

ISSN 3033-8360

Инспектирование и экспертиза в строительстве

Научно-технический журнал

Учредители:

Государственное бюджетное учреждение
города Москвы «Центр экспертиз, исследований
и испытаний в строительстве» (ГБУ «ЦЭИИС»)

Редакционная коллегия:**Главный редактор****М.С. Риваненко,****Директор ГБУ «ЦЭИИС»****Члены редакционной коллегии:****К.Ю. Кулаков,**

доктор экономических наук, профессор

В.В. Бредихин,

доктор экономических наук, доцент

В.Я. Мищенко,

доктор технических наук, профессор

Б.Б. Хрусталёв,

доктор экономических наук, профессор

Ответственный секретарь редколлегии:**Н.Н. Лобанов,**кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник

Основан в 2025 году.

Выходит четыре раза в год

**СВИДЕТЕЛЬСТВО О РЕГИСТРАЦИИ СРЕДСТВА
МАССОВОЙ ИНФОРМАЦИИ:**

Серия ПИ №ФС77-90028 от 29.08.2025

Выдано Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций (РОСКОМНАДЗОР)

Редакция оставляет за собой право технического
редактирования публикуемых материалов. Авторы
публикуемых материалов несут ответственность
за достоверность приведенных сведений,
за отсутствие данных, не подлежащих открытой
публикации и точность информации по цитиро-
ванной литературе. Редакция может опублико-
вать статьи в порядке обсуждения, не разделяя
мнение автора.

Оформление статей авторами производится в со-
ответствии с ГОСТ Р 7.0.7-2021. Национальный
стандарт Российской Федерации. Система стан-
дартов по информации, библиотечному и изда-
тельскому делу. Статьи в журналах и сборниках.
Издательское оформление".

Редакция не несет ответственности за
достоверность сведений в рекламных
материалах.

При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Компьютерная верстка издательства

ООО ИИА «Просветитель»,

отв. В.В. Иванов,

корректор Г.А. Островская.

Подписано в печать

Адрес редакции: 109052, г. Москва, Рязанский
проспект, д.13.

Тел.: 8-(915)-113-65-67

E-mail: ceiis@str.mos.ru

Уважаемые коллеги!

Редакция научно-технического журнала «Ин-
спектирование и экспертиза в строительстве», уч-
режденного ГБУ «ЦЭИИС», получила положитель-
ные отзывы о первом номере, что дает основание
прогнозировать правильность выбранной тематики,
и мы постарались ее развить в предлагаемом Ваше-
му вниманию втором номере.

Существенную часть второго номера занимают статьи по судеб-
ной экспертизе, как чисто теоретического характера, так и результаты
применения отечественного программного обеспечения и техниче-
ских средств. Отдельное внимание заслуживают две статьи, посвя-
щенные вопросам актуальности сметных расчетов и рыночных оце-
нок стоимости строительных работ и материалов для целей судебной
экспертизы. Редакционная коллегия в порядке эксперимента, посчи-
тала возможным дать выступить в этом разделе не только хорошо
известным ученым и экспертам в области строительно-технической
экспертизы, но и молодой смене — студентам строительных ВУЗов без
соавторства с «группами поддержки» в лице преподавателей.

В разделе «Исследования» можно выделить работу, которая от-
крывает цикл научных исследований в ГБУ «ЦЭИИС» по разработке
методов использования новых портативных технических средств для
оценки качества материала и конструкций непосредственно на стро-
ительной площадке. Отдельно следует отметить многолетнюю работу
по выявлению корреляции между прочностью и плотностью стяжки
пола.

Интересная работа по использованию методов акустической
эмиссии для диагностики усталостных трещин в металлоконструкци-
ях открывает раздел «Инспекции». Вторая статья этого раздела про-
должает линию ГБУ «ЦЭИИС» на разработку экспресс-методов опре-
деления основных параметров эксплуатации зданий и сооружений.

Хотелось бы обратить внимание читателей на впервые реали-
зованные непосредственные сравнительные испытания потреби-
тельских свойств одного и того же изделия, с одной стороны пред-
приятием-изготовителем, а с другой — независимым испытательным
центром, которым является ГБУ «ЦЭИИС» — раздел «Испытания».

Безусловный интерес в разделе «Новые материалы и конструк-
ции» представляет подробное исследование звукоизоляционных
свойств многослойных бескаркасных монолитных конструкций, ко-
торые получают все большее применение в массовом строительстве.

Редакционная коллегия уверена, что специалисты найдут для себя
полезный материал в предлагаемом номере журнала и одновремен-
но сообщает, что третий номер журнала будет посвящен целиком ма-
териалам Первой Всероссийской научно-практической конференции
международным участием «Теория и практика судебной строитель-
но-технической экспертизы», которая прошла 01.06.2026.

Директор ГБУ «ЦЭИИС»,

Главный редактор

М.С. Риваненко



СУДЕБНАЯ ЭКСПЕРТИЗА

Бутырин А.Ю. , Фурсенко Т.И.
Метод сравнительного анализа в исследовании
судебной строительно-технической экспертизы 4

Вачарадзе Д.А., Романченко И.П.
Применение отечественного программного комплекса «NANOCAD»
в судебно-экспертной деятельности 9

Попова Л.Б.
Определение сметной стоимости работ по рыночным расценкам для судебной
строительно-технической экспертизы 14

Назарова А.Г.
Территориальные сметные нормативы (ТСН) как ключ к справедливой стоимости в судебных спорах 18

Клюс В.Р. , Лобова В.В.
Некоторые подходы к обследованию технического состояния объектов капитального ремонта при
решении задач судебной строительно-технической экспертизы 23

Лобова В.В. , Клюс В.Р.
Процедура проведения строительно-технической экспертизы отдельных элементов инженерно-
технических систем зданий 27

ИССЛЕДОВАНИЯ

Журавлев А.Н., Григорьев Д.В.
Анализ Применения переносного рентгенофлуоресцентного анализатора SKYRAY Explorer 5000
для оценки свойств керамического кирпича 31

Кабанов Д.С.
Зависимость прочности стяжки пола от ее плотности 37

ИНСПЕКЦИИ

Козлов А.П. , Прокофьев Р.А.
Использование методов акустической эмиссии для диагностики усталостных трещин в металлических
конструкциях 42

