

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА И ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 728.001:699.844

DOI: 10.17673/Vestnik.2016.02.11

О.Г. ОРЛОВ  
С.Я. ГАЛИЦКОВ  
О.С. ВЕЛЬМЯЙКИНА

## АЛГОРИТМ СОЗДАНИЯ АКУСТИЧЕСКОГО КОМФОРТА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТА ЖИЛОГО ДОМА

THE ALGORITHM FOR CREATING ACOUSTIC COMFORT DURING PROJECT DEVELOPMENT, RESIDENTIAL BUILDING

*Рассмотрены различные источники шума, формирующие шумовой режим жилого дома: внешний шум (источником которого являются главным образом транспортные магистрали); внутридворовые источники шума (стоянки автотранспорта жильцов, контейнерные площадки, трансформаторные подстанции, спортивные и детские площадки и т.д.) и внутридомовые источники шума разнообразной природы (санитарно-техническое оборудование, крышные котельные, оборудование магазинов, кафе, офисов, жизнедеятельность самих жильцов). Перечислены меры защиты от шума при выборе места строительства, планировочного решения придомовой территории. Проанализированы способы и проблемы защиты от источников шума вне дома и внутри него. Предложен алгоритм создания акустического комфорта в жилых помещениях на этапе проектирования дома.*

**Ключевые слова:** проектирование, жилой дом, защита от шума, планировка, воздушный шум, ударный шум, звукоизоляция, алгоритм, акустический комфорт

Современный город – это сложная антропогенная система, призванная обеспечить высокий уровень комфортности для его жителей, соответствующий санитарным требованиям в широком спектре показателей в различных сферах деятельности. Одним из значимых факторов городской среды является шумовое загрязнение [1–7]. Проблема защиты населения города от шума многогранна. Она существует в той или иной степени для любого населённого пункта, но особенно значима для крупных городов, где её эффективное решение зависит от целого ряда

*Various sources of noise, the noise shaping mode of an apartment house are studied: external noise (the source of which is mainly highways); within a yard of noise sources (parking lot of tenants, container platforms, transformer substations, sports and children's playgrounds, etc.) and in-house sources of diverse nature of noise (this sanitary equipment, boiler roof, equipment shops, cafes, offices, and the livelihoods of the residents themselves). Listed noise protection measures when selecting the construction site, local area planning decision. The methods and problems of protection from noise sources outside the house and inside it are analysed. An algorithm for the creation of acoustic comfort in dwellings at the stage of designing the house is suggested.*

**Keywords:** design, house, noise protection, planning, airborne noise, impact noise, sound, algorithm, acoustic comfort

факторов [8–16]. В настоящей работе рассматривается синтез алгоритма обеспечения акустического комфорта в жилом доме на этапе его проектирования в условиях учета действия трех основных групп возможных источников шума. А именно, защита жилых помещений от внешнего шума (источниками которых являются главным образом транспортные магистрали), от внутридворовых источников шума (стоянки автотранспорта жильцов, контейнерные площадки, трансформаторные подстанции, спортивные и детские площадки и т.д.) и от внутридо-

мовых источников шума разнообразной природы (санитарно-техническое оборудование, крышные котельные, оборудование магазинов, кафе, офисов, а также жизнедеятельность самих жильцов) [17, 18].

Для комплексного решения создания гарантированной акустически комфортной среды на этапе разработки проекта жилой застройки предлагается использовать обобщенный алгоритм, включающий в себя как алгоритм поэтапной оценки октавного уровня звукового давления (УЗД) в расчетных точках застраиваемой территории  $УЗД_{тз}$ , на площадках отдыха  $УЗД_{по}$ , у фасада  $УЗД_{фд}$  и в помещениях жилого дома  $УЗД_{пд}$  от различных источников шума, так и алгоритм принятия технических решений для обеспечения акустического комфорта (рис. 1).

В разработанном алгоритме можно выделить три основных этапа: 1) оценка возможности строительства жилого дома по критерию допустимого уровня звукового давления на территории застройки (операторы 1–11); 2) разработка мероприятий по обеспечению акустического комфорта в расчетных точках фасада здания и на площадках отдыха (операторы 10–19); 3) обеспечение акустического комфорта внутри помещений здания (операторы 20–28).

