

## О СОВРЕМЕННЫХ ПРАВИЛАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗАЩИТЫ ОТ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА

### ABOUT MODERN RULES OF DESIGNING PROTECTION FROM INDUSTRIAL NOISE

*И.Е. ЦУКЕРНИКОВ, И.Л. ШУБИН, Т.А. НЕВЕНЧАННАЯ*  
*I.E. TSUKERNIKOV, I.L. SHUBIN, T.A. NEVENCHANNAYA*

(Научно-исследовательский институт строительной физики  
Российской академии архитектуры и строительных наук,  
Московский политехнический университет)  
(Research Institute of Building Physics  
of Russian Academy of Architecture and Construction Science,  
Moscow Polytechnic University)  
E-mail: 3342488@mail.ru; shuig@mail.ru; nevento@mail.ru

*Рассмотрены особенности проектирования защиты от производственного шума в соответствии со сводом правил СП 254.1325800.2016. Приведены основные положения свода правил, касающиеся задания нормативных параметров, подбора малошумного оборудования, выполнения акустического расчета ожидаемых уровней шума на рабочих местах, определения требуемого снижения шума и правил подбора и оценки эффективности средств строительной акустики для снижения шума. Отмечены отличия от ранее действовавшего СНиП 23-03–2003. Выполнено сопоставление требований нормирования шума на рабочих местах с положениями введенного после его разработки СанПиН 2.2.4.3359-16. Рассмотрены перспективы развития свода правил.*

*Features of design of protection against industrial noise are considered in accordance with the code of rules of SP 254.1325800.2016. The main provisions of the code of rules concerning specification of standard parameters, selection of low-noise equipment, acoustic calculation of the expected noise levels at workplaces, determination of the required noise reduction and rules for selecting and evaluating the efficiency of building acoustics measures to reduce noise are given. Differences from the previous SNiP 23-03-2003 were noted. Comparison of the noise regulation requirements in the workplace with the provisions of SanPiN 2.2.4.3359-16 introduced after SP development. Prospects for the development of the code of rules are considered.*

**Ключевые слова:** производственный шум, рабочее место, защита от шума, акустический расчет, проектирование.

**Keywords:** industrial noise, workplace, noise protection, acoustic calculation, design.

С 18.02.2017 г. введен в действие свод правил СП 254.1325800.2016 [1], содержащий требования по обеспечению нормативных уровней шума на рабочих местах, которыми следует руководствоваться при проектировании промышленных предприятий и организаций. Свод правил разработан Науч-

но-исследовательским институтом строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН) при участии Балтийского государственного технического университета (БГТУ "ВОЕНМЕХ"), ООО "Институт акустических конструкций", Тамбовского государст-

венного технического университета (ТГТУ) в целях обеспечения Федерального закона от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" и в развитие положений СП 51.13330 [2].

В СП 254.1325800.2016 установлены правила выполнения акустических расчетов, правила подбора и размещения маломощного оборудования, а также проектирования мероприятий по снижению шума на рабочих местах в помещениях и на территории промышленных предприятий и организаций средствами строительной акустики (применением звукопоглощающих конструкций и облицовок, звукоизолирующих конструкций и пр.).

Отдельные положения свода правил [1] наследуют положения, ранее действовавшего на территории Российской Федерации СНиП 23-03-2003 [3], вместе с тем развивая их с учетом накопленного практического опыта и введенных нормативно-технических документов.

Так, одним из основных положений обих документов является требование о необходимости выполнения акустического расчета ожидаемых уровней шума на рабочих местах и оценки соответствия рассчитанных значений нормативным уровням.

Акустический расчет, как и в СНиП 23-03-2003 [3], включает выбор точек в помещениях, для которых производят расчет (расчетных точек); определение нормативных значений уровней шума в расчетных точках; определение акустических характеристик помещений; выявление источников шума и определение их шумовых характеристик; определение ожидаемых уровней шума в расчетных точках; определение требуемого снижения уровней шума.