Крышов С.И., Киселева Н.В.
Экспресс-энергоаудит административного здания 46

ИСПЫТАНИЯ

Жеглова Е.Л., Поярков О.Я. , Спирин А.Н.
Взаимодействие с предприятием-изготовителем по вопросам контроля качества и испытаний
образцов напольных покрытий 52

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИИ

Гагулаев А.В., Зиядов Ч.Ш., Разрезова К.В., Щелоков Ю.А.
Экспериментальное исследование звукоизоляции многослойных бескаркасных
монолитных конструкций 58

Founders:

State Budgetary Institution of the City of Moscow «Center for Expertise, Research and Testing in Construction» (GBU «CEIIS»)

Editorial Board:

Editor-in-Chief

M.C. Rivanenko,
Director of GBU «CEIIS»

Members of the Editorial Board:

K. Y. Kulakov,
Doctor of Economics, Professor
V.V. Bredikhin,
Doctor of Economics, Associate Professor
V.Y. Mishchenko,
Doctor of Technical Sciences, Professor
B. B. Khrustalev,
Doctor of Economics, Professor

Executive Secretary of the Editorial Board:

N. N. Lobanov,
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, senior researcher

Founded in 2025. Published quarterly

CERTIFICATE OF REGISTRATION OF A MASS MEDIA OUTLET:

PI series No. FS77-90028 dated 29.08.2025
Issued by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technologies and Mass Communications (ROSKOM-NADZOR)

The editorial staff reserves the right to make technical changes to the published materials. The authors of published materials are responsible for the accuracy of the information provided, for the lack of data that is not subject to public publication, and for the accuracy of information on the cited literature. The editorial board can publish articles in the order of discussion, without sharing the opinion of the author.

Authors' articles are designed in accordance with GOST R 7.0.7-2021. National standard of the Russian Federation. System of standards for information, library and publishing. Articles in journals and collections. Publishing design».

The editorial board is not responsible for the accuracy of information in advertising materials.

When reprinting, a link to the journal is required.

Publishing house LLC IPA "Prosvetitel"
Editor of the publishing house V.V. Ivanov
Publisher's proofreader G.A. Ostrvskaya

Editorial office address: 13 Ryazansky Prospekt, Moscow, 109052.
Phone number:: 8-(915)-113-65-67
E-mail: ceiis@str.mos.ru

EXPERTISE

Butyrin A.Yu., Fursenko T.I.

Comparative Analysis Method in Research of Forensic Construction and Technical Expertise4

Vacharadze D.A., Romanchenko I.P.

Application of the Domestic Software Package "NANOCAD" in Forensic Expertise9

Popova L.B.

Determining the Estimated Cost of Work at Market Rates for Forensic Construction and Technical Expertise14

Nazarova A.G.

Territorial Estimate Standards (TES) as a Key to Fair Value in Litigation.....18

Klyus V.R., Lobova V.V.

Some Approaches to Surveying the Technical Condition of Capital Repairs in Forensic Construction and Technical Expertise.....23

Lobova V.V., Klyus V.R.

Construction and Technical Assessment Procedure for Individual Elements of Building Engineering Systems27

RESEARCH

Zhuravlev, A.N., Grigoriev, D.V.

Analysis of the Use of the SKYRAY Explorer 5000 Portable X-ray Fluorescence Analyzer for Assessing the Properties of Ceramic Bricks.....31

Kabanov, D.S.

Dependence of Floor Screed Strength on Its Density37

INSPECTIONS

Kozlov, A.P., Prokofiev, R.A.

Use of Acoustic Emission Methods for Diagnosing Fatigue Cracks in Metal Structures.....42

Kryshov, S.I., Kiseleva, N.V.

Express Energy Audit of an Administrative Building46

TESTING

Zheglova, E.L., Poyarkov, O.Ya., Spirin, A.N.

Interaction with the manufacturer on quality control and testing of flooring samples ...52

NEW MATERIALS AND STRUCTURES

Gagulaev A.V., Ziyadov Ch.Sh., Razrezova K.V., Shchelokov Yu.A.

Experimental study of sound insulation of multilayer frameless monolithic structures.....58

УДК 534.843.12:
699.844Гагулаев А.В.,
Зиядов Ч.Ш.,
Разрезова К.В.,
Щелоков Ю.А.

Экспериментальное исследование звукоизоляции многослойных бескаркасных монолитных конструкций

Гагулаев А.В.¹, Зиядов Ч.Ш.², Разрезова К.В.³, Щелоков Ю.А.⁴¹ Ассоциация Профессионалов Аддитивного Строительства (АПАС);² Автор патента №2678293 С1 «Монолитная звукоизоляционная стеновая конструкция»;³ ООО «Звукоизоляционные Европейские Технологии»;⁴ ООО «Звукоизоляционные Европейские Технологии».

Аннотация. Обеспечение требуемого уровня звукоизоляции межквартирных стен в многоэтажных зданиях без значительного увеличения толщины конструкций остается важной инженерной задачей. Однослойные стены из легкогобетонных блоков, как правило, не позволяют достичь нормативных показателей по воздушному шуму [1-3], тогда как легкие каркасные перегородки с наружными гипсокартонными листами ограничены по прочности и области применения [2,3].

Целью работы является экспериментальное определение индексов изоляции воздушного шума R_w для многослойных ограждающих конструкций, выполняемых по технологии бескаркасного монолитного строительства – бескаркасные звукоизоляционные монолитные конструкции (БЗМК).

В работе приведены результаты лабораторных и натурных испытаний трех- и пятислойных конструкций, а также результаты численного моделирования асимметричных решений с прогнозируемым индексом изоляции воздушного шума R_w более 60 дБ (Рис. 1).

Проведено сопоставление экспериментальных данных с расчетами, выполненными в программном комплексе WALLs [4].

Показано, что применение БЗМК позволяет достигать значений R_w до 54 дБ при толщине 150–200 мм, что на 10–12 дБ превышает показатели однослойных стен из легкогобетонных блоков аналогичной толщины [2]. Моделирование асимметричных конструкций демонстрирует возможность достижения индекса изоляции воздушного шума R_w более 60 дБ.

Практическая значимость работы связана с возможностью использования предложенных решений при проектировании жилых зданий и проведении строительной экспертизы.