На первом этапе проектирования необходимо определить существующие источники внешнего шума (главным образом – это транспортные магистрали) и уровень шумового загрязнения от них территории, планируемой под жилую застройку [8]. Затем в соответствии со СНиП 23-03-2003 «Защита от шума. Актуализированная редакция» рассчитывается ожидаемый уровень шума в двух метрах от фасада и на высоте трех-пяти этажей будущего жилого дома для худшего варианта относительного расположения источников шума и здания. При анализе результатов выполненных расчетов (операторы 3, 4) используют значения гигиенической оценки уровней шума на площадке застройки СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»: 1) эквивалентный уровень шума не превышает 55 дБА – жилищное строительство возможно; 2) эквивалентный уровень шума больше 55 дБА, но не превышает 65 дБА – жилищное строительство возможно, если дом будет шумозащищенным; 3) эквивалентный уровень шума превышает 65 дБА – жилищное строительство невозможно.

В случае принятия положительного решения о строительстве жилого дома с повышенной шумозащищенностью используют известные методы защиты от шума, например, планировочные решения

жилых комнат в одно- и двухкомнатных квартирах окнами во двор, в трех- и более комнатных квартирах – и на магистраль, и в дворовую сторону. Повышение звукоизоляции внешних ограждающих конструкций жилого дома может и должно обеспечиваться в первую очередь хорошей звукоизоляцией окон. Как дополнение можно рекомендовать застекление лоджий. Возможно и изменение геометрии конструкции здания [19].

На втором этапе проектирования необходимо обеспечить нормативные значения УЗД на детской площадке, площадке отдыха от внешнего шума, с учетом новых источников (контейнерная площадка, стоянка личного автомобильного транспорта и т.д.).  $УЗД_{по}$  не должен превышать 45 дБА на детской площадке и площадках отдыха (оператор 13).

Если эти условия не выполняются в выбранных планировочных решениях, то можно рекомендовать (оператор 14) применение локальных экранов-стенок [20]. Выполненные авторами статьи исследования, результаты которых представлены в табл. 1 и 2, показали существенный эффект использования экранов.

Снижение шума на различном расстоянии от внутридворовых источников с локальными экранами-стенками высотой 1,5 м и без них представлено в табл. 1.

Таблица 1

Снижение шума, дБА	Расстояние от источника шума, м	
	без экрана	с экраном
35	23	10
42	50	20
46	80	30

Снижение шума на различном расстоянии от внутридворовых источников с локальными экранами-стенками высотой 2,5 м и без них показано в табл. 2.

Таблица 2

Снижение шума, дБА	Расстояние от источника шума, м	
	без экрана	с экраном
41	48	10
48	100	20
52	160	30

Третий этап достижения акустического комфорта в жилых помещениях заключается в решении проблемы защиты от шума, источники которого располагаются внутри здания: оборудование инженерных систем дома (насосы, лифты, крышные котельные и т.д.); торговое и вентиляционное обо-

