

DOI: 10.15393/j2.art.2023.7083

УДК 620.1.05

Статья

## Устройство для испытания звукоизоляции древесных панелей

**Мохирев Александр Петрович**

*доктор технических наук, доцент, Инженерно-строительный институт*

*Сибирского федерального университета (Российская Федерация), [amokhirev@sfu-kras.ru](mailto:amokhirev@sfu-kras.ru)*

**Храмов Игорь Владимирович**

*аспирант, Инженерно-строительный институт Сибирского федерального университета*

*(Российская Федерация), [ikhramov@sfu-kras.ru](mailto:ikhramov@sfu-kras.ru)*

**Амельчугов Сергей Петрович**

*доктор технических наук, ведущий научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Сибирская*

*пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России» (Российская Федерация),*

*[asp-911@yandex.ru](mailto:asp-911@yandex.ru)*

**Лях Николай Иванович**

*кандидат технических наук, доцент, Инженерно-строительный институт*

*Сибирского федерального университета (Российская Федерация), [lyax@mail.ru](mailto:lyax@mail.ru)*

**Смирнов Иван Юрьевич**

*студент, Инженерно-строительный институт Сибирского федерального университета*

*(Российская Федерация), [smivan192002@gmail.com](mailto:smivan192002@gmail.com)*

*Получена: 27 марта 2023 2023/ Принята: 19 мая 2023 / Опубликовано: 25 мая 2023*

---

**Аннотация:** При развитии деревянного домостроения очень важно применять экологически чистые материалы с экономическими и техническими характеристиками, удовлетворяющие как домостроителя, так и жильца. В последнее время всё больше обращают внимание на древесные панели, которые по многим параметрам превосходят свои аналоги. При применении деревянных панелей различных конструктивных вариантов очень важны их характеристики, одной из значимых является звукоизоляция. При патентном поиске обнаружены изобретения для определения звукоизоляции материалов, однако они не направлены на определение звукоизоляции панелей или предназначены для крупноформатных панелей, что затрудняет их использование в лабораторных

условиях. Цель настоящих исследований — предложить установку и способ измерения для определения звукоизоляции деревянных панелей (древесных плит) от воздушного шума. Цель достигается особенностями предлагаемой конструкции изобретения, заключающимися в наличии акустических звукоизоляционных камер высокого и низкого давления, позволяющих использовать установку в условиях окружающего шума до 75 дБ и размещать между ними испытуемую панель 327 × 327 мм (активная площадь испытания диаметром 315 мм). Предлагаемая конструкция позволяет исследовать образцы толщиной до 150 мм, как одно-, так и многослойные. В качестве тестовых образцов были использованы панели с известными звукоизоляционными свойствами: пенопласт, пенополиуритан, трёхслойная фанера, изолвер. При сравнении полученных результатов с известными звукоизоляционными характеристиками данных материалов отклонение составило не более 8 %, что подтверждает работоспособность установки. Также испытания проводились на трёхслойных древесных панелях, собранных из соснового мебельного щита толщиной 18 мм. Предложенная установка и способ измерения не противоречат межгосударственному стандарту ГОСТ 27296-2012 «Здания и сооружения. Методы измерения звукоизоляции ограждающих конструкций». Данную установку можно эффективно использовать для определения звукоизоляции различных панелей, в т. ч. деревянных. Это позволит определять возможности их применения в различных условиях деревянного домостроения.