Ключевые слова: Многослойные ограждающие конструкции, бескаркасные звукоизоляционные монолитные конструкции, программный комплекс «WALLs», асимметричные конструкции

Введение

Одной из ключевых задач строительной акустики является обеспечение нормативного индекса изоляции воздушного шума ограждающими конструкциями в жилых зданиях. Действующие нормативные документы – СП 51.13330.2011 «Защита от шума» [5], устанавливают требования к индексу изоляции воздушного шума R_w межквартирных стен на уровне 50–52 дБ в зависимости от категории здания. На практике достижение этих значений возможно или за счёт конструкции из полнотелого кирпича (объёмная плотность 1800 кг/м³) толщиной 250 мм, монолитных стен (объёмная плотность 2400 кг/м³) толщиной 150 мм или двойные стены (кирпич, блоки) с воздушным зазором – общая толщина 280–350 мм [3], что приводит к увеличению нагрузки на перекрытия или уменьшению полезной площади помещений.

В качестве альтернативы применяются многослойные системы, работающие по принципу разделения масс слоями с повышенной упругостью или звукопоглощающими свойствами. Наиболее распространены каркасные перегородки с облицовкой из листовых материалов и заполнением минераловатными плитами. Однако подобные системы обладают недостаточной несущей способностью и, как правило, используются в качестве межкомнатных перегородок или дополнительных облицовок, но не в качестве основных межквартирных стен [3].

В связи с этим перспективным направлением является разработка **бескаркасных звукоизоляционных монолитных конструкций (БЗМК)**, в которых жесткие массивные слои (гипсобетон) и упругие слои (минераловатные плиты) формируются в едином технологическом процессе послойного

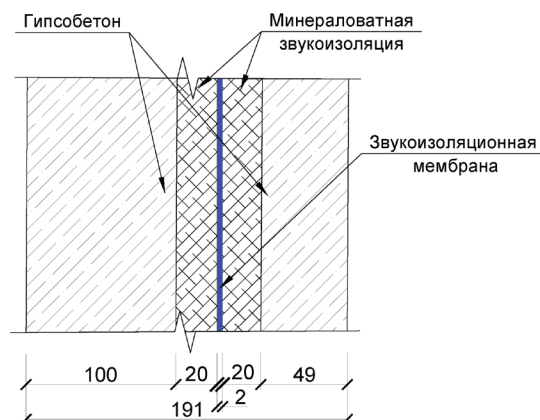


Рис. 1. Схема многослойной асимметричной конструкции, рассчитанной в программе WALLs.

торкретирования. Такой подход позволяет создать конструкцию, сочетающую монолитность, достаточную прочность и высокую акустическую эффективность [4].

Целью настоящего исследования является экспериментальная оценка индекса изоляции воздушного шума для трех-, пяти-, а также асимметричных стен, выполненных по технологии БЗМК, и сопоставление полученных результатов с расчетными данными.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- впервые получены экспериментальные данные по звукоизоляции многослойных бескаркасных звукоизоля-

ционных монолитных конструкций, сформированных методом послойного торкретирования;

- установлена количественная зависимость индекса изоляции воздушного шума R_w от количества слоев и их структурной конфигурации в системах БМК;
- подтверждена применимость аддитивного метода расчета (реализованного в программном комплексе WALLs) для прогнозирования звукоизоляции конструкций данного типа;
- предложены и численно обоснованы асимметричные многослойные конструкции с прогнозируемым индексом изоляции воздушного шума свыше 60 дБ;
- показана возможность достижения нормативных и повышенных требований по звукоизоляции при сниженной толщине ограждающих конструкций.

Материалы и методы

Исследование включало два этапа: расчетный и экспериментальный.

На первом этапе выполнялось моделирование звукоизоляционных характеристик с использованием программного комплекса WALLs, реализующего аддитивный метод расчета звукоизоляции многослойных конструкций [1]. Разработчиком программы является Щелоков Ю.А.

Программа WALLs позволяет определять спектр и индекс звукоизоляции не только однослойных, но и многослойных конструкций. Интерфейс программы даёт возможность пользователю моделировать состав конструкций путём добавления, удаления и замены слоёв. Визуализация конструкций осуществляется с учётом задаваемых толщин слоёв и материалов, занесённых в базу данных программы. Помимо определения табличного спектра звукоизоляции, программа выводит на экран построенную частотную характеристику, при этом на одном графике можно отображать несколько кривых, полученных расчётным путём или из справочника базы лабораторных испытаний, что значительно упрощает проведение оценки звукоизоляции ограждающих конструкций.

На втором этапе проводились натурные и лабораторные измерения.

Объекты испытаний

В рамках исследования были рассмотрены различные конструкции стен и их звукоизоляционная способность.

1. Трехслойная конструкция:

- гипсобетон толщиной 50 мм (гипсо-торкрет бетон, торговая марка «Монолит», ООО «Фирма «Вефт»);
 - плита звукопоглощающая SoundGuard Basalt 50, толщиной 100 мм;
 - гипсобетон толщиной 50 мм (гипсо-торкрет бетон, торговая марка «Монолит», ООО «Фирма «Вефт»);
- Линейные размеры конструкции: 3,55 x 2,85 м, общая толщина конструкции **200 мм**.

2. Пятислойная конструкция (вариант А):

- гипсобетон толщиной 50 мм (гипсо-торкрет бетон, торговая марка «Монолит», ООО «Фирма «Вефт»);
- плита звукопоглощающая PAROC SSB1, толщиной 20 мм;
- сердечник — клеевой состав толщиной 7 мм;

- плита звукопоглощающая PAROC SSB1, толщиной 20 мм;

- гипсобетон толщиной 50 мм (гипсо-торкрет бетон, торговая марка «Монолит», ООО «Фирма «Вефт»).

Линейные размеры конструкции: 4,2 x 2,5 м, общая толщина конструкции **147 мм**.

3. Пятислойная конструкция (вариант Б):

- гипсобетон толщиной 51,5 мм (гипсо-торкрет бетон, торговая марка «Монолит», ООО «Фирма «Вефт»);
- плита звукопоглощающая SoundGuard ЭкоАкустик 80, толщиной 20 мм;
- звукоизоляционная мембрана SoundGuard Membrane 2S, толщиной 2 мм;
- плита звукопоглощающая SoundGuard ЭкоАкустик 80, толщиной 20 мм;
- гипсобетон толщиной 51,5 мм (гипсо-торкрет бетон, торговая марка «Монолит», ООО «Фирма «Вефт»);

Линейные размеры конструкции: 2,9 x 2,85 м, общая толщина конструкции **145 мм**.