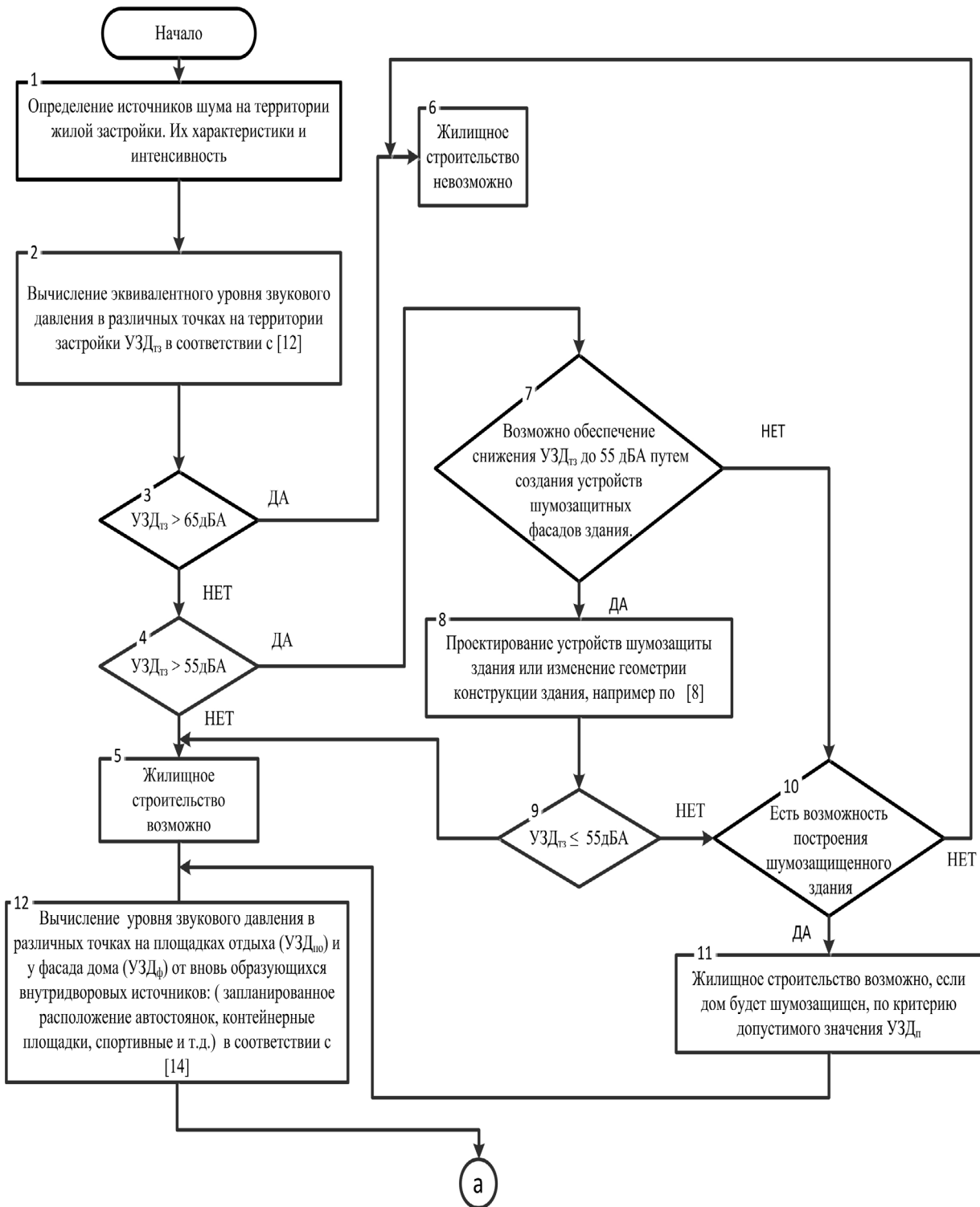


Рис. 1. Алгоритм принятия технических решений по защите дома от шума

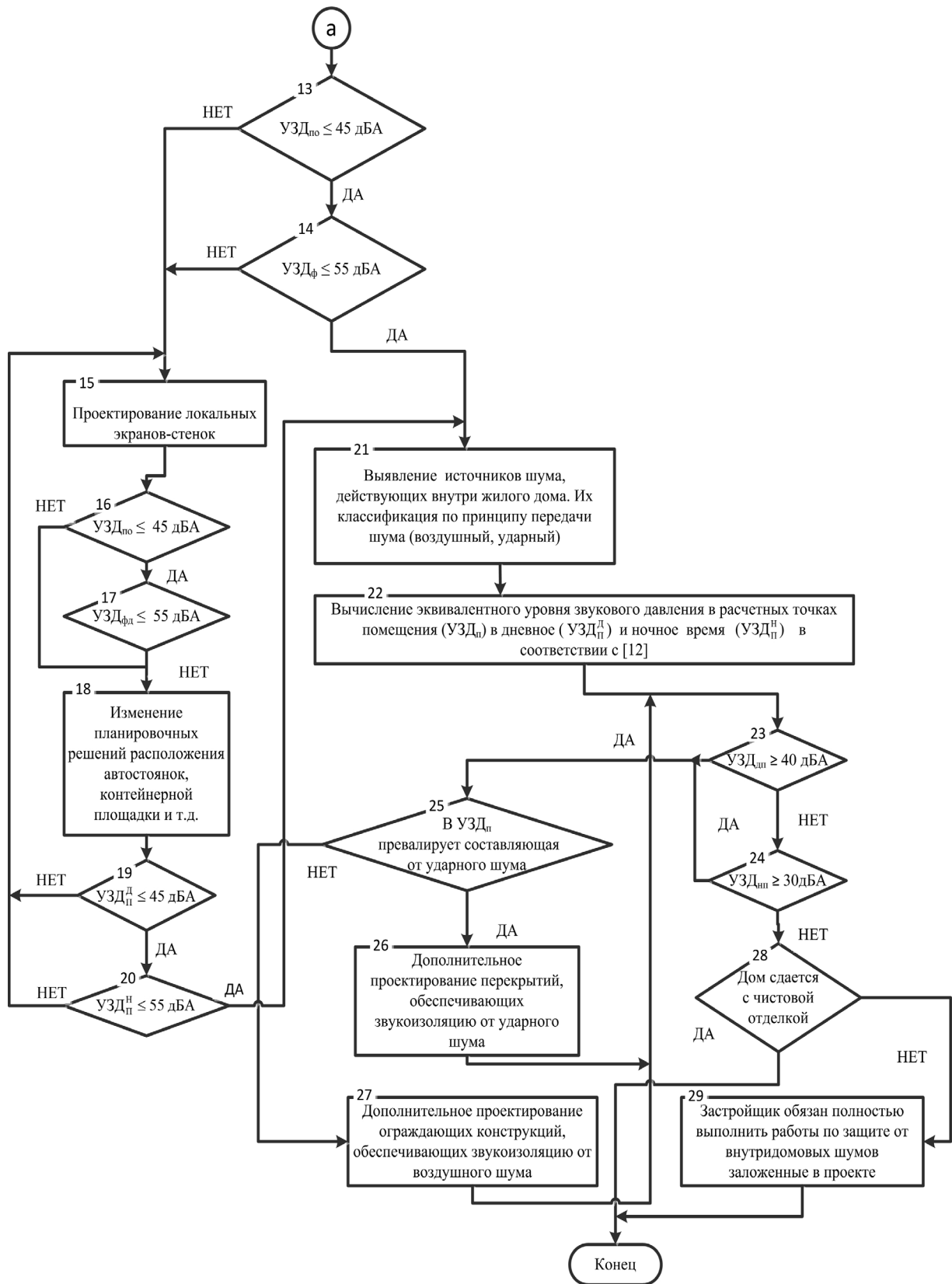


Рис. 1. (Окончание)

рудование кафе, ресторанов, магазинов; техническое оборудование офисов, контор и т.д. И здесь для достижения поставленной цели целесообразно применить комплексный подход, который включает в себя и оптимизацию планировочных решений здания, и обеспечение необходимой звукоизоляции за счет рационального выбора ограждающих конструкций (стены, перегородки и перекрытия).

При выборе варианта планировочного решения жилого дома необходимо размещать помещения с техническим оборудованием таким образом, чтобы жилые комнаты не имели общие с ними стены и перекрытия. При размещении в цокольном или на первом этаже жилого дома кафе, ресторанов, магазинов, офисов и т.д. необходимо располагать вне проекции жилых помещений холодильное, технологическое оборудование, вентиляционные камеры и т.д.

Известно, что распространение шума в зданиях происходит двумя способами: воздушным и ударным. В первом случае источники шума (голоса людей, работа звуковоспроизводящей аппаратуры, бытовой техники и т.д., а в помещениях кафе, ресторанов, магазинов, офисов – холодильное и технологическое оборудование, вентиляционные камеры и т.д.) генерируют колебания в воздушной среде помещения, которые передаются ограждающим конструкциям. Звуковая энергия, проходя через них, частично гасится, а оставшаяся формирует шум в соседнем помещении. Такой путь распространения звука называется воздушным шумом.