Расчетные точки рекомендуется выбирать в соответствии с требованиями СП 51.13330.2011 [2] внутри помещений на рабочих местах и/или в зоне постоянного пребывания людей на высоте 1,5 м от уровня пола или рабочей площадки. В помещении с одним источником шума или с несколькими однотипными источниками одна расчетная точка берется на рабочем месте в зоне прямого звука источника, другая – в зоне отра-

женного звука на месте постоянного пребывания людей, не связанных непосредственно с работой данного источника. В помещении с несколькими источниками шума, уровни звуковой мощности которых различаются на 10 дБ и более, расчетные точки выбирают на рабочих местах у источников с максимальными и минимальными уровнями. Для помещений с большим числом оборудования целесообразно размещать расчетные точки около оборудования: для помещений с однотипным оборудованием – на рабочем месте в средней части цеха; для помещений с групповым размещением однотипного оборудования – в центре каждой группы; для помещений со смешанным размещением разнотипного оборудования – на рабочих местах наиболее и наименее шумного оборудования, по возможности удаленного друг от друга.

Нормативные уровни шума на рабочих местах в виде предельно допустимых уровней звука  $A L_A^{доп}$  и эквивалентных уровней звука  $A L_{АЭКВ}^{доп}$ , в отличие от СНиП 23-03-2003 [3], определяют в соответствии с санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [4] с учетом напряженности и тяжести трудового процесса. В число нормируемых параметров наряду с уровнями звука  $A$  включены соответствующие им предельные спектры, под которыми понимают значения уровней звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Предельный спектр обозначают двумя буквами ПС и значением уровня звукового давления в октавной полосе со среднегеометрической частотой 1000 Гц (ПС-N). Номер N нормативного предельного спектра принимают равным значению предельно допустимого уровня звука  $A$ , уменьшенному на 5 дБ. В своде правил приведена таблица со значениями предельных спектров ПС-45 ÷ ПС-75, соответствующими нормативным значениям уровней звука  $A$  на рабочих местах. Предельно допустимые уровни для максимального уровня звука и поправки для значений нормируемых параметров в помещениях с установками кондиционирования воздуха, вентиляции и воздушного отопления принимают по СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [4].

При выборе источников шума предлагается руководствоваться следующими рекомендациями: источниками шума в помещениях производственных зданий может быть любое, расположенное в них технологическое оборудование, а также системы принудительной вентиляции и отопления. В последнем случае шум в помещение может излучаться через вентиляционные решетки, через стенки воздуховодов, проходящих по помещению, или от самих вентиляционных установок, если они размещены в том же помещении. Кроме того, шум в помещение может проникать с прилегающей территории через ограждающие конструкции. Источниками шума на территории промышленного предприятия являются выходящие в атмосферу отверстия крупных и мелких аэрогазодинамических установок, всасывающие и выхлопные отверстия компрессорных станций, шахты и решетки, расположенных в здании вентиляционных установок, воздуховоды, по которым распространяются газозвуковые потоки, вынесенные из здания вентиляционные установки, а также любые шумящие механизмы и установки, расположенные на территории промышленных площадок.

Впервые в СП 254.1325800.2016 [1] регламентирована процедура подбора малозвучного оборудования, основанная на предварительном расчете предельно допустимых шумовых характеристик (ПДШХ) запроектированного технологического оборудования. В соответствии с ГОСТ 27409–97 [5] под ПДШХ понимают значения шумовой характеристики машины в виде октавных уровней звуковой мощности  $L_{W}^{доп}$  и скорректированного уровня звуковой мощности  $L_{WA}^{доп}$ , обеспечивающие выполнение норм шума на рабочих местах при регламентированных условиях эксплуатации, которые включают сведения о наличии других одновременно с ней функционирующих машин, излучаемом ими шуме, взаимном расположении машин и рабочих мест в помещении, акустические свойства помещения. Машины, характеризующиеся ПДШХ, не требуют дополнительных мер для снижения шума, воздействующего на обслуживающий персонал. ПДШХ запроектированного оборудования рассчи-

тывают по предельно допустимым уровням шума в расчетных точках в соответствии с методами ГОСТ 30530 [6]. Стандарт устанавливает два метода: метод подбора, применяемый для цехов с однотипным оборудованием, равномерно расположенным в помещении (этажи вальцевых станков на мельницах предприятий зерноперерабатывающей промышленности, ткацкие цехи предприятий текстильной промышленности, газетные цехи типографий и пр.), и метод обратной акустической задачи, позволяющий выполнять расчеты для разнотипного оборудования, произвольным образом расположенного в помещении.

