

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТОВ ВНУТРЕННЕГО ШУМА В ПОМЕЩЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ АРМ «АКУСТИКА» 3D

Иванов А.В., Кузьмицкий А.М., Никифоров А.В.
ООО «ТЕХНОПРОЕКТ», Санкт-Петербург, Россия
support@noiseview.ru

Одной из важных задач в процессе развития возможностей программы АРМ «Акустика» 3D (www.noiseview.ru) стала автоматизация расчётов акустического воздействия в помещениях жилых, общественных и промышленных зданий. Для её реализации был создан модуль «Внутренний шум», являющийся дополнительным расширением программы.

При создании этого модуля авторы руководствовались следующим набором предпосылок:

- расчёт распространения шума внутри помещений должен проводиться в соответствии с действующими нормативными документами РФ;
- расчёт должен быть связным, т.е. учитывать распространение шума не только в отдельно взятом помещении, а во всей совокупности помещений здания с учётом проникающего шума с территории и выходящего шума на территорию из шумных помещений;
- интерфейс модуля должен быть максимально наглядным и минимизировать трудозатраты пользователей программы;
- отчётная информация расчёта должна быть представлена в стандартном для АРМ «Акустика» виде (подробные отчёты, шумовые карты и разрезы).

В дальнейшем, процессе проведения собственных акустических расчётов и диалога с пользователями программы авторы значительно расширили функциональные возможности этого модуля.

Основным нормативным документом для проведения акустических расчётов внутри помещений до сих пор является СНиП 23-03-2003 «Защита от шума»[1]. Он и был взят за основу построения расчётной модели. Так как в [1] описаны методы определения уровней звука только в смежных помещениях, то для моделирования распространения шума в глубину здания более чем на одно помещение, по положениям из [2] модель была дополнена механизмом определения мощности вторичных (комплексных) источников шума, представляющих собой излучение шума, прошедшего через элементы конструкции помещений.

На первом этапе проектирования, перед проведением акустического расчёта, в соответствии с архитектурным планом создаются этажи и помещения рассматриваемых зданий. При этом интерфейс программы позволяет пользователю достаточно быстро провести разметку помещений и проёмов, скопировать планировку одного этажа на другой и т.п. Оценить результаты планировки можно как в двухмерном, так и в трёхмерном режиме

отображения (Рис. 1). Также программа позволяет задавать и учитывать в расчёте двухсветные помещения высотой в несколько этажей.