**Ключевые слова:** деревянное домостроение; древесная панель; звукоизоляция; установка

---

DOI: 10.15393/j2.art.2023.7083

*Article*

## **A device for testing the sound insulation of wood panels**

**Aleksander Mokhirev**

*D. Sc. in engineering, associate professor, Civil Engineering Institute of Siberian Federal University (Russian Federation), [amokhirev@sfu-kras.ru](mailto:amokhirev@sfu-kras.ru)*

**Igor Khramov**

*Ph. D. student, Civil Engineering Institute of Siberian Federal University (Russian Federation), [ikhramov@sfu-kras.ru](mailto:ikhramov@sfu-kras.ru)*

**Sergey Amelchugov**

*D. Sc. in engineering, leading researcher, Siberian Fire and Rescue Academy of the Ministry of Emergency Situations of Russia (Russian Federation), [asp-911@yandex.ru](mailto:asp-911@yandex.ru)*

**Nikolay Lyakh**

*Ph. D. in engineering, associate professor, Civil Engineering Institute of Siberian Federal University (Russian Federation), [layx@mail.ru](mailto:layx@mail.ru)*

**Ivan Smirnov**

*Student, Civil Engineering Institute of Siberian Federal University (Russian Federation), [smivan192002@gmail.com](mailto:smivan192002@gmail.com)*

*Received: 27 March 2023 / Accepted: 19 May 2023 / Published: 25 May 2023*

---

**Abstract:** In the development of wooden house construction, it is very important to use environmentally friendly materials with economic and technical characteristics that satisfy both the housebuilder's and tenant's needs. Recently more attention has been paid to wood panels, which in many respects surpass their counterparts. When using wooden panels of various designs their characteristics are very important, one of the most important of which is sound insulation. During the patent search, inventions were found to determine the sound insulation of materials, but they are not aimed at determining the sound insulation of panels or are intended for large-sized panels, which makes it difficult to use them in laboratory conditions. The article is focused on the installation design to determine the sound insulation of wooden panels (wood slabs) from the air noise. The proposed installation consists of acoustic sound-proofing chambers of high and low pressure levels allowing the installation to be used in ambient noise conditions up to 75 dB and to place a 327x327 mm test panel between them (the

active test area with a diameter of 315 mm). The proposed design makes it possible to study samples up to 150 mm thick, both single- and multi-layered ones. Panels made from foam, polyurethane foam, three-layer plywood, isover whose sound insulation properties are known were used as test samples. When comparing the obtained results with the known sound insulation characteristics of these materials the deviation was no more than 8%. which confirms the operability of the installation. The tests were also performed on three-layer wood panels assembled from a pine furniture board with a thickness of 18 mm. The proposed installation characteristics comply with the interstate standard GOST 27296-2012 "Buildings and structures. Methods for measuring sound insulation of enclosing structures". This installation can be effectively used to determine the sound insulation of various panels, including wooden ones. This will allow us to determine the possibilities of their application in various conditions of wooden house construction.

**Keywords:** wooden house construction; wood panel; sound insulation; installation

---

## 1. Введение

В европейских странах деревянные дома считаются элитным жильём. В России тоже востребованность деревянного домостроения увеличивается. Актуальность поддерживается постановлениями Правительства РФ по развитию деревянного домостроения. Преимущество такого жилья давно доказано разными исследованиями [1], [2]. В настоящее время актуальным направлением является многоэтажное деревянное домостроение [3], [4]. Одним из перспективных древесных материалов при строительстве жилых зданий и сооружений являются крупноформатные плиты [5], [6]. Такой материал практически сохраняет все достоинства натурального дерева и устраняет многие его недостатки.

Для эффективности деревянного домостроения разрабатывают и внедряют различные варианты из данного материала [7]. Панели комбинируют с другими материалами [8—10] или изменяют их конструкцию [11], [12]. При этом изменяются их характеристики (шумо- и теплоизоляция, экологические, несущая способность и т. д.), очень важно, чтобы они, по возможности, не ухудшались.

Звукоизоляция панелей в деревянном домостроении зависит от физико-механических характеристик материалов внешних облицовок и среднего слоя, а также способа соединения слоёв ограждения между собой. Для создания панелей с высокими звукоизолирующими свойствами необходим способ расчёта их звукоизоляции, учитывающий все вышеперечисленные параметры. А для проверки их звукоизоляционных свойств необходимо эффективное устройство с возможностью применения в лабораторных условиях.