Изготовление образцов осуществлялось методом двустороннего послойного торкретирования гипсобетонной смеси на предварительно закрепленные минераловатные плиты. Метод нанесения описан в патенте RU 2 678 293 C1 «Монолитная звукоизоляционная стеновая конструкция» [7].

Методика измерений в натурных условиях

Измерения звукоизоляции образцов (изоляция воздушного шума) выполнялись в строящемся многоквартирном жилом доме в г. Москва в соответствии с требованиями ГОСТ 27296-2012 [9]. Площадь образцов **10,2 м²** (3,55 x 2,85 м) и **8,3 м²** (2,9 x 2,85 м).

Результаты исследований

Перед началом работ, связанных с возведением конструкций, были произведены прогнозные расчёты при помощи программы «WALLs» [4]. Дальнейшие исследования заключались в сопоставлении расчетных показателей и фактических результатов измерений.

1. Трехслойные конструкции

На первом этапе было выполнено сопоставление расчетных и экспериментальных данных для стены из газобетона D600 толщиной 200 мм и трехслойной конструкции БЗМК аналогичной толщины.

Расчет в программе WALLs показал, что индекс изоляции воздушного шума R_w для газобетонной стены составляет **44 дБ** (рис. 2), для трехслойной конструкции — **54 дБ** (рис. 3).

Фактические данные измерений по стенам из газобетонных блоков (D600) толщиной 200 мм: $R_w = 41 \div 42$ дБ (обобщение данных ГБУ «ЦЭИИС», $n = 15$ измерений).

Натурные испытания в помещении проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 27296-2012 [8]:

- Помещение низкого уровня: жилая комната, площадь — 11,9 м², высота — 2,85 м, объём — 33,915 м³, температура воздуха — + 4,5 °С;
 - Помещение высокого уровня: жилая комната, площадь 10,9 м², высота — 2,85 м, объём — 31,065 м³, температура воздуха — + 4,8 °С.
- Относительная влажность 60,5 %.

▶ Трехслойная стена 200 мм (протокол испытаний НИИ ПТЭС № ПИ-4/02/25 [9]): **Rw = 54 дБ**.

Таким образом, применение трехслойной конструкции БЗМК позволяет повысить звукоизоляцию на 10–12 дБ по сравнению с однослойной газобетонной стеной той же толщины.

2. Пятислойные конструкции

Схема многослойной конструкции (5 слоёв) представлена на рисунке (вариант 145 мм) (рис. 4).

Экспериментальные исследования показали значения R_w в диапазоне 52–55 дБ при толщине конструкций порядка 145–150 мм. Это подтверждает эффективность использования нескольких упругих слоев.

Прогнозное значение индекса изоляции воздушного шума R_w было получено, как и в предыдущем случае, при помощи программы WALLs (рис. 5.)

Натурные испытания в помещении проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 27296-2012 [8]:

- Помещение низкого уровня: жилая комната, площадь – 9,3 м², высота – 2,85 м, объём – 26,505 м³, температура воздуха – – 4,5 °С;

- Помещение высокого уровня: жилая комната, площадь 7,9 м², высота – 2,85 м, объём – 22,515 м³, температура воздуха – – 5,1 °С. Относительная влажность 59,5 %.

Пятислойная стена 145 мм (протокол испытаний НИИ ПТЭС № ПИ-3/02/25 [9]): **Rw = 52 дБ**.

Результаты испытаний звукоизоляции пятислойных конструкций приведены в таблице 1. Конструкции различались материалом внутреннего сердечника и общей толщиной.

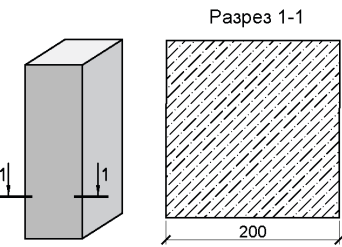
Полученные значения индексов изоляции воздушного шума $R_w = 52$ дБ и $R_w = 55$ дБ обеспечивают выполнение требований нормативной документации для межквартирных стен как в лабораторных, так и в натурных условиях с учетом наличия обходных путей распространения шума по конструктиву здания.

Многочисленные сопоставления расчётов, проведённых в программе WALLs, с протоколами испытаний позволили определить наилучший метод расчёта для каждого типа ограждающих конструкций (см. таблицу 2).

Из таблицы видно, что средняя ошибка по всем типам конструкций составила $\Delta R_w = 0,71$ дБ.

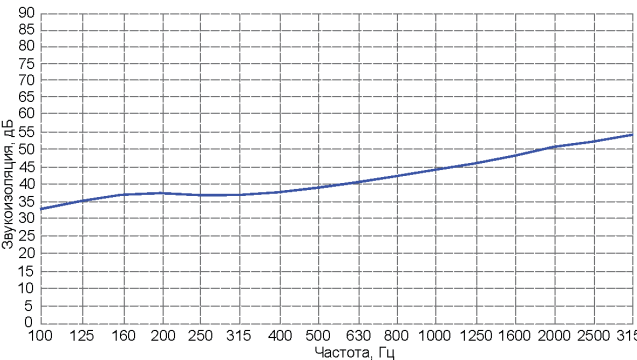
Расчет звукоизоляции акустического шума

Одностенная толстая конструкция, 200мм



1. Пористый газобетон D600 - 200мм

График зависимости звукоизоляции перегородки от частоты звука (в 1/3 октаве)



Метод расчета: Аддитивный метод

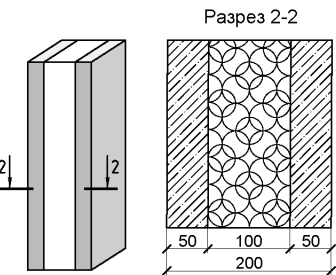
Источник: WALLs (1.0.1.67)

Rw=44дБ	
Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
31,5	24,3
40	26,0
50	27,7
63	29,5
80	31,3
100	33,1
125	35,0
160	36,7
200	37,3
250	36,6
315	36,5
400	37,4
500	38,7
630	40,3
800	42,1
1000	43,9
1250	45,8
1600	47,8
2000	50,4
2500	51,9
3150	53,9

Рис. 2. Расчёт индекса изоляции воздушного шума R_w в программе WALLs для стены из газобетонного блока D600 толщиной 200 мм.

