

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет математики и информатики
Кафедра информационных и управляющих систем
Направление подготовки 09.03.02 – Информационные системы и технологии
Направленность (профиль) образовательной программы Безопасность информационных систем

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Зав. кафедрой
_____ А.В. Бушманов
« ____ » _____ 2019 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Исследование утечки информации по акустическим каналам в помещении для конфиденциальных переговоров

Исполнитель студент группы 555-об	_____	А.О. Толкачев
	(подпись, дата)	
Руководитель доцент, канд. техн. наук	_____	А.В. Бушманов
	(подпись, дата)	
Консультант по безопасности и экологичности доцент, канд. техн. наук	_____	А.Б. Булгаков
	(подпись, дата)	
Нормоконтроль инженер кафедры	_____	В.Н. Адаменко
	(подпись, дата)	

Благовещенск 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВПО «АмГУ»)

Факультет математики и информатики
Кафедра информационных и управляющих систем

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

_____ А.В. Бушманов

« ____ » _____

З А Д А Н И Е

К выпускной квалификационной работе студента Толкачева Антона Олеговича

1. Тема дипломной работы: Исследование утечки информации по акустическим каналам в помещении для конфиденциальных переговоров

(утверждена приказом от 15.04.2019 №847-уч)

2. Срок сдачи студентом законченной работы: 25.06.2019 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: отчет о прохождении преддипломной практики, нормативная документация, специальная литература.

4. Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов): экспериментальное исследование акустики, проектирование модели распространения звука, анализ результатов, обоснование безопасности и экологичности продукта.

6. Консультанты по дипломной работе:

по безопасности и экологичности – Булгаков А.Б., доцент, кандидат технических наук.

7. Дата выдачи задания: 15.04.2019 г.

Руководитель дипломной работы: Бушманов Александр Вениаминович, доцент, кандидат технических наук.

Задание принял к исполнению: _____

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 125 страницы, 76 рисунков, 9 таблиц, 18 формул, 25 источников, 1 приложения.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, УТЕЧКА ИНФОРМАЦИИ, ШУМОИЗЛУЧЕНИЕ, ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ, АКУСТИКА, АКУСТИЧЕСКИЙ КАНАЛ, КОНФИДЕЦИАЛЬНЫЕ ПЕРЕГОВОРЫ, МЕТОД ПОКРОВСКОГО, COMSOL, УРАВНЕНИЕ АКУСТИЧЕСКОЙ ДИФФУЗИИ, РАЗБОРЧИВОСТЬ РЕЧИ, ШУМОМЕР, УРОВЕНЬ ЗВУКА, РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗВУКА

В настоящей работе исследована утечка информации по акустическим каналам в помещении для конфиденциальных переговоров. Защита информации при проведении конфиденциальных совещаний с участием посторонних корпораций и организаций занимает достаточно высокое место в современном конкурентном мире бизнеса и является одной из основных функций по обеспечению информационной безопасности т. е. обнаружение и своевременная нейтрализация вероятных каналов утечки акустической информации. В своей работе бакалавра демонстрирую разработку, в которой смоделирован процесс распространения акустического сигнала во время проведения конфиденциальных совещаний. Данная разработка демонстрирует наглядно пользователю акустические каналы утечки информации и дает возможность виртуально испытать методы увеличения звукоизоляции или звукопоглощения для предварительной оценки эффективности разработанных методов с помощью программной платформы COMSOL Multiphysics.

СОДЕРЖАНИЕ

Нормативные ссылки	7
Введение	8
1 Общие сведения об утечке информации по акустическим каналам связи	11
1.1 Возможные виды и уровни угроз утечки акустической информации	11
1.2 Анализ существующих методов решения рассматриваемой проблематики	20
1.2.1 Формантный подход измерения разборчивости речи	20
1.2.2 Метод измерения разборчивости речи Н.Б. Покровского	22
1.2.3 Уравнение акустической диффузии	24
1.3 Общая постановка задачи исследования	25
2 Экспериментальное исследование акустической защиты помещений	31
2.1 Описание состава программно-технических средств, используемых в эксперименте	31 32
2.2 Инженерный анализ исследуемого помещения для проведения конфиденциальных переговоров	32
2.3 Расчёт утечки информации по акустическому каналу с помощью шумомера, по методу Покровского	35
2.4 Рекомендации по улучшению защиты утечки информации по акустическому каналу	38
3 Проектирование модели распространения звука исследуемого помещения для проведения конфиденциальных переговоров	39 42
3.1 Обоснование выбора разработки программного продукта	42
3.2 Описание математических и алгоритмических процедур	43
3.3 Общие сведения о методе конечных элементов	46
3.3.1 Концепция метода конечных элементов	47
3.3.2 Преимущества и недостатки метода конечных элементов	49
3.4 Построение 3D – модели помещения для проведения	49

конфиденциальных переговоров Comsol	51
3.5 Определение материалов и свойств инженерной конструкции и содержимого исследуемого помещения для проведения конфиденциальных переговоров	52
3.6 Задание параметров источников акустического воздействия (источников шума и речи)	58
3.7 Задание точек, выводов, граней, поверхностей, областей воздействия акустических возмущений и граничных условий	62
3.8 Выбор методов расчётов измерения шума в помещении для проведения конфиденциальных переговоров	66
3.9 Разбиение объектов помещения и его среды на сетку элементарных ячеек	70
3.9.1 Разбиение области на конечные элементы	71
3.10 Проведение расчётов распространения звука	76
3.11 Анализ и отображение результатов	77
3.11.1 Анализ результата ситуации при включенном персональном компьютере и активной беседе собеседников	77
3.11.2 Анализ результата ситуации при выключенном персональном компьютере и активной беседе собеседников	81
3.11.3 Анализ результата ситуации при включенном персональном компьютере и речи начальника	85
3.11.4 Анализ результата ситуации при выключенном персональном компьютере и речи начальника	88
3.11.5 Анализ результата ситуации при включенном персональном компьютере и речи собеседника	92
3.11.6 Анализ результата ситуации при выключенном персональном компьютере и речи собеседника	96
3.12 Итоговый сравнительный анализ	101
4 Безопасность и экологичность	106
4.1 Безопасность	106

4.1.1 Площадь и объем рабочих помещений	108
4.1.2 Освещение	108
4.1.3 Планировка и оснащение рабочего места	110
4.2 Экологичность	112
4.3 Чрезвычайные ситуации	114
4.4 Физические упражнения	118
Заключение	121
Библиографический список	124
Приложение А Техническое задание	125

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей бакалаврской работе использованы ссылки на следующие стандарты и нормативные документы:

ГОСТ 20445-75 Здания в сооружения промышленных предприятий. Метод измерения шума на рабочих местах

СП 163.1325800.2014 Конструкции с применением гипсокартонных и гипсоволокнистых листов. Правила проектирования и монтажа

ГОСТ 12.1.003-76 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности

ОСТ 19-238-01 Кинотеатры и видеозалы. Категории. Технические требования. Методы контроля и оценки

СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки

СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий

МГСН 2.04-97 Допустимые уровни шума, вибрации и требования к звукоизоляции в жилых и общественных зданиях

Пособие к МГСН 2.04-97 Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий

СНиП 23-03-2003 Защита от шума

ВВЕДЕНИЕ

В данной работе исследуется утечка информации по акустическим каналам в помещении для конфиденциальных переговоров. Цель исследования – моделирование процесса шумоизлучения в помещении для конфиденциальных переговоров с помощью программного пакета моделирования и расчёта акустических задач.

Объектом исследования является кабинет начальника и по совместительству кабинет для проведения переговоров торгово-строительного предприятия ООО «СторойКом»; предмет исследования является 3D-модель «нарушителя».

Методологии акустического исследования составляют: методы измерения разборчивости речи: Покровского, образцовый метод, формантный метод, акустическое уравнение диффузии.

Исходные данные для исследования были получены экспериментальным путём:

а) измерения интенсивности звука с учетом различных вариаций ситуаций (активная беседа обоих, монолог одного) с помощью узкоспециализированного прибора – шумомера;

б) инженерный анализ конструкций помещения

Следующим шагом исследования является расчёт разборчивости речи на основе полученных данных описанных ранее в выбранном помещении для проведения конфиденциальных переговоров.

С помощью программного обеспечения «COMSOL Multiphysics» версии 5.4 разработана 3D модель исследуемого помещения для проведения конфиденциальных переговоров (стены, мебель и т.п.), в которую внедрены физические свойства материалов, после чего производится моделирование процесса шумоизлучения.

Далее произведён анализ и сравнение результатов, полученных экспериментальным путём и с помощью моделирования процесса

шумоизлучения, что позволило разработать новый метод оценки защиты информации по акустическим каналам связи при использовании только программного пакета.

В конечном результате исследования предложена 3D-модель нарушителя в нескольких вариациях: модель нарушителя (3D-модель с настоящим шумоизлучением) и модель нарушителя с реализованными рекомендациями для защиты информации (3D-модель с реализованными методами защиты информации).

Защита информации при проведении конфиденциальных совещаний с участием посторонних корпораций и организаций занимает достаточно высокое место в современном конкурентном мире бизнеса и является одной из основных функций по обеспечению информационной безопасности т. е. обнаружение и своевременная нейтрализация вероятных каналов утечки акустической информации. Поскольку коммерческий шпионаж набирает тенденцию, как и в малых аспектах бизнеса так и более крупных выходящих на мировой уровень.

Отсюда вытекает вывод: защищённая информационная – залог успеха развития экономического рынка и общества в целом. Проблема защиты конфиденциальных переговоров решается комплексно, что существенно снижает риск утечки информации к нулю.

В данный комплексный подход защиты от утечки информации по акустическим каналам в помещениях для конфиденциальных переговоров включает следующие этапы:

- инженерный анализ строительных конструкций;
- выявление естественных и искусственных каналов утечки информации
- по акустическим каналам;
- выполнение расчёта на основе полученных данных (метод Покровского, образцовый метод, метод формантной разборчивости и т. п.);
- проектирование «модели нарушителя», выявление уязвимых мест;
- выбор методов защиты.

Моделирование проекта шумоизлучения имеет следующие этапы:

- а) постановка акустической задачи;
- б) проектирование 3D-модели на основе полученных данных;
- в) выполнение расчёта;
- г) анализ результата.

В современном мире, когда техническая и информационная отрасли развивается в геометрической прогрессии, существуют масса различные способы несанкционированного получения информации через акустический канал. Поэтому акустические каналы, при проведении конфиденциальных переговоров, требуют глубокого исследования с целью разработки эффективных методов их защиты.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ УТЕЧКЕ ИНФОРМАЦИИ ПО АКУСТИЧЕСКИМ КАНАЛАМ СВЯЗИ

В данной главе исследования рассматриваются возможные типы угроз безопасности акустической информации в помещении для проведения конфиденциальных переговоров, и в свою очередь перечень существующих методов решения данной проблемы. На основе этого представлена общая постановка задачи бакалаврского исследования.

1.1 Возможные виды и уровни угроз утечки акустической информации

Возможная утечка информации по акустическим каналам в помещении для проведения конфиденциальных переговоров зависит от его расположения и архитектурно-строительной конструкции, от формы представления информации во время проведения совещаний, от типов радио- и электроаппаратуры, размещённых в помещении [7].

Акустический канал утечки информации состоит из трёх составляющих:

- источник опасного сигнала;
- физическая среда распространения источника опасного сигнала (воздух, вода, земля, строительные и другие конструкции);
- средство его приёма, определяющее физический путь, по которому злоумышленник обеспечивает несанкционированное получение.

Отметим, что у человека есть врождённый аппарат перехвата акустической информации, которое является ухом, возможности которого можно улучшить в десятки раз с помощью современных технологий. Возникновение акустического канала утечки информации может быть вызвано физическими полями, сопровождающими работу объекта или специально созданными злоумышленником:

- а) обсуждение, передача, обработка информации связана с возникновением соответствующих физических полей (акустическим, гидроакустическим, электромагнитным, магнитным) и сред, которые являются

источником утечки информации, в том числе конфиденциальной (при этом информация может быть перехвачена как непосредственно из этих сопровождающих полей, так и через поля, сопровождающие работу других сред, не создающих конфиденциальной информации, но на элементы которых воздействуют поля от сред, содержащих конфиденциальную информацию) [9];

б) акустический канал утечки информации может быть сформирован злоумышленником за счёт использования специализированных технических средств, позволяющих преобразовать конфиденциальную информацию к оптимальным условиям её передачи с объекта (например, радиозакладные устройства, которые преобразовывают конфиденциальную акустическую информацию в диапазон радиоволн и существенно повысить дальность её передачи);

в) доступ к конфиденциальной информации объекта может быть осуществлён за счёт съёма этой информации в отраженном сигнале (при этом выбор параметров облучаемого сигнала (вид модуляции, частота, мощность) злоумышленник выбирает, исходя из условий оптимального получения необходимой информации) [1];

г) информация об наблюдаемом объекте может быть получена за счёт излучения и анализа информации о воздействии объекта на окружающие физические поля и среды (например, изменение состояния физических полей: магнитного, электромагнитного и др.), окружающих объектов при его перемещении.

Обязательным условием осуществления акустического канала утечки являются энергетические и временные соотношения в точке приёма сигнала:

$$P_{ак}/P_{ш} > (P_{ак}/P_{ш})_{пред}, \quad (1)$$

$$T_{раб} = t_{мер}, \quad (2)$$

где, мощность (P) интересующего сигнала в точке его приёма должна превышать шумы, а время работы (T) приёмного устройства должно совпадать со временем излучения опасного сигнала [6].

В энергетических условиях приёма опасного сигнала в ряде случаев

учитываются также условия взаимного расположения источника конфиденциальной информации и технического средства её приема, например, совпадение или несовпадение максимумов диаграмм направленности антенных устройств источника и технического средства, совпадение поляризаций и тому подобное [10]

С учётом физических особенностей акустической волны как волны механической, количество типов каналов утечки информации может быть разнообразным. Применительно и акустическому сигналу можно рассмотреть также каналы утечки информации:

- канал утечки акустической информации воздушной волной;
- канал утечки акустической информации структурной волной;
- канал утечки акустической информации с использованием облучающих сигналов;
- канал утечки акустической информации за счёт акустоэлектрических преобразователей;
- канал утечки акустической информации закладными устройствами.

Утечка информационного акустического сигнала может осуществляться за счёт воздушной акустической волны. В этом случае в качестве технического средства перехвата может служить человеческое ухо, микрофон, направленный микрофон [16].

Перехват волны, преобразованной из воздушной в вибрационную (структурную), может быть осуществлён непосредственно с несущих конструкций (стены, трубы, окна и так далее) стетоскопами.

С учётом особенностей воздействия звуковой волны как механической, возможен канал утечки информации с использованием облучающих сигналов. В этом случае, злоумышленник «подсвечивает» тонкую перегородку (окно, лампочку и т. п.) сигналом лазера или высокочастотного генератора. Отражённый сигнал, в этом случае, будет промодулирован механическими колебаниями тонкой перегородки, полностью воспроизводящими акустический информационный сигнал, воздействующий на эту же тонкую перегородку.

Утечка акустической информации может произойти из-за воздействия акустического сигнала на катушки индуктивности, элементы телефонного аппарата, вторичных часов и т. п. В этом случае, преобразованный в электрический, информационный акустический сигнал может распространяться на большие расстояния. Также, информативный акустический сигнал может быть перехвачен закладным (радиозакладным) устройством и передан злоумышленнику [2].

Каждый из возможных каналов утечки информации индивидуален по физическим основам его создания, и для его разрушения, то есть для защиты источника, требуется нарушение энергетических и временных условий существования канала утечки путём использования различных по физическим принципам средств защиты.

Возможности утечки информации с совещания зависят от многих факторов, основными из которых являются:

а) возможность организации злоумышленниками каналов утечки информации;

б) условия обеспечения разведывательного контакта в рамках того или иного канала утечки информации.

Канал утечки конфиденциальной информации представляет собой физический путь от источника коммерческой тайны к злоумышленнику (конкуренту), посредством которого может быть реализован несанкционированный доступ к ограниченным сведениям. Для установления канала утечки информации необходимы определенные энергетические, пространственные и временные условия и соответствующие технические средства восприятия и фиксации информации.

В качестве основных угроз безопасности информации во время проведения совещания выступают:

а) подслушивание и несанкционированная запись речевой информации с помощью закладных устройств, систем лазерного подслушивания, стетоскопов, диктофонов;

б) регистрация на неконтролируемой территории с помощью радиомикрофонов участниками, выполняющими агентурное задание;

в) перехват электромагнитных излучений при работе звукозаписывающих устройств и электроприборов.

Такие угрозы безопасности информации как модификация и уничтожение в данном квалификационном исследовании не актуальны.

Утечка акустической информации возможна через дверь, окна, стены, пол, потолок, батареи центрального отопления.

Источниками опасных сигналов в виде радиоволн или электрических сигналов могут быть звукоусилительные и звукозаписывающие средства, извещатели охранной сигнализации, различные бытовые приборы, размещённые в комнате для совещаний [18].

Наличие специалистов из другой организации повышает вероятность возникновения дополнительных каналов утечки информации, то есть злоумышленник может получить информацию о происходящем на совещании путём найма кого-либо из присутствующих на совещании.

Большая часть информации на совещании представлена в виде речевой информации. Речь, вызывающая акустические сигналы, представляет собой механические колебания воздушной среды, которые распространяются одинаково во все стороны от источника звука. Попадая на твёрдые тела, поверхности в комнате, они преобразуются в структурные (вибрационные) сигналы, которые, оставаясь по своей природе механическими, распространяются по строительным конструкциям здания на значительные расстояния. Это даёт возможность злоумышленнику получать информацию, передаваемую не только акустической звуковой волной, но и структурным звуком.

В акустическом канале можно выделить следующие пути распространения акустической волны: воздушная среда комнаты, несущие стены, тонкие стены между комнатой для проведения совещания и кабинетами директора, дверь, вентиляционный воздуховод [4].

Структурный звук может распространяться также через стены, перегородки, оконные рамы, дверные коробки, по трубопроводам и коробам вентиляции.

Угрозу безопасности речевой информации может представлять подслушивание: непосредственное и подслушивание при помощи технических средств.

Данные варианты можно подразделить на следующие типы:

а) подслушивание непосредственно злоумышленником включает: подслушивание и запоминание, подслушивание и запись;

б) подслушивание при помощи технических средств включает: подслушивание путём приема структурного звука, распространяющегося в трубах отопления и конструкциях здания, подслушивание при помощи акустических закладных устройств, перехват опасных сигналов технических средств, подслушивание с помощью лазерных систем подслушивания.

При подслушивании непосредственно злоумышленником акустические каналы, распространяющиеся по помещению, а также через окна, двери, вентиляцию, принимаются слуховой системой злоумышленника. В данном случае возможны следующие варианты подслушивания во время проведения совещания:

- подслушивание через дверь;
- подслушивание через окно (в случае, если оно неплотно закрыто);
- подслушивание через вентиляционное отверстие.

Отдельно необходимо выделить вариант, когда злоумышленник является участником совещания. В данной ситуации крайне сложно найти решение проблемы, так как в случае неиспользования злоумышленником специальной аппаратуры, невозможно обвинить его в преступлении. Таким образом, при составлении списка участников совещания, составляющие его сотрудники должны тщательно проверять кандидатуру каждого участника и его личные качества [15].

При непосредственном подслушивании злоумышленником может также

вестись регистрация подслушиваемой информации. Подобный вариант может быть осуществлен путём простой записи на бумажный носитель, при расположении злоумышленника в соседней комнате.

Осуществление подслушивания непосредственно через входную дверь представляет собой более сложную задачу, так как в рабочее время в коридоре могут находиться сотрудники и охрана, и подобное поведение, естественно, привлечёт их внимание, даже если злоумышленником является сотрудник организации.

В случае если злоумышленник является участником совещания, ведение каких-либо записей невозможно, так как все участники находятся друг у друга на виду, и в случае обсуждения конфиденциальной информации участники заранее предупреждаются о том, что делать какие-либо записи во время совещания не разрешается [5].

В настоящее время широко применяется большое число закладных устройств. Подобные устройства перед прослушиванием размещаются в помещении злоумышленниками или привлечёнными к этому сотрудниками организации. Данные действия реализуются при проникновении в помещение во время, в которое злоумышленник останется один. В качестве предлогов здесь может выступить – уборка помещений, ремонт радиоаппаратуры и так далее.

Технические средства, используемые для подслушивания информации в акустическом канале, можно классифицировать следующим образом:

- радиозакладки;
- микрофоны, в том числе направленные микрофоны;
- диктофоны на теле присутствующих;
- лазерные системы подслушивания.

Наиболее распространенным способом несанкционированного получения конфиденциальной информации являются закладные радиоустройства (радиозакладки). В состав простейших радиозакладок входят 3 основных узла:

- а) микрофон, определяющий зону акустической чувствительности

радиозакладки;

б) радиопередатчик, определяющий дальность её действия и скрытость работы;

в) источник питания, от которого зависит продолжительность её работы.

По целевому назначению выделяют 2 вида радиозакладок:

а) акустические (чувствительные в основном к действию звуковых колебаний воздуха и предназначенные для восприятия речевых или звуковых сигналов);

б) контактные (вибрационные), преобразующие в электрические сигналы колебания, возникающие под действием звука или механического воздействия в разнообразных жёстких конструкциях.

В комнате для совещаний установка микрофонных закладок является достаточно сложной задачей, так как в комнате нет крупных предметов интерьера, с помощью которых можно было бы закамуфлировать подобные устройства. Помимо этого, установка данных устройств требует определённого времени и отсутствия посторонних лиц в комнате[14].

Радиозакладки более просты в установке и, как правило, занимают меньше места, чем микрофонные. Установка радиозакладок возможна даже в присутствии в помещении посторонних лиц. Радиозакладки в комнате можно разместить в ящике стола, в ножке стула, в щелях подвесного потолка, в углу комнаты под ковром, в цветочном горшке. Наряду с вышесказанными способами, существует достаточно простой и надёжный способ – подслушивание при помощи бытового или специального диктофона.

В этом случае злоумышленник, являющийся участником совещания, приносит с собой диктофон и включает его во время совещания. Самым простым решением проблемы в данной ситуации является личный досмотр вещей и обыск каждого участника совещания. Однако это невозможно по эстетическим и дипломатическим причинам. Поэтому целесообразно использование технических средств, способных дистанционно обнаруживать работающие средства акустозаписи (диктофон также является источником

опасных сигналов)[13].

Возможен вариант дистанционного установления радиозакладки злоумышленником во время совещания.

Лазерное подслушивание является сравнительно новой технологией подслушивания и заключается в съёме акустической информации с вибрирующих под действием акустических волн поверхностей. В комнате для совещаний такими поверхностями являются стёкла окон (закрытых). Лазерный луч направляется на окно помещения, при отражении от вибрирующего под действием акустического сигнала окна происходит модуляция его направления и фазы. Отражённый луч принимается оптическим приёмником. Аппаратура – источник луча и приемник – может быть помещена в доме, стоящем напротив окон комнаты.

Акустические сигналы разговаривающих в зале людей и воспроизведение аудиозаписей могут передаваться за пределы помещения по трубам отопления и конструкциям помещения и здания. Добывание информации осуществляется с помощью стетоскопов.

Перехват опасных сигналов является широко распространённым способом подслушивания. Как и в любом другом рабочем помещении в комнате достаточное количество аппаратуры и приборов, которые могут являться источниками опасных сигналов[7].

Среди радиоэлектронных средств и систем, являющихся потенциальными источниками опасных сигналов, в рассматриваемой комнате для совещаний есть:

- технические средства охраны и пожарной сигнализации;
- средства электропитания.

Перехват опасных сигналов осуществляется при помощи приёмников опасных сигналов. Также могут использоваться бытовые и специальные приёмники радио- и электрических сигналов, селективные вольтметры, сканирующие приёмники, селективные – усилители[12].

Прослушивание может вестись через окна и двери. Прослушивание через

дверь является довольно сложной проблемой для злоумышленника, так как во время проведения совещаний дверь не остаётся открытой. Однако подобную угрозу не следует исключать полностью, так как возможны следующие непредвиденные обстоятельства:

а) дверь не плотно прикрыта, имеются щели;

б) во время совещания участники могут выходить и входить в случае возникновения необходимости, следовательно, дверь будет кратковременно открываться и закрываться.

Подслушивание речевой информации при открытых окнах или форточках возможно с помощью узконаправленных микрофонов. Существует несколько модификаций узконаправленных микрофонов, воспринимающих и усиливающих звуки, идущие только из одного направления, и ослабляющие все остальные звуки.

Для записи в самом помещении для совещаний могут использоваться миниатюрные автономные магнитофоны, отличающиеся от широко используемых малогабаритных магнитофонов меньшей скоростью лентопротяжного механизма и возможностью автоматически включаться при появлении звуковых сигналов.

1.2 Анализ существующих методов решения рассматриваемой проблематики

Следует отметить, что методов и пошаговых алгоритмов моделирования процесса акустического излучения в программных средствах с целью обнаружения и нейтрализации угроз утечки информации по акустическим каналам в помещении для конфиденциальных переговоров не создано.

Однако существуют методы, косвенно касающиеся исследования утечки информации по акустическим каналам, некоторые из которых представлены в данном исследовании.

Особое внимание стоит заострить на основной цели настоящей бакалаврской работы, которая заключается в моделирование распространения звука внутри помещения для проведения конфиденциальных переговоров и за

его пределами в областях, потенциально являющихся акустическими каналами утечки информации.

1.2.1 Формантный подход измерения разборчивости речи

Форманты – это такие области в спектре звука речи, где концентрация энергии максимальна. Впервые формантный подход был предложен ещё в 1929 году Д. Коллардом. Он прочно держал свои позиции до 70-х, пока не был предложен модуляционный подход, позволяющий учесть не только шумовую, но и реверберационную помеху, эхо и нелинейные искажения.

За 80 лет существования формантный подход обрёл много сторонников и модификаций, однако самой распространённой стала зарубежная версия формантного метода, известная как индекс артикуляции.

Использование индекса артикуляции было предложено Г. Флетчером 1940 году. Существует две версии данного метода:

- для двадцати равноартикуляционных полос;
- для шести октавных либо пятнадцати третьоктавных полос.

Рассмотрим данный метод для двадцати равноартикуляционных полос. Разборчивость речи определяют все по формуле 3:

$$A = \sum_{k=1}^K p_k \cdot P(E'_k), \quad (3)$$

где k – количество смежных полос;

p_k – вероятность пребывания формант в k -ой полосе частот;

$P(E'_k)$ – коэффициент восприятия речи, иначе вероятность отсутствия маскировки речи шумом.

Однако, так как вычисления производятся в двадцати полосах, формула выше принимает вид формулы 4:

$$AI = \frac{1}{20} \sum_{k=1}^{20} P(\Delta L_i), \quad (4)$$

где ΔL_i – разница между пиковым уровнем речи и эффективным уровнем маскирующего шума (формула 5):

$$P_{AI}(\Delta L) = \begin{cases} 0, & \Delta L \leq 0 \text{ дБ} \\ \frac{\Delta L}{30}, & 0 < \Delta L \leq 30 \text{ дБ} \\ 1, & \Delta L > 30 \text{ дБ} \end{cases} \quad (5)$$

Таким образом получим формулу б:

$$AI = \frac{1}{600} \sum_{k=1}^{20} \Delta L_k \quad (6)$$

Пересчёт индекса артикуляции в словесную и фразовую разборчивости осуществляют по графику, представленному на рисунке 1[8].

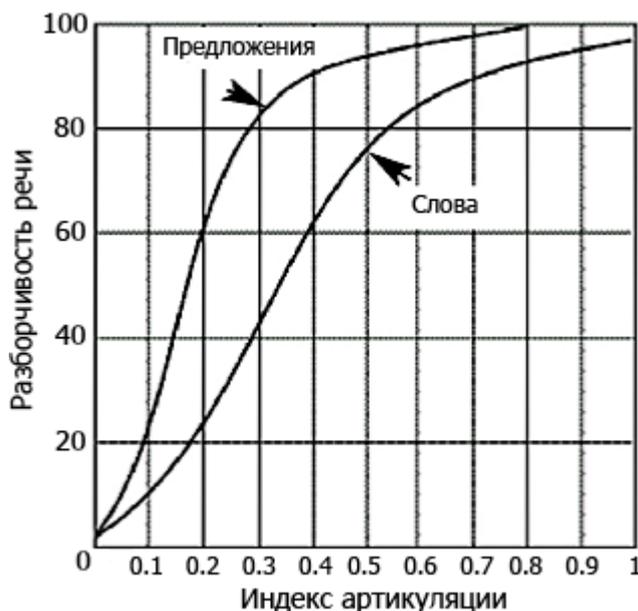


Рисунок 1 – Пересчёт индекса артикуляции

В данном методе учитываются:

- а) влияние реверберационной помехи;
- б) влияние АЧХ тракта передачи;
- в) нестационарный характер маскирующего шума, если известен его рабочий цикл или время включения/выключения;
- г) влияние клиппирования.

Данный метод неприменим в случаях если на речевой сигнал влияет несколько разных типов помехи в случае смешанного приёма сигнала от диктора и громкоговорителя.

1.2.2 Метод измерения разборчивости речи Н.Б. Покровского

Основная идея этого метода заключается в следующем:

всю анализируемую область частот разбивают на несколько смежных полос, в пределах каждой из которых плотность вероятностей формант, спектры речи и шума приближенно считаются постоянными. Артикуляционная разборчивость представляет собой сумму разборчивостей формант каждой полосы (формулы 3, 7):

$$P_k = F_1(f_{ок}) - F_1(f_{нк}), \quad (7)$$

где $F_1(f)$ – функция распределения вероятностей формант;

$f_{ок}$ – центральная частота полосы;

$f_{нк}$ – нижняя граничная частота полосы;

$f_{вк}$ – верхняя граничная частота полосы [11].

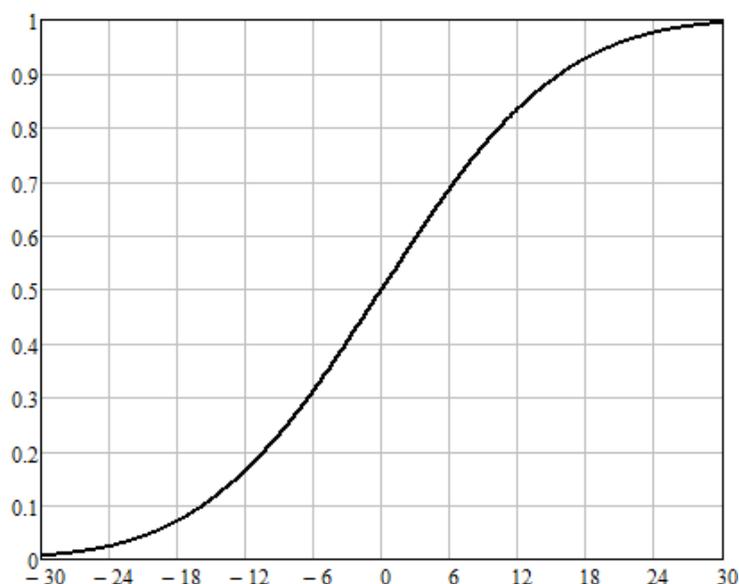


Рисунок 2 – Визуальное отношение сигнала к шуму

Коэффициент восприятия речи зависит от разности уровней формантного спектра и спектра помехи. При достаточно больших уровнях шума это отношение сигнал/шум в каждой из полос частот (рисунок 2). Трудно не заметить, что кривая коэффициента восприятия речи для каждой полосы частот разная. Погрешность данного метода на лицо. Хотя сам Н. Б. Покровский предложил не обращать на это внимания и использовать какую-то одну кривую для упрощения расчетов.

1.2.3 Уравнение акустической диффузии

Процесс диффузии часто рассматривается при описании движения частиц в газе. Частицы перемещаются вдоль прямых линий, со случайной периодичностью изменяя направление движения при соударении с молекулами газа. Коэффициент диффузии является функцией длины свободного пробега между двумя последовательными столкновениями.

Уравнение акустической диффузии основывается на "звуковых частицах", с плотностью, пропорциональной локальной звуковой энергии. Эти частицы сталкиваются не с молекулами воздуха, а скорее, со стенами и перекрытиями, ограничивающими комнату. Длина свободного пробега λ (формула 8), а, вместе с ней, коэффициент диффузии D (формула 9, 11), связаны с размерами помещения. Считается, что

$$\lambda = 4V/S, \quad (8)$$

где V – это объём исследуемого помещения, а S является общей площадью поверхности, ограничивающих расположение в кабинете для проведения конфиденциальных переговоров стен и перекрытий. В свою очередь,

$$D = \lambda c/3, \quad (9)$$

где c – скорость звука.

Реализацией в программной среде COMSOL Multiphysics акустической диффузии является формула 10

$$\frac{\partial w}{\partial t} + \nabla \cdot (-D_t \nabla w) + cm_a w = q(\mathbf{x}, t) \quad (10)$$

Уравнение решается для плотности акустической энергии ω , из которой можно вывести уровень звукового давления и другие важные измеримые величины. Если отбросить производную по времени, то можно получить стационарную форму уравнения. Коэффициент объёмного поглощения m_a , который отвечает за диссипацию в воздухе, часто полагается незначительным, но иногда, в случае очень больших пространств, оказывается важным [9].

$$D_t = D \quad (11)$$

есть коэффициент диффузии и q описывает произвольное распределение объёмных источников звука. В альтернативной формулировке (формула 12)

$$\frac{\partial w}{\partial t} + \nabla \cdot (-D_t \nabla w) + c(m_a + \frac{\alpha_f}{\lambda_f})w = q(\mathbf{x}, t), \quad D_t = \frac{D_f D}{D_f + D} \quad (12)$$

можно также учесть усредненное описание внутреннего убранства помещения. Здесь, α_f является средним коэффициентом поглощения предметами мебели. Коэффициент диффузии D_f и длина свободного пробега λ_f выводятся из концентрации и среднего поперечного сечения предметов мебели.

Граничные условия включают в себя разнообразные способы задания локального коэффициента поглощения и распределения источников звука. Можно также задавать различные точечные источники звука.

В заключении имеется большая база методов для реализации модели, демонстрирующей утечку информации по акустическим каналам в помещении для конфиденциальных переговоров.

1.3 Общая постановка задачи исследования

Первым шагом для определения угроз является рассмотрение структурной и пространственной модели помещения. Структурная модель описывает состав всех элементов находящемся в комнате влияющих на безопасность информации (например, двери, окна, толщина стен и перекрытий, радио- и электронные устройства, телефонные и другие линии связи, кабели электропитания и другие.)

Пространственная модель описывает расположение элементов находящемся в комнате, так же и мест расположения технических средств злоумышленника.

Объект защиты, исследуемый в бакалаврской работе, является комната для совещаний имеющая следующие характеристики: Площадь 12,5 квад. метров; объем 35 куб. метров(без учета объема мебели и тд); окно размером 2 x 1.3 метра с выходом на улицу; одинарная дверь размером 0,9 x 2 метра выходящая в приемную, в которой могут находиться не только сотрудники организации, но и потенциальные клиенты или конкуренты. (рисунок 3).

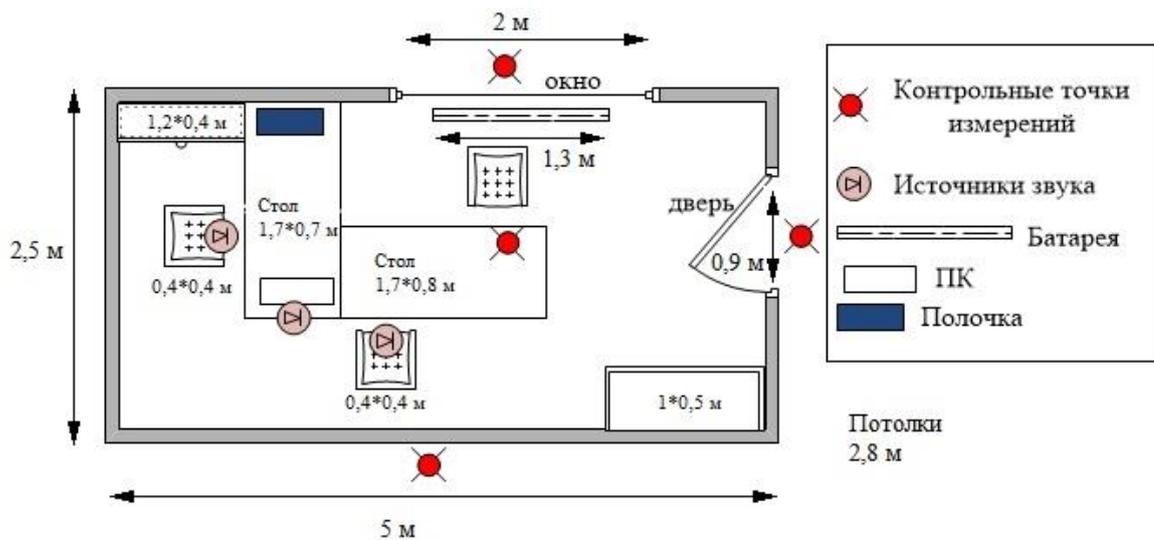


Рисунок 3 – Схема исследуемого помещения для проведения конфиденциальных переговоров ООО «СтройКом»

Основная часть информации в исследуемом помещении передается посредством человеческой речи, источниками которой являются сотрудники данной организации и представители сторонних организации. Под речевой информацией понимаются разговоры участников совещания. В данном случае речевая информация несёт основную ценность и является объектом защиты.