Настоящее исследование направлено на разработку устройства для испытания звукоизоляции панелей.

Известно устройство для измерения звукоизоляции образцов материалов, содержащее камеры высокого и низкого давления, между которыми размещён испытуемый образец материалов [13]. Однако это устройство не направлено на измерение панелей.

Также известно устройство для измерения образцов материалов, содержащее камеры высокого и низкого давления в виде двух концентрических полусфер с общим основанием, между которыми размещён испытуемый образец [14]. Однако также используя данное устройство, невозможно испытывать строительные панели.

Наиболее близким по технической сущности является акустический интерферометр [15], представляющий собой бетонную трубу квадратного сечения с внутренними размерами  $800 \times 800$  мм и стенками толщиной 160 мм. По торцам труба закрыта массивными стенками. На одном из концов трубы размещён низкочастотный излучатель звука электродинамического типа с диффузором диаметром 400 мм. Для исключения низкочастотных помех акустический интерферометр амортизирован с помощью пневматических резинокордных амортизаторов с резинокордной оболочкой модели Н-103.

Недостатками данного технического решения являются его громоздкость и сложность в процессе измерения.

Цель настоящих исследований — предложить установку и способ измерения для определения звукоизоляции панелей от воздушного шума.

## 2. Материалы и методы

При разработке установки использовались доступные материалы, имеющие шумоизоляционные свойства: песок кварцевый, шумопласт (гранулированный полимеризующийся материал с индексом снижения уровня шума до 32 дБ), полиуритан.

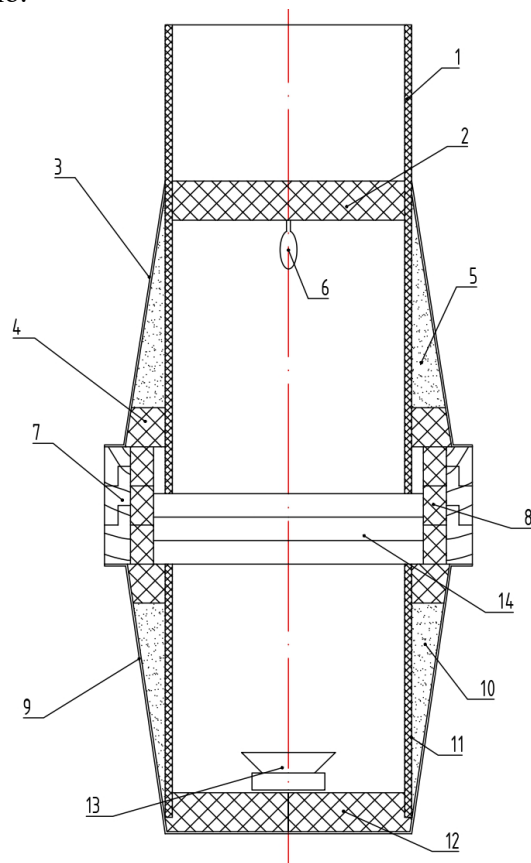
В качестве источника звука применена портативная колонка мощностью 5W и максимальным звуковым давлением 80 дБ. Использовался шумомер Testo 816-2 с сертификатом калибровки. Имеется возможность сохранения показаний (с частотой 1 с) в виде файлов данных, совместимых с приложениями для создания электронных таблиц на ПК.

Звукоизоляция установки рассчитана согласно СНиП 23-03-2003 «Нормы проектирования. Защита от шума» и СП 23-103-2003 «Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий» к СНиП 23-03-2003.