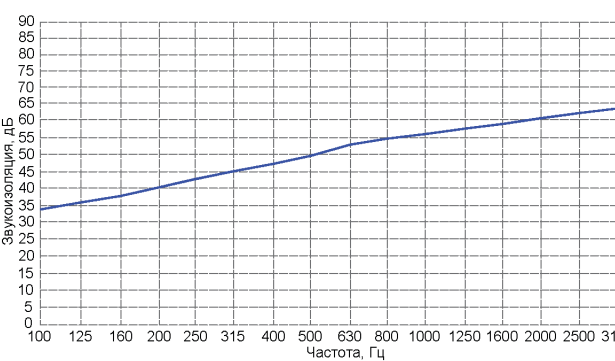
Расчет звукоизоляции акустического шума

Двухстенная толстая конструкция, 200мм



1. Гипсобетон - 50мм
2. Минераловатная плита - 100мм
3. Гипсобетон - 50мм

График зависимости звукоизоляции перегородки от частоты звука (в 1/3 октаве)



Метод расчета: Аддитивный метод

Источник: WALLs (1.0.1.67)

Rw=54дБ	
Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
31,5	30,0
40	31,8
50	32,3
63	32,2
80	32,9
100	34,2
125	36,0
160	37,9
200	40,1
250	42,8
315	45,2
400	46,7
500	49,4
630	52,5
800	54,3
1000	55,8
1250	57,2
1600	58,7
2000	60,2
2500	61,7
3150	63,2

Рис. 3. Расчёт индекса изоляции воздушного шума R_w в программе WALLs для бескаркасной монолитной перегородки толщиной 200 мм, состоящей из трёх слоёв: гипсобетон — 50 мм + плита звукопоглощающая SoundGuard Basalt 50–100 мм + гипсобетон — 50 мм.

Рис. 4. Схема многослойной конструкции (5 слоёв).

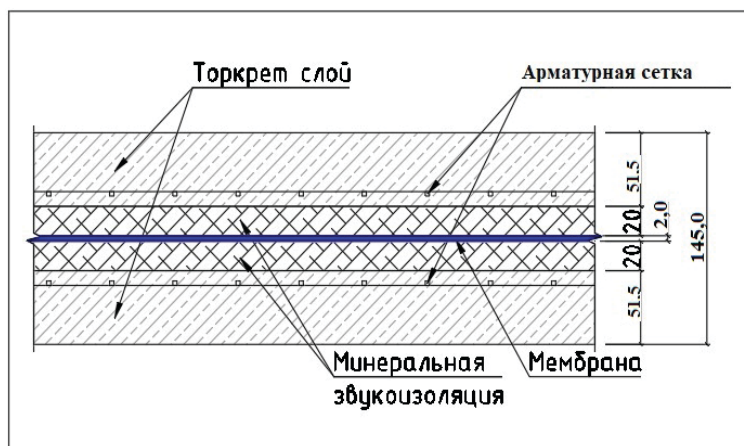


Рис. 5. Расчёт индекса изоляции воздушного шума R_w для бескаркасной звукоизоляционной монолитной перегородки толщиной 145 мм, состоящей из пяти слоёв: гипсобетон (облицовка) — 51,5 мм с двух сторон + плита звукопоглощающая SoundGuard ЭкоАкустик 80 — 20 мм + сердечник из звукоизоляционной мембраны SoundGuard Membrane 2S — 2 мм + плита звукопоглощающая SoundGuard ЭкоАкустик 80 — 20 мм.

Расчет звукоизоляции акустического шума

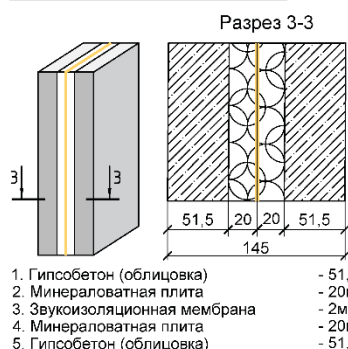
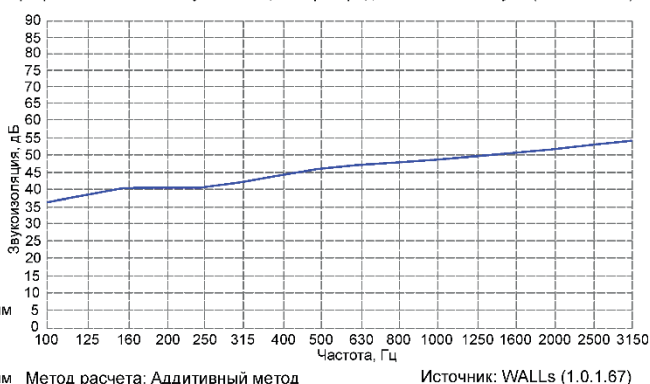
Сложная конструкция
(тройная и более), 145мм

График зависимости звукоизоляции перегородки от частоты звука (в 1/3 октаве)

 $R_w=52\text{дБ}$

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
31,5	27,1
40	28,9
50	30,9
63	32,9
80	34,8
100	36,9
125	39,1
160	41,5
200	42,0
250	42,0
315	44,0
400	46,4
500	48,8
630	50,3
800	51,2
1000	52,1
1250	53,4
1600	54,7
2000	56,2
2500	57,7
3150	59,1

Таблица 1. Результаты испытаний звукоизоляции пятислойных конструкций БЗМК

Толщина, мм	Состав конструкции (от лица к лицу)	Место проведения, организация	Протокол	Индекс R_w , дБ
147	50 мм ГБ + 20 мм МВ + 7 мм КЛ + 20 мм МВ + 50 мм ГБ	г. Нижний Новгород, «Большие акустические камеры ННГАСУ»	Информационное письмо ННГАСУ	55
145	51,5 мм ГБ + 20 мм МВ + 2 мм Мембрана + 20 мм МВ + 51,5 мм ГБ	г. Москва, объект МКЖД, НИИ ПТЭС	Протокол ПИ-3/02/25	52

Примечание: ГБ — гипсобетон, МВ — минераловатная плита, КЛ — клеевой состав.

