

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА. ЦИФРОВАЯ ПОДДЕРЖКА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ

УДК 004.94:692.25

Е. В. КОНОПАЦКИЙ¹, д-р техн. наук, доц., зав. кафедрой инженерной графики и информационного моделирования; **Д. В. МОНИЧ¹**, д-р техн. наук, доц., зав. кафедрой архитектуры; **М. В. БЕЗСОЛЬНОВ¹**, ассистент кафедры инженерной графики и информационного моделирования; **В. А. ВОПИЯШИН²**, разработчик информационных моделей

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩИХ ПЕРЕГОРОДОК С РАЦИОНАЛЬНЫМИ КОНСТРУКТИВНЫМИ РЕШЕНИЯМИ

¹ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» Россия, 603952, г. Н. Новгород, ул. Ильинская, д. 65. Тел.: (831) 434-10-34; эл. почта: e.v.konopatskiy@mail.ru

²ООО «БИМТЕХ

Россия, 603105, г. Н. Новгород, ул. Ошарская, д. 96А

Ключевые слова: BIM, LOD, ограждающие конструкции, звукоизолирующие перегородки, стена, витраж, импост.

Представлены результаты информационного моделирования новых типов звукоизолирующих перегородок, предназначенных для применения в гражданском и промышленном строительстве. Результатом данной работы является шаблон проекта, реализованный в Autodesk Revit, в котором размещены все типоразмеры в двух уровнях проработки LOD300 и LOD400 с заполненными свойствами и материалами. Также были разработаны информационные модели легких перегородок с рациональными конструктивными решениями: легких перегородок с антирезонансными панелями, легких перегородок из бескаркасных сэндвич-панелей с пазогребневым соединением среднего слоя, легких каркасно-обшивных перегородок с антирезонансными панелями.

В современном строительстве актуальным вопросом является разработка BIM-моделей для ограждающих конструкций зданий [1–3]. Это необходимо на основных этапах жизненного цикла объектов капитального строительства: при разработке проектно-сметной документации, строительстве, эксплуатации и реконструкции зданий. Зачастую производители строительных материалов самостоятельно формируют информационные модели своих изделий, совместимые с различными программными пакетами для более эффективного их внедрения в инженерную практику и сокращают время разработки проектной документации. Не исключением являются и звукоизолирующие ограждающие конструкции зданий. Например, в работе [4] рассматривается возможность использования в строительстве информационных моделей на основе звукоизоляционных систем компании КНАУФ. Подобные каталоги можно скачать не только на сайте производителя строительных материалов, но и на сайтах разработчиков программного обеспечения по информационному моделированию строительных конструкций, зданий и сооружений. Такой подход является достаточно эффективным, но не учитывает возможность использования



новых строительных материалов, изделий и конструкций, обладающих улучшенными гидро-, тепло- и звукоизолирующими свойствами.

Сама по себе информационная модель любых ограждающих конструкций зданий имеет двойное назначение, которое связано не только с хранением и доступом к информации о форме конструкции и физико-механических свойствах материалов, но и несет в себе сочетание геометрической и атрибутивной информации, необходимой для инженерных расчетов строительных конструкций.

В данной статье рассматривается создание информационных моделей для трех новых типов звукоизолирующих легких перегородок, разработанных на кафедре архитектуры ННГАСУ в период с 2014 по 2022 гг.: легких перегородок с антирезонансными панелями, легких перегородок из бескаркасных сэндвич-панелей с пазогребневым соединением среднего слоя, легких каркасно-обшивных перегородок с антирезонансными панелями. Данные ограждения запатентованы и внедрены в практику строительства на основании лицензионных договоров. Их основным преимуществом перед ограждениями-аналогами является наличие рациональных конструктивных решений, обеспечивающих выполнение нормативных требований по звукоизоляции без значительного увеличения массы и толщины. Разработка рациональных конструктивных решений была проведена в соответствии с методологией [5], основанной на теории самосогласования волновых полей.

Для использования новых типов звукоизолирующих перегородок с рациональными конструктивными решениями в практике проектирования, был разработан специализированный шаблон для системы информационного моделирования *Autodesk Revit* 2019. Выбор системы информационного моделирования обосновывается широким функционалом *Autodesk Revit*, который в отличие от многих других BIM-систем обеспечивает возможность добавления атрибутивных свойств в виде физико-механических параметров новых звукоизоляционных материалов, что обеспечивает более качественное взаимодействие с системами конечно-элементного анализа.

