591628
21 4.8522679309592585 5.203275694560602 0.6458165020893418
22 4.47126793095926 5.203275694560602 0.6458165020893418
23 3.761267930959259 7.328764193918328 2.349978716324036
24 3.761267930959259 0.469764193918328 3.2178951726989378
PLANES
[1 plane1 / 1, 2, 3, 4 / BezImeni ]
[2 plane2 / 1, 4, 5, 6 / BezImeni ]
[3 plane3 / 7, 8, 9, 10 / BezImeni ]
[4 plane4 / 11, 12, 8, 7 / BezImeni ]

```

Рис. 16. Згенерована за допомогою розробленого конвертера програма

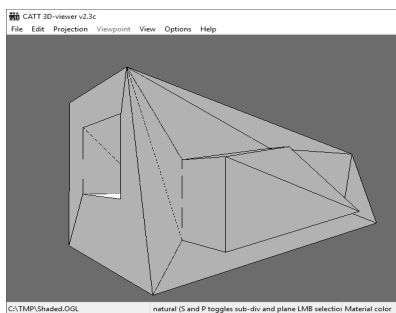


Рис. 17. Тестова модель у системі Catt-Acoustic після конвертування

Запустивши код програми, як на рис. 16, у системі Catt-Acoustic ми отримаємо точну копію, створеної у системі SketchUP моделі, на якій уже можна проводити акустичні дослідження.

Отже, розроблений конвертер працює навіть на складних геометричних моделях приміщень і може використовуватися для конвертування будь-яких моделей приміщень із системи SketchUP у систему Catt-Acoustic.

Висновок

Розроблено конвертер, який дає змогу експортувати геометричні моделі приміщень з системи SketchUP у систему Catt-Acoustic, а також автоматично задавати коефіцієнти поглинання матеріалів відповідно до заданих у системі SketchUP. Розроблений конвертер дав змогу значно скоротити затрати часу на побудову моделей приміщень для дослідження їхніх акустичних характеристик.

Розроблено метод автоматизованого задання властивостей матеріалів, який дав змогу автоматично генерувати код програми для системи Catt-Acoustic із автоматично заданими коефіцієнтами звукопоглинання та розсіювання, що значно збільшило ефективність роботи конвертера.

1. Dalenback B. I. "CATT-Acoustic v9. 0c User's Manual". 2012. 2. Dalenbäck, B.I.L. "CATT-Acoustic v9 powered by TUCT use manuals". Computer Aided Theatre Technique 2011. 3. Chopra A. Introduction to google sketchup. John Wiley & Sons, 2012. 4. Scarpino M. Automatic SketchUp: Creating 3-D models in ruby. Eclipse Engineering LLC, 2010. 5. Mykhaylo MELNYK, Andriy KERNYSKY, Petro PUKACH. Development of subsystems for reverberation time definition in lecture auditorium. In: Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics (CADSM), 2017 14th International Conference The. IEEE, 2017. P. 354–356.