По результатам расчета значений ПДШХ подбирают оборудование, фактические значения шумовых характеристик которого не превышают рассчитанных значений ПДШХ. При подборе оборудования следует руководствоваться рекомендациями раздела 8 ГОСТ Р 52797.1-2007 [7]. Если удастся подобрать такое оборудование для всех запроектированных в цехе машин, уровни шума на рабочих местах в проектируемом цехе не будут превышать нормативных уровней, и разрабатывать шумозащитные мероприятия не требуется. При этом, однако, необходимо выполнить проверочный расчет ожидаемых уровней шума в расчетных точках по фактическим шумовым характеристикам источников шума, подтверждающий выполнение норм шума в расчетных точках. Если не удастся подобрать необходимое оборудование для всех запроектированных машин и имеются мощные источники шума, фактические значения шумовых характеристик которых хотя бы в одной октавной полосе или по скорректированному уровню звуковой мощности превышают рассчитанные значения ПДШХ, применяют установленные в ГОСТ 30530–97 [6] процедуры оптимизации значений ПДШХ. Эти процедуры позволяют повысить значения ПДШХ мощных источников за счет понижения до фактических значений шумовых характеристик ПДШХ слабых источников шума или выбора оптимального с акустической точки зрения расположения рабочих мест в помещении. При выполнении процедур оптимизации оценивают качество акус-

тических характеристик помещения. Если установлен факт повышенной гулкости помещения, когда вклад отраженного звука на рабочих местах превышает вклад прямого звука даже для ближайших к рабочим местам источников шума (например, при среднем коэффициенте звукопоглощения в помещении, меньшем 0,1), повышают значения среднего коэффициента звукопоглощения в помещении за счет установки звукопоглощающих конструкций на его ограждающих поверхностях. Затем повторяют выполнение процедур оптимизации. Если не удается в достаточной степени повысить значения ПДШХ мощных источников шума после выполнения процедур оптимизации, разрабатывают комплекс строительно-акустических и организационных шумозащитных мероприятий для обеспечения требуемого снижения уровней шума в расчетных точках. В приложении Е стандарта [6] дан пример расчета ПДШХ методом обратной задачи для оборудования приготовления творога цеха детского питания.

Следующий этап проектирования – расчет ожидаемых уровней шума на рабочих местах с подобранным по значениям ПДШХ оборудованием и сопоставление рассчитанных уровней с нормативными значениями. Расчет, как и в СНиП 23-03-2003 [3], выполняют в соответствии с выражением (записывающим формулы из [3] в обобщенном виде):

$$L = 10 \lg \left( \sum_{i=1}^n (a_{\text{при}i} + a_{\text{отп}i}) \cdot 10^{0,1L_{\text{wi}}} \right), \quad (1)$$

где  $L_{\text{wi}}$  – октавный уровень звуковой мощности  $i$ -го источника, дБ;  $a_{\text{при}i}$  и  $a_{\text{отп}i}$  – коэффициенты, описывающие распространение прямого и отраженного звука в помещении от  $i$ -го источника;  $n$  – число одновременно работающих источников шума в помещении.

Однако в СП 254.1325800.2016 [1] уточнены рекомендации по вычислению входящих в выражение для  $a_{\text{при}i}$  величин: коэффициента  $\chi$ , учитывающего влияние ближнего поля, и площади воображаемой поверхности  $S$ , окружающей источник шума и прохо-

дящей через расчетную точку. Кроме того, расчет выполняют не только для соразмерных помещений, как в СНиП 23-03-2003 [3], но также для цехов, являющихся длинными и плоскими помещениями. Для этого в своде правил [1] введен подраздел, расширяющий набор акустических характеристик помещений, и для их расчета включены методы, описывающие поле отраженного звука в несоразмерном помещении, разработанные М.В. Сергеевым в 80-х годах прошлого века [8], [9]. Учтено также затухание звука в воздушном пространстве помещения, дающее заметный вклад в значения среднего коэффициента звукопоглощения  $\alpha_{\text{ср}}$  для помещений больших размеров в области высоких частот (октавные полосы со среднегеометрическими частотами 2000...8000 Гц).

Для расчетных точек, расположенных на территории, расчет октавных уровней звукового давления предложено выполнять по методу ГОСТ 31295.2-2005 [10]. При этом для источников шума, располагаемых в помещении, определяют октавные уровни звуковой мощности  $L_{\text{w}}^{\text{пр}}$ , дБ, шума, прошедшего через наружное ограждение на территорию.