В результате были разработаны две группы конструкций с различными уровнями детализации. К первой группе относится упрощенная форма представления ограждающих конструкций с помощью инструмента «Стена», соответствующие LOD300. Все типоразмеры имеют структуру материалов (рис. 1), полностью соответствующие конструкциям рассматриваемых перегородок и требованиям информационного моделирования.

Также были добавлены и заполнены физико-механические свойства материалов (см. рис. 2а), которые были получены в результате экспериментальных исследований звукоизоляции ограждающих конструкций в лабораторных условиях. Данные свойства будут использоваться в дальнейшем для акустических расчетов, а также при выполнении проектной и рабочей документации. При этом каждая ограждающая конструкция имеет свой типоразмер (см. рис. 2б).

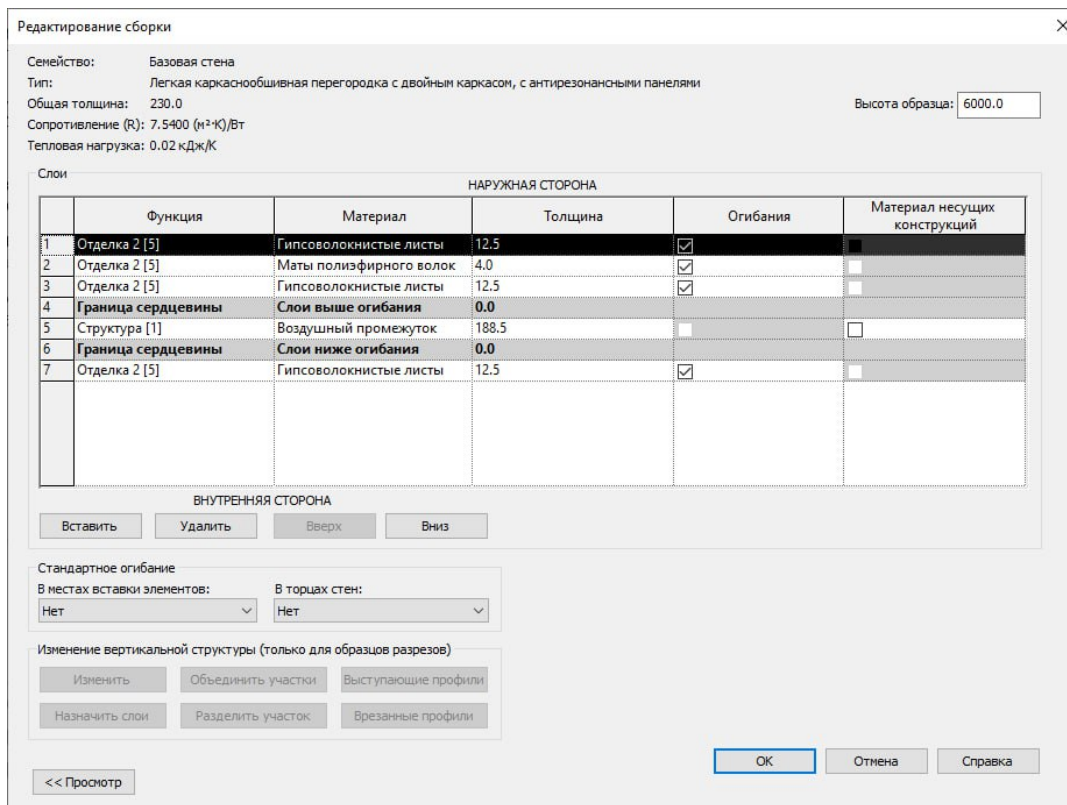