3. Прогнозирование характеристик асимметричных перегородок с индексом изоляции воздушного шума R_w выше 60 дБ

Модульный принцип построения БЗМК позволяет варьировать количество и толщину слоев конструкции.

В программном комплексе WALLs выполнено моделирование перегородок в асимметричном исполнении. Асимметрия конструкции заключается в том, что облицовочные слои имеют разные толщины — 100 и 49 мм соответственно (рис. 1).

Выполнены расчеты для конструкций стен — 191 и 273 мм (рис. 6 и 7).

Общая расчетная толщина конструкции — 191 мм. Результаты моделирования (рис. 7) показывают, что ожидае-

Таблица 2.

Тип конструкции	Лучший метод	Ошибка, дБ
Тонкая одинарная	аддитивный	0,00
Двойная тонкая	аддитивный	0,57
Толстая	универсальный	0,50
Двойная толстая	универсальный	1,00
Толстая с гибкой плитой на отnose	универсальный	1,50
Средняя ошибка по всем конструкциям:		0,71

мый индекс изоляции воздушного шума R_w может составить $R_w = 62\text{ дБ}$.

Общая расчетная толщина конструкции – **273 мм**. Результаты моделирования (рис. 8) показывают, что ожидаемый индекс изоляции воздушного шума R_w может составить $R_w = 62$ дБ.

Рассмотрение двух вариантов конструкций оправдано отсутствием данных о подобных испытаниях, что требует экспериментальной верификации расчетных показателей. Предполагаемая разница в результатах покажет динамику изменения индекса изоляции воздушного шума R_w при изменении толщин составляющих элементов.

Результаты измерений позволяют рекомендовать данную конструкцию для применения в зданиях повышенного класса комфортности (жилые здания, гостиницы класса «5 звёзд», музыкальные классы, театральные студии и т.д.), для реконструкции зданий, где требования к акустическому комфорту особенно высоки.

Обсуждение результатов

Полученные данные позволяют сделать несколько выводов относительно эффективности бескаркасных звукоизоляционных монолитных конструкций.

Во-первых, подтверждена высокая точность расчетного инструмента **WALLs** для проектирования многослойных систем данного типа. Совпадение расчетных и экспериментальных значений в пределах погрешности измерений для различных конструкций свидетельствует о возможности использования программы для предварительного подбора состава конструкции на этапе проектирования.

Во-вторых, экспериментально установлено, что пятислойные схемы с жестким или эластичным сердечником позволяют достичь $R_w = 52–55$ дБ при толщине конструкции 145–150 мм. Согласно СТО 72746455-4.5.2-2025г. [6], аналогичные показатели имеют однослойные конструкции из монолитного железобетона толщиной около 150 мм (индекс изоляции воздушного шума $R_w \approx 52$ дБ) и кирпичные стены из полнотелого кирпича при толщине до 250 мм и более), где R_w составляет 52–57 дБ.

В-третьих, результаты моделирования конструкций с разными толщинами облицовочных слоёв могут дать высокий потенциал развития технологии БЗМК. Достижение индекса изоляции воздушного шума $R_w > 60$ дБ при толщине в пределах 191–273 мм – является значимым резуль-

Расчет звукоизоляции акустического шума

Сложная конструкция (тройная и более), 191мм

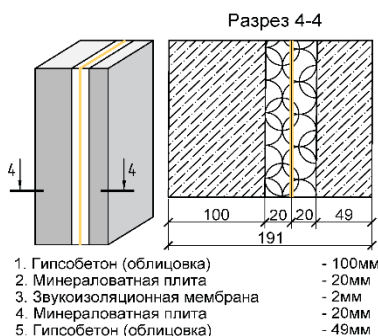
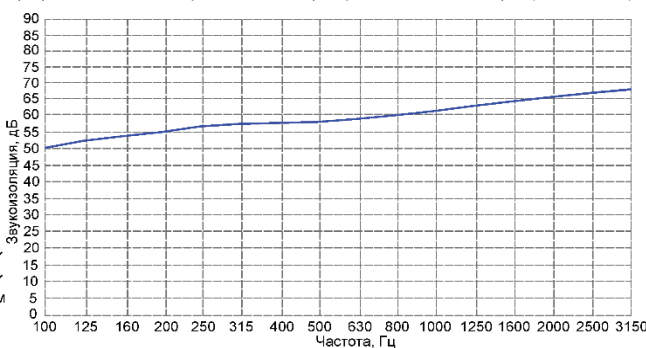


График зависимости звукоизоляции перегородки от частоты звука (в 1/3 октаве)



$R_w=62$ дБ

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
31,5	39,6
40	41,5
50	43,6
63	45,6
80	47,6
100	49,6
125	51,8
160	53,2
200	54,5
250	56,2
315	57,1
400	57,0
500	57,1
630	58,0
800	59,3
1000	60,7
1250	62,3
1600	63,7
2000	65,1
2500	66,4
3150	67,6

Рис. 6. Расчёт индекса изоляции воздушного шума R_w для бескаркасной звукоизоляционной монолитной перегородки толщиной 191 мм, состоящей из пяти слоёв: гипсобо́тон (облицовка) — 100 мм с одной стороны + плита звукопоглощающая SoundGuard ЭкоАкустик 80 — 20 мм + сердечник из звукоизоляционной мембраны SoundGuard Membrane 2S — 2 мм + плита звукопоглощающая SoundGuard ЭкоАкустик 80 — 20 мм + гипсобо́тон (облицовка) — 49 мм.