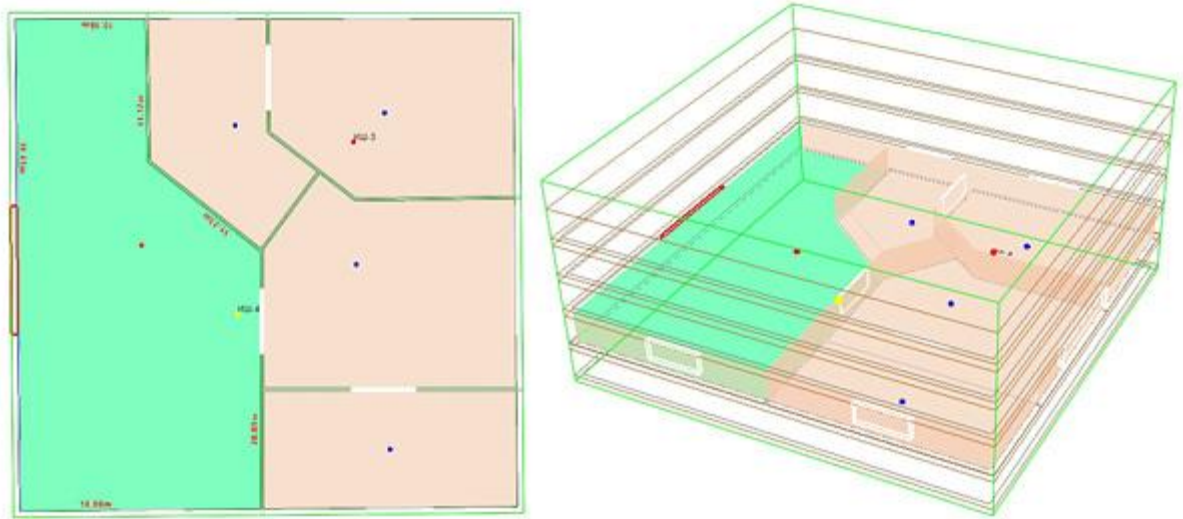


Рис. 1. Моделирование помещений

Для каждой внутренней стены могут быть добавлены один или несколько проёмов, представляющих из себя окна, двери и технологические отверстия.

Свойства ограждающих конструкций могут быть заданы для всего здания, а также отдельно для каждого помещения, внутренней стены, пола, потолка и проёма. Данные по звукопоглощению и звукоизоляции конструкций могут быть заданы вручную или выбраны из встроенного справочного каталога.

Для проёмов при наличии форточки или вентиляционного клапана в расчете учитываются их геометрические характеристики и паспортные значения звукоизоляции клапана.

В созданных помещениях могут быть размещены источники шума, представляющие собой шум технологического оборудования, систем вентиляции и кондиционирования, производственных операций и т.п. Шумовые характеристики источников задаются пользователем вручную или выбираются из встроенного в АРМ «Акустика» каталога. Программа позволяет автоматизировать трудоёмкие работы по расчету снижения звуковой мощности в сложных сетях воздухопроводов систем вентиляции, определению октавных значений звуковой мощности источников по разнородным наборам исходных данных.

В каждом отдельно взятом помещении расчёт уровней звукового давления в произвольно выбранной точке помещения осуществляется по формуле (1) [1], учитывая влияние источников шума, находящихся в этом же помещении, а также комплексных источников шума, образованных проникновением шума в исследуемое помещение через ограждающие конструкции. При этом автоматически вычисляются: акустическая постоянная

помещения, эквивалентная площадь звукопоглощения и средние коэффициенты звукопоглощения по соотношениям (2), (3), (4) [1], соответственно. В качестве исходных данных служат геометрические характеристики помещения, коэффициенты звукоизоляции и звукопоглощения стен, пола, потолка и проёмов, заданные пользователем.

Расчёт прохождения шума в соседние помещения осуществляется с помощью **комплексных источников** шума. Комплексные источники шума представляют собой систему из трёх элементов: расчётной точки в «шумном» помещении (или на территории) на дистанции 2 метра от преграды, преграды с набором звукоизоляционных характеристик, точки излучения в «тихом» помещении или на территории за преградой (Рис. 2).