## 3. Результаты

Для достижения поставленной цели разработаны установка и способ измерения звукоизоляции панелей от воздушного шума. Схема устройства в разрезе показана на рисунке 1. Установка состоит из двух частей, корпуса которых 3 и 9 выполняют ограждающую роль. Нижняя часть 3 установки стационарна, верхняя часть 9 — съёмная. Так как установка предназначена для измерения звука, главным условием была тщательная звукоизоляция корпуса от окружающей среды, которая была достигнута за счёт наличия в устройстве звукоизоляционных вкладышей, расположенных в местах соединения деревянной рамы с верхним и нижним корпусами, песка, находящегося между нижней трубой и нижним корпусом, и шумопласта, размещённого между верхней трубой и верхним корпусом. Звукоизоляционная камера высокого уровня давления ограничивается цилиндрической полиуретановой трубой 11, жёстко закреплённой с шумоизоляционными материалами 2, 4, 10 и корпусом нижней части устройства 9. Камера низкого уровня давления ограничивается цилиндрической полиуретановой трубой 1 и перемещается вертикально относительно шумоизоляционных материалов 4, 5 и корпуса верхней части устройства 3. В камере высокого давления располагается источник звука 13, в камере низкого давления — шумомер 6. Камера высокого уровня давления сверху ограничивается звукоизоляционной крышкой 2. Камера низкого давления снизу ограничивается звукоизоляционной вкладкой 12. Между камерами высокого и низкого давления располагается испытуемая панель 14, которая по контуру ограничивается

звукоизоляционными вкладышами 8 и деревянной рамкой 7, они выполняют герметизирующую функцию.



**Рисунок 1.** Схема установки: 1 — труба верхняя, 2 — звукоизоляционная крышка, 3 — корпус верхний, 4 — вкладыш корпуса, 5 — шумопласт, 6 — шумомер, 7 — деревянная рама, 8 — звукоизоляционные вкладыши, 9 — корпус нижний, 10 — песок, 11 — труба нижняя, 12 — звукоизоляционная вкладка, 13 — источник звука

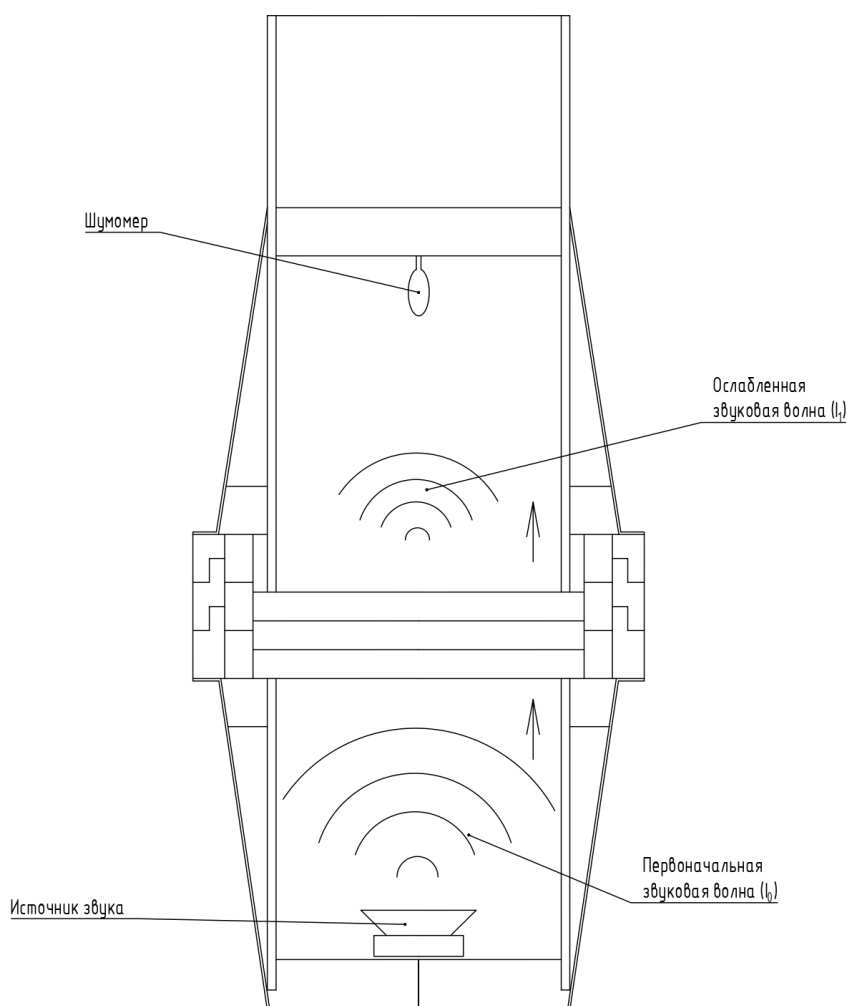
**Figure 1.** Installation scheme: 1 — upper pipe, 2 — sound insulation cover, 3 — upper housing, 4 — housing liner, 5 — noise layer, 6 — noise meter, 7 — wooden frame, 8 — sound insulation inserts, 9 — lower housing, 10 — sand, 11 — lower pipe, 12 — sound insulation tab, 13 — sound source