Звуковые волны распространяются одинаково во все стороны от источника звука и заполняют весь объём помещения [10].

Источниками речевой информации в исследуемом помещении могут быть:

- а) естественная речь участников совещания;
- б) речь человека, воспроизведенная при помощи аудио техники.

Защита информации при проведении совещаний с участием представителей сторонних организаций имеет ряд особенностей, вызванных следующими факторами:

- большим ущербом от утечки сведений совместных проектов, в выполнении которых участвуют сторонние организации;
- конфликты среди представителей организации из-за разного отношения к требованиям по обеспечению информационной безопасности;
- вожделие некоторой части участников совещания к фиксированию

информации (например, запись на диктофон и тд);

– стремлением некоторых участников сторонних организаций во время совещания связаться с начальством для проведения каких-либо оперативных мероприятий исходя из полученных данных на совещании;

– высоким уровнем концентрации во время доклада выступающих, а также на находящихся на столах документах;

– сам факт совещания и состав его участников является информативным демаскирующим признаком хода выполнения совместной работы.

Эти факторы усложняют работу и ужесточают требования по защите информации, как минимум перед подготовкой помещения к совещанию, а также предотвращению утечки информации во время самого совещания по каким-либо каналам. Мероприятия по защите информации в случае проведения конфиденциальных совещаний носят чрезвычайный характер, и служба безопасности должна проводить все мероприятия в полном объеме.

Несмотря на выше сказанное данные мероприятия не позволяют оценить полностью степень безопасности помещения для проведения конфиденциальных переговоров от утечки по акустическим каналам информации. Гораздо лучше обезопасить предприятие при возможности увидеть и проанализировать полную картину шумоизлучения внутри помещения, то есть использовать комплексный подход, что является основных задач данного исследования.

Объект исследования расположен в малонаселенной части города, окружен постройками в основном складного или производственного. На расстоянии 35 метров от здания с северной стороны размещена стоянка легковых автомобилей. С западной стороны расположена ТЭЦ города Благовещенска. Расстояние между которыми составляет 1000 метров. С южной стороны от исследуемого объекта на расстоянии 100 метров расположена тоже стоянка легковых автомобилей. Окно проверяемого помещения выходят на автостоянку.

В ходе обследования помещения были выявлены следующие

потенциальные уязвимости объекта, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Выявленные каналы утечки информации

Название	Описание
Акустический	Мембранный перенос энергии речевых сигналов через перегородку за счёт своей малой массы. Утечка информации за счёт слабой звукоизоляции.
Вибрационный	Утечка информации за счёт продольных колебаний ограждающих конструкций и арматуры системы центрального отопления, колебаний окон.
Электроакустический	Утечка информации за счёт акустоэлектрического преобразования в приемнике линии радиотрансляции и электрочасофикации.

Для того, чтобы определить эффективность защиты информации, необходимо провести анализ на соответствие установленным требованиям и нормам.

Эффективность защиты информации – интегральный показатель, устанавливающий степень соответствия достигнутых результатов защиты информации установленным требованиям.

Нормативно-методическая документация устанавливает требования к измерительному сигналу:

- а) шумовому в 7 октавных полосах;
- б) гармоническому в виде 20 частот, средним частотам полос равной разборчивости.

В качестве приемника шумовых сигналов применен специализированный

шумомер 1-го класса точности с цифровым дисплеем.

Виртуальные средства измерений (оценки) характеристик маскирующего шума позволяют оценивать с высокой точностью, практически в реальном режиме времени, а также представлять документированные результаты оценки либо на бумажном, либо на электронном носителе (рисунок 4).



Рисунок 4 – Схема контроля (измерения) параметров, определяющих эффективность защиты информации

Контроль эффективности защиты информации установлен нормативно-методическими требованиями. Требования научно обоснованы и учитывают следующие факторы:

а) неравномерность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ), усреднённой для мужских и женских голосов спектральной плотности речевого сигнала (кривая чувствительности уха имеет максимальную чувствительность в области средних частот с понижением к нижним и высоким частотам);

б) среда распространения акустического речевого сигнала характеризуется распределением фоновых шумов в виде экспоненциального закона со спадом в области высоких частот;

в) искусственные шумы, вносящие погрешность при оценке разборчивости речи, следует фильтровать;

г) искусственные преграды в виде элементов конструкций зданий создают неравномерное частотозависимое ослабление речевого сигнала;

д) акустическому речевому сигналу в замкнутом пространстве присущи искажения в виде реверберационных помех и помех, обусловленных резонансными явлениями в замкнутом объёме;

е) резонансу подвержены как шумовые, так и гармонические сигналы.

Контроль эффективности защиты информации основан на научном и законодательной метрологии. Научная метрология устанавливает единые правила передачи единицы физической величины от государственного эталона к рабочим средствам измерений. Условия измерений законодательно закреплены для основной и дополнительной инструментальной погрешности средства измерения.

2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ПОМЕЩЕНИЙ

Для проведения экспериментальной части выпускного бакалаврского исследования был проведен анализ строительных конструкций помещения для проведения конфиденциальных переговоров, а также частично смежные области и помещения. Далее выполнен расчёт утечки информации по акустическому каналу на основе показаний, полученных экспериментальным путем. Заключительной частью эксперимента является проведенный анализ данных акустической утечки информации.

2.1 Описание состава программно-технических средств, используемых в эксперименте

Для проведения эксперимента, а конкретно замеров уровня шума от источников использовался цифровой шумомер Testo 816-4. Шумомер второго класса точности Testo 816-4 является самой функциональной моделью из серии шумомеров Testo 816 New. Прибор полностью цифровой, созданный по передовым технологиям, позволяет проводить замеры уровня звукового давления с получением результатов высокого качества в диапазоне от 30 до 130 дБ . Небольшой размер и эргономичный дизайн дают возможность носить шумомер в кармане одежды. От младших моделей шумомер Testo 816-4 отличается наличием некоторых дополнительных функций, например функции регистрации данных, усреднения, полностью соответствует ИЕС 61672, ГОСТ.

Технические характеристики шумомера Testo 816-4:

- Диапазон измерений: от 30 до 130 дБ
- Разрешение: 0.1 дБ
- Точность: ± 1.0 дБ
- Частотные характеристики: А и С
- Временные характеристики: Fast / Slow / Impulse
- Дисплей: ЖК, 128 x 128 пикс.
- Интерфейс связи с ПК: USB 2.0

- Источник питания: батареи или аккумуляторы типа AA 1.2-1.5 В
- Время работы от полного заряда батарей: до 35 часов
- Возможность питания от сети: есть, ч/з адаптер 5В пост. тока
- Условия эксплуатации: от 0 до 40 °С, от 5 до 90% отн. влажности
- Температура хранения: от -20 до 60 °С
- Соответствие стандартам: ANSI S1.43 - 1997 (R2007); ANSI S1.4 - 1983 (R2006); IEC 61672 - 2002; 60804 - 2000; 60651 – 1979
- Резьба для установки на штатив: 1/4 дюйма
- Размеры: 73 x 213 x 32 мм
- Вес около: 250 г.

Самая простая модель из серии цифровых шумомеров Testo 816 New. Грубо говоря шумомер представляет собой микрофон, к которому подключён вольтметр, отградуированный в децибелах.

Величина дБа – уровень звукового давления, измеренный в дБ при помощи шумомера, содержащего корректирующую цепочку, снижающую чувствительность устройства на низких и очень высоких частотах для того, чтобы точнее имитировать чувствительность человеческого уха и получать отсчёты, дающие некоторые указания на громкость, неприятное действие или приемлемость звука. Значение ДБа обычно на 10 единиц превосходит эквивалентное значение нормировочного индекса шума для данного звука. Устройство отображает минимальное значение измеренного шума или максимальное, или динамическое.

2.2 Инженерный анализ исследуемого помещения для проведения конфиденциальных переговоров

Исследуемое помещение имеет площадь 12,5 м² – длина помещения 5м, ширина помещения 2,5 м.

Высота потолка – 2,8 м. Кабинет занимает угловое положение (2 несущие стены). Наружные стены в данном исследовании утечки информации по акустическим каналам не рассматриваются.

Описание исследуемого помещения:

Вход в помещение – липовая дверь, высота которой 2 м, глубина – 0,15 м, длина – 0,9 м. На той же стене имеется вентиляционное отверстие, размеры которого: длина – 0,25 м, высота – 0,25 м, глубина – 0,15 м. Отверстие расположено на высоте 2,3 м слева от двери.

Окно в исследуемом кабинете для проведения конфиденциальных переговоров сделано из стеклопакета (2 слоя), размеры которого: глубина – 0,032 м, длина – 2 м, высота – 1,3 м. Оно расположено на высоте 0,8 м, ближе ко входу наружной стены.

Исследуемое помещение отделено от соседнего кабинета гипсокартонной перегородкой, состоящей из 2-х параллельных слоев (глубиной 0,125 м каждый), между которыми отсутствует звукоизолирующий материал. Размеры перегородки: глубина – 0,25 м, длина – 5 м, высота – 2,8 м.

Внутри исследуемого помещения для проведения конфиденциальных переговоров имеются следующие объекты:

– стальной книжный шкаф, размеры которого: глубина – 0,5 м, длина – 1 м, высота – 2 м (расположение – слева от входа в углу);

– сосновый книжный шкаф, размеры которого: глубина – 0,4 м, длина – 01,2 м, высота – 2,2 м (расположение – справа в углу на против входа);

– чугунная батарея, размеры которой: глубина – 0,15 м, длина – 1,3 м, высота – 0,6 м (расположение – по центру относительно окна и под окном на высоте 0,1 м);

– навесная полка из липы, размеры которой: ширина – 0,25 м, длина – 0,7 м, толщина – 0,05 м (расположение – на несущей стене около окна и над столом начальника с права от входа на высоте 1,6 м);

– стол начальника, ножки которого выполнены из стали (4 штуки, размеры каждой: длинна и ширина – 0,1 м, высота – 0,7 м), а рабочая поверхность данного стола выполнена из сосны, габариты которой: ширина – 0,7 м, длина – 1,7 м, высота – 0,062 м (расположение – напротив входа и плотно стоящий к несущей стене с окном);

– стол для участников совещания, ножки которого из стали (4 штуки,

размеры каждой: длинна и ширина – 0,1 м, высота – 0,7 м), а рабочая поверхность выполнена из сосны, размеры которой: длина – 1,7 м, ширина – 0,8 м, высота – 0,062 м (расположение – центр исследуемого помещения);

– 3 стула.

– Ножки, которых выполнены из стали в форме цилиндра (1 цилиндр на каждый стул, размеры каждой: радиус – 0,05 м, высота – 0,42 м).

– Сиденья (размеры каждого: ширина и длина – 0,4 м, высота – 0,03 м)

– Спинки (размеры каждой: толщина – 0,04 м, длина – 0,4 м, высота – 0,6 м) из сосны (расположение – по близости относительно столов);

– пластмассовый системный блок ПК с размерами: ширина – 0,173 м, длина – 0,49 м, высота – 0,432 м (расположение – слева на столе начальника).

Описание материалов и их свойств, участвуют в эксперименте:

– воздух (плотность – 1,2041 кг/м³, скорость распространения звука – 343,26 м/с при температуре 20 градусов в помещении);

– сосна (плотность – 450 кг/м³, скорость распространения звука – 3600 м/с);

– стеклопакет с учётом количества слоёв (плотность – 5000 кг/м³, скорость распространения звука – 1750 м/с);

– чугун (плотность – 7000 кг/м³, скорость распространения звука – 3500 м/с);

– пластик (плотность – 850 кг/м³, скорость распространения звука – 1120 м/с);

– гипсокартонный лист (плотность – 1200 кг/м³, скорость распространения звука – 5774 м/с);

– сталь (плотность – 7670 кг/м³, скорость распространения звука – 5900 м/с).

Полностью описав и проанализировав исследуемое помещения для проведения конфиденциальных переговоров, а также предметы находящиеся в нем, можно выполнить основные расчёты утечки информации про акустически каналам.

2.3 Расчёт утечки информации по акустическому каналу с помощью шумомера, по методу Покровского

Пришло время рассчитать и обнаружить акустические каналы утечки информации (КУИ) за пределами исследуемого помещения для проведения конфиденциальных переговоров по методу Покровского с результатами полученных замеров с помощью шумомера Testo 816-4. Тогда получим показатели, приведённые в таблицах ниже.

В каждой расчётной таблице 2-7 рассматривается 2 варианта:

а) ведётся активная беседа начальника и приглашенных собеседник при включенном системном блоке;

б) один из собеседников говорит при включенном системном блоке (начальник (2) или приглашенных собеседник (3)).

Таблица 2 – Расчёт разборчивости речи внутри исследуемого помещения для проведения конфиденциальных переговоров

№	УРС по ЧП, дБ	УШ по ЧП, дБ	С/Ш, q_i , дБ	НГЧП, $f_{ни}$, Гц	ВГЧП, $f_{ви}$, Гц	ФП ΔA_i ($f_{срi}$) на ср. геом. часто-те	весовой коэф. полосы k_i
1	2	3	4	5	6	7	8
1	77,9	77,5	0,4	250	1000	19,9	0,05
2	77,7	77,5	0,2	250	1000	19,9	0,05
3	77,8	77,5	0,3	250	1000	19,9	0,05

УРС по ЧП – уровень речевого сигнала по частотным полосам,

УШ по ЧП – уровень шума по частотным полосам,

С/Ш – отношение речевого сигнала к шуму,

НГЧП – нижняя граница частотной полосы,

ВГЧП – верхняя граница частотной полосы,

ФП – формантный параметр.

Следующий этап – это расчет значения слоговой и словесной разборчивости внутри исследуемого помещения для проведения конфиденциальных переговоров.

Таблица 3 – Расчёт значений слоговой и словесной разборчивости внутри исследуемого помещения для проведения конфиденциальных переговоров

СИАР	ИИАР	Р слоговая	Р словесная	Р словесная
$R_i = p_i * k_i$	$R = \sum R_i$	S	W (S)	W (R)
1	2	3	4	5
0,0141	0,042	0,756	0,9241	0,934
0,0139				
0,014				

СИАР – спектральный индекс артикуляции (понятности) речи,

ИИАР – интегральный индекс артикуляции (понятности) речи,

Р – разборчивость.

Из расчётов, представленных в таблицах 2 и 3, видно, что речевой сигнал, подслушанный внутри исследуемого помещения для проведения конфиденциальных переговоров, может обладать полезной информацией для злоумышленника. Рассчитанная словесная разборчивость $W \approx 92-93\%$. Это значит, что подслушанный акустический сигнал содержит достаточно правильно понятых слов, для передачи полного сообщения, отражающей всю суть отрасли и идеи разговора. В применении средств защиты акустической информации нет острой необходимости.

Таблица 4 – Расчёт разборчивости речи информации за гипсокартонной перегородкой исследуемого помещения для проведения конфиденциальных переговоров

№	УРС по ЧП, дБ	УШ по ЧП, дБ	С/Ш, q_i , дБ	НГЧП, f_{ni} , Гц	ВГЧП, f_{vi} , Гц	ФП	весовой коэф. сред. полосы k_i
1	2	3	4	5	6	7	8
1	32	25	7	250	1000	17,5	0,0015
2	25	25	0	250	1000	17,5	0,0015
3	32	25	7	250	1000	17,5	0,0015

Далее рассчитываем значения слоговой и словесной разборчивости

непосредственно исходя из замеренных данных за гипсокартонной перегородкой.

Таблица 5 – Расчёт значений слоговой и словесной разборчивости за гипсокартонной перегородкой исследуемого помещения для проведения конфиденциальных переговоров

СИАР	ИИАР	Р слоговая	Р словесная	Р словесная
$R_i = p_i * k_i$	$R = \sum R_i$	S	W (S)	W (R)
1	2	3	4	5
0,0004	0,0288	0,0252	0,1473	0,1723
0,028				
0,0004				

Из расчётов, представленных в таблицах 4 и 5, очевидно, что речевой сигнал, прошедший через гипсокартонную перегородку, обладает слабой информативностью для злоумышленника. Рассчитанная словесная разборчивость $W \approx 14-18\%$. Это значит, что подслушанный акустический сигнал содержит достаточное количество правильно понятых слов, отражающих только отрасль разговора. В применении средств защиты акустической информации нет острой необходимости. Хотя рекомендуется принять меры по звукоизоляции гипсокартонной перегородки.

Таблица 6 – Расчёт разборчивости речи за дверью исследуемого помещения для проведения конфиденциальных переговоров

№	УРС по ЧП, дБ	УШ по ЧП, дБ	С/Ш, q_i , дБ	НГЧП, $f_{ни}$, Гц	ВГЧП, $f_{ви}$, Гц	ФП	в. коэф. k_i
1	2	3	4	5	6	7	8
1	45	36	9	250	1000	17,5	0,0015
2	41	36	5	250	1000	17,5	0,0015
3	40	36	4	250	1000	17,5	0,0015

Далее рассчитываем значения слоговой и словесной разборчивости за дверью исследуемого помещения для проведения конфиденциальных переговоров.

Таблица 7 – Расчёт значений слоговой и словесной разборчивости для двери

СИАР	ИИАР	Р слоговая	Р словесная	Р словесная
$R_i = p_i * k_i$	$R = \sum R_i$	S	W (S)	W (R)
1	2	3	4	5
0,0097	0,0224	0,0213	0,253	0,2703
0,0086				
0,0004				

Из расчётов, представленных в таблицах 6 и 7, видно, что речевой сигнал, прошедший через дверь, может обладать слабой информативностью для злоумышленника. Получена словесная разборчивость $W \approx 23-28\%$. Это значит, что подслушанный акустический сигнал содержит достаточное количество правильно понятых слов, отражающих мысль и идеи разговора. В применении средств защиты акустической информации нет острой необходимости, однако рекомендуется принять минимальные меры по звукоизоляции.

2.4 Рекомендации по улучшению защиты утечки информации по акустическому каналу

Основываясь на проведённом анализе инженерных систем (конструкций) и выполненных вычислений и расчета по методу Покровского были разработаны методологические рекомендации по улучшению защиты утечек информации по акустическому каналу соответственно каждому из рассматриваемых случаев. Хотелось бы отметить, что расчёты первого опыта предназначены для ознакомления распространения звука в целом по исследуемому помещению для проведения конфиденциальных переговоров. В данной ситуации единственной существенной мерой повешения эффективности защиты информации по акустическим каналам является недопустимость посторонних лиц внутрь исследуемого помещения для проведения конфиденциальных переговоров во время совещания (включая случайных сотрудников, уборщиков, секретарей и тому подобных).

При анализе результатов второго опыта по звукоизоляции через гипсокартонную перегородку словесная разборчивость которой равная $W \approx 14-$

18% мною было предложено заменить обычные установленные листы гипсокартона на специализированные гипсокартонные акустические листы.

Гипсокартонные акустические листы представляют собой перфорированный гипсокартон то есть этот лист содержит большое количество отверстий и имеет наклеенную звуконепроницаемую нетканую прослойку с тыльной стороны листа, благодаря которым происходит максимальное погашение звуковых волн. Акустический гипсокартон также, как и традиционный подвергается отделочным работам различного типа. Наиболее популярным производителем перфорированного акустического гипсокартонных листов являются компания KNAUF. Но без наполнителя необходимый эффект звукопоглощения может быть не достигнут.

При использовании наполнителей – звукопоглощающих плит, изоляционных мембран и напыляемых покрытий можно достичь максимально качественную звукоизоляцию перегородок из гипсокартона. Звукоизоляционная мембрана представляет собой основанный на полимере материал, имеющий небольшую толщину (от 2,5 мм до 12 мм). Такая поверхность не пропускает звуковые волны, характеризуется высоким коэффициентом звукоизоляции, устойчивостью к различным температурам. Одним из наилучших считается бренд Tecsound, который практически монополизировал данную сферу рынка. Мембраны можно применять и в сочетании с плитами для увеличения поглощения звука.

Звукопоглощающие плиты также часто используют в качестве звукоизоляционного материала в гипсокартонных стенах. Одними из наиболее качественных считаются стекловолоконистые материалы от знакомой ранее нам компании KNAUF, однако, и наиболее затратными. Эти плиты имеют высокие звукопоглощающие свойства, небольшую толщину, повышенную воздухопроницаемость.

Для того чтобы выполнить шумоизоляцию гипсокартонной перегородки, хорошей идеей будет использовать в качестве наполнителя полиэфирные плиты, но у них есть «подводный камень» следует помнить, что существуют

разновидностей этих плит не обладают нужной огнестойкостью. Что касается пенопласта, то применять его в качестве звукоизоляционного материала не стоит.

Использование акустических напыляемых покрытий является инновационным и абсолютно простым решением. Их можно наносить абсолютно с любой из сторон гипсокартонного полотна. Напыляемые материалы имеют отличную адгезию с обрабатываемой поверхностью, при этом можно проконтролировать количество слоев и, следовательно, контролировать толщину изоляции. Но для нанесения понадобятся специальные инструменты. Проверенным и надёжным поставщиком такого инструмента считается снова нам знакомая компания KNAUF.

При анализе результатов эксперимента по звукоизоляции двери, где словесная разборчивость была равна $W \approx 23-28\%$ мною было предложено использовать специальные материалы для обшивки межкомнатных дверей. При этом необходимо осуществить следующие действия:

- ликвидировать все щели между стеной и дверной коробкой;
- произвести обшивку дверей со стороны потенциального источника шума;
- по всему периметру дверной коробки наклеить уплотнитель;
- установить порог для сокращения распространения шума из-под двери.

Наполнителем могут служить такие материалы, как ватин, синтепон, минеральная вата, поролон, а в качестве основы для обшивки подходят дермантин, искусственная кожа, также можно использовать специализированные плиты с высокой степенью звукопоглощения наклеиваются на поверхность двери впритык один к другому.

Необходимо проследить, чтобы величина зазора между полотном и дверной коробкой не превышала 1 см. Уплотнительным материалом может служить пустотелый резиновый профильный шнур.

Также можно использовать для повышения звукоизоляции особые звукопоглощающие порожки или воспользоваться приклеенным к нижней

части двери щёточным уплотнителем.

При анализе результатов опыта по звукоизоляции для окна ($W \approx 12-15\%$) было предложено использовать заполнение камер пластикового окна газами. К ним относят ксенон, аргон и криптон. Разное расстояние между стёклами способствует тому, что воздушное пространство увеличивается, а значит звук поглощается эффективнее.

При заполнении камер окна следует регулярно проверять стеклопакеты на наличие щелей и трещин, на плотность прилегания створок к раме, что бы избежать утечки газа в окнах и быть уведомлённым о том что окно не защищает акустический канал должным образом.

А также при увеличении расстояния между стёклами увеличивается и воздушное пространство, а значит звуковая волна поглощается намного эффективнее.

Добиться максимальной шумоизоляции пластиковых окон на первый взгляд кажется сложной задачей, но это не так.

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕЛИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗВУКА ИССЛЕДУЕМОГО ПОМЕЩЕНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОНФИДЕНЦИАЛЬНЫХ ПЕРЕГОВОРОВ

В настоящем квалификационном исследовании утечки информации по акустическим каналам в помещении для проведения конфиденциальных переговоров для проектирования помещения и основных элементов, а также разработки «модели нарушителя» для расчётов и непосредственного моделирования излучения и распространения звука (шума) было решено использовать профессиональный прикладной программный пакет Comsol Multiphysics (версии 5.4)

После изучения литературы и научных трудов в сфере обнаружения и ликвидации угроз информационной безопасности по акустическим каналам утечки информации, а также методических рекомендаций для разработки «модели нарушителя», проведения опыта и выполнения необходимых расчётов с анализом и предложением рекомендаций по улучшению звукоизоляции в исследуемом помещении для проведения конфиденциальных переговоров была спроектирована частная «модель нарушителя» для конкретного кабинета.

3.1 Обоснование выбора разработки программного продукта

COMSOL Multiphysics – полностью интегрированное программное обеспечение. COMSOL Multiphysics даёт полный контроль над процессом моделирования. Model Builder даёт доступ ко всем настройкам модели:

- CAD / геометрия;
- материалы;
- физика;
- сетки;
- решатели;
- результаты.

Основной функционал акустического модуля:

- классические модели (уравнение Гельмгольца и скалярное волновое уравнение, фоновое поле);

- различные граничные условия, включая PML и Far-Field Calculation
- импедансные условия;
- усреднённые материальные модели для пористых материалов, узких регионов;
- предустановленные мультифизические связи;
- пороупругие волны (Био, Аллард, т.д.);
- пьезоматериалы;
- учёт демпфирования;
- объёмные геометрии и высокие частоты;
- акустическая диффузия и лучевая акустика (в том числе для моделирования гидроакустики);
- явный решатель для акустических волн с фоновым потоком;
- граничное условие Absorbing Layers (поглощающие слои).

3.2 Описание математических и алгоритмических процедур

В работе используются уже известные программные акустические методы профессионального прикладного программного пакета Comsol Multiphysics (версии 5.4). Однако если эти методы изначально направлены на проектирование моделей помещений, которые должны соответствовать всем установленным нормам (в частности рассматриваются расчёты, позволяющие, например, проверить уровень звукоизоляции в жилом помещении или распространение звука в концертном зале), то в данном квалификационном исследовании эти же методы в общем случае используются по-новому: для определения степени угрозы утечки информации по акустическим каналам в помещении для проведения конфиденциальных переговоров.

Как было отмечено в первой главе настоящей бакалаврской работе, моделирование процесса распространения звука реализуется с помощью уравнения акустической диффузии. Элементы геометрической акустики, естественно, присутствуют тоже.

Модифицированный под специфику данного квалификационного исследования алгоритм использования в профессиональном прикладном

программном пакете Comsol Multiphysics (версии 5.4) имеет следующие этапы:

- а) моделирование 3D-модели защищаемого помещения
- б) внедрение физических свойств всем объектам исследуемого помещения
- в) вычисляется распределение уровня звукового давления в стационарном состоянии с источника звука (человек) в помещении для проведения конфиденциальных переговоров;
- г) моделирование с помощью интерфейса уравнения акустической диффузии;
- д) добавление приблизительного выражения для прямого звука.

Геометрия и меширование:

- а) геометрия состоит из непосредственно помещения и основной мебели, а также смежных исследуемых областей (за перегородкой, окном и дверью);
- б) геометрия создается непосредственно на этапе 3D моделирования
- в) уравнения акустической диффузии нет особых требований к мешированию геометрии.

Физика:

- а) внедрение физических свойств всем объектам исследуемого помещения
- б) моделирование управляется потоком энергии звука от источника;
- в) каждый источник звука имеет свой коэффициент акустической диффузии (рассчитанный исходя из скорости распространения и поглощения звука в помещении по формуле 13):

$$D = \frac{4cV}{3S} \tag{13}$$

где c – скорость звука,

V – объём помещения,

S – площадь стен, пола и потолка;

- г) дверь (с учетом вентиляции), окном и перегородка в помещении для проведения конфиденциальных переговоров в модели выступает как элемент

соединения со смежными исследуемыми области, поглощающий коэффициент равен соответственно 12 дБ, 27 дБ, 30 дБ;

д) моделирование решается для «плоской полосы», то есть с коэффициентами поглощения, которые считаются независимыми от частоты (константы)

е) коэффициент поглощения 0,7 применяется к мягким поверхностям и коэффициент поглощения 0,25 к твёрдым поверхностям (последний немного выше, чем установленный по нормам, для компенсации нехватки ковров, штор и прочего).

Для получения более реалистичных результатов, с учётом специфики квалификационного исследования, были изменены изначальные надстройки модуля акустики в помещении (включены различные коэффициенты поглощения для разных материалов и в разных частотных диапазонах).

Предполагая, что звук изотропный в полупространстве, ожидается, что большая часть помещения для проведения конфиденциальных переговоров будет испытывать прямую зависимость звука от каждого источника, аппроксимированного формулой 14:

$$I_n = \frac{P_n}{2\pi r_n^2}, \quad (14)$$

где P_n – мощность от источника n ;

r_n – расстояние до центра источника n ; что соответствует квадратичной амплитуде давления по формуле 15:

$$|p_n|^2 = 2Z_0 I_n, \quad (15)$$

где Z_0 – характерное комплексное акустическое сопротивление среды.

В результате получим общий уровень звукового давления в помещении для проведения конфиденциальных переговоров по формуле 16:

$$10 \log_{10} \left((|p_d|^2 + |p_1|^2 + |p_2|^2) / |p_{ref}|^2 \right), \quad (16)$$

где p_d – диффузное давление, $p_{ref} = 20 \times 10^{-6}$ Pa.

3.3 Общие сведения о методе конечных элементов

Наиболее общим и достаточно эффективным методом численного моделирования сложных систем является метод конечных элементов (МКЭ) [2], поэтому на его основе производятся расчёты передовыми вычислительными системами, такими как:

– ANSYS – универсальная система КЭ анализа с встроенным пре- и постпроцессором;

– MSC.Nastran – универсальная система КЭ анализа с пре- и постпроцессором MSC.Patran;

– ABAQUS – универсальная система КЭ анализа с встроенным пре- и постпроцессором;

– Impact – универсальная система КЭ анализа с встроенным пре- и постпроцессором;

– NEiNastran – универсальная система КЭ анализа с пре- и постпроцессором FEMAP;

– NXNastran – универсальная система КЭ анализа с пре- и постпроцессором FEMAP;

– SAMCEF – универсальная система КЭ анализа с пре- и постпроцессором SAMCEF Field;

– Temper-3D – система КЭ анализа для расчета температурных полей в трехмерных конструкциях (теплотехнический расчет);

– COMSOL Multiphysics – универсальная система КЭ анализа с пре- и постпроцессором;

– NX Nastran – универсальная система МКЭ анализа;

– Zebulon – универсальная система МКЭ анализа с расширенной библиотекой нелинейных моделей материалов.

Возникновение этого метода связано с решением задач космических исследований, а идея МКЭ была разработана советскими учеными в 1936 году. Этот метод возник из строительной механики и теории упругости, а уже затем было получено его математическое обоснование. Важный вклад в

теоретическую разработку метода сделал Мелош [3], который показал, что метод конечных элементов можно рассматривать как один из вариантов хорошо известного метода Рэлея–Ритца. Например, в строительной механике МКЭ минимизацией потенциальной энергии позволяет свести задачу к системе линейных уравнений равновесия. После того как была установлена связь МКЭ с процедурой минимизации, он стал применяться к задачам, описываемым уравнениями Лапласа или Пуассона, а после получения уравнений, определяющих элементы в задачах из вариантов метода взвешенных невязок (метод Галеркина, метод наименьших квадратов и другие), стал базовым методом численных расчетов для моделирования физических процессов. В настоящее время метод конечных элементов является общим методом численного решения дифференциальных уравнений или систем дифференциальных уравнений.

3.3.1 Концепция метода конечных элементов

Основная идея метода конечных элементов состоит в минимизация функционала вариационной задачи на множестве кусочно-непрерывных функций, каждая из которых определена на конечном числе подобластей. Кусочно-непрерывные функции определяются с помощью значений непрерывной величины в конечном числе точек рассматриваемой области.

В общем случае непрерывная величина заранее неизвестна, и нужно определить значения этой величины в некоторых внутренних точках области. Однако дискретную модель можно построить, если предположить, что числовые значения этой величины в каждой внутренней точке области известны. Для непрерывной величины поступают следующим образом:

- а) в рассматриваемой области фиксируется конечное число точек – эти точки называются узловыми точками, или узлами;
- б) значение непрерывной величины в каждой узловой точке считается переменной, которая должна быть определена;
- в) область определения непрерывной величины разбивается на конечное число подобластей, называемых элементами – эти элементы имеют общие

узловые точки и в совокупности аппроксимируют форму области;

г) непрерывная величина аппроксимируется на каждом элементе полиномом, который определяется с помощью узловых значений этой величины (для каждого элемента определяется свой полином, но полиномы подбираются таким образом, чтобы сохранялась непрерывность величины вдоль границ элемента).

Процесс минимизации сводится к решению систем линейных алгебраических уравнений относительно узловых значений. При построении дискретной модели непрерывной величины, определенной в многомерном случае (в системе COMSOL одно-, двух- и трехмерном), основная концепция метода конечных элементов используется аналогично, а в качестве элементов используются функции от нескольких переменных. Наиболее эффективный выбор элементов в двухмерном случае чаще всего осуществляется при использовании формы треугольника или четырехугольника. Функции элементов становятся плоскими поверхностями, если для данного элемента взято минимальное число узловых точек (рисунок 5), или криволинейными, если используемое число узлов больше минимального (рисунок 6).

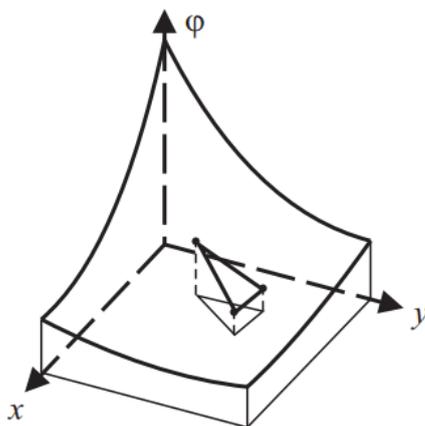


Рисунок 5 – Треугольный элемент с тремя узлами

Отметим, что избыточное число узлов позволяет рассматривать элементы с криволинейными границами.

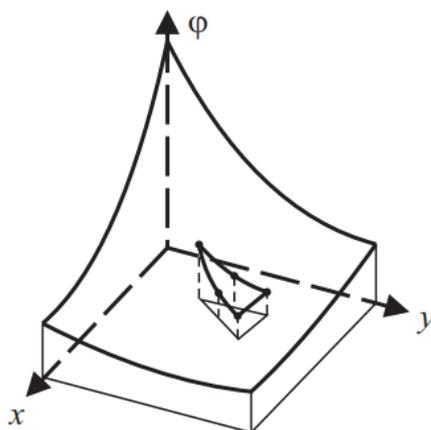


Рисунок 6 – Элемент с пятью узлами

Окончательной аппроксимацией двумерной непрерывной величины будет служить совокупность кусочно-непрерывных поверхностей, каждая из которых определяется на отдельном элементе с помощью значений $\varphi(x, y)$ в соответствующих узловых точках.

Важной особенностью метода конечных элементов является возможность выделить из набора элементов такой, использование которого позволило бы определять функцию элемента независимо от его положения в общей связанной модели и от других функций элементов. Задание функции элемента через произвольное множество узловых значений и координат позволяет использовать функции элемента для аппроксимации геометрии области.

3.3.2 Преимущества и недостатки метода конечных элементов

Наиболее важными преимуществами метода конечных элементов, благодаря которым он широко используется, являются следующие:

а) свойства материалов смежных элементов не должны быть обязательно одинаковыми, что позволяет применять метод к объектам, составленным из нескольких материалов;

б) криволинейная область может быть аппроксимирована с помощью прямолинейных элементов или описана точно с помощью криволинейных элементов, следовательно, МКЭ можно использовать для областей с любой формой границы;

в) размеры элементов могут быть переменными, что позволяет укрупнить или измельчить сеть разбиения области на элементы и задавать переменную

плотность размещения элементов в сети;

г) МКЭ позволяет рассматривать граничные условия с разрывной поверхностной нагрузкой, а также смешанные граничные условия;

д) перечисленные преимущества метода конечных элементов используются при составлении программ для решения достаточно широкого класса задач.

К недостаткам метода конечных элементов относят:

а) искусственное ограничение области расчета,

б) дискретизацию окружающего пространства,

в) выполнение новой дискретизации при изменении положения элементов.