Расчет звукоизоляции акустического шума

Сложная конструкция (тройная и более), 273мм

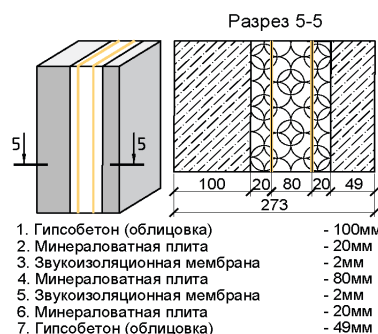
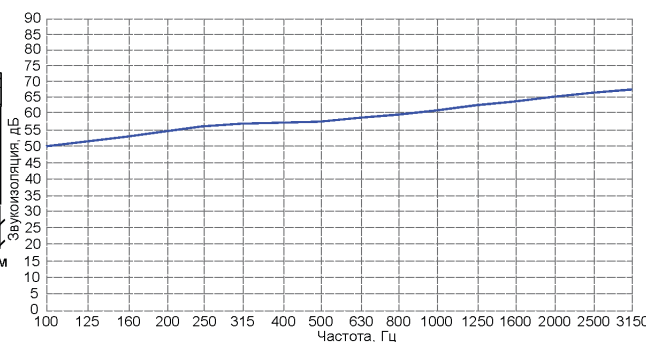


График зависимости звукоизоляции перегородки от частоты звука (в 1/3 октаве)



$R_w=62$ дБ

Частота, Гц	Звукоизоляция, дБ
31,5	39,8
40	41,7
50	43,7
63	45,8
80	47,7
100	49,8
125	51,5
160	53,1
200	55,0
250	56,7
315	57,5
400	57,3
500	57,4
630	58,3
800	59,6
1000	61,0
1250	62,5
1600	63,9
2000	65,3
2500	66,6
3150	67,9

Рис. 7. Расчёт индекса изоляции воздушного шума R_w для бескаркасной звукоизоляционной монолитной перегородки толщиной 273 мм, состоящей из пяти слоёв: гипсобо́тон (облицовка) — 100 мм с одной стороны + плита звукопоглощающая SoundGuard ЭкоАкустик 80 — 20 мм + сердечник из звукоизоляционной мембраны SoundGuard Membrane 2S — 2 мм + плита звукопоглощающая SoundGuard ЭкоАкустик 80 — 80 мм + сердечник из звукоизоляционной мембраны SoundGuard Membrane 2S — 2 мм + плита звукопоглощающая SoundGuard ЭкоАкустик 80 — 20 мм + гипсобо́тон (облицовка) — 49 мм.

татом, требующим подтверждения в акустических лабораториях и полевых условиях, что станет задачей следующих этапов исследования.

Полученные результаты могут быть использованы при проведении строительной экспертизы и обследовании жилых зданий для оценки соответствия межквартирных стен нормативным требованиям по звукоизоляции. Кроме того, рассматриваемые конструктивные решения могут применяться при проектировании новых зданий и реконструкции существующих жилых домов.

Важным научным результатом является выявление роли асимметрии конструкции в повышении звукоизоляционной способности. Полученные расчетные данные показывают, что перераспределение масс облицовочных слоев позволяет сместить резонансные частоты системы и повысить эффективность звукоизоляции в широком диапазоне частот.

Кроме того, установлено, что сочетание жестких (гипсобетонных) и упругих (минераловатных и мембранных) слоев, формируемых в едином технологическом цикле, обеспечивает более стабильные акустические характеристики по сравнению с традиционными каркасными системами, за счет отсутствия разрывов и акустических мостиков.

Таким образом, технология БЗМК может рассматриваться как новое направление в проектировании звукоизоляционных ограждающих конструкций, сочетающее преимущества массивных и каркасных систем.

Заключение

В работе выполнено комплексное экспериментально-расчетное исследование звукоизоляционных характеристик многослойных ограждающих конструкций, возводимых по технологии бескаркасного монолитного строительства.

Установлено, что трехслойные конструкции толщиной 200 мм обеспечивают индекс изоляции воздушного шума $R_w = 54$ дБ, что на 10–12 дБ превышает показатели однослойных стен из газобетона аналогичной толщины.

Экспериментально подтверждено, что пятислойные конструкции толщиной 145–150 мм обеспечивают значения $R_w = 52–55$ дБ, удовлетворяющие нормативным требованиям к межквартирным стенам при меньшей толщине по сравнению с традиционными решениями.

Подтверждена высокая степень сходимости расчетных и экспериментальных данных, что свидетельствует о возможности применения численного моделирования для обоснования конструктивных решений на стадии проектирования.

Впервые показано, что использование асимметричных схем многослойных конструкций БЗМК позволяет достичь прогнозируемых значений индекса изоляции воздушного шума R_w свыше 60 дБ при толщине менее 300 мм.

Полученные результаты демонстрируют высокий потенциал технологии БЗМК для применения в жилых зданиях повышенного класса комфортности, а также при реконструкции существующих объектов с ограничениями по толщине конструкций.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования предложенных решений при проектировании, строительной экспертизе и разработке нормативной документации в области строительной акустики.

Список литературы

1. Крышов С.И., Градова О.В. Обеспечение требований звукоизоляции монолитными и сборными железобетонными конструкциями жилых зданий (по данным измерений в новостройках Москвы) // «Международное Аналитическое обозрение: Цемент. Бетон. Сухие смеси №4 (57) 2019, стр.45–53.
2. Крышов С.И. Проблемы звукоизоляции строящихся зданий // «Жилищное строительство» 2017. № 6 С.8–10.
3. Лившиц А.А. Звукоизоляция трёхслойных тонких бетонных конструкций с интегрированным каркасом // Ученые записки физического факультета Московского Университета №5, 1750503 (2017).
4. Патент RU2020615051 Программное обеспечение для расчета звукоизоляции многослойных конструкций WALLS
5. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 (с изменениями №1-4). — М.: Минрегион России, 2011. — 46 с.
6. СТО 72746455-4.5.2-2025 Звукоизоляция жилых и общественных зданий. Звукоизоляционные материалы и конструкции. Правила проектирования и методики расчёта звукоизоляции. Справочные значения индексов звукоизоляции конструкций.
7. Гусев В.П., Климухин А.А. Звукоизоляция в зданиях: учебное пособие. — М.: Изд-во АСВ, 2019. — 184 с.
8. Патент RU 2678293C1. Монолитная звукоизоляционная стеновая конструкция / Авторы. — Оpubл. 25.01.2019, Бюл. № 3.
9. ГОСТ 27296-2012. Здания и сооружения. Методы измерения звукоизоляции ограждающих конструкций. — М.: Стандартинформ, 2014. — 32 с.
10. Протокол исследований (испытаний) и измерений ООО «НИИ ПТЭС» № ПИ-4/02/25 от 28.02.2025 г.
11. Протокол исследований (испытаний) и измерений ООО «НИИ ПТЭС» № ПИ-3/02/25 от 28.02.2025 г.
12. ТСН-2001. Дополнение № 80 — приложение к приказу Комитета города Москвы по ценовой политике в строительстве и государственной экспертизе проектов №МКЭ-ОД/25-130 от 22 декабря 2025 г.