Сравнивать с нормативными уровнями шума в расчетных точках следует ожидаемые уровни шума  $L_{\text{8h}}$ , рассчитанные за базовое значение длительности рабочего дня, принимаемое в соответствии с нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [4], равным 8 ч. Если эффективная длительность номинального рабочего дня  $T_e$ , ч, определяемая по ГОСТ 12.1.003-2014 [11] как период времени, в течение которого наблюдается воздействие шума, существенного и представительного для данного рабочего места, отличается от базовой длительности, уровни шума  $L_{\text{8h}}$  в расчетных точках определяют по формуле:

$$L_{\text{8h}} = L + 10 \lg \left[ \frac{T_e}{8} \right], \quad (2)$$

где  $L$  – ожидаемый октавный уровень звукового давления, дБ, и уровень звука  $A$ , дБА, в расчетной точке, рассчитанный для

номинального рабочего дня, характеризующегося эффективной длительностью  $T_e$ .

Требуемое снижение октавных уровней звукового давления  $\Delta L_{\text{тр}}$ , дБ (или уровней звука А  $\Delta L_{\text{тр.А}}$ , дБА), в расчетной точке определяют по формуле:

$$\Delta L_{\text{тр}} = L - L^{\text{доп}}, \quad (3)$$

где  $L$  – октавный уровень звукового давления, дБ; или уровень звука А, дБА, рассчитанные в расчетной точке;  $L^{\text{доп}}$  – предельно допустимый октавный уровень звукового давления, дБ, или уровень звука, дБА, определенные в расчетной точке.

Требуемое снижение октавных уровней звукового давления  $\Delta L_{\text{тр.и}}$ , дБ (или уровней звука А  $\Delta L_{\text{А.тр.и}}$ , дБА), для отдельных источников определяют по формуле:

$$\Delta L_{\text{тр.и}} = L_i - L^{\text{доп}} + 10 \lg n, \quad (4)$$

где  $L_i$  – октавный уровень звукового давления, дБ; или уровень звука А, дБА, от  $i$ -го источника шума;  $n$  – общее число источников шума, учитываемых при расчете суммарного шума в расчетной точке.

В СП 254.1325800.2016 отсутствует громоздкая процедура определения общего числа  $n$  принимаемых в расчет источников шума. При необходимости определения  $n$  можно руководствоваться рекомендациями, приведенными в [12].

Далее в СП 254.1325800.2016 приведены правила выбора мероприятий для обеспечения требуемого снижения шума. Дан перечень организационных и строительно-акустических мероприятий, которые следует использовать при проектировании промышленных комплексов, при планировке помещений внутри зданий, при уменьшении шума в помещении с источниками излучения, для уменьшения излучения шума в изолируемое помещение и для уменьшения шума, излучаемого промышленным оборудованием в окружающую атмосферу. При этом указано, что выбор типа конструкций, применяемых для снижения шума (звукоизолирующих, звукопоглощающих и т. п.) в производственных помещениях с источ-

никами шума, а также выбор необходимых размеров этих конструкций следует производить на основе расчета, правила которого изложены в последующих разделах свода правил. Для этого в отдельных разделах СП 254.1325800.2016 даны правила, содержащие соответствующие рекомендации и формулы для определения звукоизоляции ограждающих конструкций зданий и элементов зданий (раздел 8), снижения шума звукоизолирующими кабинами (раздел 9), снижения шума звукоизолирующими кожухами (раздел 10), снижение шума звукопоглощающими облицовками и конструкциями (раздел 11), снижение шума акустическими экранами (раздел 12).

В части перспективного развития и дополнения положений необходимо отметить следующее.

С 01.01.2017 введены в действие санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.4.3359-16 [13], установившие новые санитарно-эпидемиологические требования к акустическим факторам (шум, вибрация, инфразвук, ультразвук) на рабочих местах. СП 254.1325800.2016 должны быть приведены в соответствие с ними. Так, в соответствии с этим документом спектральные характеристики исключены из перечня нормируемых параметров. Установлено, что уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц должны рассматриваться как справочные параметры, которые могут использоваться для подбора средств индивидуальной защиты, разработки мер профилактики, решения экспертных вопросов связи заболевания с профессией и так далее. В связи с этим принятое в своде правил представление их в виде предельных спектров, численно связанных с предельно допустимыми уровнями нормируемых параметров, является удобной и обоснованной формой учета необходимых требований к спектральному составу шума и определению требований к спектральным параметрам строительно-акустических средств снижения шума при проектировании защиты от производственного шума. Перечень нормируемых параметров,

рассматриваемых в своде правил, должен быть дополнен пиковым уровнем звука С, дан его предельно допустимый уровень в соответствии с [13] и рекомендации по его обеспечению при проектировании защиты от производственного шума. Кроме того, в п. 1.5 [13] указано, что оценка фактических уровней производственных физических факторов должна проводиться с учетом неопределенности измерений. Для выполнения этого требования необходимо свод правил дополнить рекомендациями по определению неопределенности результата акустического расчета ожидаемых уровней шума на рабочих местах.