Хотя ресурсы совершенствования МКЭ практически исчерпаны, однако ведется разработка численных методов, а также реализующих их программных комплексов, позволяющих более экономично использовать вычислительные ресурсы и гарантировать эффективное решение многовариантных задач анализа и проектирования. Например, создан комбинированный метод конечных и граничных элементов (КМКиГЭ), реализующий достоинства МКЭ и не имеющий его недостатков.

3.4 Построение 3D – модели помещения для проведения конфиденциальных переговоров в Comsol

Разработка модели «нарушителя» включает в себя несколько этапов, начальный из которых – построение 3D-модели далее внедрялись материалы конструкций они выбирались из предложенных в программном продукте Comsol, затем настраивались при необходимости.

Необходимо отметить, что мебель проектируется в приближённом варианте, но с учётом исходных материалов и их свойств (то есть при необходимости корректировались).

Для наиболее наглядности представлена 3D-модель на рисунке 7 с точным расположением исследуемых в настоящей, бакалаврской работе объектов.

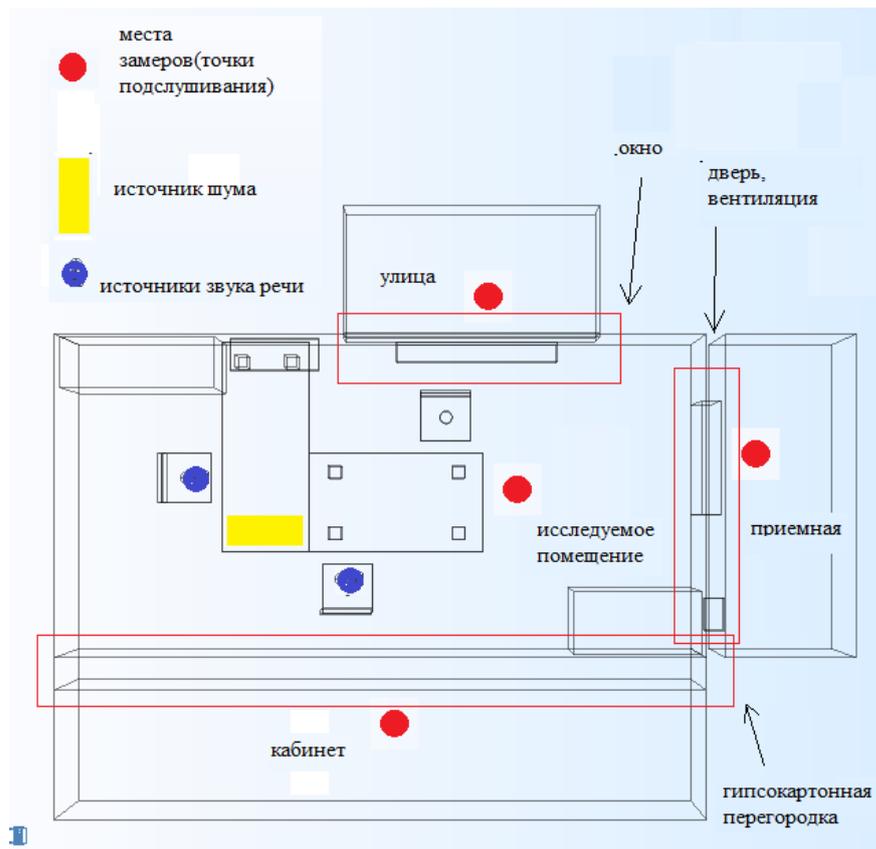


Рисунок 7 – Схема исследуемого помещения

То есть в данной работе при проектировании моделей распространения звука с целью выявления акустических каналов утечки информации с помощью подслушивания рассматриваются, помимо исследуемого помещения для проведения конфиденциальных переговоров, такие смежные зоны как:

а) приёмная – зона, в которой в среднем постоянно находятся 1 человек, при этом можно подслушать совещание через дверь и вентиляционное отверстие;

б) кабинет сотрудников – зона, в которой в среднем находятся в среднем 3 человека, при этом один из служащих имеет рабочее место прямо за гипсокартонной перегородкой – ещё одного потенциального способа подслушивания;

в) зона за окном – область, через которую подслушивание маловероятно, но тем не менее имеет место быть, способ подслушивания – через окно.

Как указано в предыдущих разделах, ситуации проведения конфиденциальных переговоров можно условно разделить на две большие

категории:

- проведение совещания с включенной техникой (то есть персональным компьютером), которая в свою очередь аналогично распространяет шум;

- проведение совещания с выключенной техникой.

Естественно предположить, что, помимо шума от персонального компьютера (а точнее – от системного блока), в исследуемом помещении для проведения конфиденциальных переговоров существуют и другие источники шума. Однако было решено не включать их в конечные модели и расчёты по следующим причинам:

- затрудненное проведение замеров с помощью имеющегося шумомера;

- шум от источника настолько слаб, что его вклад в общий шум незначителен или полностью отсутствует;

- осознанное упрощение итоговых экспериментальных расчётов и итоговых моделей.

Также на схеме можно увидеть, где конкретно проводились замеры с помощью шумомера, то есть места проведения экспериментального опыта.

Здесь же стоит отметить, что в модели не рассматриваются такие предметы, как книги, журналы, шторы, ковёр и тому подобное в связи с ограниченными возможностями используемого аппаратного комплекса.

Для упрощения восприятия модели её визуализация была смоделирована схематично, ведь основная суть исходной модели является решения поставленных акустических задач, а не детальное проектирование помещения от стены до книжки, лежащей в шкафу. Таким образом мы получили модель, которая проста для восприятия и наглядна даже для неопытного пользователя.

3D-модель исследуемого помещения представлена на рисунках 16-18.

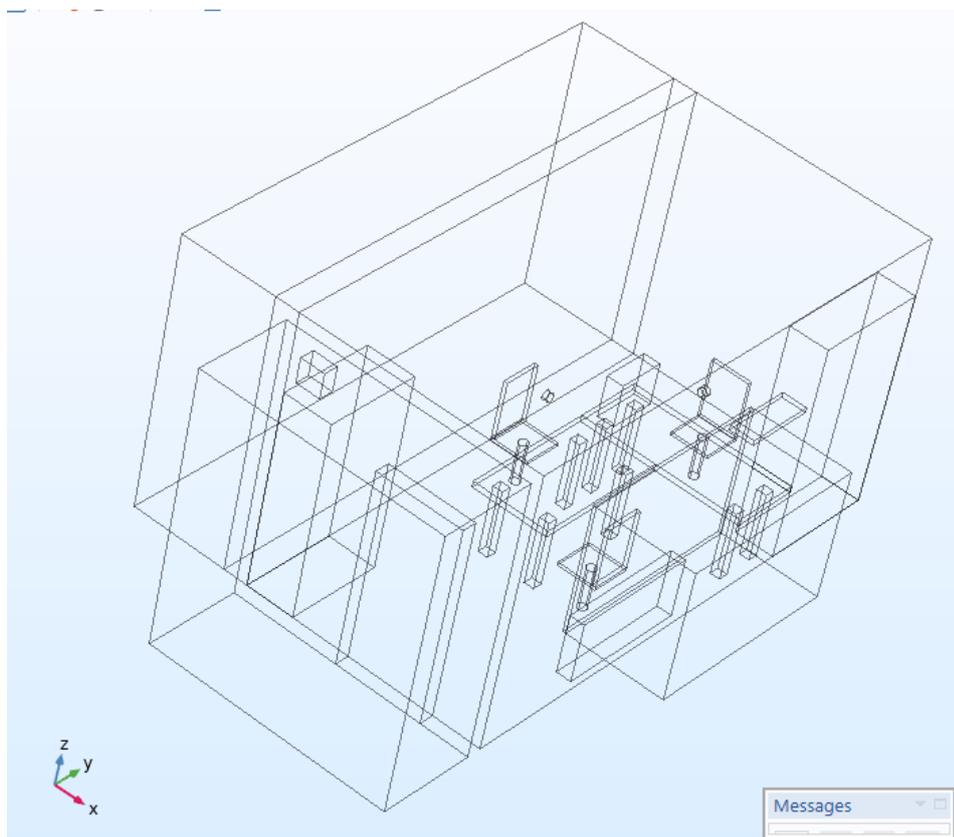


Рисунок 8 – Итоговая геометрия исследуемого помещения в пространстве

На рисунке 8 изображена упрощённая и дополненная модель, с которой в дальнейшем проводились вычисления и обработка полученных результатов.

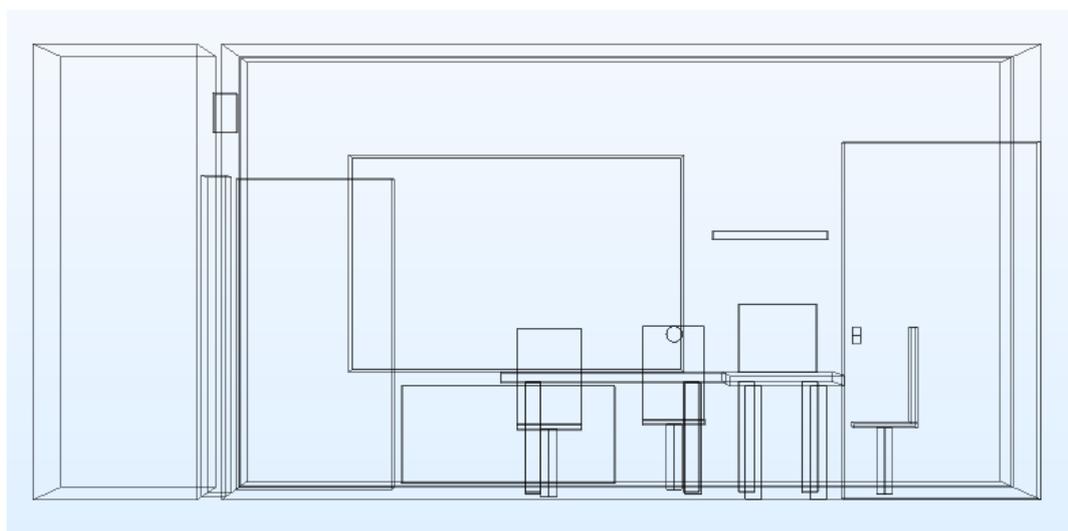


Рисунок 9 – Итоговая геометрия исследуемого помещения относительно осей

YZ

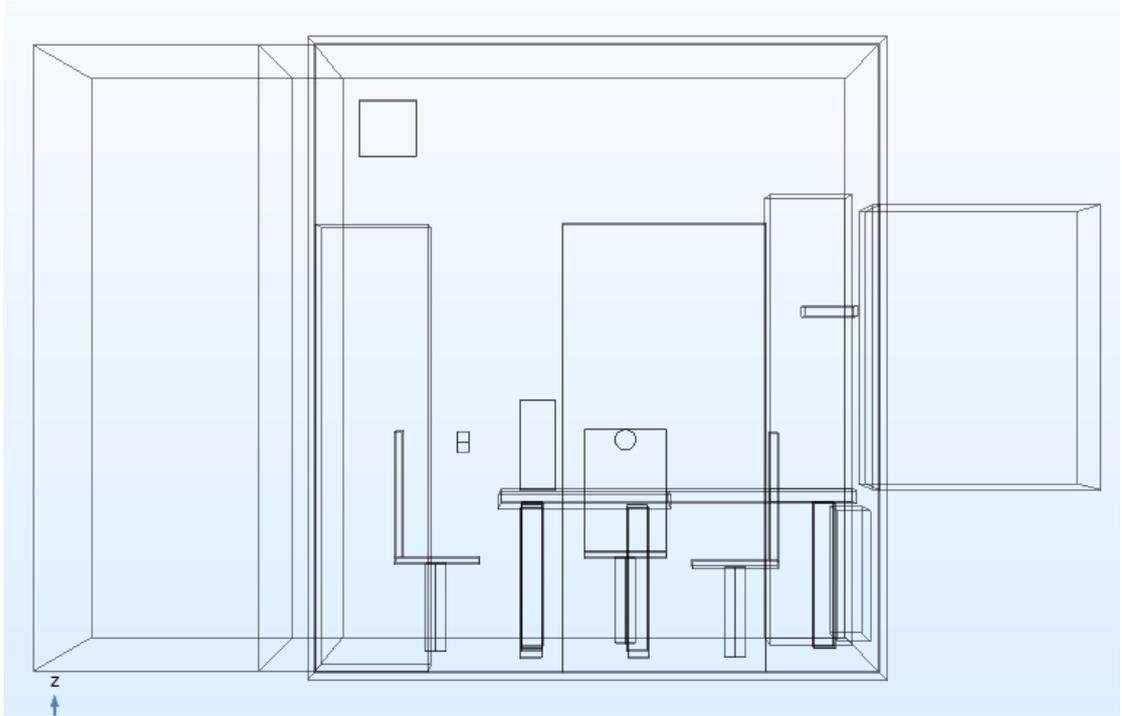


Рисунок 10 – Итоговая геометрия исследуемого помещения относительно осей
XZ

Цилиндрами отображаются источники речи.

3.5 Определение материалов и свойств инженерной конструкции и содержимого исследуемого помещения для проведения конфиденциальных переговоров

Подробное описание необходимых параметров и свойств материалов представлено во втором разделе настоящей бакалаврской работе. Отообразим иллюстративно, каким образом они использованы.

Воздух, как материал, используется во всех (включая смежные) помещениях. На рисунке 11 приведено распространение (расположение) воздуха в исследуемой модели.

Материал «Сосна» используется в нескольких элементах инженерной конструкции исследуемого помещения для проведения конфиденциальных переговоров. На рисунке 12 отображены эти элементы. Свойства этого материала прописаны в специальном разделе «Material» выбранного для решения акустической задачи программного комплекса «Comsol» (версии 5.4). Некоторые свойства были вручную откорректированы для добавления реалистичности представленных моделей.

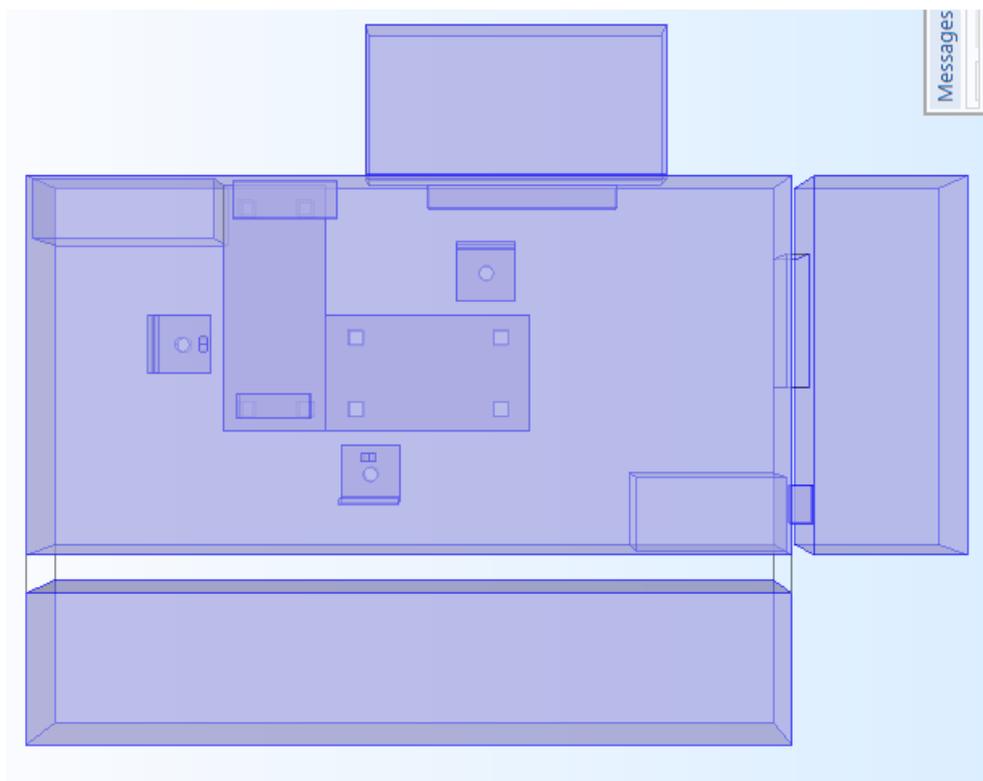


Рисунок 11 – Распространение воздуха

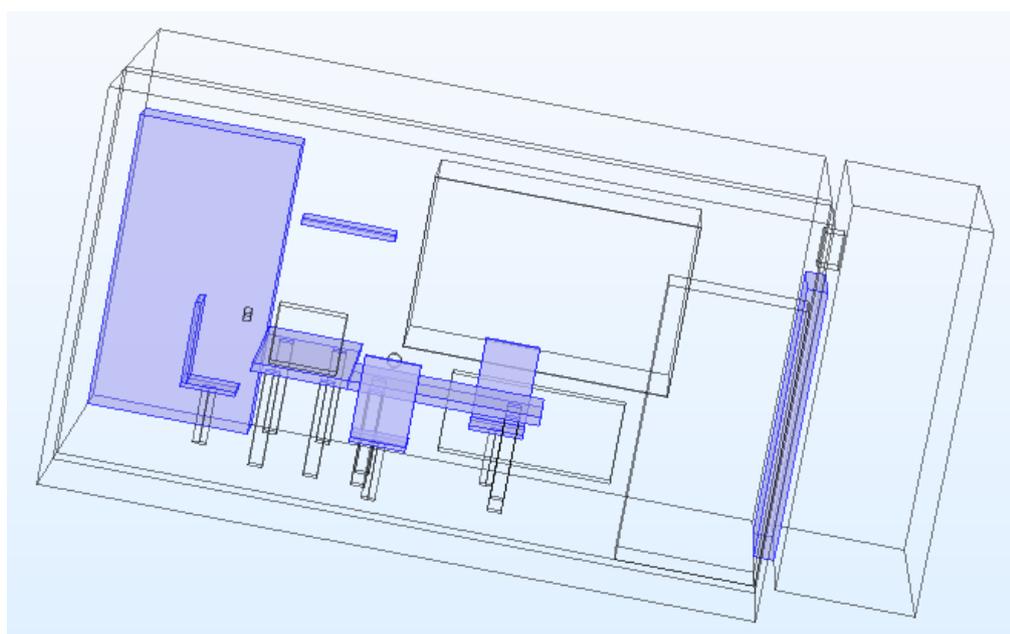


Рисунок 12 – Использование материала «Сосна»

Окно из стеклопакета отображено на рисунке 13. Свойства этого материала аналогично были вручную откорректированы для добавления реалистичности представленных моделей.

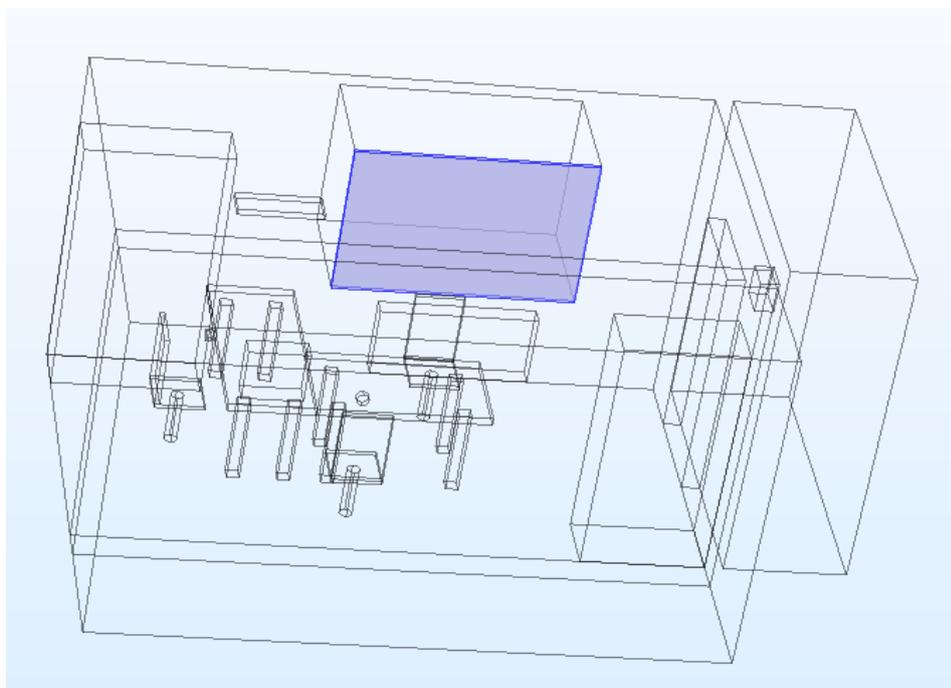


Рисунок 13 – Использование материала «Стеклопакет»

К тому же учитывается, что стеклопакет окна исследуемого помещения для проведения конфиденциальных переговоров двухслойный. То есть основные параметры, необходимые для решения акустической задачи удвоены.

Гипсокартонная перегородка представлена на рисунке 14. Как и при работе с предыдущими материалами, некоторые свойства гипсокартона были прописаны вручную.

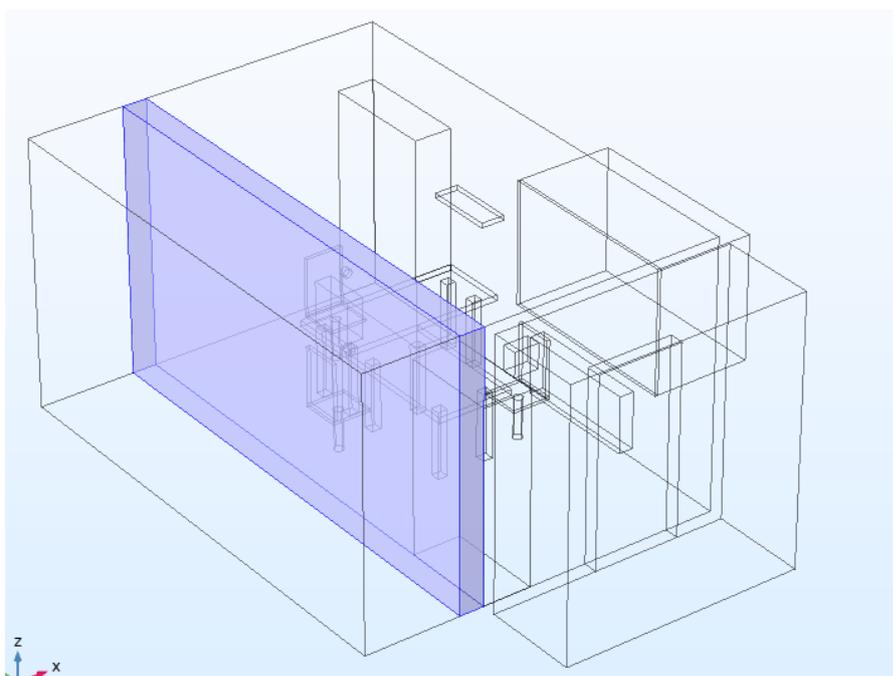


Рисунок 14 – Использование материала «Гипсокартон»

Стальные элементы представлены на рисунке 15. Была выбрана хромированная сталь, некоторые свойства которой отредактированы.

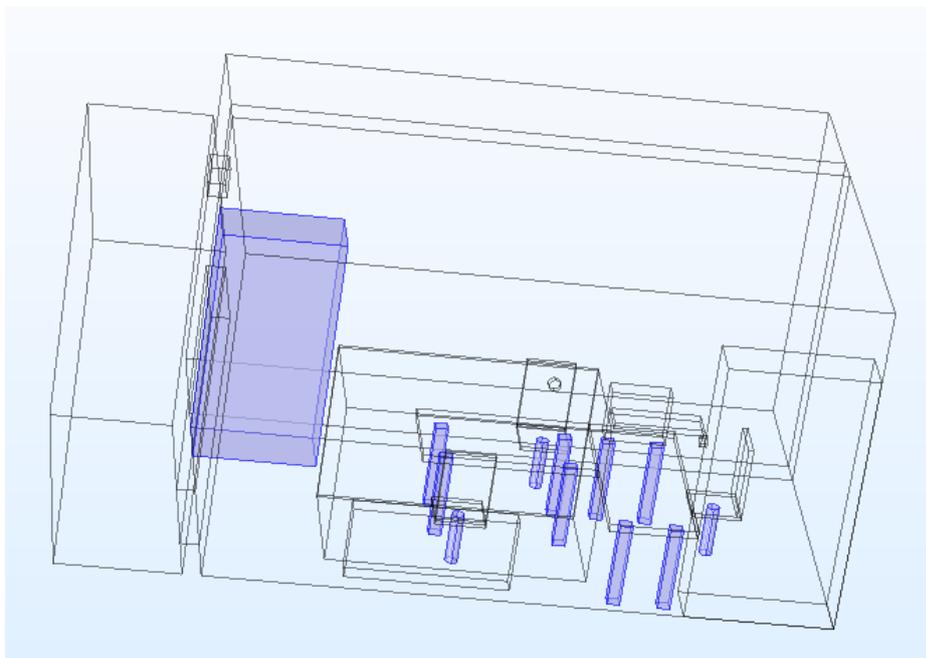


Рисунок 15 – Использование материала «Хромированная сталь»

Материал «Чугун» использовался только при проектировании батареи, что отображено на рисунке 16. Его свойства были выбраны из библиотеки Comsol. Но учитывается тот фактор, что батарея состоит из 15 одинаковых блоков, а в модели для упрощения наглядности они соединены в один блок.

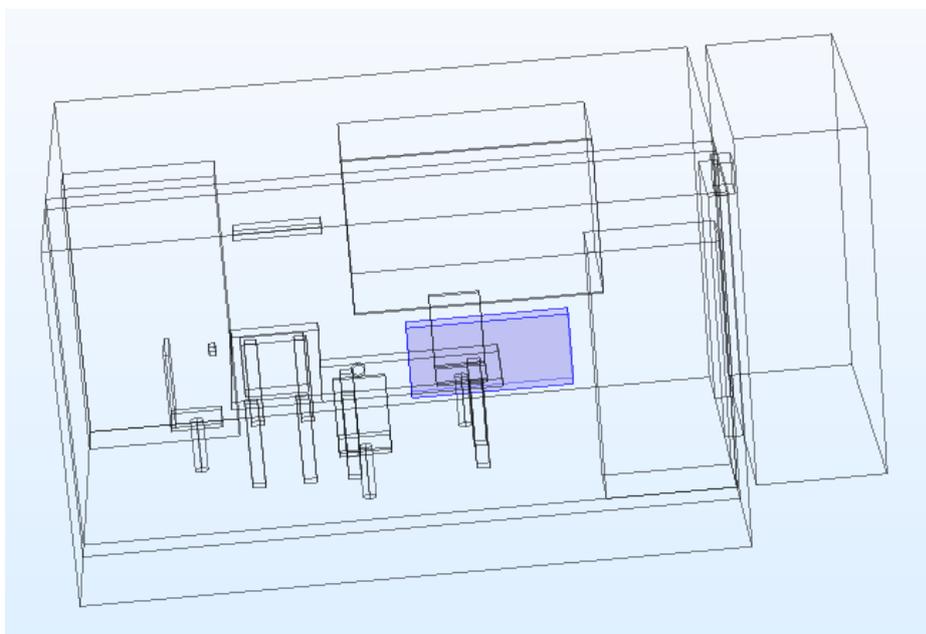


Рисунок 16 – Использование материала «Чугун»

Материал «Пластик» используется только для проектирования

системного блока, что отображено на рисунке 17. Свойства этого материала были выбраны из библиотеки Comsol.

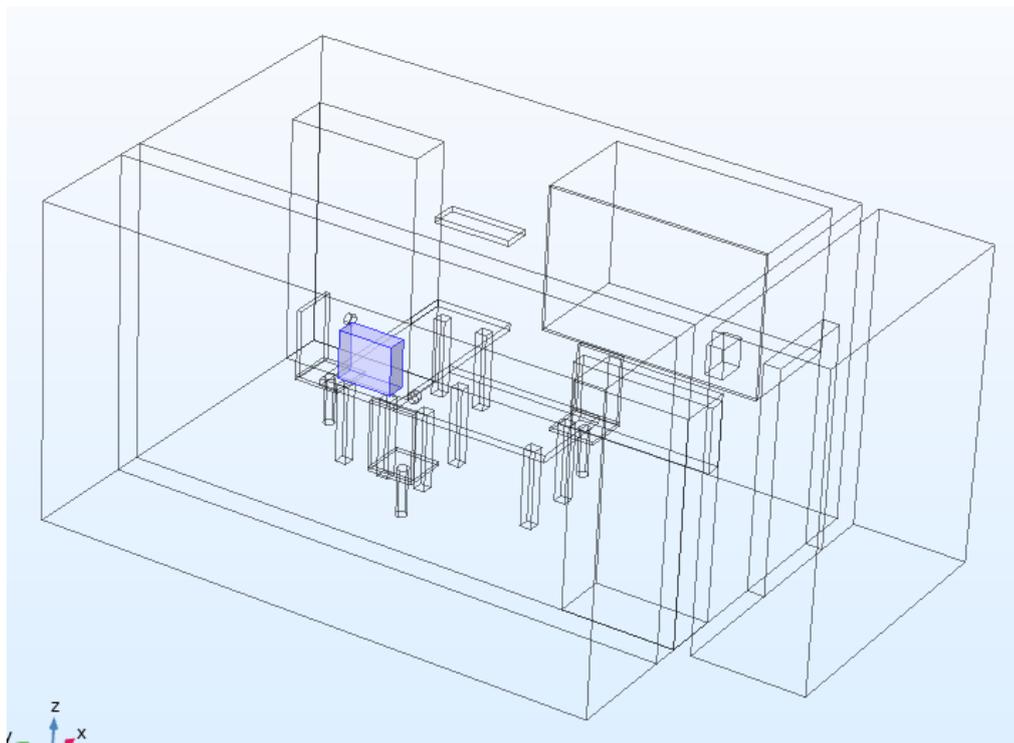


Рисунок 17 – Использование материала «Пластик»

3.6 Задание параметров источников акустического воздействия (источников шума и речи)

В первую очередь справочно приведем на рисунке 18 результаты проведения замеров опытным путем – с помощью шумомера.

	ПК	оба говорят	говорит начальник	говорит собеседник
внутри кабинета	54	58	54	59
за перегородкой	25	32	25	32
за дверью	36	45	41	40
за окном	31	29	31	27
		оба говорят	говорит начальник	говорит собеседник
внутри кабинета		57	52	58
за перегородкой		28	18	23
за дверью		43	36	36
за окном		26	26	22

Рисунок 18 – Реальные замеры

Далее в программном комплексе «Comsol» (версии 5.4) необходимо

указать глобальные параметры (рисунок 19):

- а) сила голоса каждого из собеседников,
- б) шум от персонального компьютера (системного блока),
- в) коэффициенты поглощения.

Parameters			
Parameters			
Name	Expression	Value	Description
P	0.01[mW]	1E-5 W	мощность каждого голоса
alpha_h	0.25	0.25	коэффициент поглощения ("твёрдые" поверхности)
alpha_s	0.7	0.7	коэффициент поглощения ("мягкие" поверхности)
PP	80 [W]	80 W	шум от системного блока

Рисунок 19 – Глобальные параметры

После этого описывается основной набор переменных, использующийся в дальнейших автоматизированных расчётах (таблица 8). В данном контексте под переменными понимаются также и основные формулы. Система самостоятельно при этом выбирает единицы измерения.

Таблица 8 – Основной набор переменных

Обозначение	Формула	СИ	Описание
1	2	3	4
A	intop1 (1)	м ²	Общая площадь распространения звука в исследуемом помещении и смежных зонах
J	2*P/A	Вт/м ²	Поток энергии звука
x ₁	golos_1 (x)	м	Центральная точка начала распространения звука 1-го собеседника по оси X
y ₁	golos_1 (y)	м	Центральная точка начала распространения звука 1-го собеседника по оси Y

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4
x_2	golos_2 (x)	м	Центральная точка начала распространения звука 2-го собеседника по оси X
y_2	golos_2 (y)	м	Центральная точка начала распространения звука 2-го собеседника по оси Y
z_2	golos_2 (z)	м	Центральная точка начала распространения звука 2-го собеседника по оси Z
x_3	aveop3 (x)	м	Центральная точка начала распространения шума от системного блока по оси X
y_3	aveop3 (y)	м	Центральная точка начала распространения шума от системного блока по оси Y
r_3	$\sqrt{(x-x_3)^2+(y-y_3)^2+(z-z_3)^2}$	м	Расстояние от точки потенциального подслушивания до системного блока
I_1	$P/(2*p_i*r_1^2)$	Вт/м ²	Интенсивность голоса 1-го собеседника
I_2	$P/(2*p_i*r_2^2)$	Вт/м ²	Интенсивность голоса 2-го собеседника
I_3	$P/(2*p_i*r_3^2)$	Вт/м ²	Интенсивность шума от системного блока
z_0	golos_1 (ade.c*ade.rho)	кг/м ² *с	Импеданс

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4
psq_1	$2 \cdot I_1 \cdot z_0$	$\text{кг}^2/\text{м}^2 \cdot \text{с}^4$	Квадратичное давление голоса от 1-го собеседника
psq_2	$2 \cdot I_2 \cdot z_0$	$\text{кг}^2/\text{м}^2 \cdot \text{с}^4$	Квадратичное давление голоса от 2-го собеседника
psq_3	$2 \cdot I_2 \cdot z_0$	$\text{кг}^2/\text{м}^2 \cdot \text{с}^4$	Квадратичное давление голоса от 2-го собеседника

Обозначим распространение звука в исследуемом помещении для проведения конфиденциальных переговоров на рисунке 20. Укажем логарифмическую формулу для представления звука в дБ.

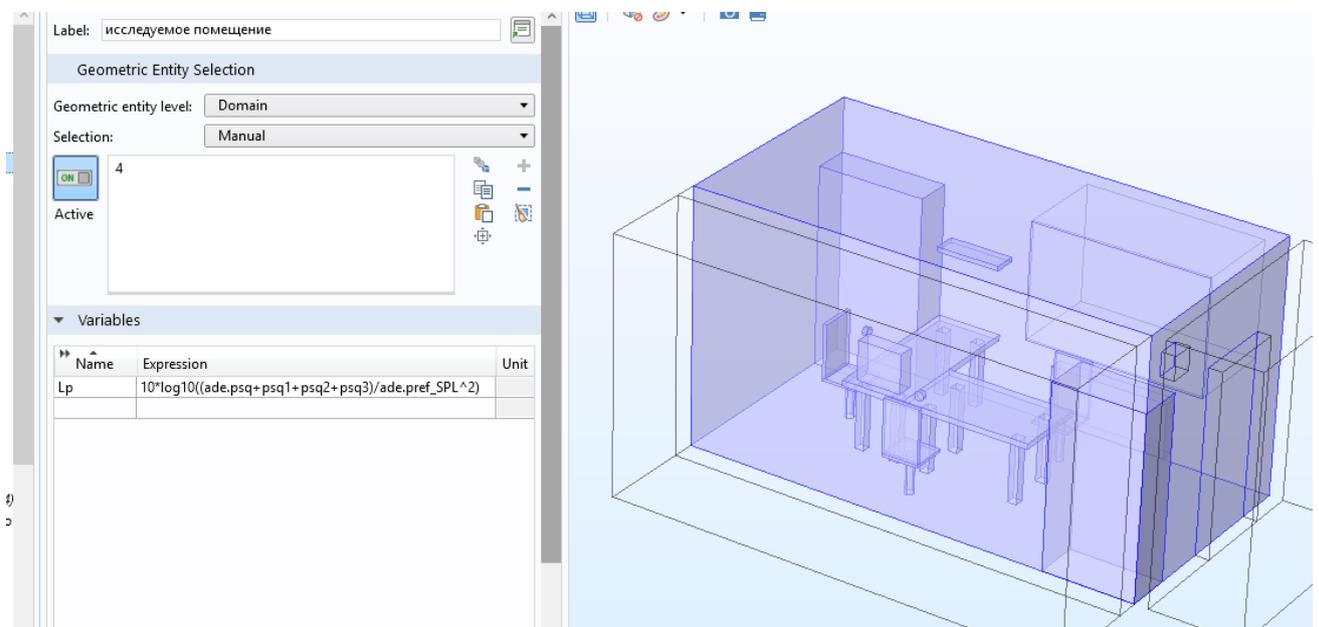


Рисунок 20 – Распространение звука в кабинете

Обозначим распространение звука в смежных от исследуемого зонах (рисунок 21). Стоит отметить, что для упрощения геометрии данные области не детализировались, так как в этом нет прямой необходимости.