Рис. 1. Послойная структура звукоизолирующей легкой перегородки

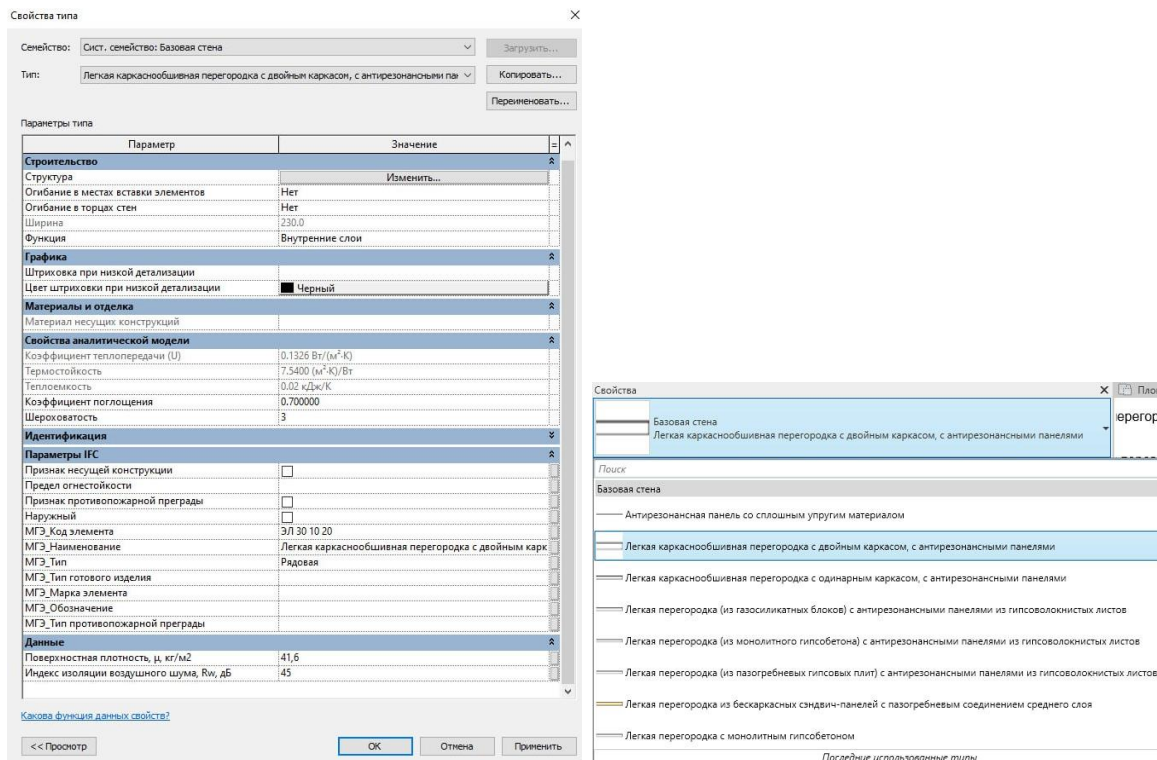


Рис. 2. Заполнение сведений о звукоизолирующих легких перегородках: а – по физико-механическим свойствам материалов; б – по типоразмерам ограждений



Вторая группа конструкций, соответствующая LOD400, выполнена с комбинацией двух инструментов *Autodesk Revit*: «Стена» и «Витраж». Это позволяет реализовать цифровые двойники ограждающих конструкций, полностью соответствующие реальным, и получить максимально точную ведомость материалов при составлении проектной документации. Применение инструмента «Витраж» позволяет указать точную разрезку панелей (см. рис. 3, 4) и выполнить схему монтажа легкой перегородки в соответствии с реальными размерами помещения в здании. Это позволяет внести в спецификацию материалов требуемое количество панелей.