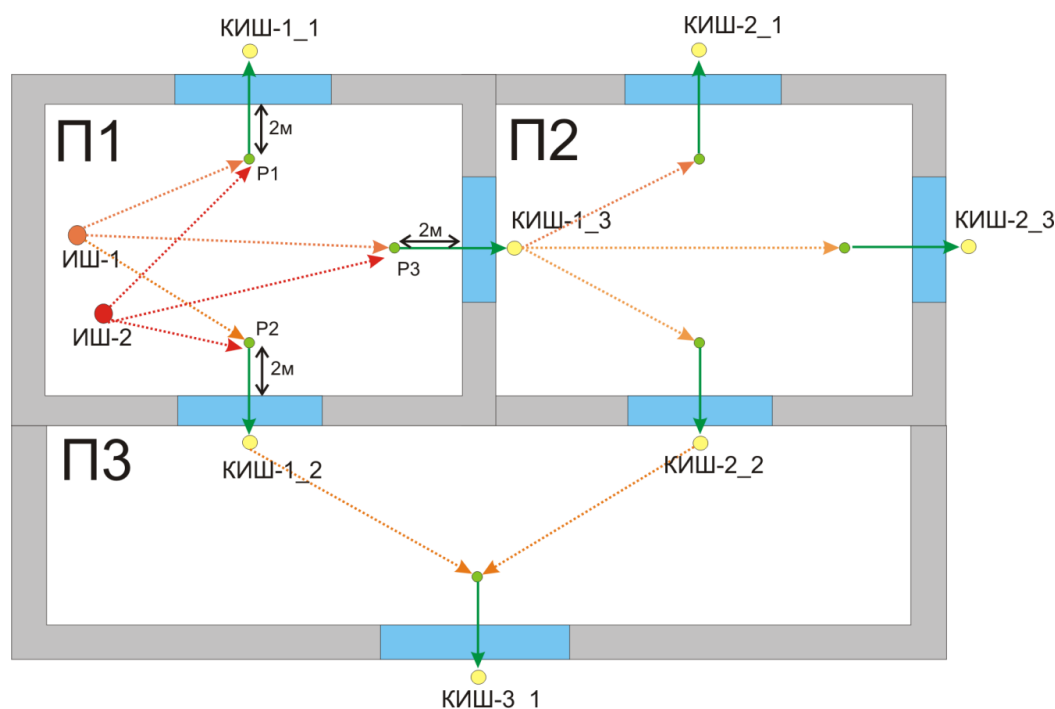


Рис.2. Моделирование источников шума в помещениях. Схема прохождения звука из «шумного» помещения (П1) в «тихие» помещения (П2 и П3) и на территорию

Октавные уровни звуковой мощности комплексного источника в точке излучения определяются по соотношению:

$$Lw = Lp_{2m} + 10 \lg(S) - R - \delta \quad (1)$$

где Lp_{2m} – суммарное звуковое давление в 2 метрах перед ограждающей конструкцией, S – площадь ограждающей конструкции, R – изоляция ограждающей конструкции, δ – поправка, учитывающая характер падения звука на преграду, описывается в [2], [3] и ряде других.

Звукоизоляция ограждающей конструкции может быть вычислена по (14) [1] с учётом всех элементов ограждающей конструкции или взята по

слабому элементу ограждающей конструкции с малой звукоизоляцией (по выбору пользователя). При наличии форточки или вентиляционного клапана в окне, звукоизоляция оконного проёма вычисляется по (15) [1] при учёте окна, как слабого элемента ограждения.

«Стандартными» комплексными источниками являются оконные или дверные проёмы. Дополнительно пользователь может создать такие источники для стен, пола и потолка. При этом со стороны точки излучения шума источник можно представить как точечным, так и площадным, последнее полезно при моделировании распространения шума от ангаров и цехов производственных предприятий. В этом случае при проведении дальнейшего расчёта площадной источник будет динамически разбиваться программой на серию эквивалентных точечных источников по положениям [4]. Также с помощью комплексных источников могут моделироваться звуковые каналы. В этом случае предполагается, что поступление звука из шумного в тихое помещение происходит по звуковому каналу (через вентиляционную сеть, отдушину, решётку в стене), и в расчёте учитывается площадь звукового канала, элементы вентиляционной сети и снижение в них по методикам из [5].

Таким образом, пользователь может полностью смоделировать систему распространения шума в здании между всеми этажами и помещениями, а также проникающий шум от источников на окружающей территории и выходящий из здания на территорию. По созданной сети и шумовым характеристиками источников программа автоматически определяет трассы прохождения шума по сети связанных помещений от наиболее шумных к наименее шумным. В случае наличия сложных по высотному профилю или планировке зданий, программа позволяет создать группу смежных зданий с индивидуальными планировками и связать их системой комплексных источников шума в единое целое.