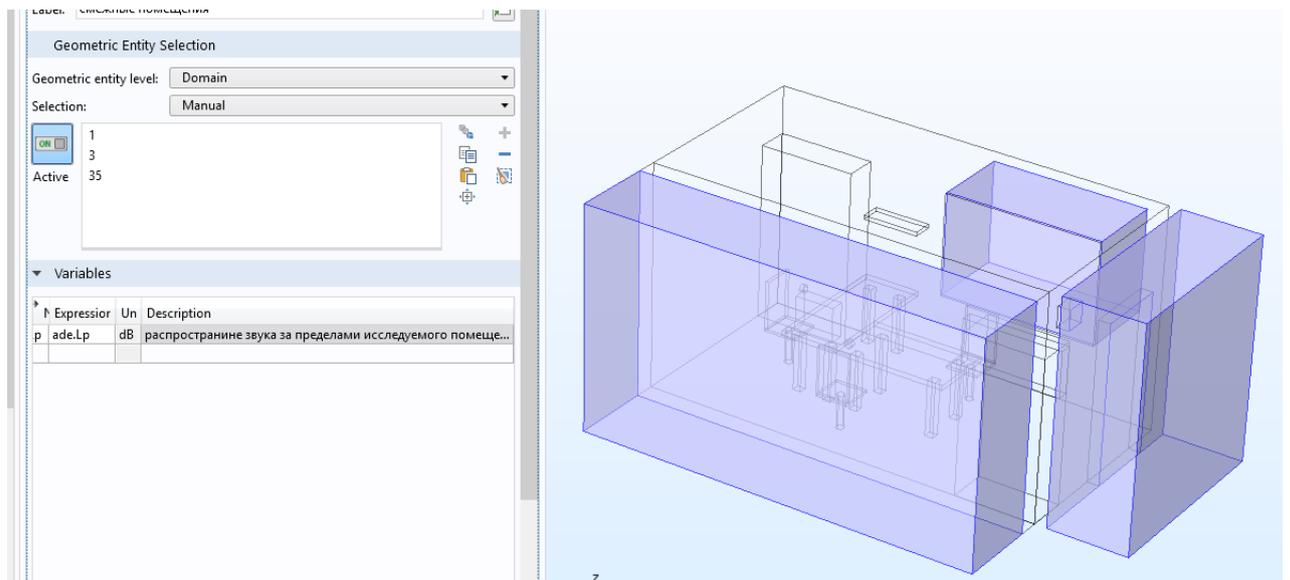


Рисунок 21 – Распространение звука в смежных зонах

Аналогично воспользуемся инструментом, переводящим интересующие нас данные в дБ. Это необходимо для дальнейшего анализа и сверки результатов, полученных экспериментальным путем и с помощью автоматизированных расчётов акустического модуля программного комплекса «Comsol» (версии 5.4).

3.7 Задание точек, выводов, граней, поверхностей, областей воздействия акустических возмущений и граничных условий

Обозначим усреднённый интегральный показатели голосов участников конфиденциальных переговоров и шума от персонального компьютера (системного блока), а также укажем интегрирование этих же элементов (рисунки 22-26).

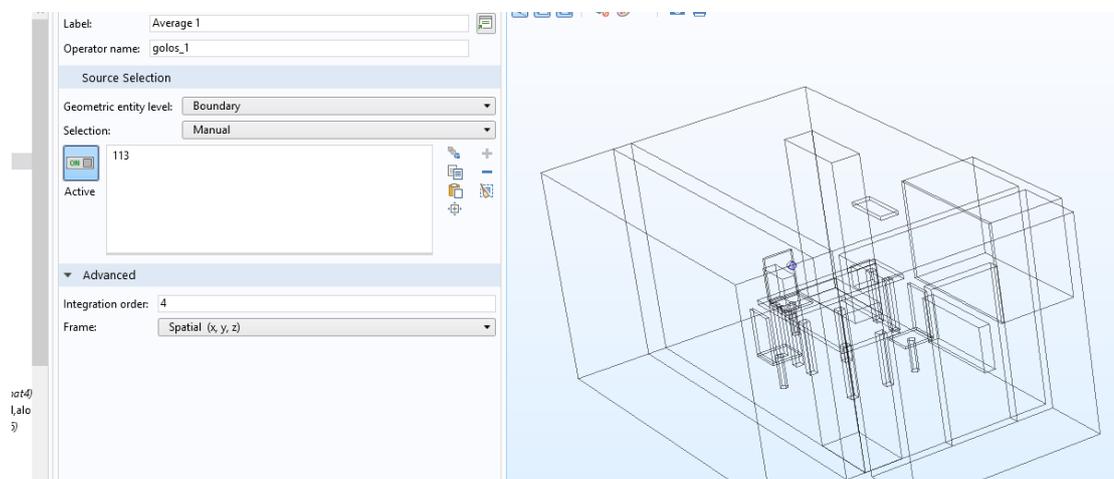


Рисунок 22 – Показатель 1-го собеседника

Источником звука в данном случае (рисунок 22) выступает поверхность цилиндра, обращенная к двери. Порядок интегрирования выбран четвертый (как и во всех дальнейших показателях). Операционное наименование – golos_1. Обозначение для навигации – Average 1.

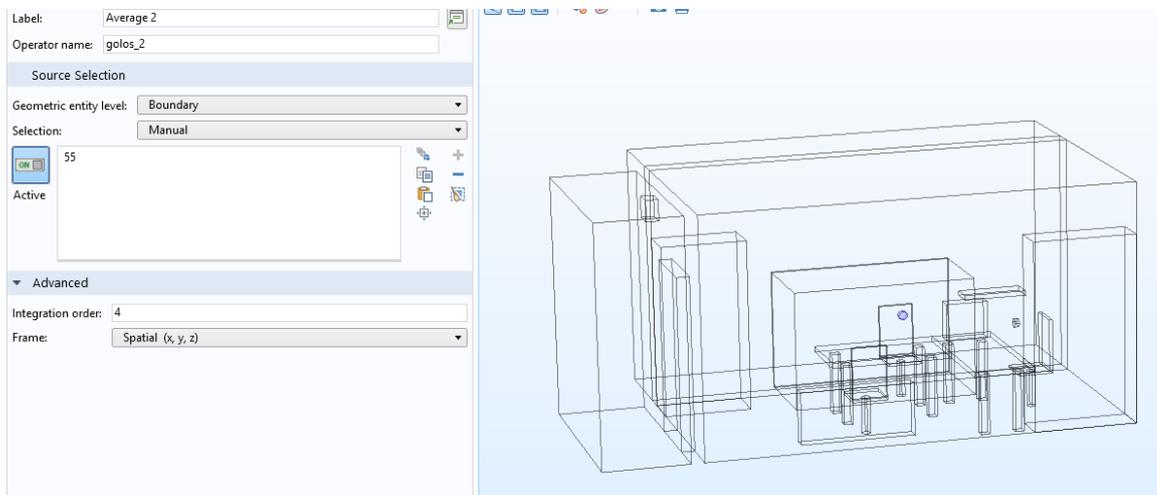


Рисунок 23 – Показатель 2-го собеседника

Источником звука в данном случае (рисунок 23) выступает поверхность цилиндра, обращенная к окну. Операционное наименование – golos_2. Обозначение для навигации – Average 2.

Теперь отобразим интегрирование активной беседы обоих участников.

В данном случае операционным наименованием является intop1. Обозначение для навигации – Integration 1a.

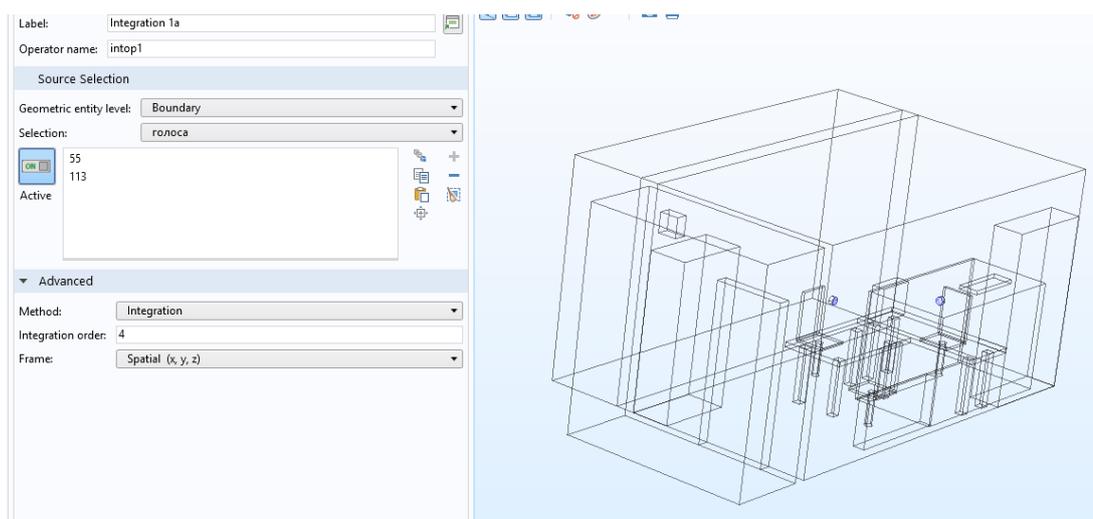


Рисунок 24 – Интегрирование голосов

Аналогично принципу, представленному на рисунках 22 и 23 отобразим показатель шума на рисунке 25, исходящего от персонального компьютера

(системного блока). Так как рассматриваются две категории ситуаций (с включенным и выключенным аппаратом), то при выполнении расчётов этот показатель можно отключить, когда необходимо, не меняя общей структуры и алгоритма вычисления.

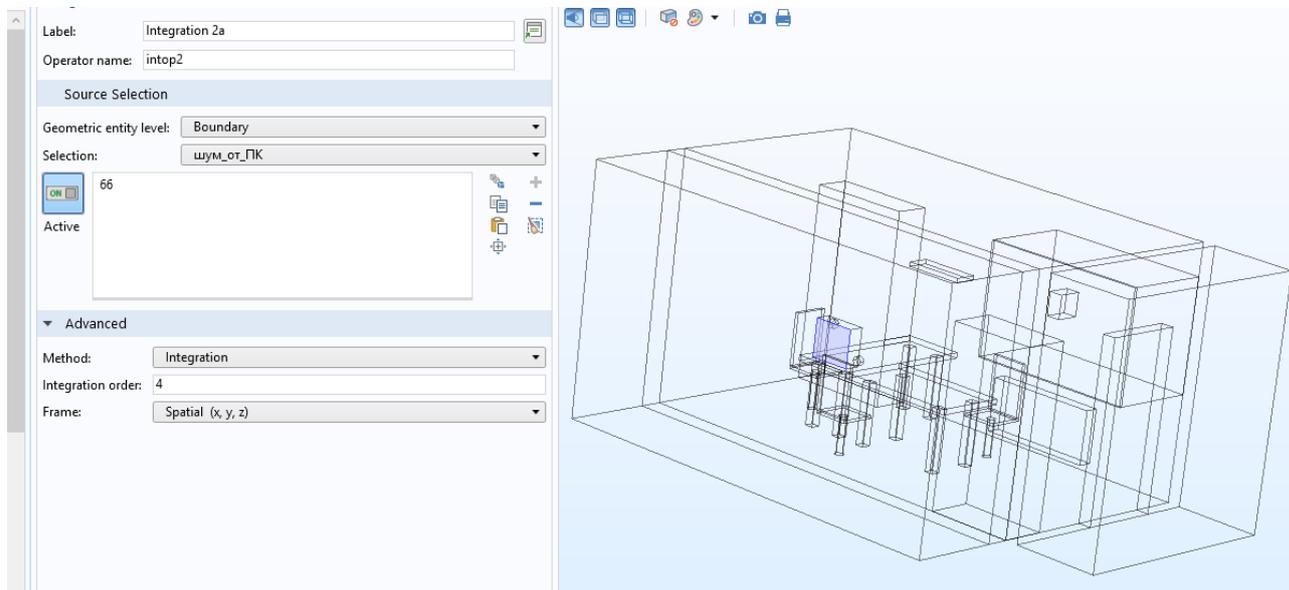


Рисунок 25 – Показатель шума от персонального компьютера

В данном случае показатель обозначает поверхность системного блока с направлением шума, перпендикулярным гипсокартонной перегородке. Операционное наименование – aveop3. Обозначение для навигации – Average 3. Данный показатель также необходимо проинтегрировать (рисунок 26).

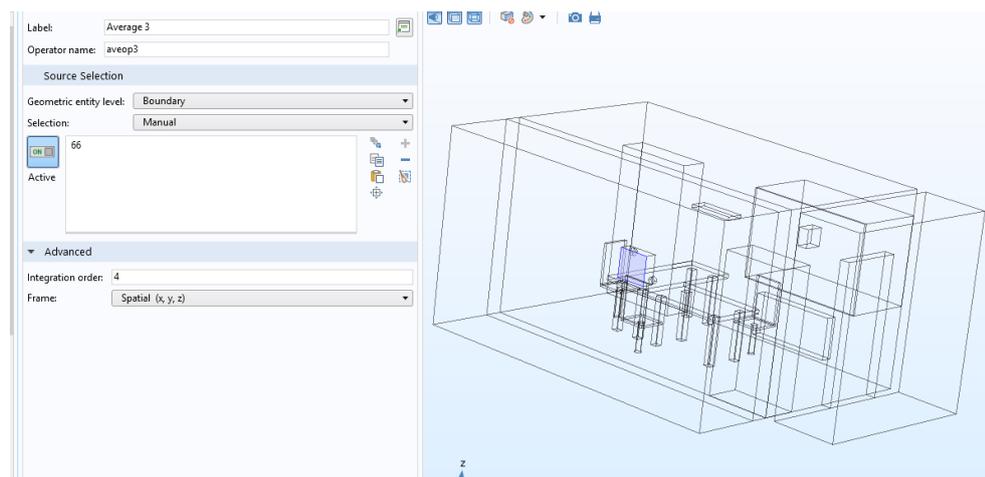


Рисунок 26 – Интегрирование шума

Операционное наименование – intop2. Обозначение для навигации – Integration 2a.

Далее необходимо явно задать «мягкие» поверхности, для которых

коэффициент поглощения звука указан в разделе глобальных переменных, голоса, и поверхность системного блока, распространяющая шум, описание которых представлено выше (рисунки 27-29).

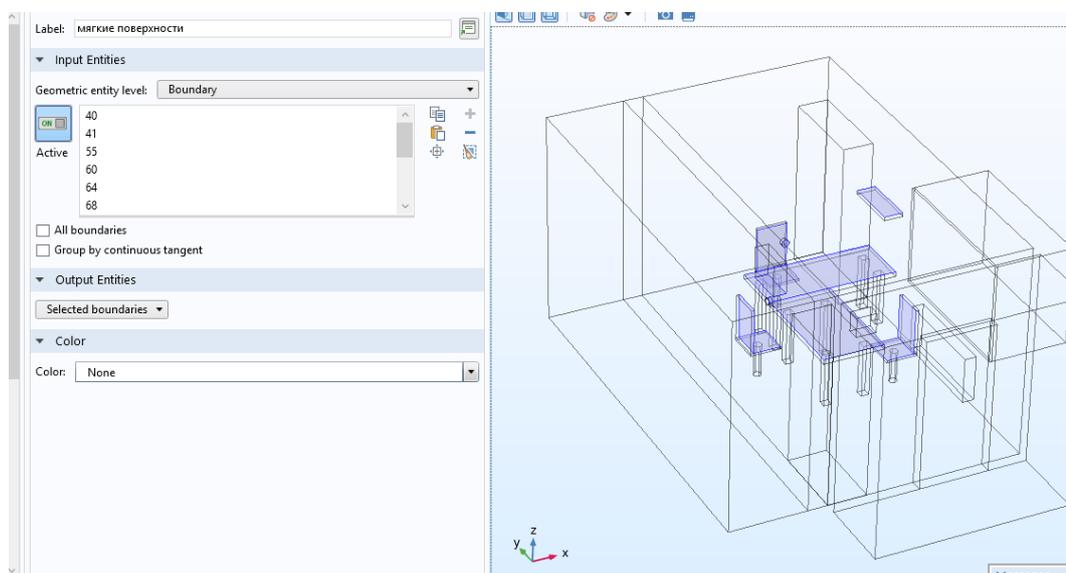


Рисунок 27 – «Мягкие» поверхности

К «Мягким» относятся все поверхности, способные сильно поглотить речь собеседников или шум от персонального компьютера (системного блока). Поверхности, являющиеся источниками речи, также являются в данных моделях «мягкими» (условно).

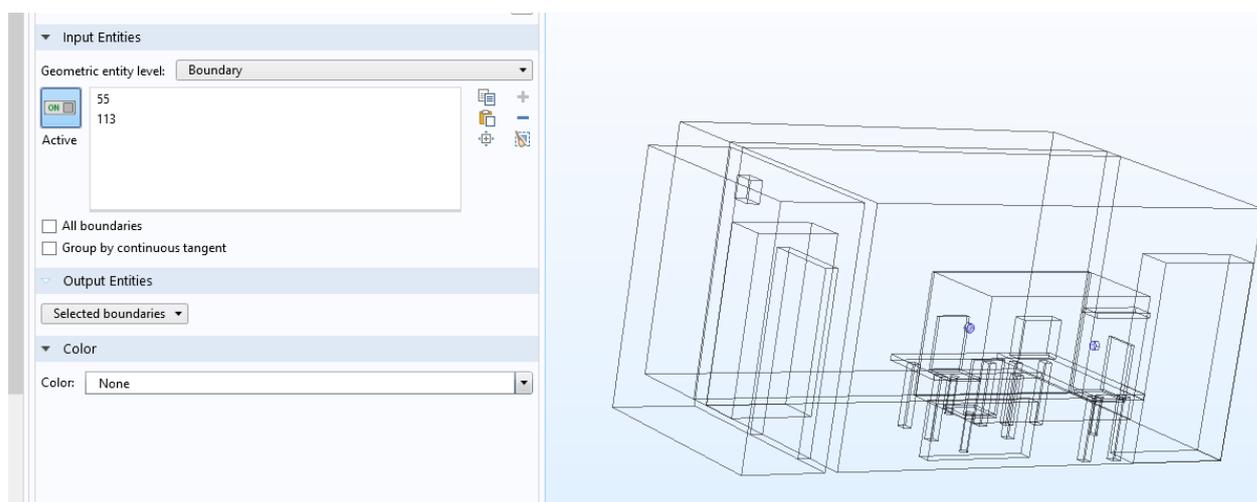


Рисунок 28 – Источники речи

По такому же принципу вручную отбираются поверхности, являющиеся в исследуемых моделях источниками голосов участников конфиденциальных переговоров. При рассмотрении ситуаций, когда говорит только один из участников совещания, в данном разделе убирается ненужная поверхность, при

этом общий алгоритм вычислений и структура расчётов не нарушается.

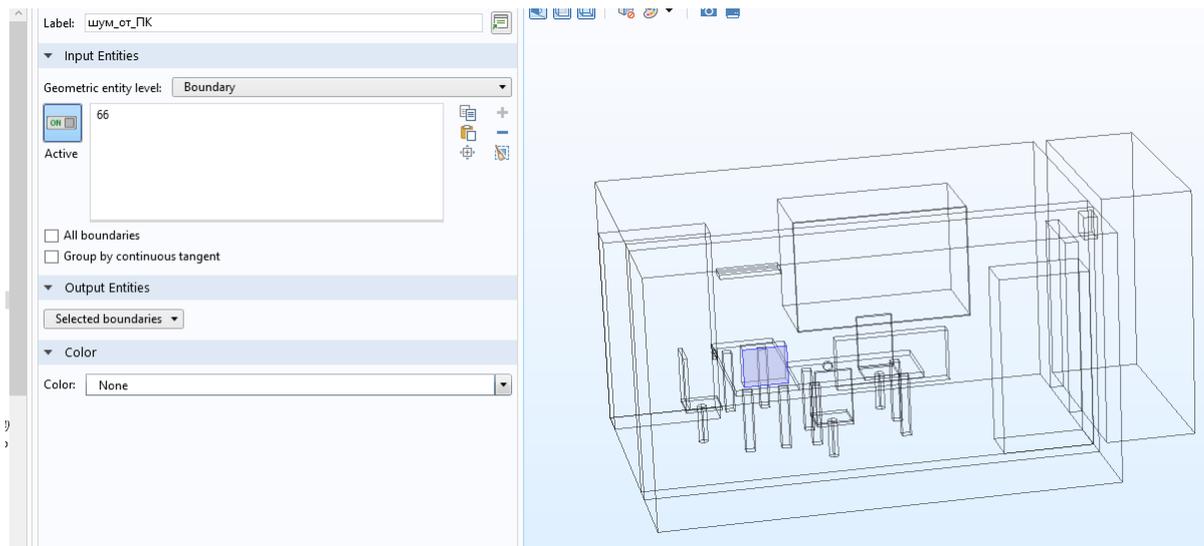


Рисунок 29 – Поверхность системного блока

Как уже было отмечено ранее, при необходимости рассмотрения ситуации без шумов данная (рисунок 26) поверхность отключается.

3.8 Выбор методов расчётов измерения шума в помещении для проведения конфиденциальных переговоров

Ранее уже был описан метод расчёта измерения шума в помещении для проведения конфиденциальных переговоров и смежных с ним областей – с помощью уравнения акустической диффузии. В данном параграфе рассмотрим более детально этот процесс, реализованный в акустическом модуле программного комплекса «Comsol» (версии 5.4).

Общая форма уравнения контролируется непосредственно стадиями вычислений. Так как число стадий вычислений в данном расчёте равняется единице, можно сразу описать основное уравнение (рисунок 30).



Рисунок 30 – Описание основного уравнения

В разделе настроек уровня звукового давления укажем опорное (начальное) давление звука для воздуха (рисунок 31).

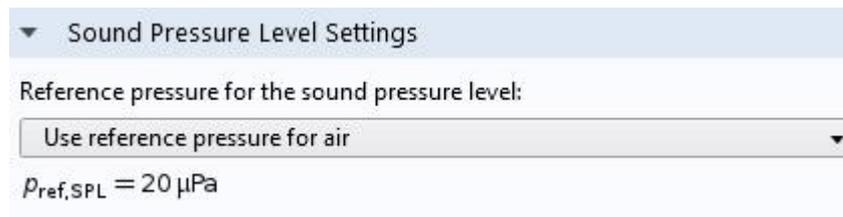


Рисунок 31 – Установка опорного давления звука

В разделе настроек ввода был выбран непрерывный тип (рисунок 30), предпочтительный для жилых помещений, однако в рассматриваемом исследовании, несмотря на то, что исследуемое помещение не жилое, наиболее подходящий.

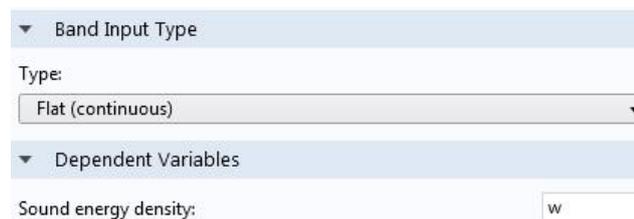


Рисунок 32 – Тип ввода и зависимая переменная

Здесь же необходимо обозначить основную зависимую переменную – плотность звуковой энергии.

Теперь можно детализировать модель акустической диффузии. Основное уравнение для построенной модели практически не изменилось (рисунок 31), добавим некоторые входные данные:

- температура;
- абсолютное давление;
- эталонная температура деформации.

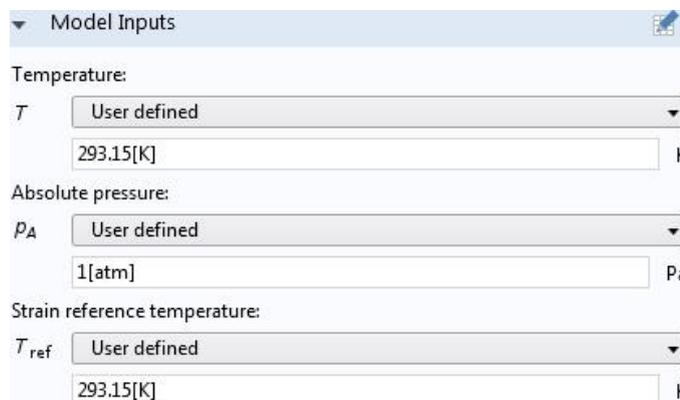
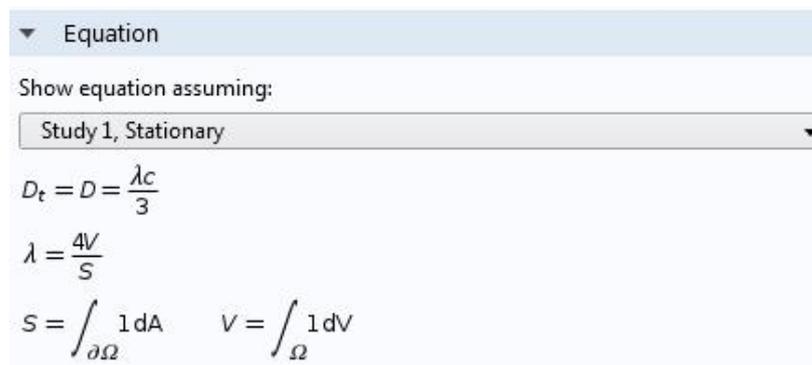


Рисунок 33 – Пользовательские входные данные

Получим основные формулы расчёта для исследуемого помещения и

смежных с ним областей (рисунок 34).



Equation

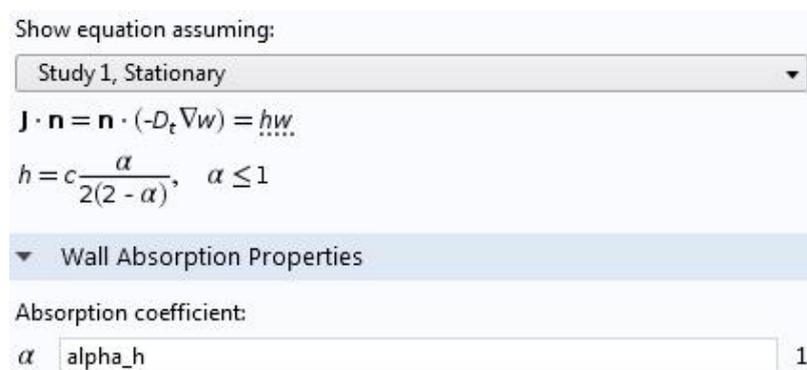
Show equation assuming:

Study 1, Stationary

$$D_t = D = \frac{\lambda c}{3}$$
$$\lambda = \frac{4V}{S}$$
$$S = \int_{\partial\Omega} 1 dA \quad V = \int_{\Omega} 1 dV$$

Рисунок 34 – Формулы для исследуемого помещения

Настроим формулы расчёта для всех «твёрдых» поверхностей исследуемого помещения для проведения конфиденциальных переговоров и смежных с ним областей (рисунок 35), параметры которых были указаны выше. В разделе свойств поглощения поверхностей укажем нужную глобальную переменную (коэффициент поглощения).



Show equation assuming:

Study 1, Stationary

$$\mathbf{J} \cdot \mathbf{n} = \mathbf{n} \cdot (-D_t \nabla w) = h w$$
$$h = c \frac{\alpha}{2(2 - \alpha)}, \quad \alpha \leq 1$$

Wall Absorption Properties

Absorption coefficient:

α alpha_h 1

Рисунок 35 – Формулы для «Твёрдых» поверхностей исследуемого помещения

Аналогично отобразим формулы и коэффициент поглощения для поверхностей со стороны исследуемого помещения для проведения конфиденциальных переговоров окна, двери, вентиляционного отверстия и гипсокартонной перегородки (рисунок 36). Таким же образом отображаются эти же поверхности со стороны смежных областей.

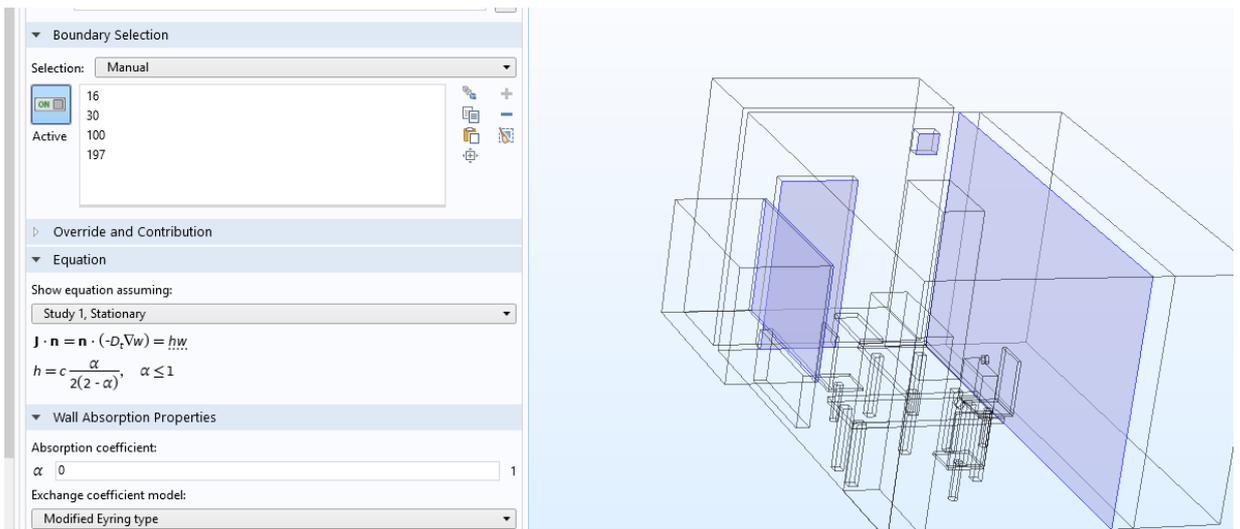


Рисунок 36 – Формулы для поверхностей прохождения звука

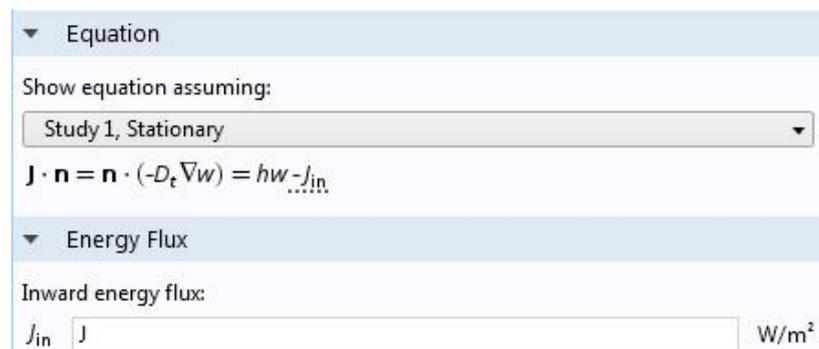


Рисунок 37 – Формула и опорная переменная потока внутренней энергии источников звука

В отношении потока внутренней энергии звука проводим те же действия (рисунок 37). Для «Мягких» поверхностей проводим аналогичные действия (рисунок 38).

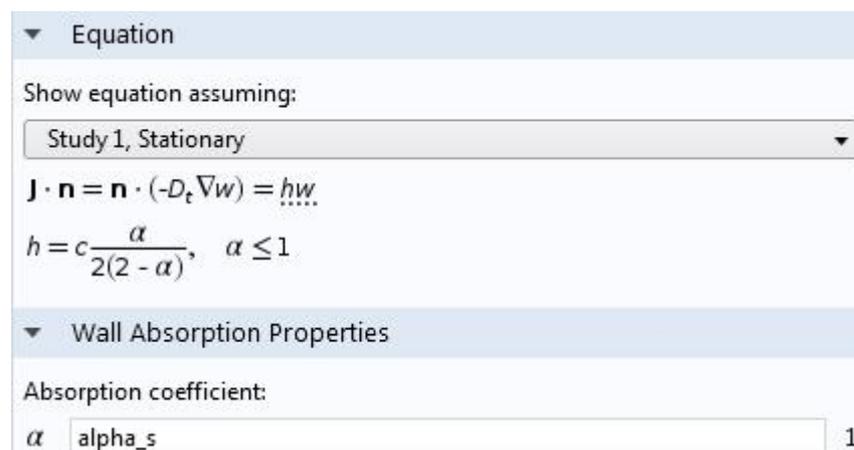
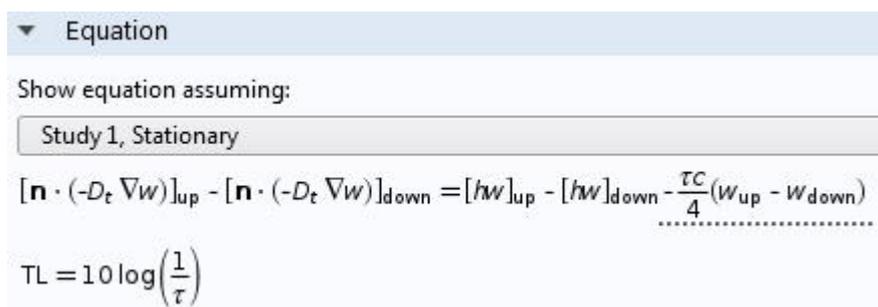


Рисунок 38 – Формулы и опорная переменная для «мягких» поверхностей

Начальное значение потока внутренней энергии звука примем за нулевое. Для всех областей, через которых проходит звук (речь и шум), используются

одни и те же формулы для расчёта (рисунок 39). Вручную устанавливаются для каждой поверхности величины поглощения звука:

- для двери – 12 дБ;
- для окна – 27дБ;
- для вентиляционного отверстия – 0дБ;
- для гипсокартонной перегородки – 30дБ.



Equation

Show equation assuming:

Study 1, Stationary

$$[\mathbf{n} \cdot (-D_t \nabla W)]_{\text{up}} - [\mathbf{n} \cdot (-D_t \nabla W)]_{\text{down}} = [hw]_{\text{up}} - [hw]_{\text{down}} - \frac{TC}{4}(W_{\text{up}} - W_{\text{down}})$$

$$TL = 10 \log\left(\frac{1}{\tau}\right)$$

Рисунок 39 – Формулы для областей потенциального подслушивания

После выбора методов расчёта для исследуемой модели необходимо разбить её на элементарные ячейки. Это позволит выполнить дальнейшие автоматизированные вычисления в выбранном программном комплексе решения акустической задачи.

3.9 Разбиение объектов помещения и его среды на сетку элементарных ячеек

Разбиение области на подобласти носит феноменологический характер, следовательно, зависит от имеющихся навыков. Некачественное разбиение приводит к ошибочным результатам, если даже остальные этапы метода осуществляются с достаточной точностью. Процедура дискретизации области состоит из задания числа, размеров и формы подобластей, которые используются для построения дискретной модели реального объекта. Элементы необходимо выбирать с достаточной точностью, то есть размер элемента должен зависеть от сходимости задачи, поэтому нужно иметь некоторые общие соображения об окончательных значениях, с тем чтобы можно было уменьшить размеры элементов в тех областях, где значение градиентов велико, и увеличить их там, где значение градиентов близко к нулю. Отметим, что в программных комплексах типа COMSOL дискретизация области проводится

пользователем. Это обусловлено тем, что общего метода разбиения на элементы в настоящее время не существует, и наиболее эффективный метод разбиения – это навык пользователя, знающего природу описываемого процесса.

3.9.1 Разбиение области на конечные элементы

Разделим процесс дискретизации на две части:

- разбиение объекта на элементы;
- нумерация элементов и узлов.

Дискретизация одномерного объекта сводится к делению отрезка на более короткие участки, при этом варьировать можно только количество этих участков и их размеры. Отметим, что иногда, в соответствии с природой протекающего процесса, эффективным оказывается деление на участки разной длины.

Нетривиальной задача становится уже в двухмерном случае. Рассмотрим разбиение двумерной области на линейные треугольные элементы. Треугольник – это простейший элемент из двумерных элементов в смысле аналитической формулировки, следовательно, при моделировании области треугольниками можно использовать наибольшее число элементов. Любые другие элементы можно представить в виде комбинации треугольников, поэтому деление области на треугольники – как правило, наилучший способ разбиения. В большинстве случаев при разбиении производится деление на четырехугольные и треугольные подобласти, или зоны, которые затем подразделяются на треугольники. Стандартная процедура разбиения заключается в следующем: необходимо выбрать определенное число узлов вдоль каждой стороны и соединить соответствующие узлы прямыми линиями, а точки пересечения этих линий считать узлами. Например, треугольная зона, разбитая на девять элементов после размещения четырех узлов на каждой стороне, показана на рисунке 40.