Принцип работы устройства показан на рисунке 2. Испытуемую панель размером  $327 \times 327$  мм (активная площадь испытания диаметром 315 мм) помещают внутри контура звукоизоляционных вкладышей 8, укладывая на плоскость звукоизоляционного вкладыша 4 и трубы 11 нижней части устройства. Сверху размещается верхняя часть устройства. Труба 1 путём вертикального перемещения прижимается к испытуемой панели, в зависимости от её толщины. Источник звука 13, расположенный в камере высокого уровня давления, начинает генерировать звуковую волну, которая является поперечной механической волной

и падает по нормали к поверхности горизонтально расположенной панели. Источник звука генерирует звук различной частоты. Достигая нижней поверхности испытуемой панели, доля звуковой энергии поглощается материалом панели. Шумомер 6, расположенный в камере низкого давления, улавливает ослабленную звуковую волну, после чего по считанным с шумомера показаниям можно вычислить индекс звукоизоляции  $R_w$  с помощью следующей формулы:

$$R_w = I_0 - I_1, \quad (1)$$

где  $I_1$  — интенсивность звуковой волны после прохождения через материал плиты,  $I_0$  — интенсивность звуковой волны, сгенерированной источником.



**Рисунок 2.** Принцип работы устройства для испытания звукоизоляции древесных панелей

**Figure 2.** The principle of operation of the device for testing the sound insulation of wood panels



#### 4. Обсуждение и заключение

Предложенная установка и способ измерения не противоречат межгосударственному стандарту ГОСТ 27296-2012 «Здания и сооружения. Методы измерения звукоизоляции ограждающих конструкций».

Разработка соответствует общим принципам подобных устройств — наличие источника звука, шумомера или микрофона и закрепляемого между ними испытуемого образца. Однако можно выделить некоторые особенности (положительно отличающие предлагаемую конструкцию), заключающиеся в наличии акустических звукоизоляционных камер высокого и низкого давления, позволяющих использовать установку в условиях окружающего шума до 75 дБ.

Предлагаемая конструкция позволяет исследовать образцы толщиной до 150 мм, как одно-, так и многослойные. В качестве тестовых образцов были использованы панели с известными звукоизоляционными свойствами: пенопласт, пенополиуритан, трёхслойная фанера, изовер. При сравнении полученных результатов с известными звукоизоляционными характеристиками отклонение составило не более 8 %, что подтверждает работоспособность установки. Также испытания проводились на трёхслойных древесных панелях, собранных из соснового мебельного щита толщиной 18 мм.