Возможность выполнения расчёта по сети связанных помещений, позволяет более полно оценить всю совокупность факторов, влияющих на уровни шума в защищаемом помещении и выявить наиболее значимые пути проникновения шума. Например, в случае, когда малая звукоизоляция внешних ограждающих конструкций в соседнем ненормируемом помещении (часто это тонкие и большие окна кухни без клапанов для микропротравивания) приводит к тому, что через него в защищаемую жилую комнату, имеющую достаточную звукоизоляцию наружных стен и окон, проникает значительная доза шума, приводя к превышению санитарных норм (Рис. 3).

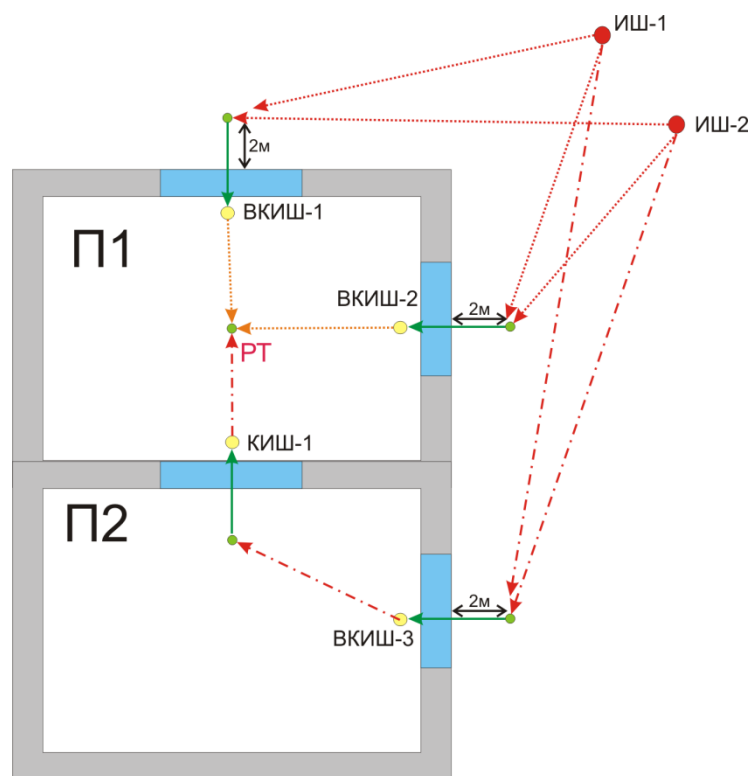


Рис.3. Трассы проникновения шума в защищаемое помещение П1, через собственные проёмы и через проёмы слабо изолированного помещения П2

Для визуализации и графического анализа уровней шума в программе предусмотрены опции построения шумовых карт и разрезов с изолиниями уровней шума. Учитывая полную интеграцию модуля «Внутренний шум» в программу АРМ «Акустика» 3D и вышеупомянутый принцип связности расчётов, шумовые карты и разрезы представляют непрерывную картину распространения шума на территории и в помещениях (Рис. 3). Это позволяет выявить критические зоны, для которых в дальнейшем проводится детальный акустический расчет с подбором, при необходимости, комплекса шумозащитных мероприятий. Пользователь имеет расширенные возможности по настройке параметров визуализации и выводу графических материалов на печать.