Для помещений сложной формы, состоящих из нескольких акустически связанных объемов, с перегородками неполной высоты, с крупногабаритным оборудованием, с источниками шума направленного излучения и т.п. для повышения точности акустического расчета целесообразно использовать компьютерные методы расчета звуковых полей помещений. Такие методы, разработанные на основе метода прослеживания лучей и статистического энергетического подхода, рассмотрены в работах [14...17]. Для их введения в свод правил необходимо предварительно разработать методический документ, детально описывающий алгоритмы статистического поточно-энергетического метода и метода прослеживания лучей, на основе которого могли бы быть разработаны и широко представлены на российском рынке программные продукты, как это имеет место, например, для расчета внешнего шума по ГОСТ 31295.2–2005 [10].

## ВЫВОДЫ

1. Свод правил СП 254.1325800.2016 устанавливает соответствующие современному уровню технического развития требования и правила проектирования защиты от производственного шума методами строительной акустики.

2. Применение СП 254.1325800.2016 обеспечивает возможность определения на единой методической основе ожидаемых уровней шума при проектировании предприятий

и отдельных производственных помещений, подбора на основании выполненных расчетов оборудования с требуемыми шумовыми характеристиками, разработки и реализации на этапе строительства требуемых мероприятий по снижению шума на рабочих местах до нормативных уровней. Для действующих предприятий применение свода правил позволяет обоснованно подбирать мероприятия по снижению шума и до их реализации расчетным путем оценить эффективность запроектированных средств шумозащиты.

3. Необходимо дополнение и развитие положений свода правил СП 254.1325800.2016 для согласования с положениями введенного после его разработки СанПиН 2.2.4.3359-16 и учета развитых в последние годы методов расчета звуковых полей в производственных помещениях сложной формы, наполненных крупногабаритным оборудованием.

## ЛИТЕРАТУРА

1. СП 254.1325800.2016. Здания и территории. Правила проектирования защиты от производственного шума.
2. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03–2003.
3. СНиП 23-03–2003. Защита от шума.
4. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы.
5. ГОСТ 27409–97. Шум. Нормирование шумовых характеристик стационарного оборудования. Основные положения.
6. ГОСТ 30530–97. Шум. Методы расчета предельно допустимых шумовых характеристик стационарных машин.
7. ГОСТ Р 52797.1–2007 (ИСО 11690-1:1996). Акустика. Рекомендуемые методы проектирования малозумных рабочих мест производственных помещений. Часть 1. Принципы защиты от шума.
8. *Осипов Г.Л., Юдин Е.Я., Хюбнер Г. и др.* Снижение шума в зданиях и жилых районах / Под ред. Г.Л. Осипова, Е.Я. Юдина. – М.: Стройиздат, 1987.
9. *Юдин Е.Я., Борисов Л.А., Горенштейн И.В. и др.* Борьба с шумом на производстве / Под общ. ред. Е.Я. Юдина. – М.: Машиностроение, 1985.
10. ГОСТ 31295.2–2005 (ИСО 9613-2:1996). Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета.
11. ГОСТ 12.1.003–2014. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности.

12. Кацнельсон М.У., Селиверстов Б.А., Цукерников И.Е. Снижение шума машин пищевых производств. – М.: Агропромиздат, 1986.

13. СанПиН 2.2.4.3359–16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.

14. Леденев В.И., Антонов А.И., Матвеева И.В., Макаров А.М. Компьютерное моделирование акустических процессов в производственных помещениях с технологическим оборудованием // Вестник ЦРО РААСН. – Воронеж-Иваново, 2005. Вып.4. С. 168...175.

15. Антонов А.И., Жоголева О.А., Леденев В.И., Шубин И.Л. Оценка шумового режима акустически связанных помещений на основе статистического энергетического подхода к расчету отраженных полей // Мат. Междунар. научн.-практ. конф.: Экологическая безопасность и энергосбережение в строительстве. – Москва-Кавала, 17-27 августа 2013. С.128...133.