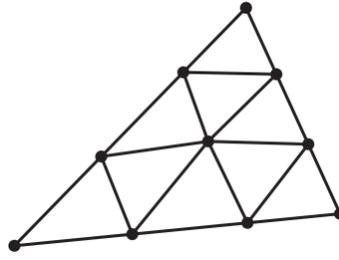


Рисунок 40 – Простейший вариант разбиения на конечные элементы

Узлы на сторонах зоны можно располагать на разных расстояниях, что позволяет варьировать размеры элементов. В случае криволинейной подобласти, границы ее элементов заменяются на прямые отрезки (рисунок 41).

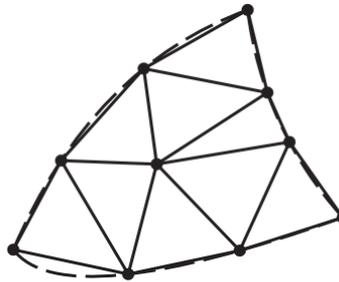


Рисунок 41 – Замена отрезков

Число треугольных элементов в результате разбиения вычисляется по формуле 17

$$(n - 1)^2, \tag{17}$$

где n – количество узлов на стороне треугольной подобласти.

Отметим, что случай разбиения на четырехугольные элементы можно простым образом свести к разбиению на треугольники. Для этого достаточно провести короткую диагональ в каждом внутреннем четырехугольнике. Разбиение с использованием короткой диагонали предпочтительно, потому что элементы, близкие по форме к равностороннему треугольнику, приводят к более точным результатам, чем длинные узкие треугольники. Четырехугольные зоны обычно разбивают на элементы соединением узлов на противоположных сторонах. 16 Число узлов на смежных сторонах четырехугольника может быть различным. Если сеть разбиения измельчается или укрупняется, то на противоположных сторонах может быть разное число узлов, иначе число узлов должно быть одинаковым. Расстояние между граничными узлами можно варьировать, чтобы получать элементы различных размеров. В

четырёхугольнике будет (формула 18)

$$2 \times (n - 1) \times (m - 1) \quad (18)$$

элементов, если на его смежных сторонах фиксировано n и m узлов.

Равномерное разбиение, когда все элементы имеют одинаковую форму и размеры, обычно не проводится, потому что существуют концентрация напряжений, температурные градиенты и так далее. В этом случае возможность варьировать размеры элемента в методе конечных элементов позволяет наиболее простым способом, применяя четырёхугольные подобласти с неравным числом узлов на противоположных сторонах, проводить процедуру дискретизации неравномерно. Например, расположив два узла на одной стороне против трех узлов на противоположной стороне. Проиллюстрируем применение изложенных идей дискретизации с помощью разбиения модели прямоугольной и круглой областей в COMSOL Multiphysics (рисунок 42).

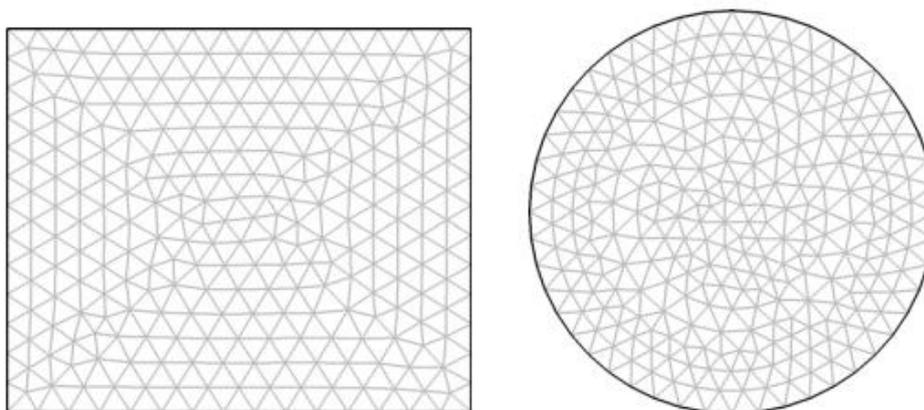


Рисунок 42 – Пример разбиения

Для сохранения непрерывности рассматриваемых величин вдоль общей границы элементов необходимо, чтобы треугольная и четырёхугольная подобласти имели общую границу, число узлов на этой границе для обеих подобластей должно быть одинаковым, а относительное положение узлов должно совпадать. Расстояния между узлами вдоль границ четырёхугольной зоны изменяются так, чтобы элементы вблизи криволинейной части границы были малыми (рисунок 43).

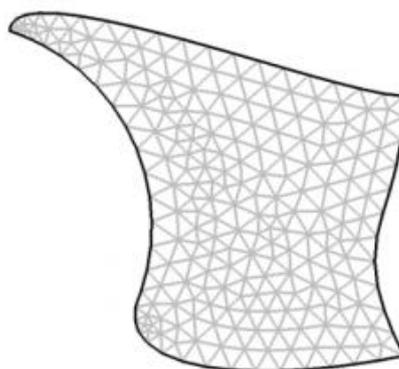


Рисунок 43 – Разбиение некоторой области с учетом ее нетривиальной геометрии

Во многих задачах необходимо отметить подобласти (узлы, направления, траектории и так далее), которые обладают определенными преимуществами над другими. Границы между подобластями должны проходить там, где изменяются геометрия, приложенная нагрузка или свойства материала. Как правило, в этих подобластях разбиение необходимо сильно измельчить. Например, на рисунке 44 показано разбиение области рисунка 43 с учетом некоторой особенности заданной на окружности.

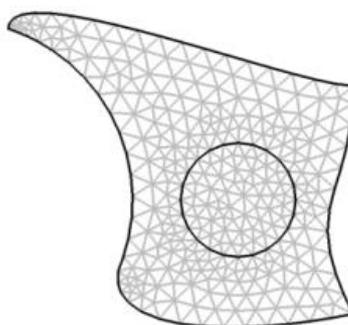


Рисунок 44 – Искусственным образом добавлена особенность в виде окружности

В качестве такой особенности может выступать сильный градиент искомой двумерной функции вблизи окружности. Подобное разбиение позволяет с достаточной эффективностью и минимумом затрат расчетной мощности значительно увеличить точность расчетов.

Многие физические задачи не имеют четко установленных границ области анализа. Моделирование тел, бесконечно протяженных в одном или нескольких направлениях, представляет собой определенную задачу о

граничных условиях.

Вторая часть процесса дискретизации (нумерация узлов) влияет на эффективность вычислений. Использование метода конечных элементов приводит к задаче решения системы большого числа линейных алгебраических уравнений. В большинстве случаев матрица коэффициентов системы имеет вид s- диагональной матрицы, то есть все коэффициенты, не лежащие на этих диагоналях, равны нулю. Правильная вычислительная программа использует только ненулевые коэффициенты матрицы, поэтому наиболее эффективные способы решения таких систем универсализированы, и замечательным является то, что в настоящее время исследователям физических явлений не требуется писать сложные вычислительные системы, так как они реализованы в специализированных программных продуктах (в том числе в COMSOL).

Итак, при решении задач методом конечных элементов используются разнообразные элементы, и задача правильного разбиения области зависит от структуры моделируемой системы и процессов, протекающих в ней. Задание геометрии и правильное разбиение области являются одной из основных проблем при использовании специализированных программных продуктов по численному моделированию, а задача нумерации узлов реализована в этих программах.

Идеи, изложенные для двумерной области в данном разделе, могут быть обобщены на случай трехмерного тела.

В настоящем выпускном квалификационном исследовании была использована сеть элементарных ячеек с пользовательскими настройками, а не заданными автоматически. Это связано с ограниченными техническими возможностями аппаратных средств, на которых производились автоматизированные вычисления.

Разбивается модель на относительно мелкие элементы (рисунок 45). Максимальный размер конечного элемента – 0,283 м. Минимальный размер конечного элемента – 0,0206 м. Максимальный тем роста элемента – 1,4. Коэффициент кривизны – 0,4. Разрешение узких регионов – 0,7. Уровень

геометрической сущности – домены. Контрольные объекты:

- а) включена поддержка сглаживания элементов;
- б) количество итераций – 4;
- в) максимальная глубина элемента для обработки – 4.

Уровень оптимизации – базовый.

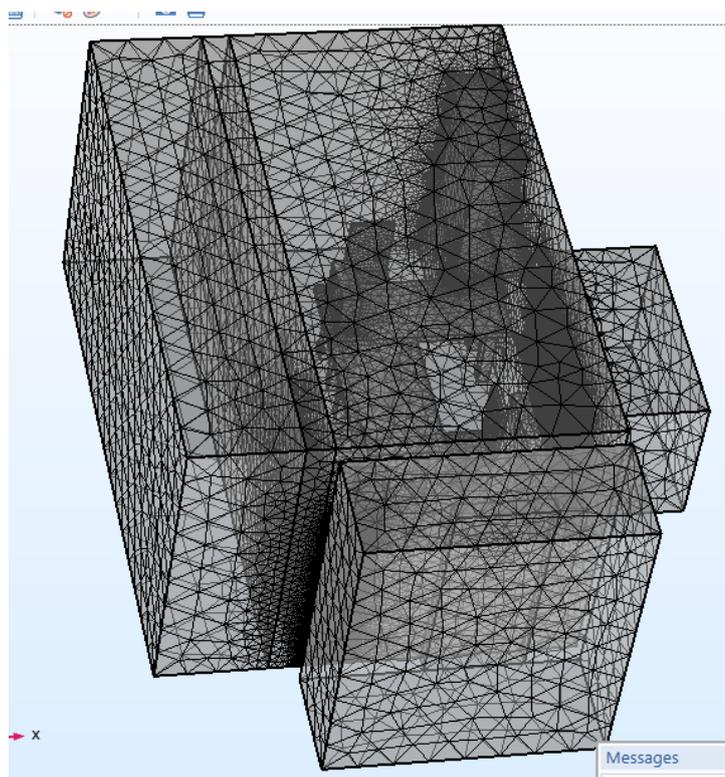


Рисунок 45 – Модель, разбитая на конечные элементы

Теперь можно перейти к расчётной части моделирования процесса распространения звука.

3.10 Проведение расчётов распространения звука

При выполнении расчётов в акустическом модуле программного комплекса «Comsol» (версия 5.4) были установлены следующие настройки «обучения»:

- генерация графиков по умолчанию;
- генерация графиков сходимости.

Ориентировочное время вычислений на ноутбуке с 6 Гб оперативной памяти – 3 минуты, на стационарном персональном компьютере с 8 Гб оперативной памяти – 40 секунд.

Настройки результатов решения заданы следующие:

- а) исследование всех элементов;
- б) обновление результатов – выходные результаты.

Настройки значений зависимых переменных:

- а) начальные значения и нерешаемые значения контролируются заданной физикой модели;
- б) все данные на выходе сохраняются.

Решатель – MUMPS. Коэффициент разбиения памяти – 1,2. Алгоритм предварительной обработки – автоматический с упорядочиванием.

3.11 Анализ и отображение результатов

Как было указано во второй главе данной работы, исследуется несколько основных случаев проведения переговоров, для каждого из которых строятся свои итоговые модели.

3.11.1 Анализ результата ситуации при включенном персональном компьютере и активной беседе собеседников

Для начала рассмотрим наиболее вероятную ситуацию проведения конфиденциальных переговоров в исследуемом помещении: ведётся активный диалог, при этом работает персональный компьютер (системный блок). Входные данные описаны выше в разделе глобальных переменных.

Пронаблюдаем распространение звукового давления в дБ в исследуемом помещении и смежных зонах (рисунок 46).

Визуально можно заметить, что внутри помещения уровень звука варьирует в рамках 55-60 дБ. В зонах за окном и гипсокартонной перегородкой – 25-35 дБ. В зоне за дверью (с учётом вентиляции) – 40-45 дБ. Проанализировав полученную модель распространения звукового давления, можно сделать вывод, что наиболее удачным способом подслушивания конфиденциальных переговоров является подслушивание через дверь, что и будем считать в данной ситуации за наиболее уязвимый акустический канал утечки информации, который необходимо блокировать в первую очередь.

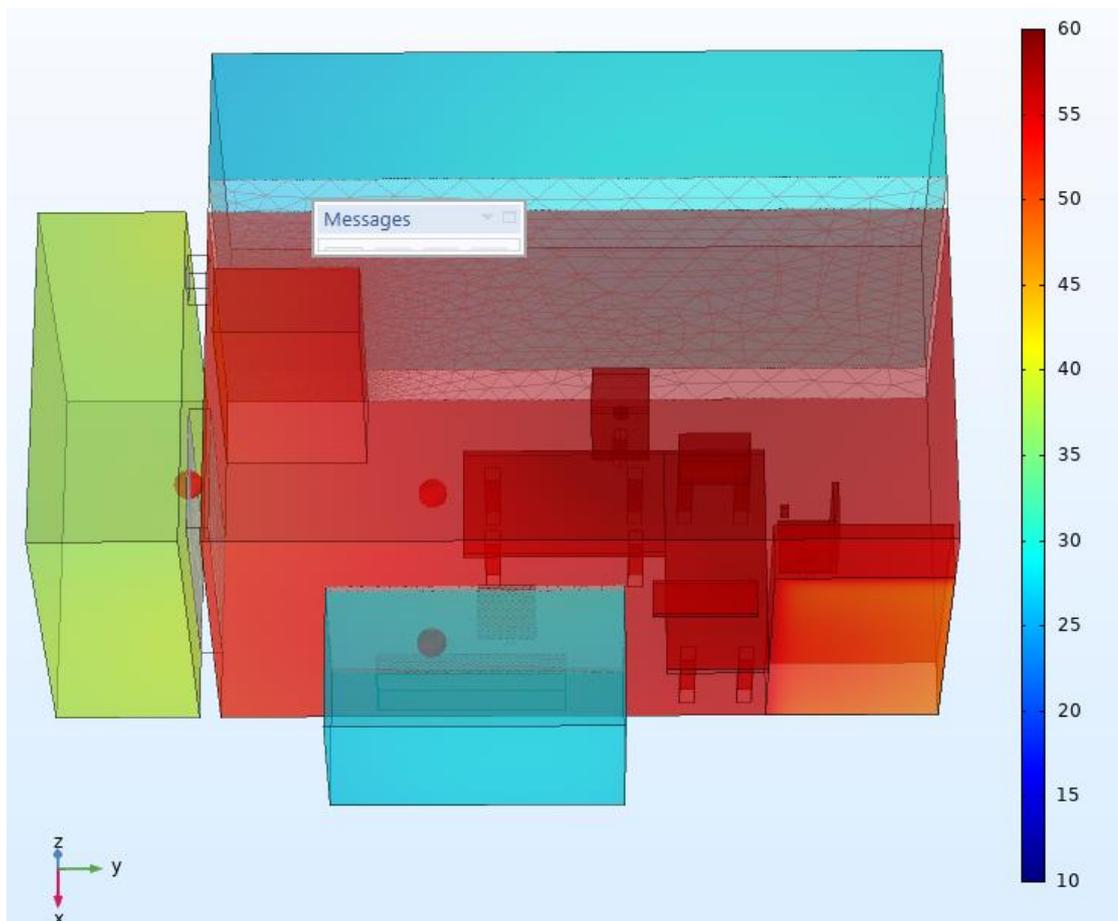


Рисунок 46 – Распространение звукового давление в дБ (ситуация «оба говорят + ПК»)

Рассмотрим, каким образом распространяется звук от источников в данной ситуации на рисунке 47. Это необходимо для того, чтобы проверить вышеизложенный вывод более наглядно и, при необходимости, откорректировать результирующее заключение и рекомендации.

Проанализировав рисунок 47, можно сделать следующие выводы:

- несмотря на то, что наиболее слабой звукоизоляцией обладает дверь (с учётом вентиляции), наиболее активно поток звука распространяется в исследуемой зоне за гипсокартонной перегородкой;

- с учётом того, что включен персональный компьютер (системный блок), при внимательном рассмотрении распространения потока звука видно, что именно этот поток звука будет мешать подслушиванию через гипсокартонную перегородку, а значит изначальный вывод верен и не нуждается в корректировке.

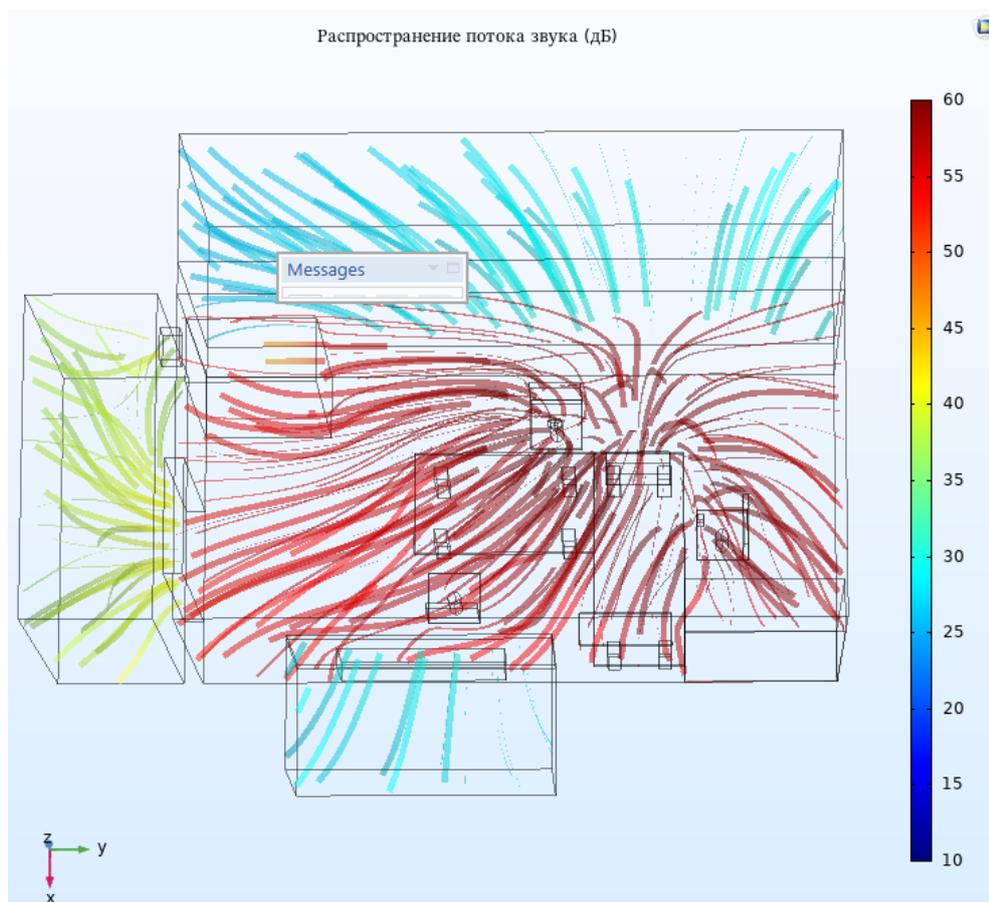


Рисунок 47 – Поток распространения звука от источников в дБ (ситуация «оба говорят + ПК»)

С учётом вышеизложенного предложенные во второй главе рекомендации по усилению звукоизоляции двери наиболее актуальны в данной ситуации. Однако не стоит пренебрегать рекомендациями, касающихся других зон.

Рассмотрим аналогичные по своей структуре модели этой же ситуации, но с применением указанных рекомендаций (рисунки 48 и 49).

Визуально видно, насколько улучшилась общая картина. Теперь в зонах за окном и гипсокартонной перегородкой уровень звука варьирует в диапазоне 15-25 дБ. За дверь – 25-30 дБ. Это доказывает то, что предложенные рекомендации эффективны.

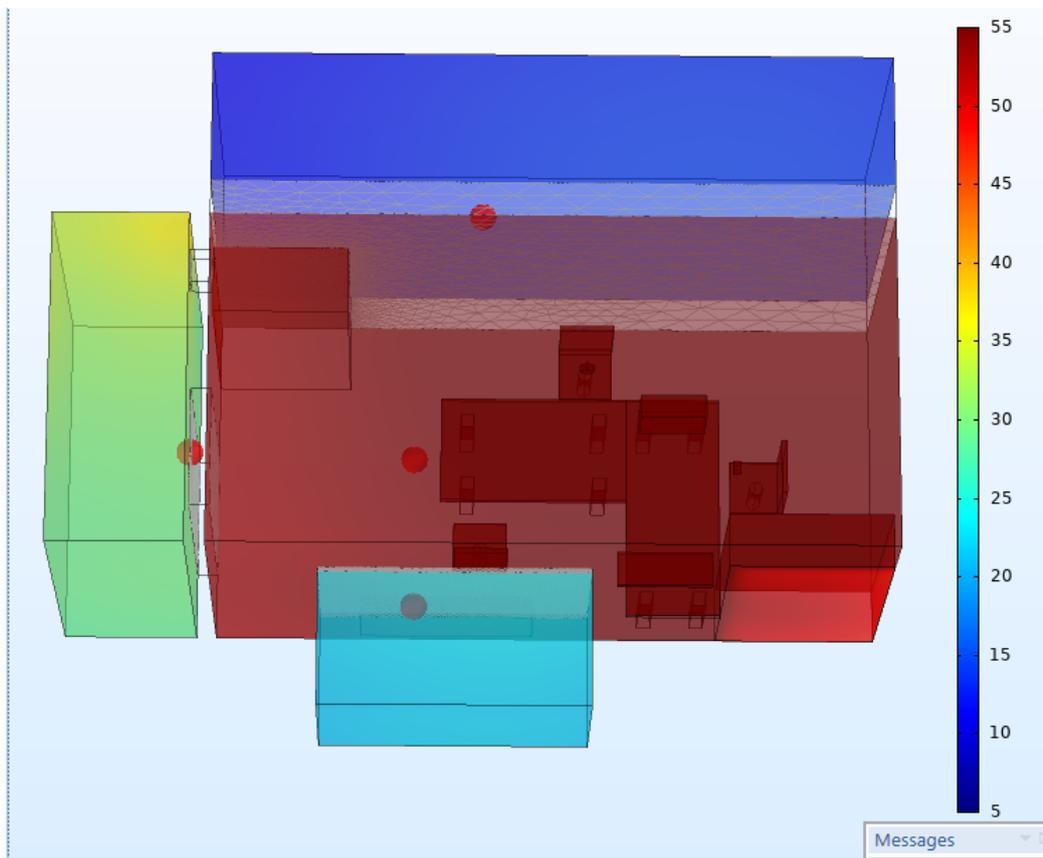


Рисунок 48 – Распространение звукового давление в дБ (ситуация «оба говорят + ПК») после применения рекомендованных мер

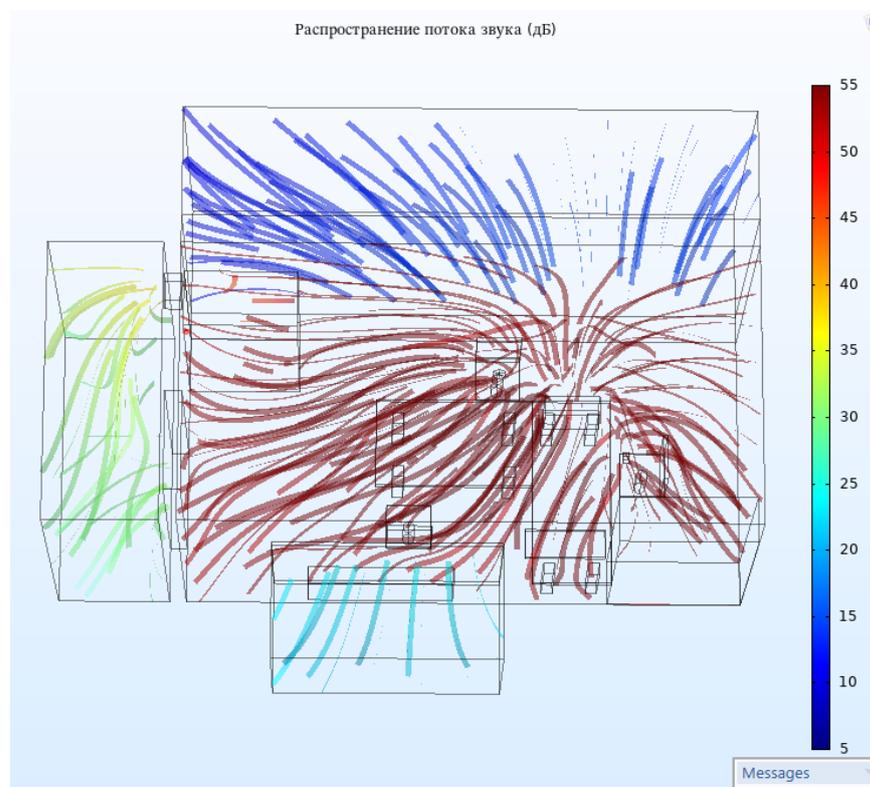


Рисунок 49 – Поток распространения звука от источников в дБ (ситуация «оба говорят + ПК») после применения рекомендованных мер

Если судить о распространении потока звука (рисунок 65), то он незначительно изменился – стал более беспорядочным в зоне за дверью. Дополнительный анализ не требуется.

Делая общий вывод по данной ситуации, можно сказать, что исходная модель соответствует действительности (в сравнении с эмпирически проведённым опытом – замеры уровня звука с помощью дБ), а значит весь анализ модели актуален и применим в реальности.

3.11.2 Анализ результата ситуации при выключенном персональном компьютере и активной беседе собеседников

Рассмотрим следующую ситуацию проведения конфиденциальных переговоров в исследуемом помещении: ведётся активный диалог, при этом не работает персональный компьютер (системный блок). Входные данные описаны выше в разделе глобальных переменных.

Пронаблюдаем распространение звукового давления в дБ в исследуемом помещении и смежных зонах (рисунок 50).

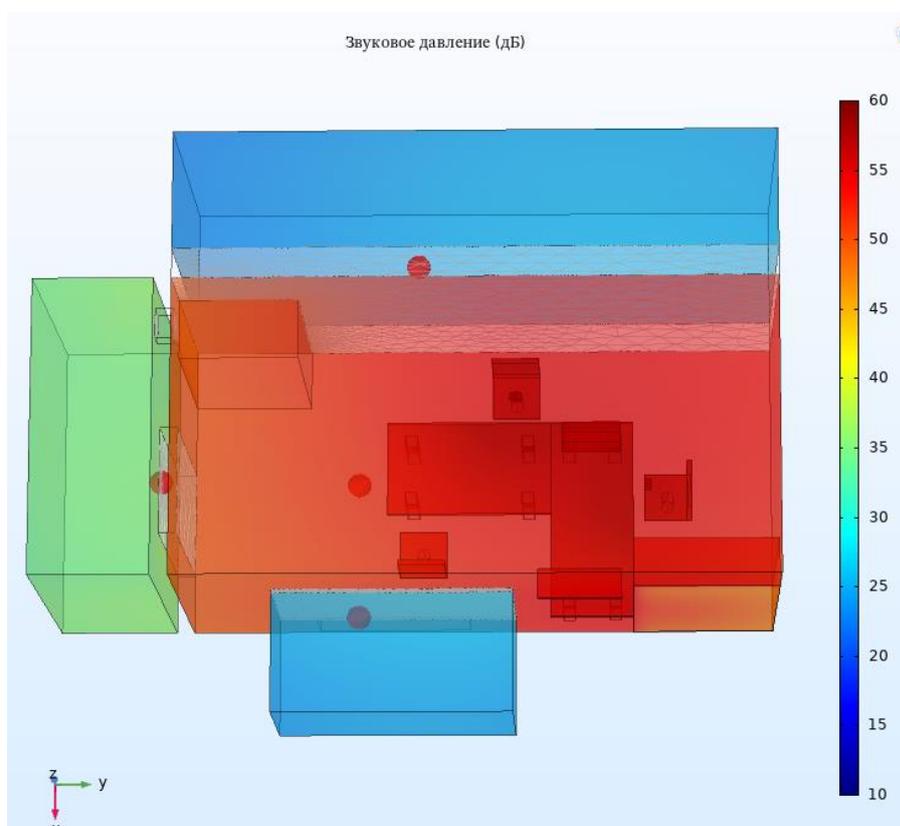


Рисунок 50 – Распространение звукового давление в дБ (ситуация «оба говорят»)

Визуально можно заметить, что внутри помещения уровень звука варьирует в рамках 55-60 дБ. В зонах за окном и «импровизированной» гипсокартонной перегородкой – 25-35 дБ. В зоне за дверью (с учётом вентиляции) – 30-35 дБ. Проанализировав полученную модель распространения звукового давления, можно сделать вывод, что наиболее удачным способом подслушивания конфиденциальных переговоров является подслушивание через дверь, что и будем считать в данной ситуации за наиболее уязвимый акустический канал утечки информации, который необходимо блокировать в первую очередь.

Рассмотрим, каким образом распространяется звук от источников в данной ситуации на рисунке 51. Это необходимо для того, чтобы проверить вышеизложенный вывод более наглядно и, при необходимости, откорректировать результирующее заключение и рекомендации.

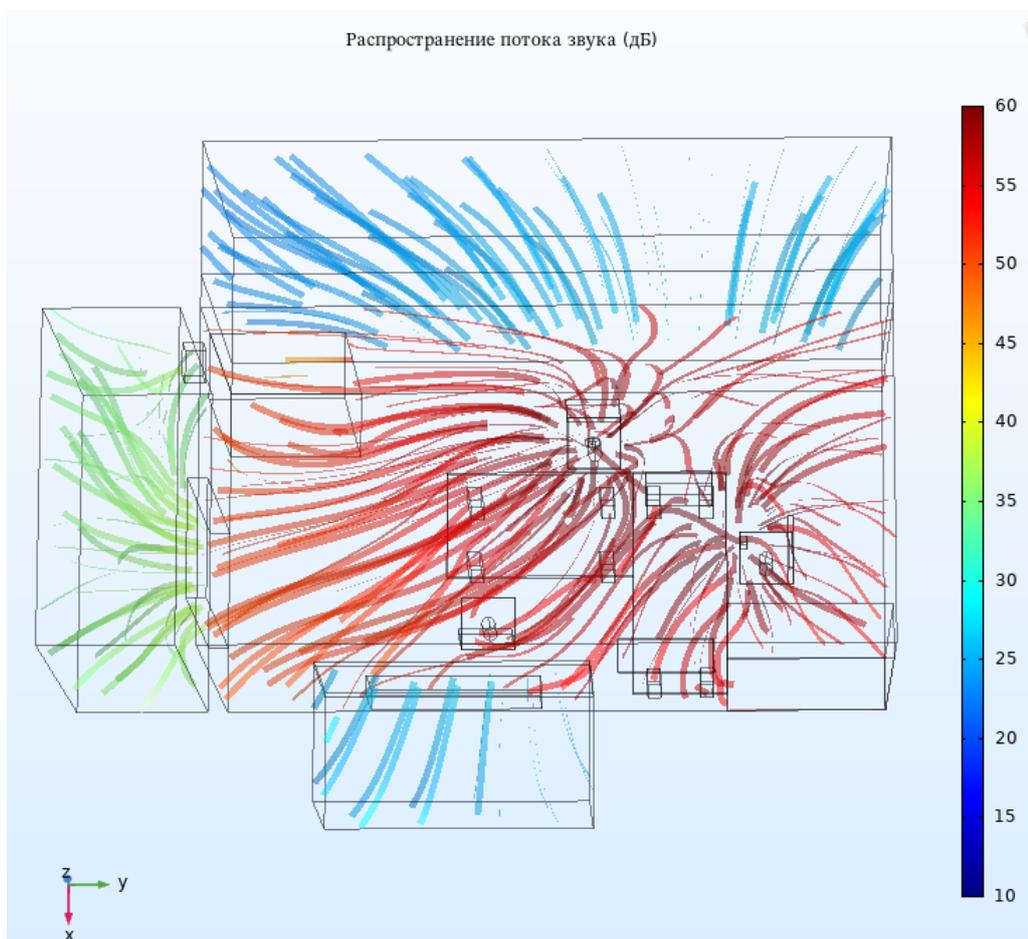


Рисунок 51 – Поток распространения звука от источников в дБ (ситуация «оба говорят»)

Проанализировав рисунок 51, можно сделать следующие выводы:

– несмотря на то, что наиболее слабой звукоизоляцией обладает дверь (с учётом вентиляции), наиболее активно поток звука распространяется в исследуемой зоне за гипсокартонной перегородкой;

– с учётом того, что выключен персональный компьютер (системный блок), а значит шум от него не будет мешать подслушиванию, то можно сделать вывод, что проще будет подслушать конфиденциальные переговоры именно в этой зоне, несмотря на то, что уровень звука за дверью выше, так как (в отличии от предыдущей ситуации) здесь помех не наблюдается, к тому же сотруднику, работающему в этой зоне гораздо проще получить информацию, чем кому-либо из приёмной.

С учётом вышеизложенного предложенные во второй главе рекомендации по усилению звукоизоляции гипсокартонной перегородки наиболее актуальны в данной ситуации. Однако не стоит пренебрегать рекомендациями, касающихся других зон.

Рассмотрим аналогичную по своей структуре модель этой же ситуации, но с применением указанных рекомендаций (рисунок 52).

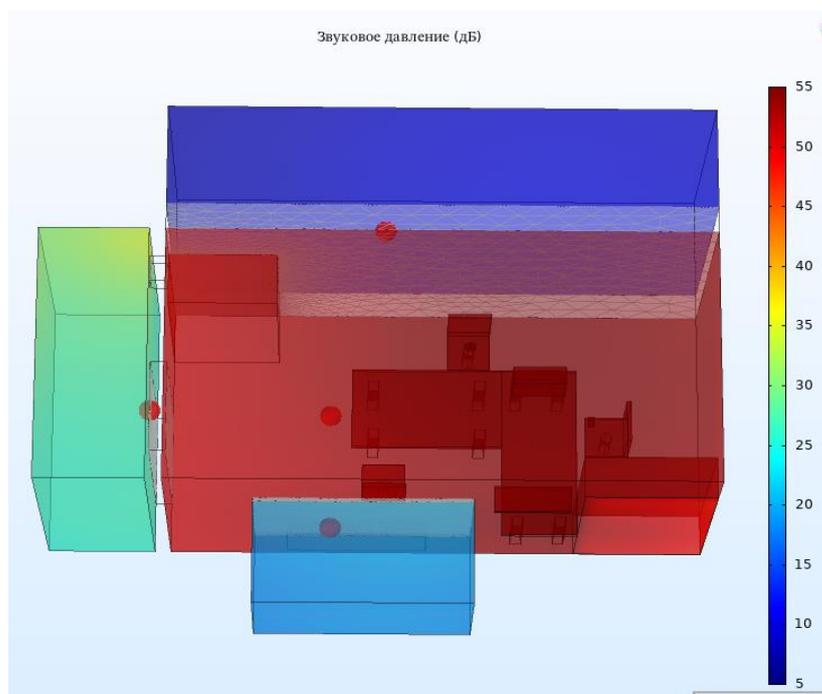


Рисунок 52 – Распространение звукового давление в дБ (ситуация «оба говорят») после применения рекомендованных мер

Визуально видно, насколько улучшилась общая картина. Теперь в зонах за окном и гипсокартонной перегородкой уровень звука варьирует в диапазоне 10-20 дБ. За дверью – 25-30 дБ. Это доказывает то, что предложенные рекомендации эффективны.