Данную установку можно эффективно использовать для определения звукоизоляции различных панелей, в т. ч. деревянных. Это позволит определять возможности их применения в различных условиях деревянного домостроения.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке «Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности» в рамках реализации научного проекта» № 2022110309013.*

#### Список литературы

1. Обзор технологий деревянного домостроения / И. С. Инжутов, К. А. Рудяк, Н. И. Лях [и др.] // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. 2021. № 1. С. 47—61. DOI: 10.25686/2542-114X.2021.1.47.
2. Massive wood material for sustainable building design: the Massiv-Holz-Mauer wall system / S. Santi, F. Pierobon, G. Corradini [et al.] // Journal of Wood Science. 2016. No. (62). P. 416—428.
3. *Sil'man Yu. Yu., Ponomarev R. A.* Wooden skyscrapers as an innovative and ambitious solution to the issues posed by urbanization // Problems of the economy and construction management in conditions of ecologically oriented developmen, 14—15 апреля 2020 года. Иркутск: Байкал. гос. ун-т, 2021. P. 327—333.
4. *Бойтемиров Ф. А.* Перспективность применения древесины в высотных зданиях на основе проведённого исследования // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2021. № 10 (1046). С. 37—39.

5. Решетников А. В., Макаридзе Г. Д. Современные технологии деревянного домостроения. Массивные деревянные панели // *Colloquium-Journal*. 2019. № 13-2 (37). С. 187—188. DOI: 10.24411/2520-6990-2019-10371.
6. Вдовин В. М., Карпов В. Н. Полносорный деревянный дом из крупных индустриальных панелей. Пенза: Пензен. гос. ун-т архитектуры и строительства, 2015. 148 с.
7. Лысенко А. О. Обзор российских и зарубежных технологий производства многослойных деревянных панелей // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура*. 2018. Т. 18, № 4. С. 44—52.
8. Патент № 2524819 С2 Российская Федерация, МПК В27N 3/04. Древесная плита и способ изготовления древесной плиты / Хаш Й., Грунвальд Д. № 2011139176/13. Заявл. 24.02.2010; опубл. 10.08.2014.
9. Патент № 2702591 С1 Российская Федерация, МПК В32В 21/02, В32В 21/06, В32В 21/14. Многослойная плита из древесного материала со средним слоем из фанеры / Р. Браун, Й. Хофер. № 2018132181. Заявл. 18.01.2017; опубл. 08.10.2019; заявитель СВИСС КРОНО ТЕК АГ.
10. Патент № 2784506 С1 Российская Федерация, МПК В27N 3/06. Древесная плита / Разиньков Е. М., Поздняков Е. В., Сафаров К. Ш., Горovenko Д. Ю. № 2022110529. Заявл. 19.04.2022; опубл. 28.11.2022; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова».
11. Шамсутдинов В. Ш. Деревянный строительный блок для возведения малоэтажных зданий // *Инженерный вестник Дона*. 2018. № 2. URL: [ivdon.ru/ru/magazine-/archive/n2y2018/4870](http://ivdon.ru/ru/magazine-/archive/n2y2018/4870). Текст: электронный.
12. Совершенствование конструкции древесной панели для повышения звукоизоляции / И. В. Храмов, А. П. Мохирев, С. П. Амелчугов [и др.] // *Актуальные вопросы строительства: взгляд в будущее: Сб. науч. ст. по материалам Всерос. научно-практич. конф., посвящённой 40-летию создания Инженерно-строительного института, Красноярск, 19—21 октября 2022 года*. Красноярск: Сибир. федер. ун-т, 2022. С. 356—359.
13. А. с. СССР № 159305, кл. G 10 к 11/00, 1963.
14. А. с. СССР № 838704, кл. G 10 к 11/00, 1981.
15. Метод измерения звукоизоляции панелей с помощью акустического интерферометра / И. А. Трибельский, В. В. Бохан, А. В. Зубарев [и др.] // *Омский научный вестник*. 2012. № 3 (113). С. 88—94.