16. Антонов А.И., Леденев В.И., Цукерников И.Е., Шубин И.Л. Компьютерное моделирование акустических параметров производственных помещений предприятий текстильной промышленности // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2016, №4. С.193...198.

17. Tsukernikov I., Antonov A., Ledenev V., Shubin I. and Nevenchannaya T. Acoustic Characteristics Analysis of Industrial Premises with Process Equipment // Journal of Applied Mathematics and Physics. – 4, 206-210. <http://dx.doi.org/10.4236/jamp.2016.42026>.

#### REFERENCES

1. SP 254.1325800.2016. Zdaniya i territorii. Pravila proektirovaniya zashchity ot proizvodstvennogo shuma.

2. SP 51.13330.2011. Zashchita ot shuma. Aktualizirovannaya redaktsiya SNiP 23-03–2003.

3. SNiP 23-03–2003. Zashchita ot shuma.

4. SN 2.2.4/2.1.8.562–96. Shum na rabochikh mestakh, v pomeshcheniyakh zhilykh, obshchestvennykh zdaniy i na territorii zhiloy zastroyki. Sanitarnye normy.

5. GOST 27409–97. Shum. Normirovanie shumovykh kharakteristik statsionarnogo oborudovaniya. Osnovnye polozheniya.

6. GOST 30530–97. Shum. Metody rascheta predel'no dopustimyykh shumovykh kharakteristik statsionarnyykh mashin.

7. GOST R 52797.1–2007 (ISO 11690-1:1996). Akustika. Rekomenduemye metody proektirovaniya maloshumnykh rabochikh mest proizvodstvennykh pomeshcheniy. Chast' 1. Printsipy zashchity ot shuma.

8. Osipov G.L., Yudin E.Ya., Khyubner G. i dr. Snizhenie shuma v zdaniyakh i zhilykh rayonakh / Pod red. G.L. Osipova, E.Ya. Yudina. – М.: Stroyizdat, 1987.

9. Yudin E.Ya., Borisov L.A., Gorenshyey I.V. i dr. Bor'ba s shumom na proizvodstve / Pod obshch. red. E.Ya. Yudina. – М.: Mashinostroenie, 1985.

10. GOST 31295.2–2005 (ISO 9613-2:1996). Shum. Zatukhanie zvuka pri rasprostranении na mestnosti. Chast' 2. Obshchiy metod rascheta.

11. GOST 12.1.003–2014. Sistema standartov bezopasnosti truda. Shum. Obshchie trebovaniya bezopasnosti.

12. Katsnel'son M.U., Seliverstov B.A., Tsukernikov I.E. Snizhenie shuma mashin pishchevykh proizvodstv. – М.: Agropromizdat, 1986.

13. SanPiN 2.2.4.3359–16. Sanitarno-epidemiologicheskie trebovaniya k fizicheskim faktoram na rabochikh mestakh.

14. Ledenev V.I., Antonov A.I., Matveeva I.V., Makarov A.M. Komp'yuternoe modelirovanie akusticheskikh protsessov v proizvodstvennykh pomeshcheniyakh s tekhnologicheskimi oborudovaniyami // Vestnik TsRO RAASN. – Voronezh-Ivanovo, 2005. Vyp.4. S. 168...175.

15. Antonov A.I., Zhogoleva O.A., Ledenev V.I., Shubin I.L. Otsenka shumovogo rezhima akusticheskikh svyazannykh pomeshcheniy na osnove statisticheskogo energeticheskogo podkhoda k raschetu otrazhennykh poley // Мат. Mezhdunar. nauchn.-prakt. конф.: Экологическая безопасность и энергосбережение в строительстве. – Москва-Кавала, 17-27 августа 2013. С.128...133.

16. Antonov A.I., Ledenev V.I., Tsukernikov I.E., Shubin I.L. Komp'yuternoe modelirovanie akusticheskikh parametrov proizvodstvennykh pomeshcheniy predpriyatiy tekstil'noy promyshlennosti // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2016, №4. С.193...198.

17. Tsukernikov I., Antonov A., Ledenev V., Shubin I. and Nevenchannaya T. Acoustic Characteristics Analysis of Industrial Premises with Process Equipment // Journal of Applied Mathematics and Physics. – 4, 206-210. <http://dx.doi.org/10.4236/jamp.2016.42026>.

Рекомендована Ученым советом НИИСФ РААСН. Поступила 18.06.18.