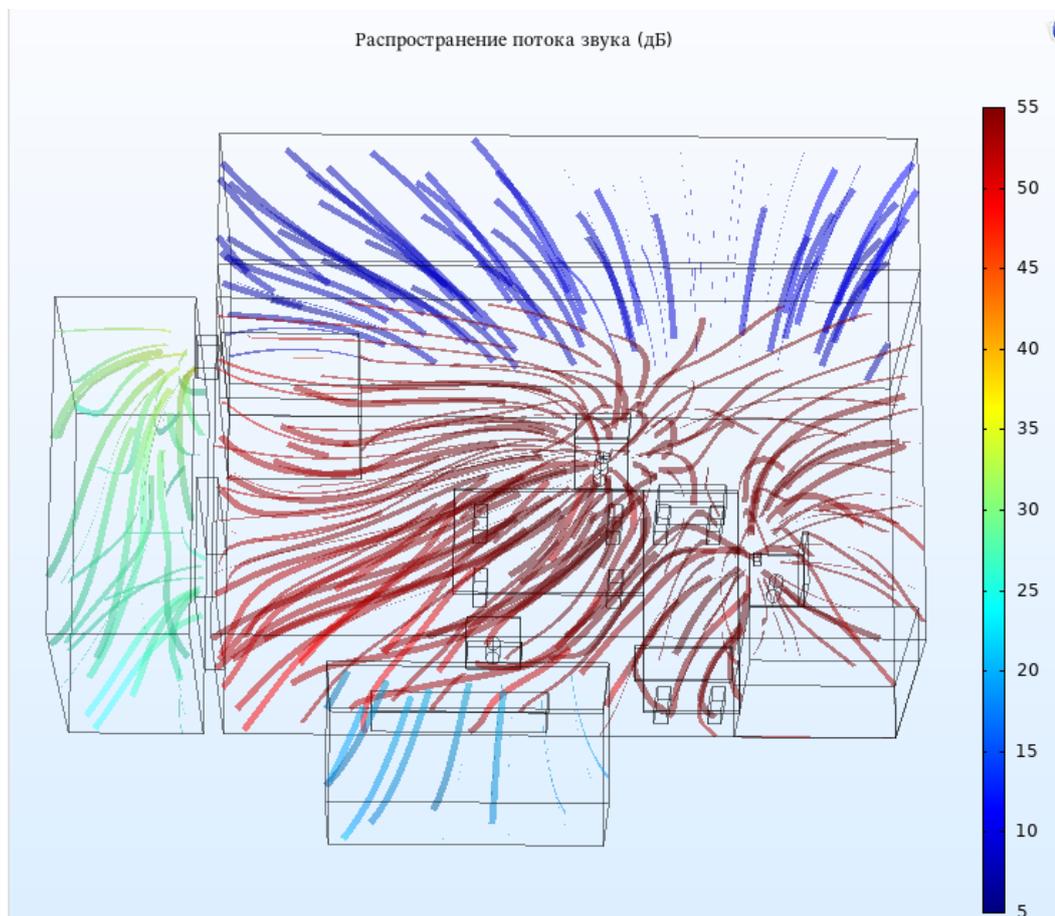


Рисунок 53 – Поток распространения звука от источников в дБ (ситуация «оба говорят») после применения рекомендованных мер

Если судить о распространении потока звука, то он незначительно изменился – стал более беспорядочным в зоне за дверью (аналогично предыдущей рассмотренной ситуации). Дополнительный анализ не требуется.

Делая общий вывод по данной ситуации, можно сказать, что исходная модель соответствует действительности (в сравнении с экспериментальным проведённым опытом – замеры уровня звука с помощью дБ), а значит весь анализ модели актуален и применим в реальности.

3.11.3 Анализ результата ситуации при включенном персональном компьютере и речи начальника

Рассмотрим следующую ситуацию проведения конфиденциальных переговоров в исследуемом помещении: начальник излагает определённую конфиденциальную информацию собеседнику, при этом работает персональный компьютер (системный блок). Входные данные описаны выше в разделе глобальных переменных.

Пронаблюдаем распространение звукового давления в дБ в исследуемом помещении и смежных зонах (рисунок 54).

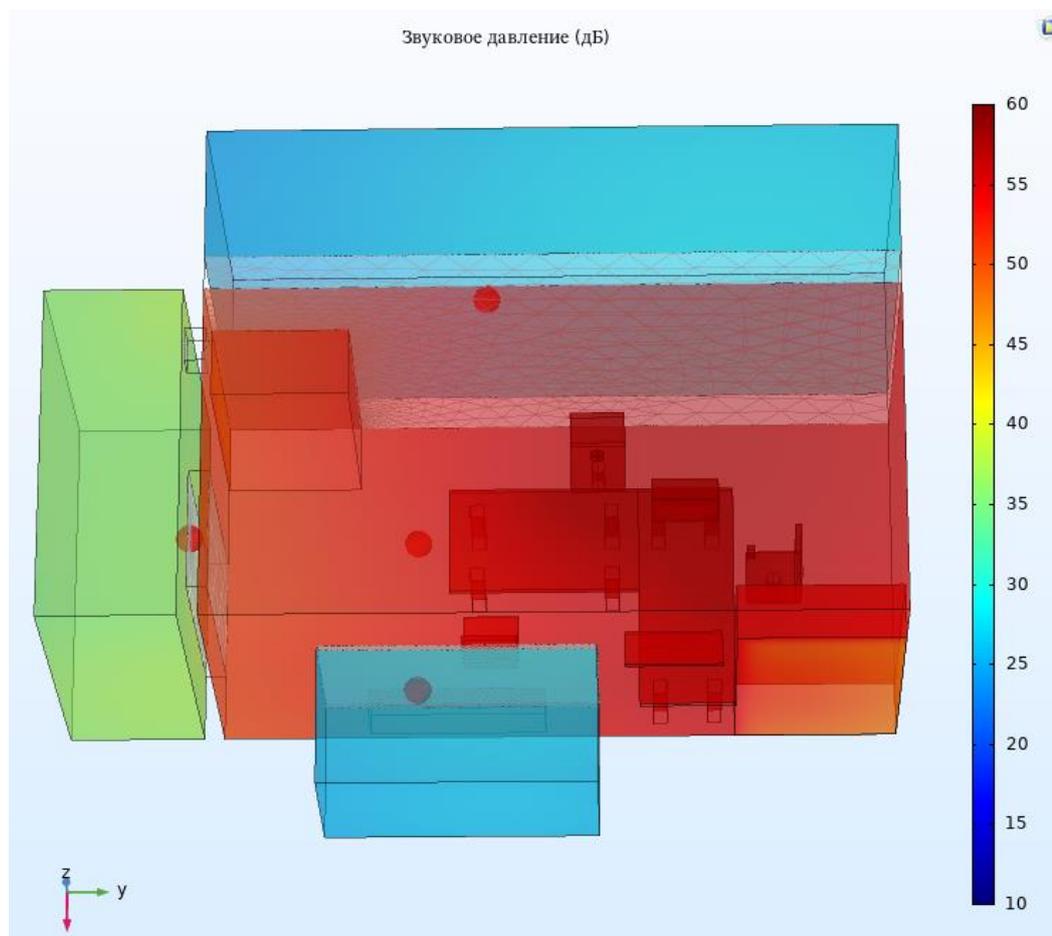


Рисунок 54 – Распространение звукового давление в дБ (ситуация «говорит начальник + ПК»)

Визуально можно заметить, что внутри помещения уровень звука варьирует в рамках 55-60 дБ. В зонах за окном и гипсокартонной перегородкой – 25-30 дБ. В зоне за дверью (с учётом вентиляции) – 35-40 дБ. Проанализировав полученную модель распространения звукового давления, можно сделать вывод, что наиболее удачным способом подслушивания конфиденциальных переговоров является подслушивание через дверь, что и

будем считать в данной ситуации за наиболее уязвимый акустический канал утечки информации, который необходимо блокировать в первую очередь.

Рассмотрим, каким образом распространяется звук от источников в данной ситуации на рисунке 70. Это необходимо для того, чтобы проверить вышеизложенный вывод более наглядно и, при необходимости, откорректировать результирующее заключение и рекомендации.

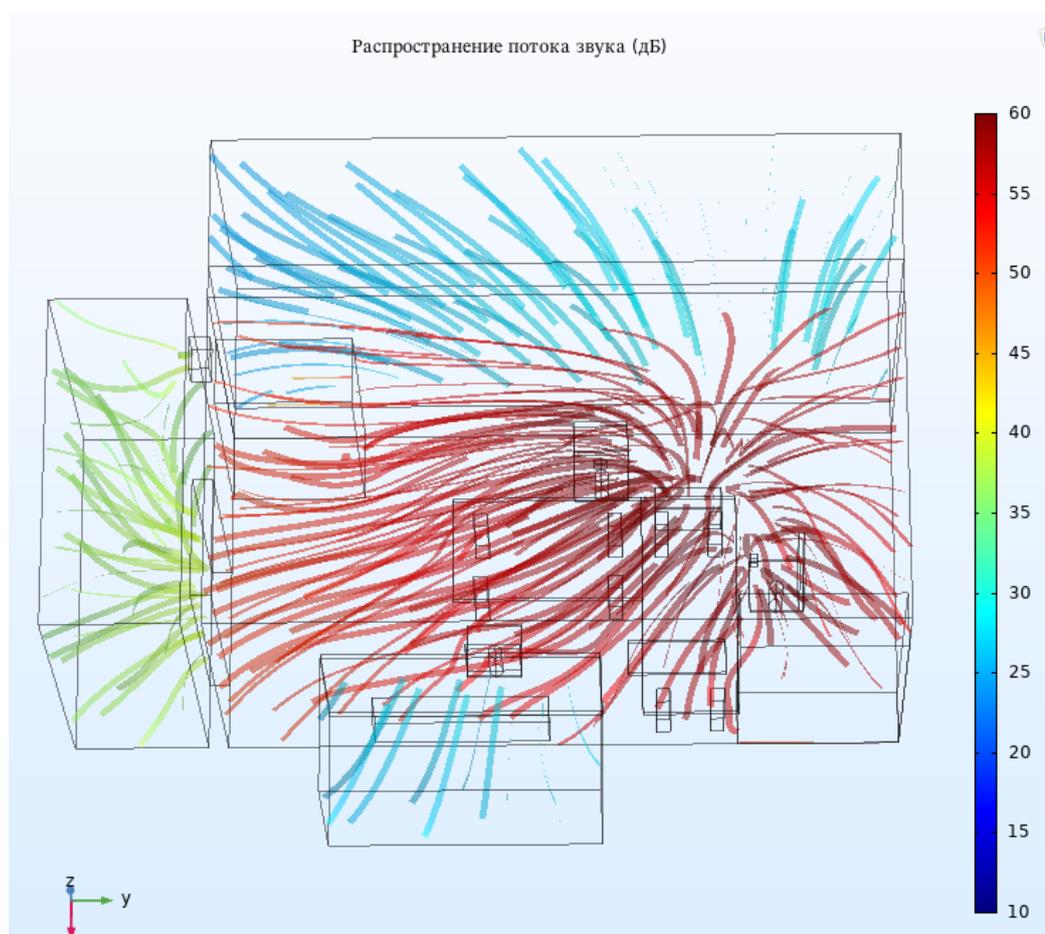


Рисунок 55 – Поток распространения звука от источников в дБ (ситуация «говорит начальник + ПК»)

Проанализировав рисунки 54 и 55, можно сделать следующие выводы:

1) несмотря на то, что наиболее слабой звукоизоляцией обладает дверь (с учётом вентиляции), наиболее активно поток звука распространяется в исследуемой зоне за гипсокартонной перегородкой;

2) с учётом того, что включен персональный компьютер (системный блок), при внимательном рассмотрении распространения потока звука видно, что именно этот поток звука будет мешать подслушиванию через

гипсокартонную перегородку, а значит изначальный вывод верен и не нуждается в корректировке.

С учётом вышеизложенного предложенные во второй главе рекомендации по усилению звукоизоляции двери наиболее актуальны в данной ситуации. Однако не стоит пренебрегать рекомендациями, касающихся других зон.

Рассмотрим аналогичные по своей структуре модели этой же ситуации, но с применением указанных рекомендаций (рисунок 56).

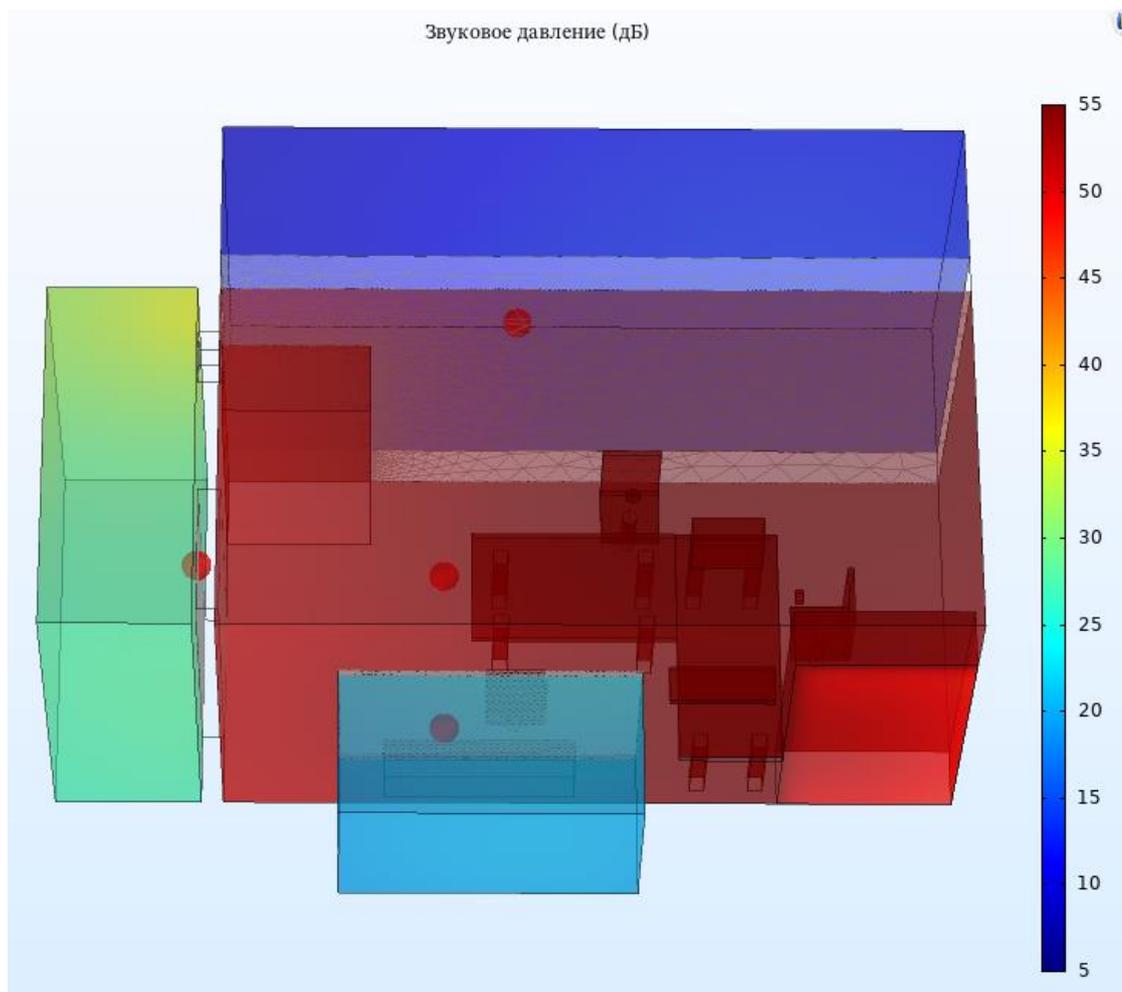


Рисунок 56 – Распространение звукового давление в дБ (ситуация «говорит начальник + ПК») после применения рекомендаций по усилению звукоизоляции

Визуально видно, насколько улучшилась общая картина. Теперь в зонах за окном и гипсокартонной перегородкой уровень звука варьирует в диапазоне 10-20 дБ. За дверью – 25-30 дБ. Это доказывает то, что предложенные рекомендации эффективны.

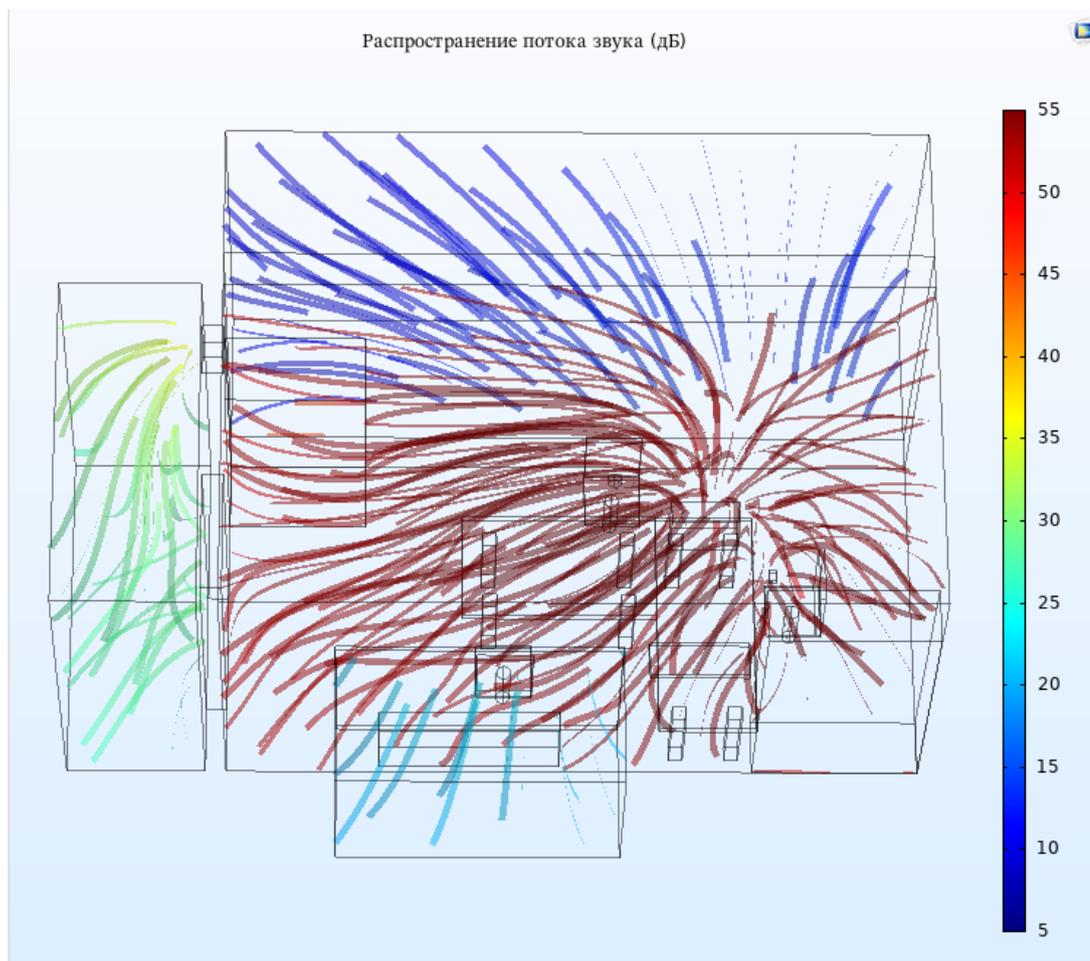


Рисунок 57 – Поток распространения звука от источников в дБ (ситуация «говорит начальник + ПК») после применения рекомендаций по усилению звукоизоляции

Если судить о распространении потока звука, то он незначительно изменился – стал более беспорядочным в зоне за дверью. Дополнительный анализ не требуется.

Делая общий вывод по данной ситуации, можно сказать, что исходная модель соответствует действительности (в сравнении с эмпирически проведённым опытом – замеры уровня звука с помощью дБ), а значит весь анализ модели актуален и применим в реальности.

3.11.4 Анализ результата ситуации при выключенном персональном компьютере и речи начальника

Рассмотрим следующую ситуацию проведения конфиденциальных переговоров в исследуемом помещении: начальник излагает определённую конфиденциальную информацию собеседнику, при этом не работает

персональный компьютер (системный блок). Входные данные описаны выше в разделе глобальных переменных.

Пронаблюдаем распространение звукового давления в дБ в исследуемом помещении и смежных зонах (рисунок 58).

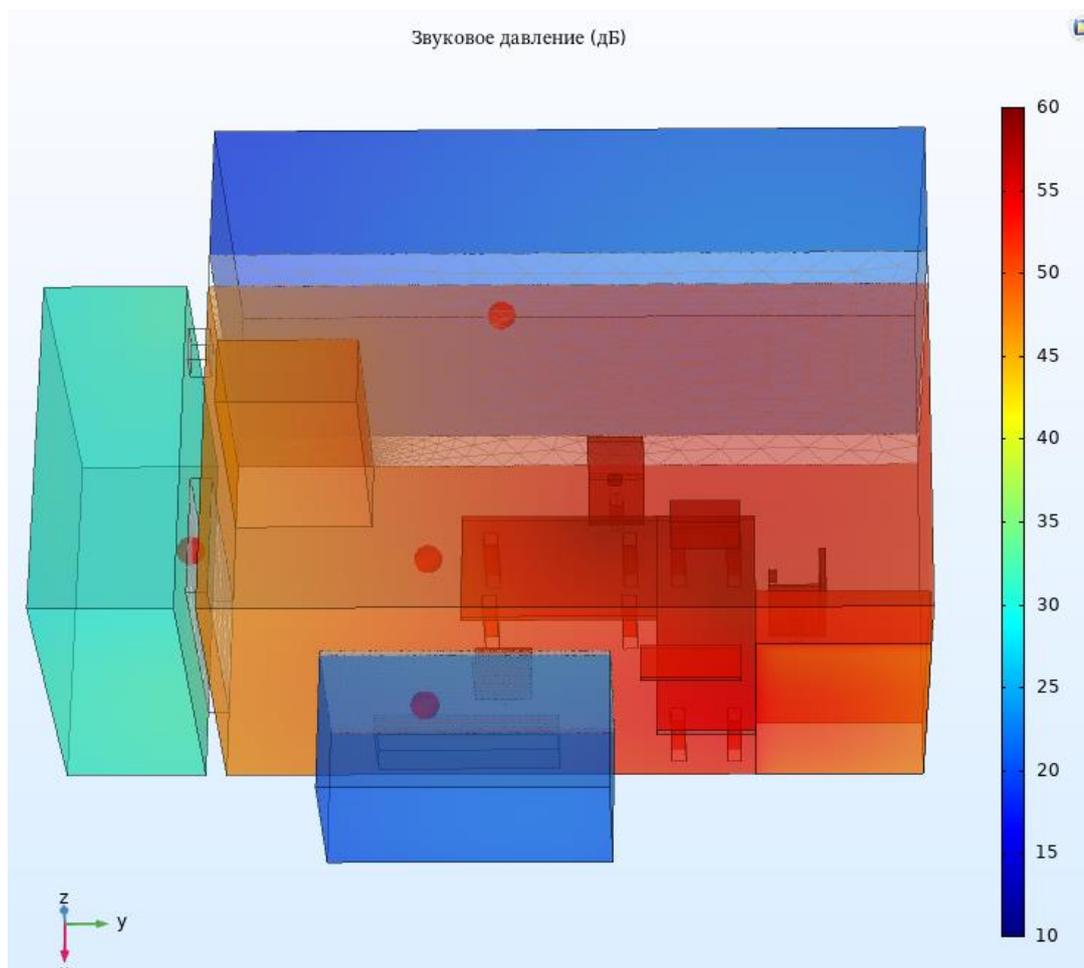


Рисунок 58 – Распространение звукового давление в дБ (ситуация «говорит начальник»)

Визуально можно заметить, что внутри помещения уровень звука варьирует в рамках 55-60 дБ. В зонах за окном и гипсокартонной перегородкой – 20-25 дБ. В зоне за дверью (с учётом вентиляции) – 30-35 дБ. Проанализировав полученную модель распространения звукового давления, можно сделать вывод, что наиболее удачным способом подслушивания конфиденциальных переговоров является подслушивание через дверь, что и будем считать в данной ситуации за наиболее уязвимый акустический канал утечки информации, который необходимо блокировать в первую очередь.

Рассмотрим, каким образом распространяется звук от источников в

данной ситуации на рисунке 59. Это необходимо для того, чтобы проверить вышеизложенный вывод более наглядно и, при необходимости, откорректировать результирующее заключение и рекомендации.

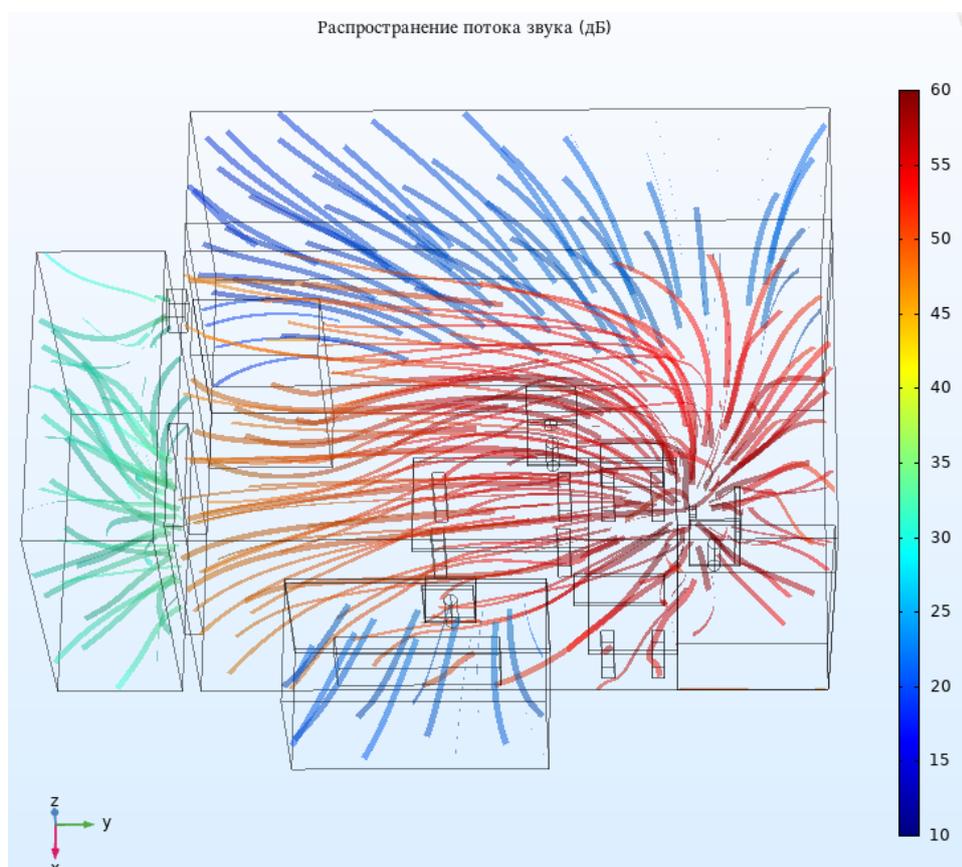


Рисунок 59 – Поток распространения звука от источников в дБ (ситуация «говорит начальник»)

Проанализировав рисунок 59, можно сделать следующие выводы:

– несмотря на то, что наиболее слабой звукоизоляцией обладает дверь (с учётом вентиляции), наиболее активно поток звука распространяется в исследуемой зоне за гипсокартонной перегородкой;

– с учётом того, что выключен персональный компьютер (системный блок), а значит шум от него не будет мешать подслушиванию, то можно сделать вывод, что проще будет подслушать конфиденциальные переговоры именно в этой зоне, несмотря на то, что уровень звука за дверью выше, так как (в отличии от предыдущей ситуации) здесь помех не наблюдается, к тому же сотруднику, работающему в этой зоне гораздо проще получить информацию, чем кому-либо из приёмной.

С учётом вышеизложенного предложенные во второй главе рекомендации по усилению звукоизоляции гипсокартонной перегородки наиболее актуальны в данной ситуации. Однако не стоит пренебрегать рекомендациями, касающихся других зон.

Рассмотрим аналогичную по своей структуре модель этой же ситуации, но с применением указанных рекомендаций (рисунок 60).

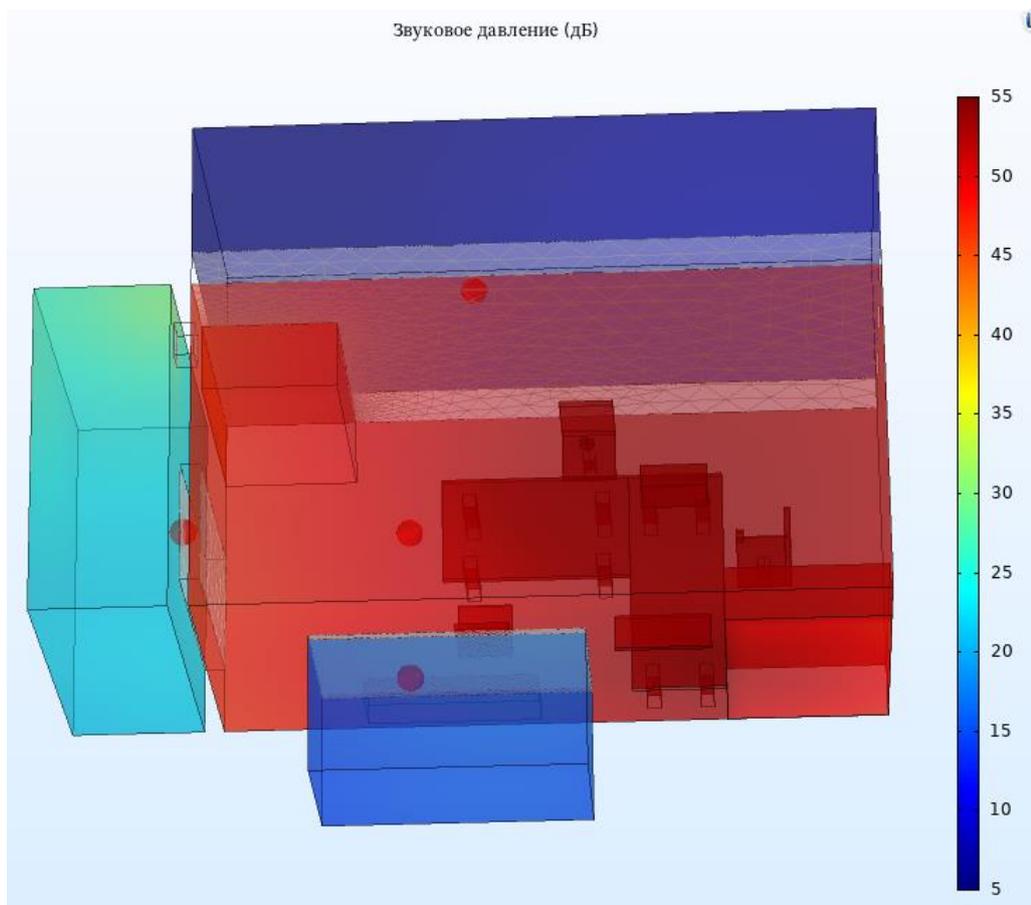


Рисунок 60 – Распространение звукового давление в дБ (ситуация «говорит начальник») после применения предложенных мер по усилению звукоизоляции

Визуально видно, насколько улучшилась общая картина. Теперь в зонах за окном и гипсокартонной перегородкой уровень звука варьирует в диапазоне 5-15 дБ. За дверью – 20-25 дБ. Это доказывает то, что предложенные рекомендации эффективны.

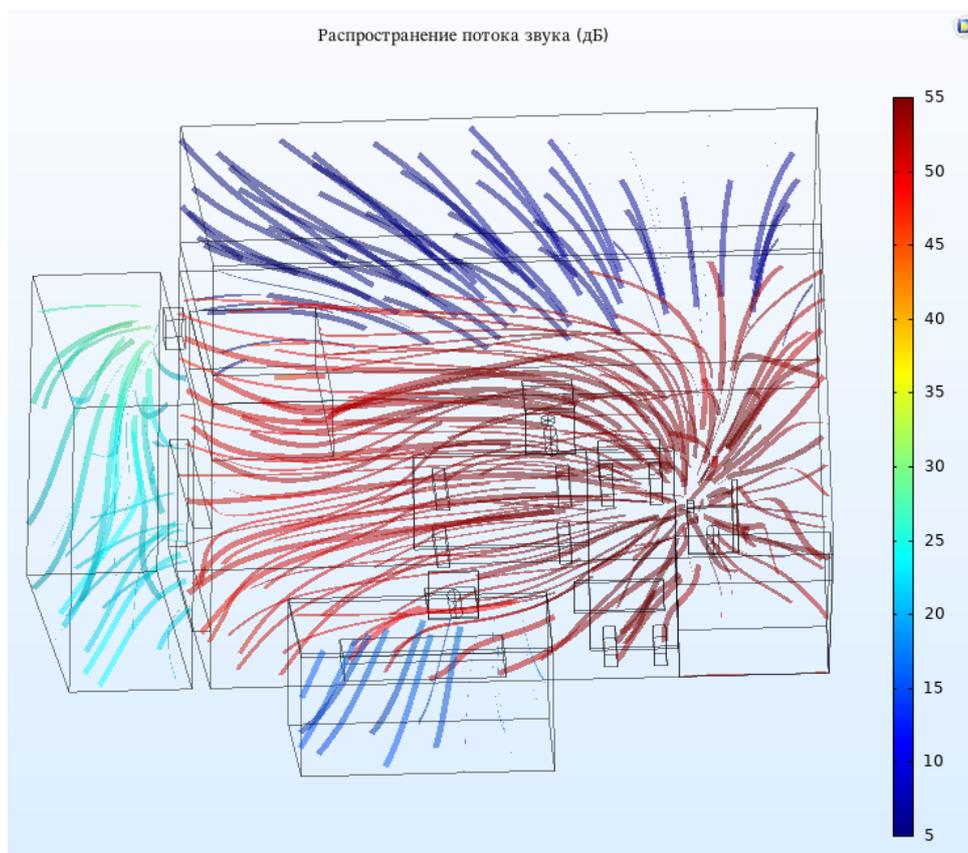


Рисунок 61 – Поток распространения звука от источников в дБ (ситуация «говорит начальник») после применения предложенных мер по усилению звукоизоляции

Если судить о распространении потока звука, то он незначительно изменился – стал более беспорядочным в зоне за дверью (аналогично предыдущей рассмотренной ситуации). Дополнительный анализ не требуется.

Делая общий вывод по данной ситуации, можно сказать, что исходная модель соответствует действительности (в сравнении с эмпирически проведённым опытом – замеры уровня звука с помощью дБ), а значит весь анализ модели актуален и применим в реальности.

3.11.5 Анализ результата ситуации при включенном персональном компьютере и речи собеседника

Рассмотрим следующую ситуацию проведения конфиденциальных переговоров в исследуемом помещении: собеседник излагает определённую конфиденциальную информацию начальнику, при этом работает персональный компьютер (системный блок). Входные данные описаны выше в разделе

глобальных переменных.

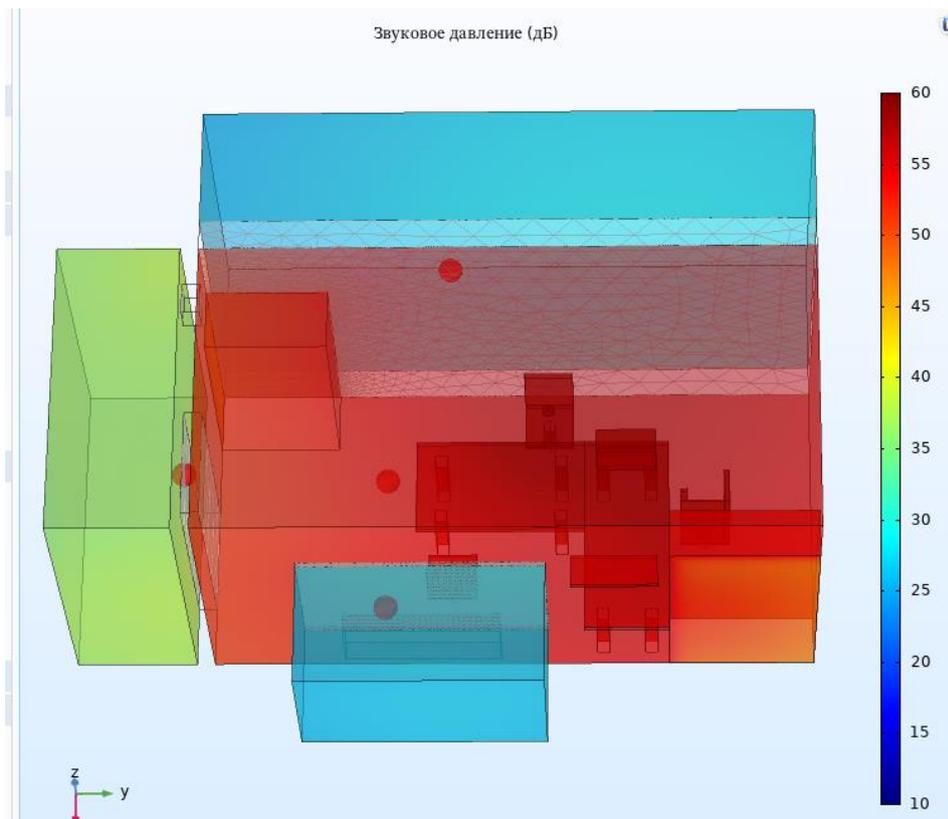


Рисунок 62 – Распространение звукового давления в дБ (ситуация «говорит собеседник + ПК»)

Пронаблюдаем распространение звукового давления в дБ в исследуемом помещении и смежных зонах (рисунок 62).