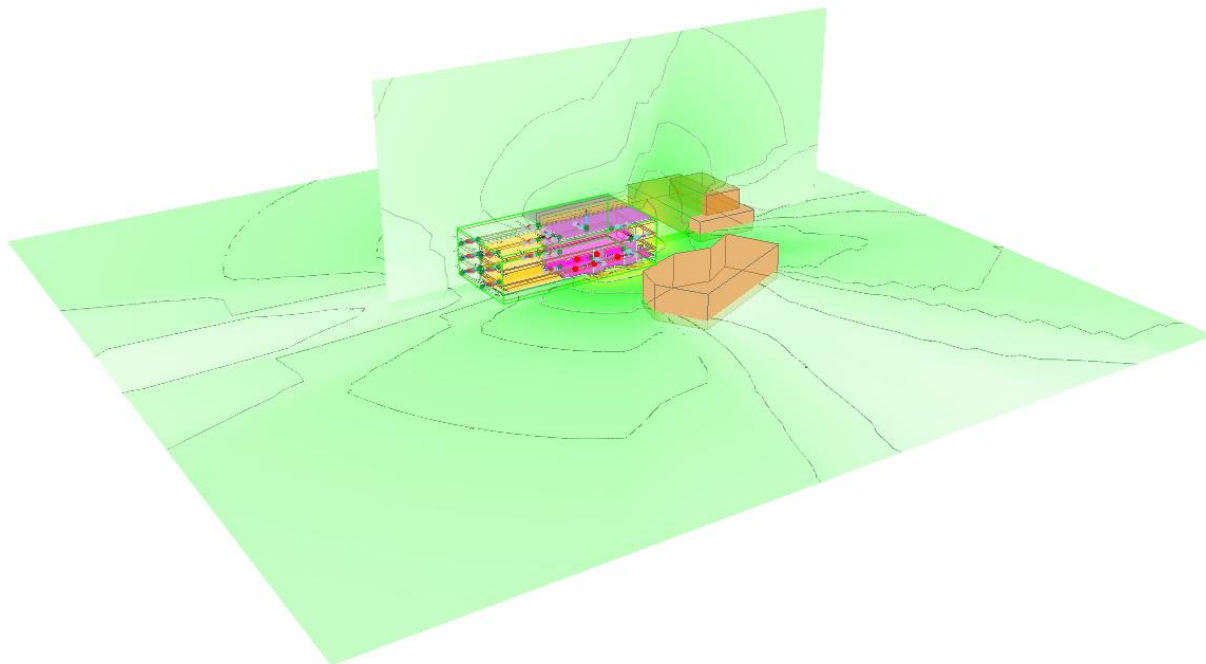


Рис.3. Построение изолиний уровней шума

Результаты акустических расчётов как внутри помещений, так и на окружающей территории могут быть представлены в виде подробных отчётов в формате Microsoft Excel с указанием всех промежуточных вычислений и нормативных ссылок. Отчёты могут быть использованы для проведения детального анализа составляющих акустического воздействия в выбранных точках, а также для предоставления проекта на экспертизу в проверяющие органы.

Таким образом, программа АРМ «Акустика» 3D позволяет решать широкий спектр задач в сфере оценки шумового воздействия и помогает уменьшить трудоемкость проведения акустических расчетов.

Список литературы

1. СНиП 23-03-2003 «Защита от шума».
2. Звукоизоляция и звукопоглощение / Под редакцией Г.Л.Осипова и В.Н.Бобылева. -М.: ООО «Издательство АСТ: ООО «Издательство Астрель», 2004.
3. СНиП II-12-77 "Защита от шума".
4. ГОСТ 31295.1-2005 "Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчёта".
5. Борьба с шумом на производстве: Справочник/Е.Я.Юдин и др. - М.: Машиностроение, 1985.

Аннотация: Рассматриваются основные возможности дополнительного модуля «Внутренний шум» программы АРМ «Акустика» 3D, предназначенного для проведе-

ния акустических расчетов в помещениях. Программа предоставляет расширенные возможности для моделирования внутренней планировки помещений зданий и расчёта проникающего шума в помещения из атмосферы и соседних помещений, а также уровней шума от собственных источников в помещении, с учетом геометрических параметров объекта и акустических характеристик материалов ограждающих конструкций. Результаты акустических расчётов внутреннего шума могут быть представлены в виде подробных, удобных для анализа отчётов, а также наглядной визуализации в виде шумовых карт и разрезов. Программа позволяет решать широкий спектр задач в сфере оценки шумового воздействия и помогает уменьшить трудоемкость проведения акустических расчетов.

Ключевые слова: Шум, акустический расчёт, моделирование, помещение, программа.