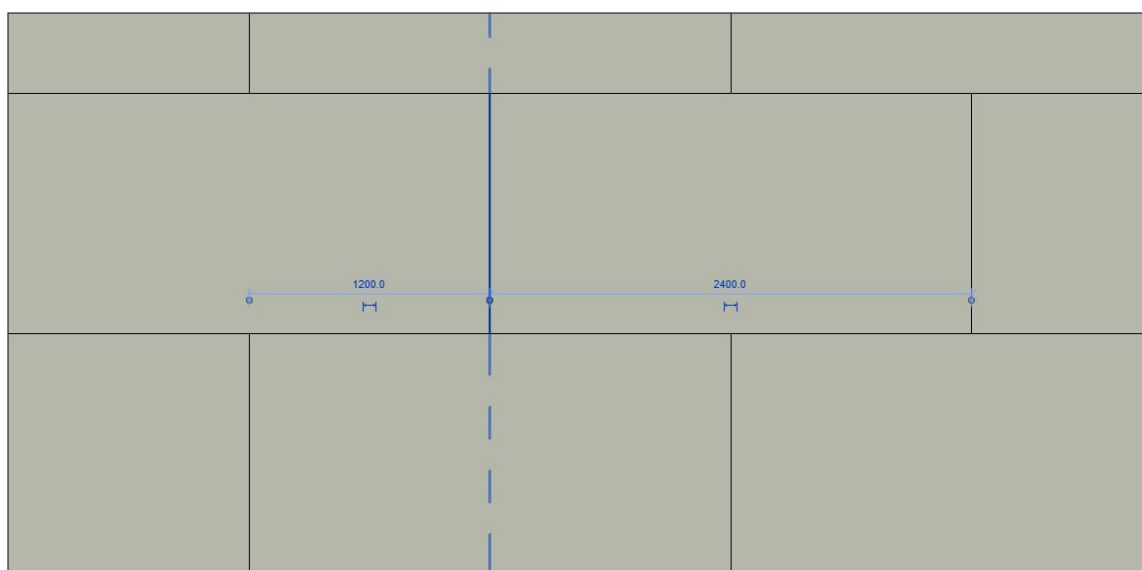


Рис. 3. Пример разрезки листовой обшивки звукоизолирующей легкой перегородки гипсокартонными листами с размерами 2,4×1,2 м

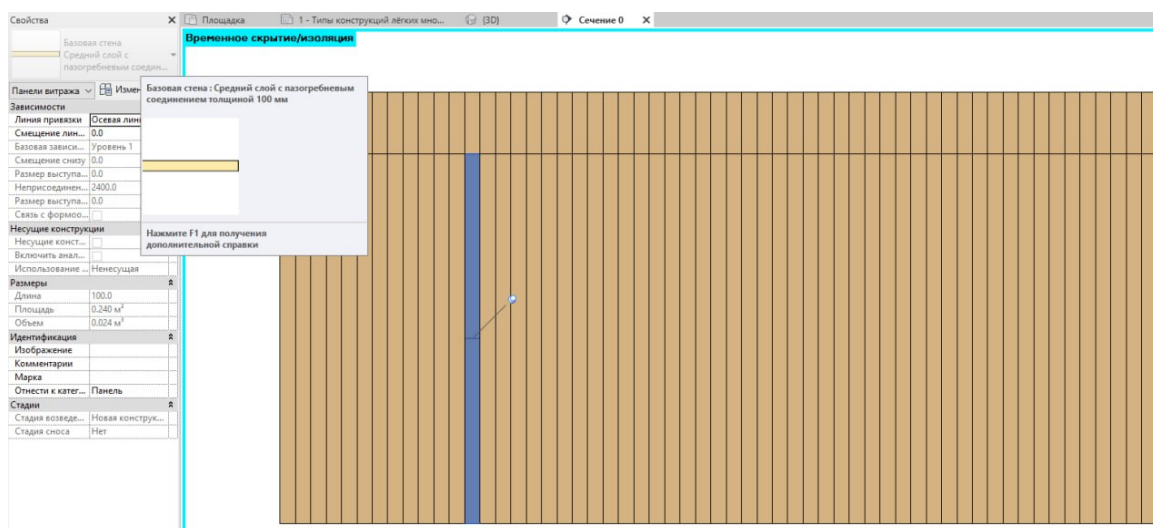


Рис. 4. Пример разрезки внутреннего заполнения сэндвич-панели с пазогребневым соединением среднего слоя

Результатом информационного моделирования рассматриваемых типов звукоизолирующих легких перегородок является шаблон проекта, реализованный в *Autodesk Revit*, в котором размещены все типоразмеры в двух уровнях проработки с заполненными свойствами и материалами (см. рис. 5).