## References

1. Injutov I. S., Rudyak K. A., Lyakh N. I., Deordiev S. V., Zhadanov V. I. Review of technologies of wooden house construction. *Bulletin of the Volga State Technological University. Series: Materials. Constructions. Technologies*, 2021, no. 1, pp. 47—61. doi: 10.25686/2542-114X.2021.1.47. (In Russ.)
2. Santi S., Pierobon F., Corradini G., Cavalli R., Zanetti M. Massive wood material for sustainable building design: the Massive-Holz-Mauer wall system. *Journal of Wood Science*, 2016, no. (62), pp. 416—428.
3. Sil'man Yu. Yu., Ponomarev R. A. Wooden skyscrapers as an innovative and ambitious solution to the issues posed by urbanization. *Problems of the economy and construction management in conditions of ecologically oriented developmen*, April 14—15, 2020. Irkutsk, Baikal State University, 2021, pp. 327—333.

4. Boytemirov F. A. Prospects for the use of wood in high-rise buildings based on the conducted research. *BST: Bulletin of Construction Equipment*, 2021, no. 10 (1046), pp. 37—39. (In Russ.)
5. Reshetnikov A. V., Makaridze G. D. Modern technologies of wooden house construction. Massive wooden panels. *Colloquium-Journal*, 2019, no. 13-2 (37), pp. 187—188. doi: 10.24411/2520-6990-2019-10371. (In Russ.)
6. Vdovin V. M., Karpov V. N. *A fully assembled wooden house made of large industrial panels*. Penza, Penza State University of Architecture and Construction, 2015. 148 p. (In Russ.)
7. Lysenko A. O. Review of Russian and foreign technologies for the production of multilayer wooden panels. *Bulletin of the South Ural State University. Series: Construction and Architecture*, 2018, vol. 18, no. 4, pp. 44—52. (In Russ.)
8. Hash Y., Grunwald D. Patent No. 2524819 C2 Russian Federation, IPC B27N 3/04. Wood slab and method of manufacturing wood slab. No. 2011139176/13; application 24.02.2010; publ. 10.08.2014. (In Russ.)
9. Brown R., Hofer J. Patent No. 2702591 C1 Russian Federation, IPC B32B 21/02, B32B 21/06, B32B 21/14. Multilayer board made of wood material with an average layer of plywood. No. 2018132181; application 18.01.2017; publ. 08.10.2019; applicant SWISS KRONO TECH AG. (In Russ.)
10. Razinkov E. M., Pozdnyakov E. V., Safarov K. S., Gorovenko D. Yu. Patent No. 2784506 C1 Russian Federation, IPC B27N 3/06. Wood plate. No. 2022110529; application 04/19/2022; publ. 11/28/2022; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Voronezh State Forestry University named after G. F. Morozov». (In Russ.)
11. Shamsutdinov V. Sh. Wooden building block for the construction of low-rise buildings. *Engineering Bulletin of the Don*, 2018, no.2. Available at: [ivdon.ru/ru/magazine-/archive/n2y2018/4870](http://ivdon.ru/ru/magazine-/archive/n2y2018/4870). Text. Image: electronic. (In Russ.)
12. Khramov I. V., Mokhirev A. P., Amelchugov S. P., Khramova K. R. Improving the design of a wood panel to increase sound insulation. *Topical issues of construction: a look into the future: A collection of scientific articles based on the materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the 40th anniversary of the establishment of the Civil Engineering Institute*. Krasnoyarsk, October 19—21, 2022. Krasnoyarsk, Siberian Federal University, 2022, pp. 356—359. (In Russ.)
13. USSR Copyright Certificate No. 159305, cl. G 10 to 11/00, 1963. (In Russ.)
14. USSR Copyright Certificate No. 838704, cl. G 10 to 11/00, 1981. (In Russ.)
15. Tribelsky I. A., Bohan V. V., Zubarev A. V., Popkov S. V. The method of measuring the sound insulation of panels using an acoustic interferometer. *Omsk Scientific Bulletin*, 2012, no. 3 (113), pp. 88—94. (In Russ.)