Визуально можно заметить, что внутри помещения уровень звука варьирует в рамках 50-55 дБ. В зонах за окном и гипсокартонной перегородкой – 25-30 дБ. В зоне за дверью (с учётом вентиляции) – 40-45 дБ. Проанализировав полученную модель распространения звукового давления, можно сделать вывод, что наиболее удачным способом подслушивания конфиденциальных переговоров является подслушивание через дверь, что и будем считать в данной ситуации за наиболее уязвимый акустический канал утечки информации, который необходимо блокировать в первую очередь.

Рассмотрим, каким образом распространяется звук от источников в данной ситуации на рисунке 63. Это необходимо для того, чтобы проверить вышеизложенный вывод более наглядно и, при необходимости, откорректировать результирующее заключение и рекомендации.

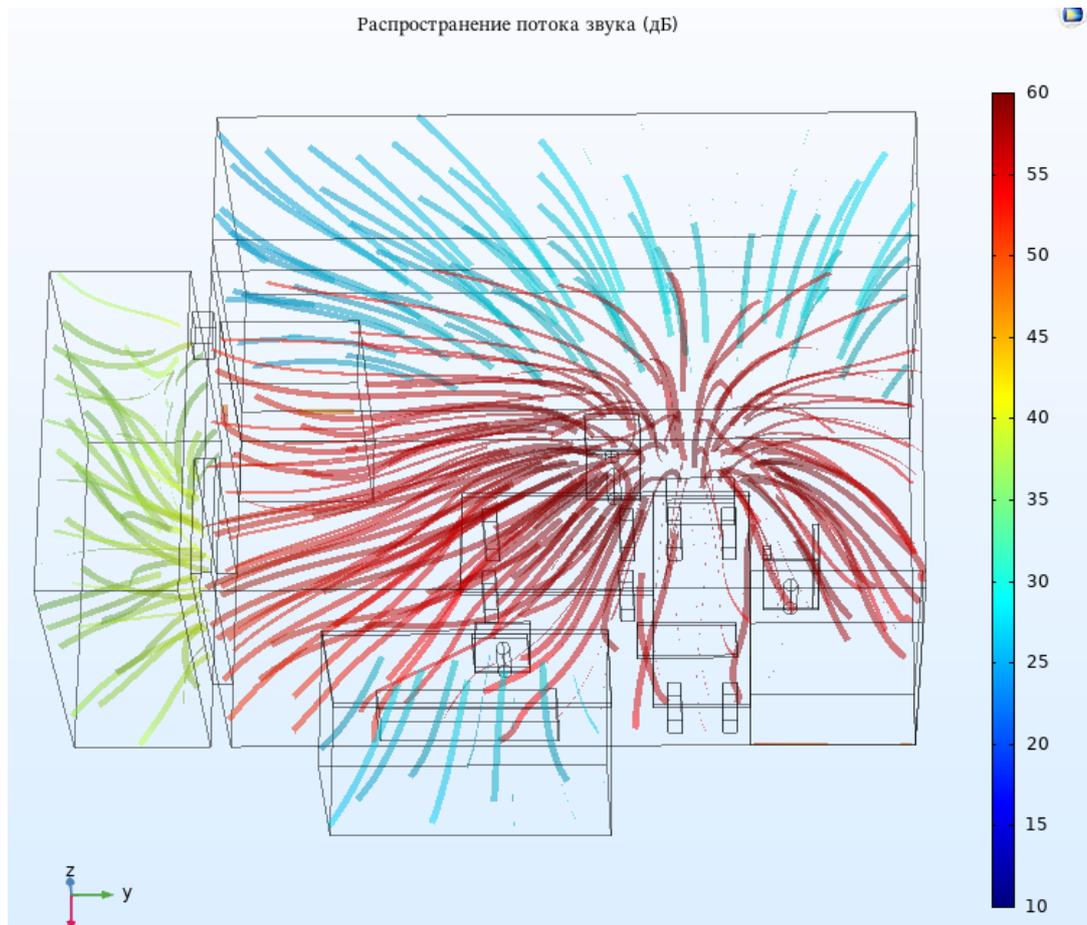


Рисунок 63 – Поток распространения звука от источников в дБ (ситуация «говорит собеседник + ПК»)

Проанализировав рисунок 63, можно сделать следующие выводы:

– несмотря на то, что наиболее слабой звукоизоляцией обладает дверь (с учётом вентиляции), наиболее активно поток звука распространяется в исследуемой зоне за гипсокартонной перегородкой;

– с учётом того, что включен персональный компьютер (системный блок), при внимательном рассмотрении распространения потока звука видно, что именно этот поток звука будет мешать подслушиванию через гипсокартонную перегородку, а значит изначальный вывод верен и не нуждается в корректировке.

С учётом вышеизложенного предложенные во второй главе рекомендации по усилению звукоизоляции двери наиболее актуальны в данной ситуации. Однако не стоит пренебрегать рекомендациями, касающихся других зон.

Рассмотрим аналогичную по своей структуре модели этой же ситуации,

но с применением указанных рекомендаций (рисунок 64).

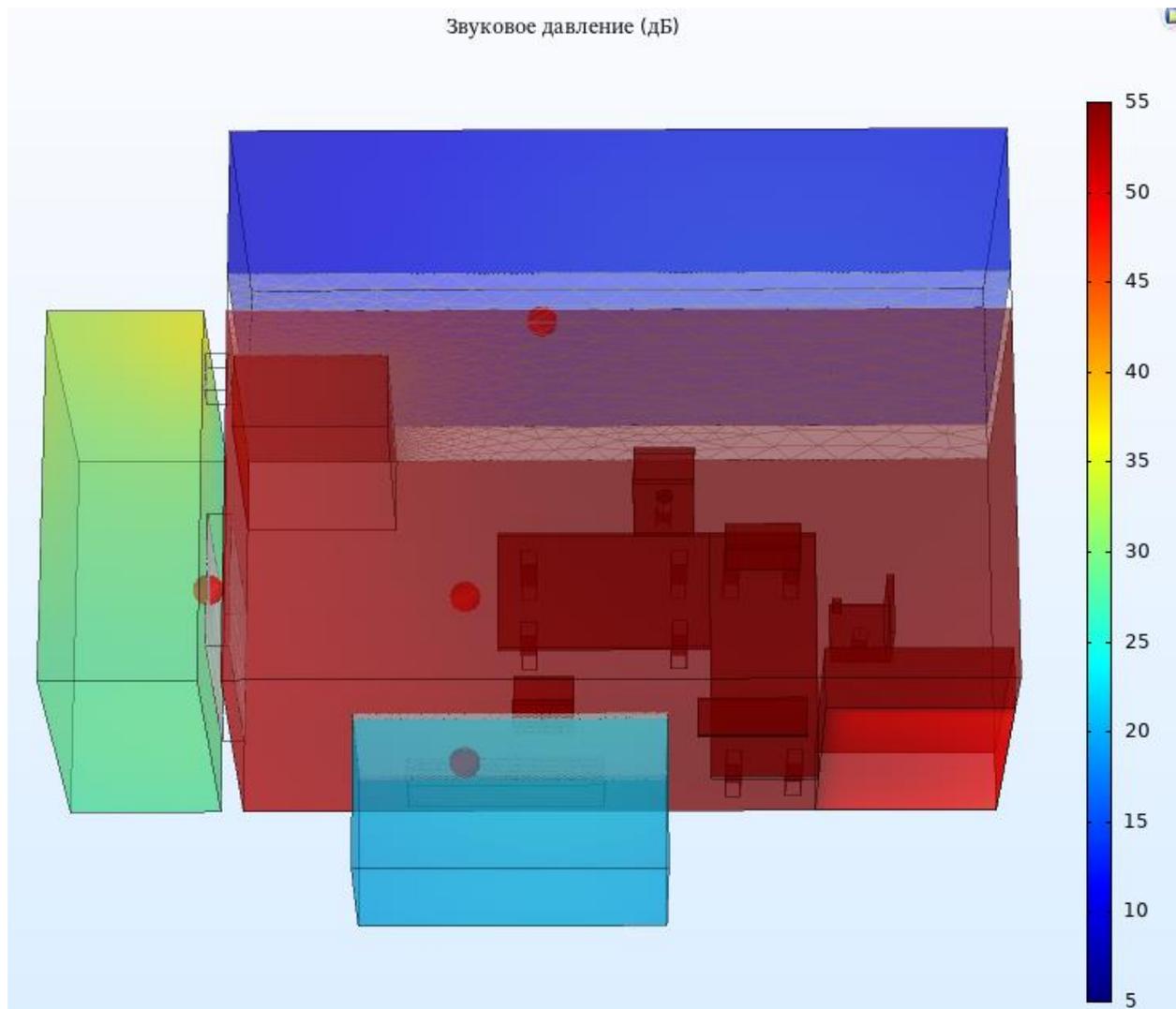


Рисунок 64 – Распространение звукового давление в дБ (ситуация «говорит собеседник + ПК») после применения предложенных рекомендаций

Визуально видно, насколько улучшилась общая картина. Теперь в зонах за окном и гипсокартонной перегородкой уровень звука варьирует в диапазоне 10-20 дБ. За дверью – 25-30 дБ. Это доказывает то, что предложенные рекомендации эффективны.

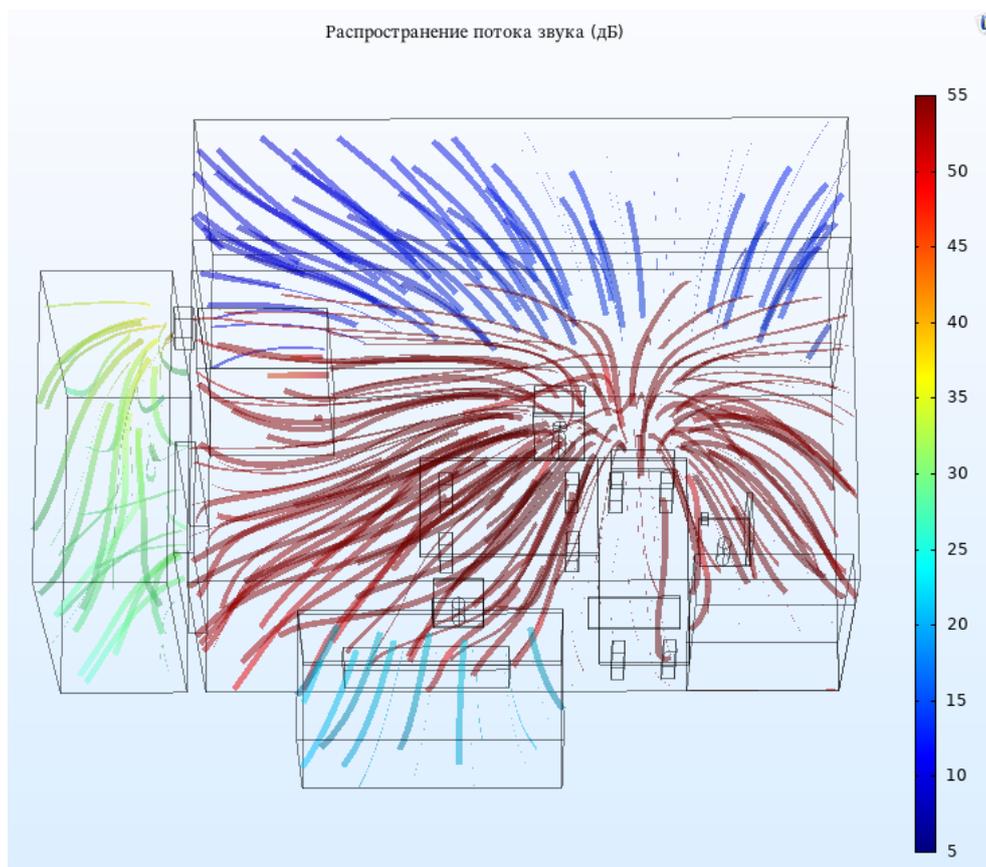


Рисунок 65 – Поток распространения звука от источников в дБ (ситуация «говорит собеседник + ПК») после применения предложенных рекомендаций

Если судить о распространении потока звука, то он незначительно изменился – стал более беспорядочным в зоне за дверью. Дополнительный анализ не требуется.

Делая общий вывод по данной ситуации, можно сказать, что исходная модель соответствует действительности (в сравнении с эмпирически проведённым опытом – замеры уровня звука с помощью дБ), а значит весь анализ модели актуален и применим в реальности.

3.11.6 Анализ результата ситуации при выключенном персональном компьютере и речи собеседника

Рассмотрим следующую ситуацию проведения конфиденциальных переговоров в исследуемом помещении: начальник излагает определённую конфиденциальную информацию собеседнику, при этом не работает персональный компьютер (системный блок). Входные данные описаны выше в разделе глобальных переменных.

Пронаблюдаем распространение звукового давления в дБ в исследуемом помещении и смежных зонах (рисунок 66).

Визуально можно заметить, что внутри помещения уровень звука варьирует в рамках 45-50 дБ. В зонах за окном и гипсокартонной перегородкой – 20-25 дБ. В зоне за дверью (с учётом вентиляции) – 35-40 дБ. Проанализировав полученную модель распространения звукового давления, можно сделать вывод, что наиболее удачным способом подслушивания конфиденциальных переговоров является подслушивание через дверь, что и будем считать в данной ситуации за наиболее уязвимый акустический канал утечки информации, который необходимо блокировать в первую очередь.

Рассмотрим, каким образом распространяется звук от источников в данной ситуации на рисунке 67.

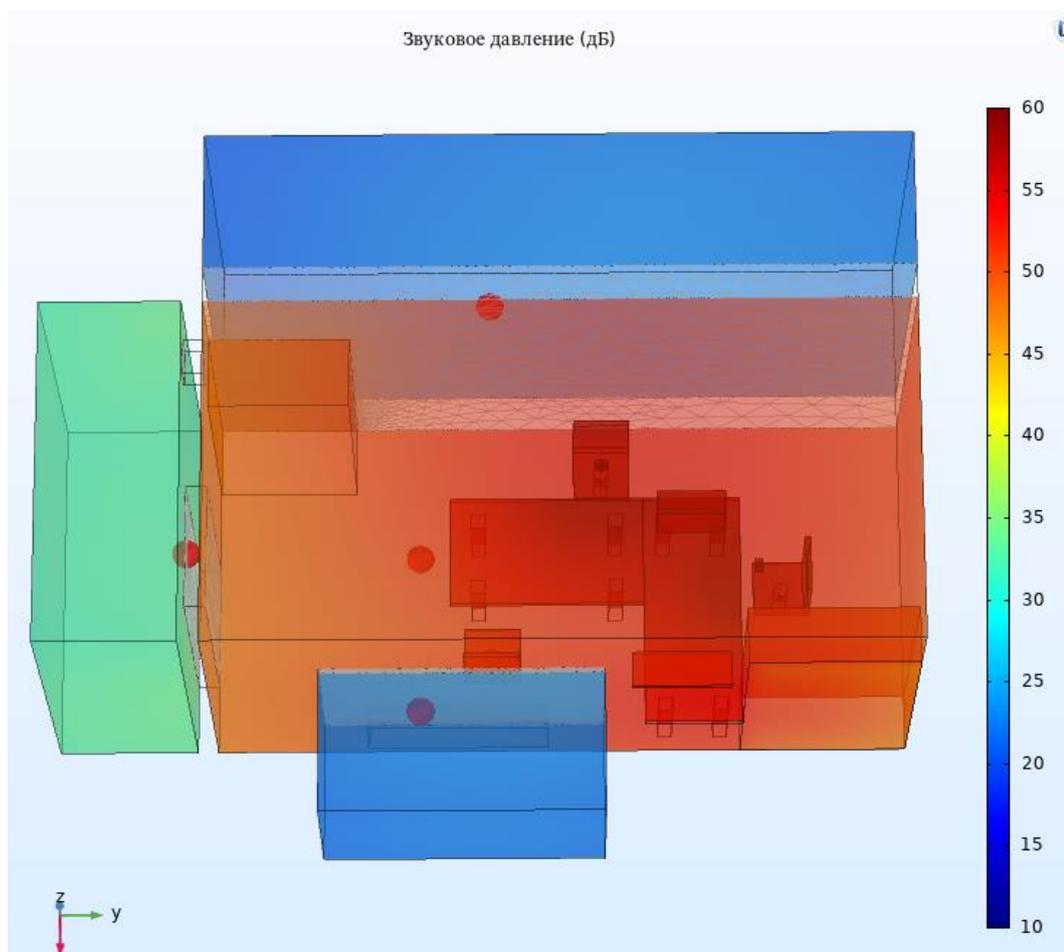


Рисунок 66 – Распространение звукового давление в дБ (ситуация «говорит собеседник»)

Это необходимо для того, чтобы проверить вышеизложенный вывод

более наглядно и, при необходимости, откорректировать результирующее заключение и рекомендации.

Проанализировав рисунок 67, можно сделать следующие выводы:

– несмотря на то, что наиболее слабой звукоизоляцией обладает дверь (с учётом вентиляции), наиболее активно поток звука распространяется в исследуемой зоне за гипсокартонной перегородкой;

– с учётом того, что выключен персональный компьютер (системный блок), а значит шум от него не будет мешать подслушиванию, то можно сделать вывод, что проще будет подслушать конфиденциальные переговоры именно в этой зоне, несмотря на то, что уровень звука за дверью выше, так как (в отличии от предыдущей ситуации) здесь помех не наблюдается, к тому же сотруднику, работающему в этой зоне гораздо проще получить информацию, чем кому-либо из приёмной.

С учётом вышеизложенного предложенные во второй главе рекомендации по усилению звукоизоляции гипсокартонной перегородки наиболее актуальны в данной ситуации. Однако не стоит пренебрегать рекомендациями, касающихся других зон.

Рассмотрим аналогичную по своей структуре модель этой же ситуации, но с применением указанных рекомендаций (рисунок 68).

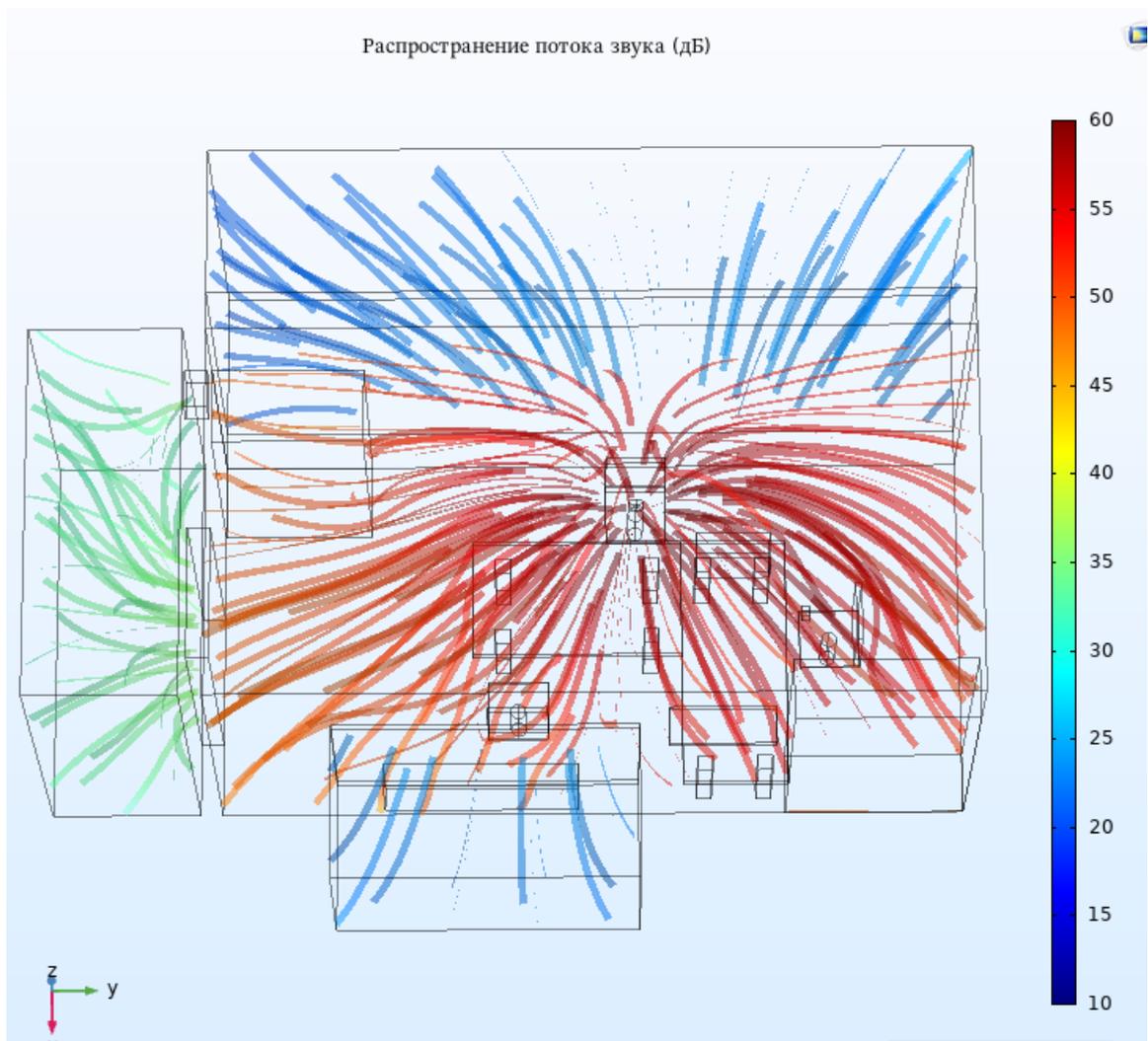


Рисунок 67 – Поток распространения звука от источников в дБ (ситуация «говорит собеседник»)

Визуально видно, насколько улучшилась общая картина. Теперь в зонах за окном и гипсокартонной перегородкой уровень звука варьирует в диапазоне 10-15 дБ. За дверью – 25-30 дБ. Это доказывает то, что предложенные рекомендации эффективны.

Если судить о распространении потока звука, то он незначительно изменился – стал более беспорядочным в зоне за дверью (аналогично предыдущей рассмотренной ситуации). Дополнительный анализ не требуется.

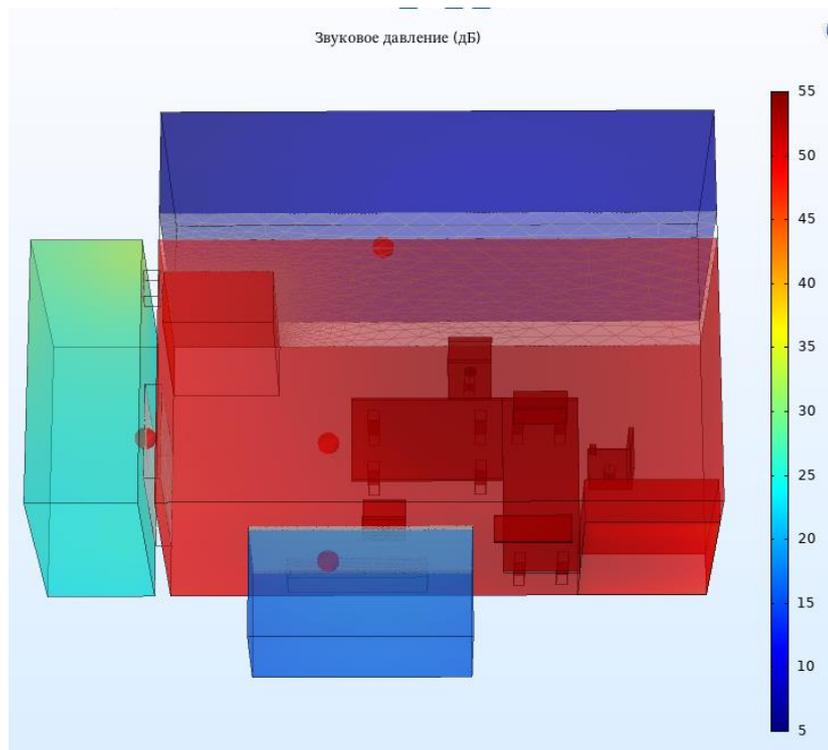


Рисунок 68 – Распространение звукового давление в дБ (ситуация «говорит собеседник») после применения рекомендованных мер по усилению звукоизоляции

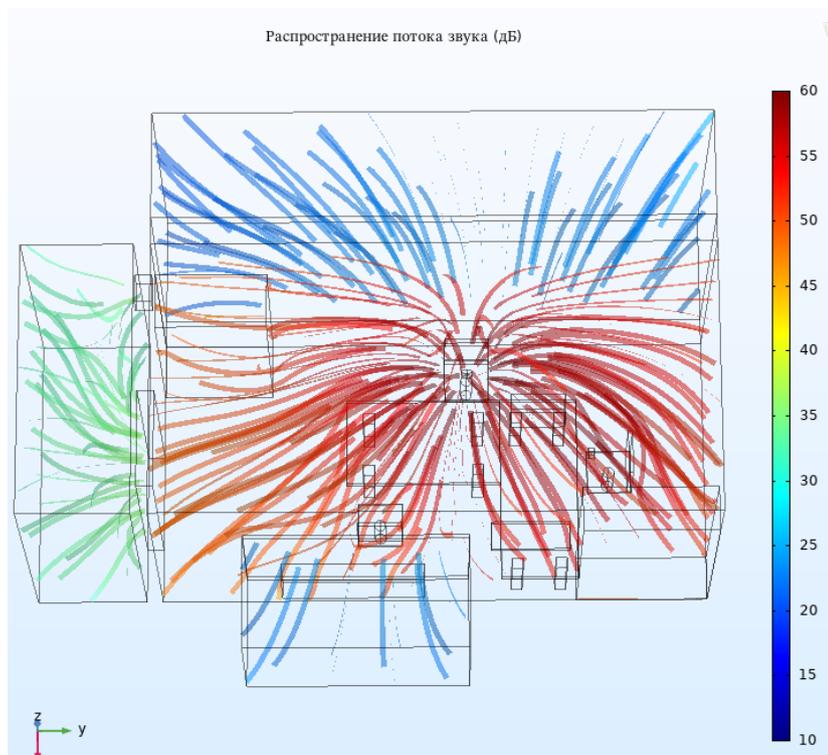


Рисунок 69– Поточка распространения звука от источников в дБ (ситуация «говорит собеседник») после применения рекомендованных мер по усилению звукоизоляции

Делая общий вывод по данной ситуации, можно сказать, что исходная модель соответствует действительности (в сравнении с экспериментальным проведённым опытом – замеры уровня звука с помощью дБ), а значит весь анализ модели актуален и применим в реальности.

3.12 Итоговый сравнительный анализ

Как было отмечено ранее в предыдущих разделах, результаты, полученные с помощью измерений шумомером и в программном комплексе «Comsol» (версия 5.4) имеют совсем небольшую погрешность (до 5 дБ). Для более детального рассмотрения предложены следующие данные в цифрах на рисунке 70.

Если вернуться к рисунку 23, отображающему числовые результаты замеров, полученные экспериментальным путем, то применимость предложенного в настоящем выпускном квалификационном исследовании подхода по выявлению и ликвидации возможных акустических каналов утечки информации, ещё более наглядна.

	ОБА ГОВОРЯТ (дБ)					СОБЕСЕДНИК ГОВОРИТ (дБ)			
	до		после			до		после	
	без ПК	с ПК	без ПК	с ПК		без ПК	с ПК	без ПК	с ПК
внутри	55,449	57,212	55,534	57,306	внутри	54,448	56,571	54,518	56,674
за перегородкой	26,205	27,762	11,334	14,88	за перегородкой	24,155	28,974	9,289	14,089
за дверью	39,447	42,225	29,91	32,704	за дверью	37,639	41,365	28,108	31,853
за окном	27,355	30,177	21,518	24,342	за окном	24,613	28,96	18,809	23,137
	НАЧАЛЬНИК ГОВОРИТ (дБ)					ШУМ ОТ ПК (дБ)			
	до		после						
	без ПК	с ПК	без ПК	с ПК					
внутри	53,596	56,068	56,162	53,641	внутри	55,214			
за перегородкой	21,958	28,365	7,08	13,174	за перегородкой	27,237			
за дверью	34,77	40,368	25,221	30,857	за дверью	38,969			
за окном	24,059	28,764	18,184	22,917	за окном	29,969			

Рисунок 70 – Числовые результаты обработки данных программным комплексом «Comsol» (версия 5.4)

Если отобразить полученные результаты в виде графиков, то получим следующую информацию (рисунки 71 и 72).

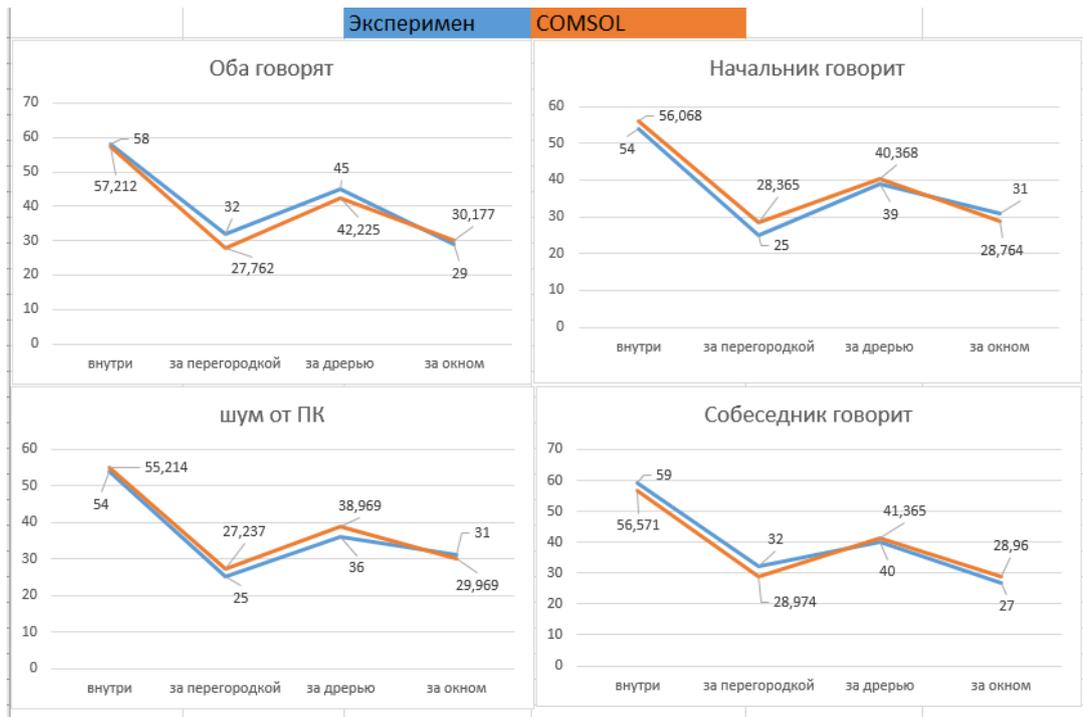


Рисунок 71 – Сравнение показателей замеров шумомера и моделирования в «Comsol» (версия 5.4) с учётом шума от персонального компьютера

Анализируя графики, видим, что наибольшая погрешность в измерениях наблюдается в ситуации, когда ведётся активная беседа обоих участников конфиденциальных переговоров, при этом замер делается за гипсокартонной перегородкой – разница в 4 дБ.

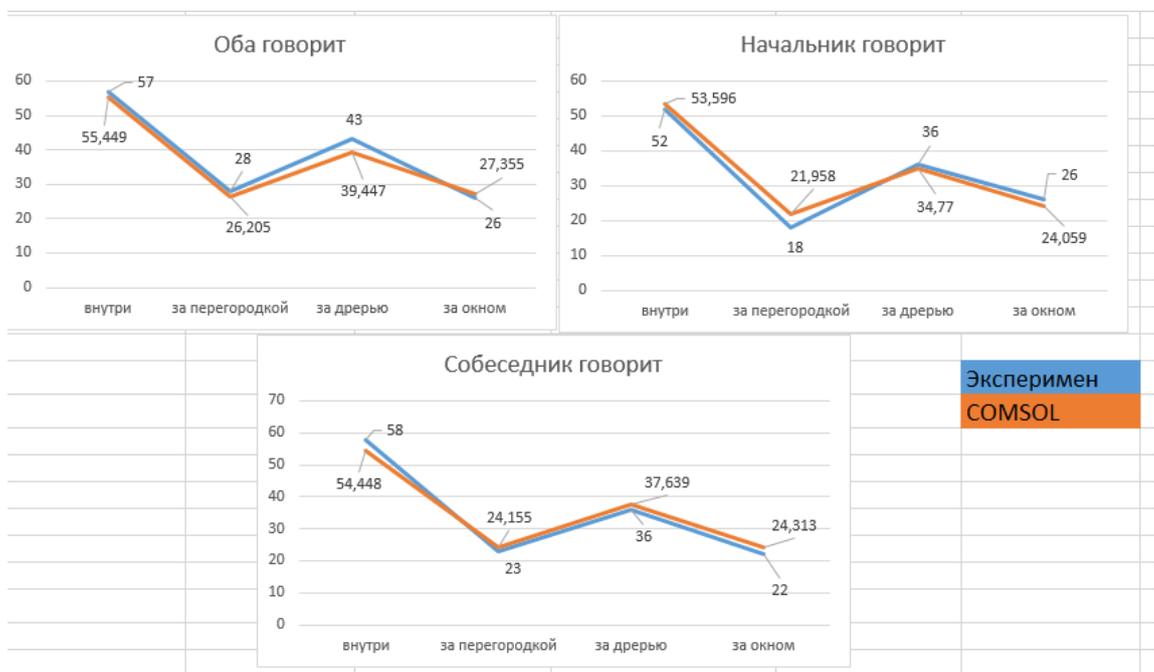


Рисунок 72 – Сравнение показателей замеров шумомера и моделирования в «Comsol» (версия 5.4) без учёта шума от персонального компьютера

Анализируя графики, видим, что наибольшая погрешность в измерениях наблюдается в ситуациях:

- когда ведётся активная беседа обоих участников конфиденциальных переговоров, при этом замер делается за дверью – разница в 4 дБ;
- когда прослушивается речь начальника за гипсокартонной перегородкой – разница в 4 дБ.

По такому же принципу детализируем эффективность применения мер по улучшению звукоизоляции на основе полученных моделей (рисунки 73 и 74).

Если мы рассмотрим ситуации категории включенного персонального компьютера (системного блока), то увидим, что:

- при активной беседе обоих участников конфиденциальных переговоров после применения рекомендованных мер, представленных подробно во второй главе настоящего выпускного исследования за перегородкой звукоизоляция усилилась на 13 дБ, за дверью на 9 дБ, за окном на 6 дБ;
- при прослушивании речи начальника: за перегородкой – 15 дБ, за дверью – 9 дБ, за окном – 6 дБ;

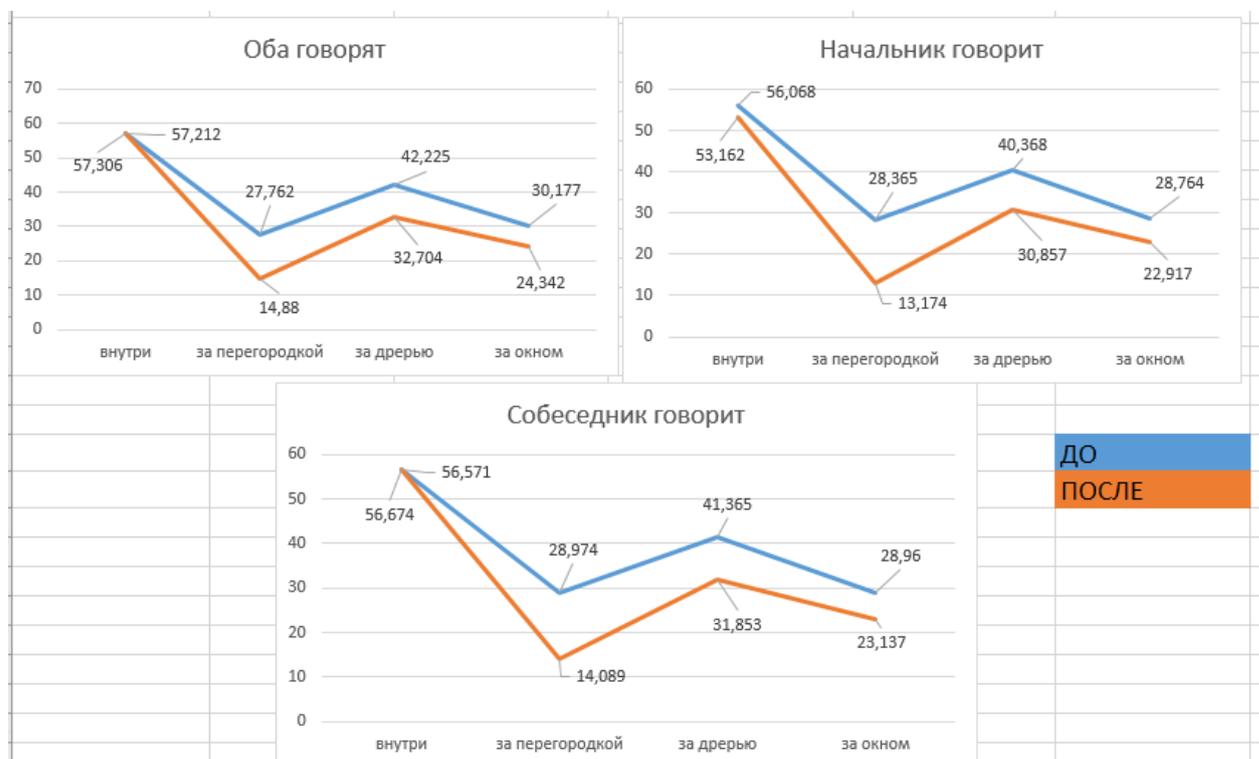


Рисунок 73 – Сравнение показателей до и после усиления звукоизоляции с учётом шума от персонального компьютера

– при прослушивании речи приглашенного собеседника: за перегородкой – 15 дБ, за дверью – 9 дБ; за окном – 9 дБ.