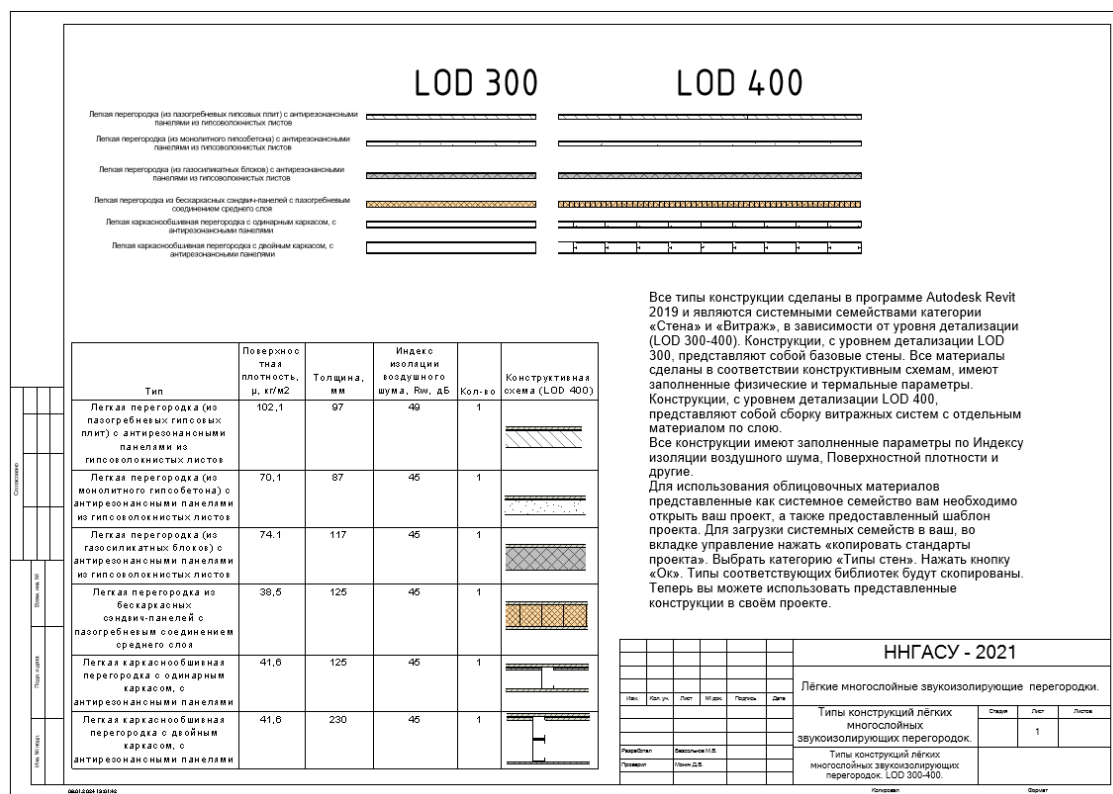


Рис. 5. Шаблон проекта для применения звукоизолирующих легких перегородок

Учитывая ограничения систем информационного моделирования в части обратной совместимости версий программных продуктов, полученный шаблон можно использовать в любых проектах системы информационного моделирования *Autodesk Revit 2019* и более поздних версий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сравнительный анализ типовых и энергоэффективных решений малоэтажного жилого здания на основе BIM-модели / В. В. Бредихин, К. Ю. Кулаков, Т. В. Учинина, А. С. Пышная. – Текст : электронный // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2022. – Том 26, № 1. – С. 20–42. – DOI: 10.21869/2223-1560-2022-26-1-20-42.
2. Сравнение результатов энергетического моделирования жилого дома с помощью разных программных средств / Ю. В. Яворовский, И. А. Султангузин, Д. А. Кругликов [и др.]. – Текст : электронный // Вестник Московского энергетического института. – 2020. – № 3. – С. 31–39. – DOI: 10.24160/1993-6982-2020-3-31-39.
3. Чакин, Е. Ю. Использование BIM-технологий для выбора энергоэффективных теплоизоляционных материалов / Е. Ю. Чакин, О. С. Гамаюнова. – Текст : непосредственный // Инженерные исследования. – 2022. – № 2 (7). – С. 11–21.
4. Использование звукоизоляционных систем КНАУФ для BIM-моделей / М. Д. Бутакова, А. А. Герасимов, А. Е. Сараева, Е. С. Созыкина. – Текст :



непосредственный // Инновации в строительстве. Технологии КНАУФ : материалы 15-й Международной научно-практической конференции, Челябинск, 06–07 декабря 2022 г. / Южно-Уральский государственный университет. – Челябинск : ПИРС, 2022. – С. 19–25.

5. Монич, Д. В. Методология расчета звукоизоляции и разработки рациональных конструктивных решений легких ограждающих конструкций / Д. В. Монич. – Текст : непосредственный // Приволжский научный журнал / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2022. – № 1 (61). – С. 52–61.