Об авторах:

Гагулаев Алексей Владимирович, — генеральный директор ассоциации Профессионалов Аддитивного Строительства, 141074 Московская обл., г.Королёв, Ярославский проезд, дом 5А, e-mail: 89167100640@mail.ru

Зиядов Чингиз Шамсадинович, — исследователь, автор патента «Монолитная звукоизоляционная стеновая конструкция», 119618, г.Москва, улица Главмосстроя, дом 8, кв.102, e-mail: tis-walls@mail.ru

Разрезова Ксения Васильевна, — к.ф.-м.н., ведущий инженер-акустик ООО «Звукоизоляционные Европейские Технологии», 195027 г.Санкт-Петербург, ул. Якорная, д.16, офис 203, e-mail: k.razrezova@soundguard.ru

Щелоков Юрий Алексеевич, — руководитель акустического отдела ООО «Звукоизоляционные Европейские Технологии», 195027 г.Санкт-Петербург, ул. Якорная, дом 16, офис 203, e-mail: 9828801@soundguard.pro

Experimental study of sound insulation in multi-layered frameless monolithic structures

Gagulayev A.V.¹, Ziyadov CH.SH.², Razrezova K.V.³, Shchelokov YU.A.⁴

¹ Association of Additive Construction Professionals (ACP);

² Author of Patent No. 2678293 C1 «Monolithic Soundproof Wall Structure»;

³ «European soundproofing technologies» LLC;

⁴ «European soundproofing technologies» LLC.

UDC 534.843.12: 699.844

Abstract:

Ensuring the required level of sound insulation of inter-apartment walls in multi-story buildings without significantly increasing the thickness of the structures, remains an important engineering challenge. Single-layer walls made of lightweight concrete blocks typically do not meet the regulatory requirements for air noise [1-3], while lightweight frame partitions with exterior gypsum board sheets have limited strength and application areas [2,3]. The purpose of the work is to experimentally determine the air noise isolation indices R_w for multi-layered enclosing structures made using the technology of frame-free monolithic construction – frame-free soundproof monolithic structures (FSMS). The paper presents the results of laboratory and field tests of three- and five-layer structures, as well as the results of numerical modeling of asymmetric solutions with a predicted air noise isolation index R_w of more than 60 dB (Fig. 1). The experimental data were compared with calculations performed. It has been shown that the use of BZMK allows for R_w values of up to 54 dB to be achieved with a thickness of 150–200 mm, which is 10–12 dB higher than the values of single-layer walls made of lightweight concrete blocks of similar thickness [2]. Modeling of asymmetric structures demonstrates the possibility of achieving an airborne noise insulation index R_w exceeding 60 dB.

The practical significance of this work lies in the potential use of the proposed solutions in the design of residential buildings and in conducting construction assessments.

Keywords: fMultilayer enclosing structures, frameless soundproof monolithic structures, WALLs software package, asymmetric structures.

References:

1. Kryshov S.I., Gradova O.V. *Soundproofing Requirements for Monolithic and Precast Reinforced Concrete Structures of Residential Buildings (Based on Measurements in New Moscow Buildings)* // *International Analytical Review: Cement. Concrete. Dry Mixes* No. 4 (57) 2019, pp. 45–53.
2. Kryshov S.I. *Soundproofing Problems in Buildings Under Construction* // *Housing Construction* 2017. No. 6, pp. 8–10.
3. Livshits A.Ya. *Soundproofing of Three-Layer Thin Concrete Structures with an Integrated Frame* // *Scientific Notes of the Physics Faculty of Moscow University* No. 5, 1750503 (2017).

4. Patent RU2020615051. *Software for calculating the sound insulation of multilayer WALLs structures.*

5. SP 51.13330.2011. *Noise protection. Updated version of SNiP 23-03-2003 (with amendments No. 1-4).* Moscow: Ministry of Regional Development of the Russian Federation, 2011. – 46 p.

6. STO 72746455-4.5.2-2025. *Soundproofing of residential and public buildings. Soundproofing materials and structures. Design rules and soundproofing calculation methods. Reference values of sound insulation indices for structures.*

7. Gusev V.P., Klimukhin A.A. *Soundproofing in buildings: a tutorial.* Moscow: ASV Publishing House, 2019. – 184 p.

8. Patent RU 2678293C1. *Monolithic soundproof wall structure* / Authors. – Published. 25.01.2019, Bulletin No. 3.

9. GOST 27296-2012. *Buildings and Structures. Methods for Measuring Sound Insulation of Enclosing Structures.* – Moscow: Standartinform, 2014. – 32 p.

10. *Research (Test) and Measurement Protocol of Research Institute PTES LLC No. PI-4/02/25 dated 28.02.2025*

11. *Research (Test) and Measurement Protocol of Research Institute PTES LLC No. PI-3/02/25 dated 28.02.2025*

12. TSN-2001. *Supplement No. 80 – Appendix to the Order of the Moscow City Committee on Pricing Policy in Construction and State Expertise of Projects No. MKE-OD/25-130 dated December 22, 2025.*

Information about the authors

Gagulayev Alexey Vladimirovich, – Director General of the Association of Additive Construction Professionals, 141074 Moscow Region, Korolyov, Yaroslavsky Proyezd, 5A, e-mail: 89167100640@mail.ru

Ziyadov Chingiz Shamsaddinovich, – researcher, author of the patent “Monolithic soundproof wall structure”, 119618, Moscow, Glavmosstroy Street, 8, Apt. 102, e-mail: tis-walls@mail.ru

Razrezova Ksenia Vasilievna, – PhD, leading acoustician engineer at Zvukoizolyatsionnye Evropeyskie Tekhnologii LLC, 195027 Moscow St. Petersburg, Yakornaya St., 16, office 203, e-mail: k.razrezova@soundguard.ru

Shchelokov, Yuri Alekseevich, – Head of the Acoustic Department, European Sound Insulation Technologies LLC, 195027 St. Petersburg, Yakornaya St., 16, office 203, e-mail: 9828801@soundguard.pro