При этом наиболее уязвимым считается акустический канал утечки информации за дверью, так как даже после усиления звукоизоляции разница между уровнем звука внутри помещения и в данной зоне наименьшая – порядка 23 дБ. Наименее уязвимым, но тем не менее всё равно вероятным, считается акустический канал утечки информации за гипсокартонной перегородкой. Здесь, наоборот, достигается максимальная разница между уровнем звука внутри помещения и смежной исследуемой зоне – порядка 41 дБ.

Если мы рассмотрим ситуации категории выключенного персонального компьютера (системного блока), то увидим, что:

– при активной беседе обоих участников конфиденциальных переговоров после применения рекомендованных мер, представленных подробно во второй главе настоящего выпускного квалификационного исследования за перегородкой звукоизоляция усилилась на 15 дБ, за дверью на 9 дБ, за окном на 5 дБ;

– при прослушивании речи начальника: за перегородкой – 15 дБ, за дверью – 10 дБ, за окном – 6 дБ;

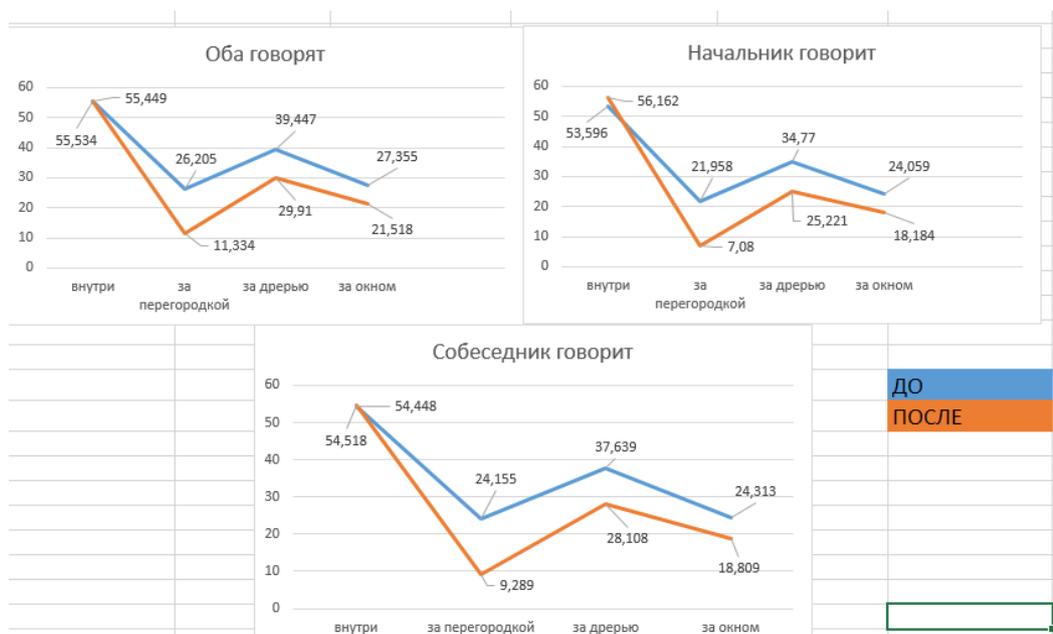


Рисунок 74 – Сравнение показателей до и после усиления звукоизоляции без учёта шума от персонального компьютера

– при прослушивании речи приглашенного собеседника: за перегородкой – 15 дБ, за дверью – 10 дБ; за окном – 6 дБ.

При этом наиболее уязвимым считается акустический канал утечки информации за дверью, так как даже после усиления звукоизоляции разница между уровнем звука внутри помещения и в данной зоне наименьшая – порядка 24 дБ. Наименее уязвимым, но тем не менее всё равно вероятным, считается акустический канал утечки информации за гипсокартонной перегородкой. Здесь, наоборот, достигается максимальная разница между уровнем звука внутри помещения и смежной исследуемой зоне – порядка 47 дБ.

4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

4.1 Безопасность

В исследуемом помещении для конфиденциальных переговоров имеется ПЭВМ исходя из этого рассмотрим стандарты, требования и воздействия на человека пользования данной вычислительной машиной.

Отрицательное воздействие на человека вычислительной техники менее выражено, сглажено многими положительными моментами. Однако у людей длительно использующих ПЭВМ могут быть отмечены такие реакции как нарушение функций зрения, быстрое общее утомление. Для того чтобы избежать вредного воздействия при работе с вычислительной техникой необходимо соблюдать соответствующие меры безопасности, правильно планировать рабочее место и режим работы.

Меры безопасности при работе ПЭВМ:

– Конструкция ПЭВМ должна обеспечивать возможность поворота корпуса в горизонтальной и вертикальной плоскости с фиксацией в заданном положении для обеспечения фронтального наблюдения экрана ВДТ. Дизайн ПЭВМ должен предусматривать окраску корпуса в спокойные мягкие тона с диффузным рассеиванием света. Корпус ПЭВМ, клавиатура и другие блоки и устройства ПЭВМ должны иметь матовую поверхность с коэффициентом отражения 0,4 - 0,6 и не иметь блестящих деталей, способных создавать блики.

– Площадь на одно рабочее место пользователей ПЭВМ с ВДТ на базе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) должна составлять не менее 6 м², в помещениях культурно-развлекательных учреждений и с ВДТ на базе плоских дискретных экранов (жидкокристаллические, плазменные) - 4,5 м²

– Для внутренней отделки интерьера помещений, где расположены ПЭВМ, должны использоваться диффузно отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка - 0,7 - 0,8; для стен - 0,5 - 0,6; для пола - 0,3 - 0,5.

– Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

– Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600 - 700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

– Высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах 680 - 800 мм; при отсутствии такой возможности высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм.

– Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100 - 300 мм от края, обращенного к пользователю, или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы.

По мнению многих специалистов, работа с дисплеем не связана с вредным радиобиологическим воздействием. Допустимая мощность дозы рентгеновского излучения перед экраном на расстоянии 5 см от его поверхности равна 0.5 мр/ч. Интенсивность излучения экрана дисплея не достигает предельно допустимой дозы радиации и, следовательно, условия труда можно отнести к безопасным. Однако, желательно принимать следующие предосторожности: ограничить дневную продолжительность рабочей деятельности перед экраном, не размещать дисплеи концентрированно в рабочей зоне, применять защитные экраны для дисплеев.

Результаты исследований показали, что в наибольшей степени отрицательное физиологическое воздействие на операторов ПЭВМ связано с дискомфортными зрительными условиями из-за неправильно спроектированного освещения: прямая и отражённая от экранов блёклость, неблагоприятное распределение яркости в поле зрения, неверная ориентация рабочего места относительно светоприёмов.

Располагать оборудованное дисплеем рабочее место необходимо таким образом, чтобы в поле зрения оператора не попадали окна или осветительные приборы; они не должны находиться и непосредственно за спиной оператора. Следует добиваться уменьшения отражений на экране от различных источников искусственного и дневного света. Когда искусственный свет смешивается с естественным, рекомендуется использовать лампы, по спектральному составу наиболее близкие к солнечному свету. Соотношение яркости экрана и непосредственно ближайшего окружения не должно превышать 3:1.

Оптимальные значения температуры воздуха в помещении должны составлять 19-23 С.

Рекомендуемая относительная влажность воздуха 55%.

Скорость движения воздуха не более 0.1 м/с.

В исследуемом помещении все рекомендации соблюдены.

4.1.1 Площадь и объем рабочих помещений

Помещение, где находятся компьютеры, должно быть достаточно просторным и хорошо проветриваемым. Минимальная площадь на один компьютер – 6 м² минимальный объем – 20 м³.

В исследуемом помещении площадь составляет 12,5 – 6 м², а объем 35 м³. Что соответствует минимальным требованиям.

4.1.2 Освещение

Работа с ПК зачастую происходит в помещениях с искусственным освещением, которое должно обеспечивать правильную работу глаз и приближать к оптимальным условиям зрительное восприятие, какое бывает при естественном солнечном освещении.

Человек имеет как центральное (колбочковое), так и периферийное (палочковое) зрение. Первое - для восприятия цветов и объектов малых размеров, второе – для восприятия окружающего фона и крупных объектов. Центральное зрение требует больших яркостей, а палочковое действует в сумерках или полумраке. Учитывая, что при работе с дисплеями задействовано именно центральное зрение, становится понятной необходимость достаточного освещения

помещения, где находится компьютер. Самые общие правила организации освещения заключаются в следующем:

а) Следует избегать большого контраста между яркостью экрана и окружающего пространства. Оптимальным считается их выравнивание.

б) Запрещается работа с компьютером в темном или полутемном помещении, Освещение в помещениях с ПК должно быть смешанным: естественным – за счет солнечного света – и искусственным.

Хорошо, если окна, обеспечивающие естественное освещение, имеют северную ориентацию. Если нет, необходимо принять меры, благодаря которым интенсивный солнечный свет из южных или западных окон не мешал бы работе. Так, например, оконные проемы можно оборудовать жалюзи, занавесями, внешними козырьками.

В качестве источников общего искусственного освещения лучше всего использовать осветительные приборы, которые создают равномерную освещенность путем рассеянного или отраженного светораспределения (свет от ламп падает непосредственно на потолок) и исключают блики на экране монитора и клавиатуре. В соответствии с санитарными нормами, это должны быть преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ с рассеивателями или экранирующими решетками. Пульсации света люминесцентных ламп действуют раздражающе на зрение и нервную систему операторов, поэтому для уменьшения коэффициента пульсации используйте лампы, укомплектованные высокочастотными пускорегулирующими аппаратами. Следует отметить, что существуют специальные люминесцентные лампы, например, фирмы «VitaLight R», которые излучают свет различного «качества», имитируя, таким образом, полный спектр естественного солнечного света. Эти лампы меньше раздражают, чем любые другие лампы искусственного освещения.

Источники света необходимо равномерно распределять по комнате, komponуя в сплошные или прерывистые линии. Линии должны располагаться сбоку от рабочих мест параллельно линии зрения пользователя – при рядном размещении компьютеров; локализовано над рабочим столом – при размещении

рабочих мест по периметру помещения. Грамотная организация освещения способна повысить производительность труда при зрительной работе средней трудности – на 5-6%, при очень трудной – на 15%.

Если деятельность пользователя является комбинированной, то есть предполагает работу как с компьютером, так и с документами, на рабочие места необходимо устанавливать источники местного освещения – настольные лампы с регулируемым наклоном плафона и регулируемой яркостью. В этом случае надо следить, чтобы свет от лампы не действовал раздражающе и не создавал бликов на экране.

4.1.3 Планировка и оснащение рабочего места

Рабочее место это оснащенное техническими средствами (средствами отображения информации, органами управления, вспомогательным оборудованием) пространство, где осуществляется деятельность пользователя (пользователей).

Организацией рабочего места называется система мероприятий по оснащению рабочего места средствами и предметами труда и размещению их в определенном порядке. При создании рабочих мест с ВДТ и ПЭВМ должно учитываться расстояние между рабочими столами с видеомониторами, которое должно быть не менее 2 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м.

Рабочее место должно отвечать следующим требованиям:

- оборудование рабочего места (стол, стул, подставка для ног) должны быть специальной конструкции, обеспечивающей возможность индивидуальной регулировки;

- сиденье и спинка стула должны быть покрыты не электризующимися полумягкими материалами;

- расположение рабочих поверхностей должно обеспечить согласованность компоновки рабочего места и маршрута движений, а также достаточную легкость для слежения за рабочими операциями,

- освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть (300 – 500) лк (при комбинированном освещении).

Для операторов на рабочем месте было выделено 21 пространственных параметров, которые представлены в таблице и на рисунке 76

Таблица 9 – Пространственные параметры

Пространственные параметры	L, мм
1 Высота сидения	400-500
2 Высота клавиатуры от пола	600-750
3 Угол наклона клавиатура	7-15°
4 Ширина основной клавиатуры	не > 400
5 Глубина основной клавиатуры	не > 200
6 Удаление клавиатуры от края стола	80-100
7 Высота экрана от уровня пола	950-1000
8 Угол наклона экрана и нормали	0-30°
9 Удаленность экрана от края стола	500-700
10 Высота поверхностей для записей	670-850
11 Площадь поверхности для записей	600x400
12 Угол наклона поверхности для записей	0-100
13 Глубина пространства для ног в коленях	<400
14 Глубина пространства на уровне ступней	<600
15 Высота пространства для ног в коленях	<600
16 Высота пространства на уровне ступней	<100
17 Ширина пространства для ног на уровне	<500
18 Высота подставки для ног	50-130
19 Угол подставки для ног	0-25
20 Ширина подставки для ног	300
21 Глубина подставки для ног	400

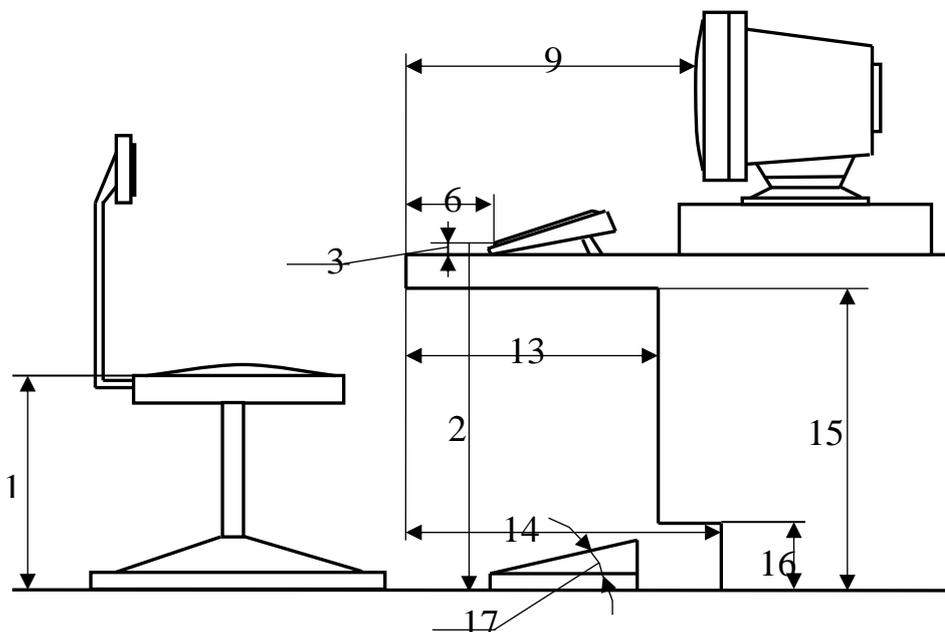


Рисунок 76 – Организация рабочего места оператора ПЭВМ

В исследуемом помещении организации рабочего места соответствует всем рекомендациями и персонал выполняет вышеперечисленные требования.

4.2 Экологичность

Все устройства и техника, используемые на предприятии, учитываются при с помощью присвоенных инвентарных номеров, которые заносятся в базы данных организации и числятся в них как рабочие до момента списания. Списание производится по трем причинам:

- физический износ;
- моральный износ;
- неустраняемая поломка или порча.

Компьютерная техника отличается тем, что чаще всего она морально изнашивается и устаревает. Технологии активно развиваются и продвигаются вперед, что неостановимо влечет необходимость заменять все еще исправную и рабочую технику на предприятии для выполнения новых задач. В связи с этим для компьютерной техники и оргтехники законодательством установлены

сравнительно короткие сроки полезного действия для расчета амортизации — от 3 до 5 лет.

На предприятии техника может работать дольше 5 лет, находясь в рабочем состоянии и выполняя возложенные на нее задачи. По этой причине, обновление устройств может происходить реже. В связи с этим рекомендуется снизить срок рабочей техники до установленных 5 лет и по прошествии данного времени заменять устаревшие образцы на более новые модели. Это повысит производительность рабочего процесса, а также снизит риск опасных поломок техники, так как большинство устройств могут быть пожароопасны при неправильной эксплуатации.

Для списания компьютерной техники и оргтехники на предприятии создается комиссия из сотрудников учреждения, которые обладают соответствующей квалификацией. Члены данной комиссии составляют акт, где подробно описывается причина, препятствующая последующему использованию данной единицы оборудования. Решение комиссии должно быть законным, поэтому к нему прилагаются документы, такие как приказ о создании комиссии, копии инвентарных карточек, копии актов о поломке и т.д.

После утверждения акта производится демонтаж списываемой техники, для извлечения компонентов, в которых содержатся драгметаллы. После такие детали отправляются на аффинажное предприятие, где из них извлекут золото и серебро. Оставшиеся части списанного оборудования доставляются на завод, который специализируется на утилизации опасных отходов предприятий.

Проведя все этапы, можно приступать к составлению акта на основании которого техника снимается с учета. К данному акту прилагаются документы, подтверждающие, что драгметаллы извлечены из оборудования, а оставшийся мусор утилизирован в соответствии с установленным порядком.

В управлении списание производится при помощи специальной фирмы, специализирующейся на утилизации офисного оборудования, что тоже допустимо. В данном случае процесс списания производится быстрее и менее трудоемко для сотрудников предприятия.

Кроме компьютерной техники и оргтехники отдельного внимания требуют осветительные приборы. На предприятии используются люминесцентные лампы для освещения рабочих помещений. Пары ртути, которые содержатся в таких осветительных приборах, относятся к первому классу опасности (чрезвычайно опасные вещества). В связи с этим, такие лампы должны утилизироваться в специальном порядке [4].

Вышедшие из строя люминесцентные лампы немедленно удаляются из осветительного прибора и упаковываются в отдельную картонную коробку. При отсутствии таких упаковок, каждая лампа надежно заворачивается в плотную бумагу или в картон, для предотвращения механических повреждений.

В соответствии с пунктами 2.4 и 2.5 постановления Правительства РФ от 3 сентября 2010 г. N 681 «Об утверждении Правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде», накопление отработанных ртутьсодержащих производится в отдельном помещении, в изоляции от других отходов [5].

Для утилизации и изъятия накопленных отходов привлекается специализированная организация, с которой составляется договор о предоставлении экологических услуг по изъятию отходов. В нем указывается:

- наименование отходов, которые подлежат изъятию;
- класс опасности отходов;
- количество;
- агрегатное состояние отходов;
- местонахождение отходов, наличие тары и ее характеристики;
- периодичность очистки временного места размещения отходов;
- условия и порядок загрузки и транспортировки.

Факт сдачи вышедших из строя ламп оформляется актом приемки-передачи, который подписывают обе стороны (предприятие и организация, принимающая отходы).

4.3 Чрезвычайные ситуации

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Одной из вероятной ЧС на предприятии является пожар.

Правила при ЧС при переговорах в специализированном помещении:

При пожаре и возникновении других чрезвычайных ситуаций дежурный по объекту при получении соответствующей информации объявляет тревогу. Уполномоченные должностные лица в пределах своих полномочий руководят действиями личного состава предприятия в соответствии со сложившейся обстановкой, привлекая при необходимости технических специалистов и персонал ЧОП (частного охранного предприятия), о чем немедленно докладывают руководству. При принятии решения об эвакуации персонала объекта и участников переговоров, а также материальных ценностей создаются временные посты для их охраны и усиления пропускного режима во избежание кражи конфиденциальной информации злоумышленниками. [3]

Правила пожарной безопасности на предприятии

Производственные предприятия в число которых входит ООО «СТРОЙКОМ» попадают под большой список документов, в которых представлены требования на создание комфортных условий для работников. Один из таких документов – правила пожарной безопасности на предприятии. К сожалению, не все собственники придают ему особое значение, что часто приводит к трагическим ситуациям. А ведь пожарная безопасность – это гарантия,

что с людьми ничего не случится, при условии, что надо все требования и правила этого документа соблюдать.

Основные требования

Сразу переходим к разбору требования, потому что это и есть основа безопасности. На предприятии должны выполняться следующие требования:

а) Приказом руководителя определение лиц, которые будут отвечать за противопожарную безопасность, с установкой их обязанностей.

б) Введение режимов пожароопасности.

в) Провести полное оснащение помещений, территории устройствами и приборами противопожарного назначения (огнетушители, гидранты, ящики с песком, пожарными щитами), сигнализацией: звуковой и световой.

г) Организовать обучения всех без исключения сотрудников. Вести журнал учета проведенных занятий.

д) Приказом утверждается порядок оповещения и эвакуации на основе разработанных правил.

е) Организовать размещение знаков, табличек с номерами специальных пожарных служб, установить в требуемых местах телефоны.[4]

Список требований небольшой, не требующий огромных финансовых затрат. На предприятии ООО «СТРОЙКОМ» все требования выполнены в соответствии с Федеральным законом от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральным законом от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений» (утв. постановлением Минстроя от 13.02.1997 № 18-7);

На предприятии ООО «СТРОЙКОМ» ответственным за пожарную безопасность является инженер по охране труда и технике безопасности.

В его обязанности входит:

– Знать в объеме видов деятельности предприятия (подразделения) пожарную опасность помещений, зданий, сооружений, технологических устано-

вок и инженерного оборудования, технологического процесса производства и применяемых в производстве веществ и материалов.

– Обеспечить выполнение на вверенных участках работы установленного противопожарного режима, требований государственных и отраслевых стандартов, норм и правил, а также инструкций о мерах пожарной безопасности, действующих на предприятии.

– Разработать и утвердить у руководителя предприятия инструкцию о мерах пожарной безопасности на вверенном объекте (для каждого взрывопожароопасного и пожароопасного объекта).

– Контролировать выполнение работниками предприятия (подразделения) требований, действующих на предприятии, инструкций о мерах пожарной безопасности.

– Проводить работу по оснащению предприятия (подразделения) пожарной техникой и оборудованием, установками систем автоматической противопожарной защиты, первичными средствами пожаротушения.

– Следить за исправностью средств сигнализации, телефонной связи, систем отопления, вентиляции, электроустановок, газовых сетей и приборов, аппаратов и устройств, работающих под давлением (котлов, компрессорных установок, баллонов), заземляющих и зануляющих устройств технологического оборудования и производственного инвентаря, инструмента, содержания аварийных выходов и путей эвакуации, проездов и подступов к пожарному оборудованию, источников пожарного водоснабжения и принимать меры к устранению обнаруженных неисправностей.

– Определить и обеспечить порядок противопожарного осмотра помещений перед их закрытием по окончании работы.

– Обеспечивать и проверять наличие плакатов, инструкций, знаков пожарной безопасности и табличек.

– Организовать и проводить в установленном порядке обучение работников предприятия (подразделения) мерам пожарной безопасности.

Предприятие ООО «СТРОЙКОМ» оснащено системой пожарной защиты, системой предотвращения пожара и системой оповещения о чрезвычайной ситуации. Для безопасности работников присутствуют планы эвакуации, дополненные перечнем действий при пожарной ситуации. Регулярно проводится инструктаж всех работников предприятия.

В производственных цехах предприятия имеются щиты пожарной безопасности, на которых имеются огнетушители ОХП-10 или ОХВП-10. А в офисных помещениях использованы огнетушители ОП-4 или ОУ-3.

4.4 Физические упражнения

Простейшим способом отдыха глаз является их закрывание на более или менее длительный период времени и мысленное представление чего-нибудь приятного, Этот метод служит средством первой помощи, и к нему надо прибегать в первую очередь. Лишь очень немногие не получают от него пользы.

Еще большую степень отдыха можно достичь, если человек закроет глаза и прикроет их ладонями рук, чтобы полностью исключить свет. Закройте оба глаза и прикройте их ладонями обеих рук, пальцы при этом скрещены на лбу. Простое прикрытие ладонями закрытых глаз бесполезно, если в то же время не достигается состояния покоя психики. Когда вам удастся идеально сделать пальминг, вы увидите поле зрения таким черным, что вспомнить, представить или увидеть что-либо чернее невозможно. Когда вы добьетесь этого, ваше зрение станет нормальным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате квалификационного исследования разработан комплексный подход при обеспечении информационной безопасности по акустическим каналам связи, который включает не только уже известные этапы, такие как:

- анализ инженерной конструкции;
- замеры с помощью специализированных инструментов;
- практические расчеты,

но и новый – моделирование процесса распространения звука в исследуемом помещении для проведения конфиденциальных переговоров и в интересующих смежных зонах.

Научная новизна работы заключается в применении уже известных методов проектирования моделей распространения звука (шума) согласно всем правилам и нормам (жилые помещения, концертные залы и прочее) в области защиты информации по акустическим каналам. Но при этом надстройки используемого программного модуля были изменены согласно специфике исследования, о чём подробно говорится во второй главе.

Опираясь на общеизвестные и наиболее подходящие способы измерения разборчивости речи, проведён анализ полученной модели, выявлены уязвимые места, в которых возможно образование акустического канала утечки информации, предложены методы их ликвидации.

Разработанный способ исследования акустических каналов утечки информации можно адаптировать на любое помещение в целом (коммерческая, государственная, правоохранительная сферы деятельности). Это в свою очередь подчёркивает универсальность исследования и его практическую значимость.

Кроме того, представлена работа профессиональной прикладной программы Comsol Multiphysics (версии 5.4) для квалификационного исследования утечки информации по акустическим каналам в помещении для конфиденциальных переговоров отражает ещё один новый аспект и взгляд на использование указанного программного обеспечения.

Выпускное квалификационное исследование включило в себя следующие этапы:

– углубленное изучение узкоспециализированной литературы в области информационной безопасности, а именно – утечки информации по акустическим каналам;

– анализ уже разработанных и применяемых способов ликвидации, локализации или блокирования возможности утечки информации по акустическим каналам;

– анализ инженерной конструкции, структурной и пространственной моделей исследуемого помещения для проведения конфиденциальных переговоров с предварительным выявлением потенциальных акустических каналов утечки информации;

– выполнение замеров с помощью наиболее простого в использовании шумомера внутри помещения и точках возможного подслушивания;

– проектирование модели исследуемого помещения в специальном программном обеспечении «Comsol» (версии 5.4);

– задание необходимых параметров для решения поставленной акустической задачи с помощью уравнения акустической диффузии с учётом его особенностей и нестандартного взгляда на звук;

– выполнение автоматизированных расчётов и анализ полученных результатов (рассмотрены две глобальные категории: с посторонним шумом и только разговорная речь);

– сравнение результатов с ранее произведёнными практическими расчётами на основе экспериментального опыта и метода Покровского;

– разработка рекомендаций по усилению звукоизоляции, проверка их на разработанных моделях, анализ вновь произведённых автоматизированных расчетов, но уже с обновленными данными и вывод.

В результате представлены «модели нарушителя» в нескольких вариациях и соответствующие ей модели защиты речевой информации по акустическим каналам связи в помещении для проведения конфиденциальных переговоров.

Существуют различные способы несанкционированного получения информации через акустический канал. Поэтому акустические каналы, которые могут образоваться при проведении конфиденциальных переговоров, требуют тщательного изучения с целью разработки эффективных мер по их блокированию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Абалмазов Э. И. Методы и инженерно-технические средства противодействия информационным угрозам. М. : Гротек, 2017. – 248 с.
- 2 Боголепов И. И. Промышленная звукоизоляция. Л. : Судостроение, 2016.9: Борисов Л. П. , Гужас Д. Р. Звукоизоляция в машиностроении. – М. Машиностроение, 1990. – 256с., 10. Борьба с шумом на производстве: Справочник / Под ред. Е. Я.
- 3 Бузов Г. А. , Калинин С. В. , Кондратьев А. В. Защита от утечки информации по техническим каналам: Учеб. пособие. М. : Горячая линия – Телеком, 2005, – 416 с.
- 4 Быков Ю. С. Составление артикуляционных таблиц русской речи и метод определения звуковой разборчивости. М. : Труды Комиссии по акустике АН РФ, 2012, V 6.
- 5 Ванина Н. М. , Орехов В. В. , Галкин А. П. «Спецтехника средств связи», серия «Техника радиосвязи», 2017, № 1, 51-57.
- 6 Варганов Н. О. Сравнение различных методов артикуляционных измерений. Информационный листок. НИЛ МЭС и ЭП, 2013, # 12 (112).
- 7 Галкин А. П. Оценка необходимости защиты информации предприятия. «Вестник ассоциации Русская оценка», 2009-1, с.55-58.
- 8 Галкин А. П. К определению погрешности измерения контролируемых параметров, Межвуз. сб. научн. тр. «Повышение эффективности и надежности РЭС», вып. 3, Л. , ЛЭТИ, 2014 с.34-39.
- 9 Галкин А. П. Устранение несанкционированного использования диктофона. / Материалы 3-ей Международной НТК «Перспективные технологии в средствах передачи информации», г. Владимир, 2014, с.61-64.
- 10 Герасименко В. Г. , Лаврухин Ю. Н. , Тупота В. И. , «Методы защиты акустической речевой информации от утечки по техническим каналам». М. : РЦИБ «Факел», 2013. – 256с.
- 11 Гришин В. Г. Образный анализ экспериментальных данных. М. :

Наука, 2012. – 238 с.

12 Грушо А. А. , Тимонина Е. Е. Теоретические основы защиты информации. – М. : Яхтсмен, 2016. – 196 с.

13 Дворянкин С. В. Очистка речевого сигнала от шумов и помех посредством цифровой обработки изображений его сонограмм. // Тезисы докладов международной конференции "Обработка информации в компьютерных системах". М. : МТУСИ. 2017. С. 179-180.

14 Дворянкин С. В. , Женило В. Р. Система протоколирования искаженных помехами и шумами речевых фонограмм. // Тезисы докладов международной конференции "Информатизация правоохранительных систем". М. : Академия управления МВД РФ, часть 2. 2012. – С. 85-89.

15 Дворянкин С. В. , Калужин Р. В. Адаптивное сжатие аудиоинформации в системах защиты и обработки. // «Системы безопасности», № 6(48), 2012. – С. 94-96.

16 Дворянкин С. В. , Романцов А. П. Статистический метод стеганофонического анализа аудиофайлов. // Тезисы докладов IV межрегионального науч.-техн. семинара "Применение пластиковых карт и защита информации". М. : МНТОРЭС им. А. С. Попова. 2012. – С. 51-54.

17 Дружинин Г. В. , Сергеева И. В. Качество информации. - М. : Радио и связь, 2010. – 163 с.

18 Евтушенко А. В, Ермилина. Влияние шума на человека. Акустический журнал, 2015, 41, (3), 510.

19 Железняк В. К., Колесников А. А., Комарович В. Ф. Корреляционная теория разборчивости речи // Вопросы радиоэлектроники. 2015. – № 2 С. 3-7.

20 Железняк В. К. Защита информации от утечки по техническим каналам: Учеб. пособие. СПб.: Редакционно издательский центр СПб.: ГУАП, 2016. – 188 с.

21 Железняк В. К. , Макаров Ю. К. , Хорев А. А. Некоторые методические подходы к оценке эффективности защиты речевой информации. М. : Специальная техника, № 4, 2012. – С. 39-45.

22 Иванов Н. И. Инженерная акустика: Теория и практика борьбы с шумом: учебник. – М. : Университетская книга, Логос, 2008. – 424 с.

23 Иванов Н. И. , Никифоров А. С. Основы виброакустики. – СПб.: Политехника, 2010. – 482с.

24 Калинин С. В. Виброакустическое зашумление помещений – иллюзии и реальность // Защита информации. Конфидент. № 4 (40) июль-август 2012. – С. 38-42.

25 Фабрицио Т. , Теппин Д. 5S для офиса: как организовать эффективное рабочее место: 2008. – 175 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Техническое задание

1 Полное наименование исследования

Исследование утечки информации по акустическим каналам в помещений для конфиденциальных переговоров.

2 Наименование предприятий разработчика и заказчика (пользователя) исследования

Заказчик:

Наименование заказчика: ООО «СтройКом»

Юридический адрес: 675000 г. Благовещенск, ул. Загорная, 177

Автор исследования: Студент группы 555-об математики и информатики Амурского Государственного Университета Толкачев Антон Олегович

3 Перечень документов, на основании которых проводится исследование

Федеральный закон от 27 июля 2006 г. N 152-ФЗ «О персональных данных».

СНиП 23-03-2003 «Защита от шума, актуализированная редакция».

МГСН 2.04-97 «Допустимые уровни шума, вибрации и требования к звукоизоляции в жилых и общественных зданиях».

Пособие к МГСН 2.04-97 «Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий».

СП 163.1325800.2014 «Конструкции с применением гипсокартонных и гипсоволокнистых листов. Правила применения и монтажа»

ГОСТ 12.1.003-76 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».

ГОСТ 20445-75 «Здания в сооружения промышленных предприятий. Метод измерения шума на рабочих местах».

ГОСТ 8.055-73 "ГСИ. Машины. Методика выполнения измерений для определения шумовых характеристик".

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

4 Плановые сроки начала и окончания работы по проведению научно-исследовательской работы

В соответствии с календарным графиком на преддипломную практику, представленном в дневнике практики и индивидуальном задании.

5 Назначение исследования

Разработка нового метода определения уровня защиты акустических каналов в помещении для конфиденциальных переговоров.

6 Цель проведения исследования

Разработка 3D-модели с демонстрацией акустических волн для конкретного помещения, которое используется для конфиденциальных переговоров с раскрытием уязвимых мест шпионажа.

7 Краткие сведения об исследуемом объекте

Объектом исследования является кабинет начальника крупного торгово – строительного предприятия ООО «СтройКом» площадь которого составляет 12,5 квад. метров.

8 Сведения об условиях эксплуатации исследуемого объекта

Исследуемый объект используется в качестве личного кабинета начальника ООО «СтройКом» и помещения для конфиденциальных переговоров.

9 Требования к результатам исследования в целом

В конечном итоге 3D-модель должна визуально демонстрировать процесс излучения акустических сигналов и просто и наглядно отображать возможные уязвимости помещения.

10 Требования к численности, квалификации персонала

При исследовании и оценке акустической защиты выбранного помещения, необходим 1 человек, который имеет навыки в 3D моделировании инженерных сооружений и моделирование расчётных моделей в программном обеспечении «COMSOL».

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ А

11 Требования к надёжности

Полученная в конечном итоге 3D-модель должна иметь ограниченные права доступа (доступна только для соответствующих сотрудников).

12 Требования по эргономике и технической эстетике

Интерфейс пользователя должен быть прост и понятен. При этом должен быть учтён следующий стандарт:

ГОСТ Р 50948-96 «Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности».

Эргономические параметры и параметры безопасности должны оцениваться в соответствии со стандартом:

ГОСТ Р 50949-96 «Средства отображения информации индивидуального пользования. Методы измерений и оценки эргономических параметров и параметров безопасности».

13 Требования по стандартизации и унификации

Для проектирования результативной модели необходимо применять стандартное общее и базовое программное обеспечение.

14 Требования к функциям разрабатываемой модели

Разработанная 3D-модель исследуемого кабинета начальника ООО «СторйКом» для проведения конфиденциальных переговоров обязана выполнять нижеперечисленные функции:

- понятное восприятие для пользователя, при необходимости даже упрощённое, изображение помещения для конфиденциальных переговоров;
- демонстрировать в подробном и в тоже время лаконичном виде процесс распространения шума для пользователей;
- проявить наглядно уязвимости в акустической защите помещения и вероятные несанкционированные пути получения речевой информации.

15 Требования к информационному и программному обеспечению

Для выполнения всех этапов исследования (построение модели, расчет данных) используется программное обеспечение «COMSOL Multiphysics»

версии 5.4.