KONOPATSKY Evgeny Viktorovich¹, doctor of technical sciences, associate professor, holder of the chair of engineering graphics and information modeling; MONICH Dmitry Viktorovich¹, doctor of technical sciences, associate professor, holder of the chair of architecture; BEZSOLNOV Maksim Vladimirovich¹, assistant of the chair of engineering graphics and information modeling; VOPIYASHIN Vladislav Andreevich², BIM-developer

INFORMATION MODELING OF SOUND INSULATING PARTITIONS WITH RATIONAL DESIGN SOLUTIONS

¹Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering
65, Iljinskaya St., Nizhny Novgorod, 603952, Russia. Tel.: +7 (831) 434-10-34;
e-mail: e.v.konopatskiy@mail.ru

²JSC "BIMTECH"

96A, Osharskaya St., Nizhny Novgorod, 603105, Russia. Tel: +7 (495) 146-67-77

Key words: BIM, LOD, building envelopes, sound insulating partitions, wall, stained glass, imposts.

The article presents the results of the information modeling of new types of soundproof partitions intended for use in civil and industrial construction. The result of this work is a project template developed in Autodesk Revit, which contains all standard sizes in two levels of development LOD300 and LOD400 with filled properties and materials. Information models of lightweight partitions with rational design solutions were also developed: light partitions with antiresonance panels, light partitions made of frameless sandwich panels with grooved joint of the middle layer, light frame-clad partitions with antiresonance panels.

REFERENCES

1. Bredikhin V. V., Kulakov K. Yu., Uchinina T. V., Pyshnaya A. S. Sravnitelny analiz tipovykh i energoeffektivnykh resheniy maloetazhnogo zhilogo zdaniya na osnove BIM-modeli [Comparative analysis of typical and energy efficient solutions of low-rise residential building based on a BIM model]. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta* [News of the South-West State University]. 2022, Vol. 26, № 1. P. 20–42. DOI: 10.21869/2223-1560-2022-26-1-20-42.

2. Yavorovsky Yu. V., Sultanguzin I. A., Kruglikov D. A., et al. Sravnenie rezultatov energeticheskogo modelirovaniya zhilogo doma s pomoshchyu raznykh programmnykh sredstv [Comparison of the results from modeling the power performance of a residential building using different software tools]. *Vestnik Moskovskogo energeticheskogo instituta* [Bulletin of the Moscow Power Engineering Institute]. 2020, № 3. P. 31–39. DOI: 10.24160/1993-6982-2020-3-31-39.



3. Chakin E. Yu., Gamayunova O. S. Ispolzovanie BIM-tekhnologiy dlya vybora energoeffektivnykh teploizolyatsionnykh materialov [The use of BIM technologies for the selection of energy-efficient thermal insulation materials]. *Inzhenernye issledovaniya* [Engineering research]. 2022, № 2(7). P. 11–21.

4. Butakova M. D., Gerasimov A. A., Saraeva A. E., Sozykina E. S. Ispolzovanie zvukoizolyatsionnykh sistem KNAUF dlya BIM-modeley [KNAUF sound insulation systems used for BIM-modeling]. *Innovatsii v stroitelstve. Tekhnologii KNAUF: Materialy 15-y Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Innovations in Construction. KNAUF Technologies: Materials of the 15th International Scientific and Practical Conference]. Chelyabinsk, 06–07 dekabrya 2022 g. Yuzhno-Uralskiy gos. un-t. Chelyabinsk : PIRS, 2022. P. 19–25.

5. Monich D. V. Metodologiya raschyota zvukoizolyatsii i razrabotki ratsionalnykh konstruktivnykh resheniy lyogkikh ograzhdayushchikh konstruktsiy [Methodology for calculating sound insulation and developing rational design solutions for lightweight enclosures]. *Privolzhskiy nauchny zhurnal* [Privolzhsky Scientific Journal]. Nizhegorod. gos. arkhitektur.-stroit. un-t. Nizhny Novgorod, 2022. № 1. P. 52–61.

© Е. В. Конопацкий, Д. В. Мониц, М. В. Безсольников, В. А. Вопяшин, 2024

Получено: 28.12.2023 г.