Во втором случае источник шума генерирует колебания непосредственно в структурах ограждающих конструкций помещений, проходя через которые они частично гасятся, а оставшиеся создают колебания воздушной среды в соседнем помещении. Такой шум называется структурным или ударным. В жилых квартирах его источником, в первую очередь, является деятельность людей, сопровождающаяся непосредственным механическим воздействием на полы помещения: перемещения жильцов, игры детей, перестановка мебели и т.д. В этом случае страдают жильцы, как правило, квартиры, расположенной ниже. Кроме того, ударный шум создается оборудованием крышных котельных и насосов, широко используемых в современных домах [21]. Задача разделения внутридомовых источников шума на эти два вида выполняется (см. рис. 1) оператором 20. После этого оператором 21 осуществляется расчет  $УЗД_{пв}$  в помещениях для дневного  $УЗД_{пд}$  и ночного  $УЗД_{пн}$  времени. Анализ результатов расчетов (опе-

раторы 22–24) позволяет определить дальнейшие действия проектанта до достижения требуемого акустического комфорта.

При проектировании здания основное внимание уделяется, прежде всего, прочностным характеристикам конструкций [22], которые, в свою очередь, обеспечивают защиту помещений дома как от внешних, так и от внутренних источников шума. При широком применении в современном строительстве каркасных конструкций, являющихся своеобразным силовым «скелетом» здания, межкомнатные, межквартирные и даже наружные стены выполняют более тонкими, используя при этом менее плотные материалы. Для обеспечения норматива теплоизоляции наружных стен нашли широкое применение различные теплоизоляционные материалы, обладающие малой плотностью [23–25]. Такие решения являются противоречивыми с точки зрения обеспечения звукоизоляционных характеристик стен и перегородок [26, 27].

Ограждающие конструкции по-разному влияют на ослабление шума в помещениях зданий. Эффективность снижения воздушного шума напрямую зависит от толщины и плотности материала, из которого ограждение выполнено, а на ослабление ударного шума влияют модуль упругости и толщина этого материала. Поэтому решение проблемы защиты от воздушного шума (оператор 26), как правило, не представляет труда. Более сложной является задача защиты от ударного шума (оператор 27). Наиболее эффективное ее решение заключается в использовании в проекте здания конструкций перекрытий со звукоизолирующими упругими материалами, т.е. устройство так называемого «плавающего пола». Достижение положительного результата защиты от ударного шума осложняется тем, что сложившаяся в последние годы практика продажи квартир в черновом варианте отделки (когда, в отдельных случаях, даже отсутствует стяжка) предполагает выполнение чистовой отделки владельцем квартиры, что, в большинстве случаев, приводит к тому, что перекрытия слабо защищают помещения от ударного шума.

Таким образом, эффективное решение проблемы защиты от ударного шума возможно только при реализации мероприятий на уровне проектных решений жилого дома и выполнении государственного контроля проекта по уровню защит от внутренних шумов в соответствии с требованиями СНиП 23-03-2003 «Защита от шума. Актуализированная редакция». Это позволит обеспечить соблюдения санитарных нормативов.

Следует остановиться ещё на одной проблеме, которая уже формируется и далее будет только обостряться. Она связана с применением в домах конструкций окон, обладающих хорошей звукоизоляцией. В результате в квартире резко снижается шумовой фон от внешних источников. При этом возрастает негативная реакция жильцов на внутридомовые источники шума и проявляется психоэмоциональная составляющая шумового действия на человека. Это подтверждается проведенным анкетированием жильцов [6], поменявших старые конструкции оконных рам на современные. Из 185 опрошенных граждан, из тех кто установил новые рамы и отметил снижение транспортного шума в помещениях, 45 (24,3 %) свидетельствуют об увеличении шума внутридомовых источников. Считаем, что этот фактор, а также то обстоятельство, что широко используется звуковоспроизводящая бытовая техника достаточно большой мощности, вызывают необходимость повышения звукоизоляции внутренних ограждающих конструкций здания.

**Выводы.** 1. Разработанный алгоритм отражает комплексное решение задачи защиты от шума и обеспечения акустического комфорта в жилых помещениях в соответствии с санитарными нормативами на этапе проектирования дома, и он может быть реализован в системах автоматического проектирования здания.

2. Возрастающие мощности внутридомовых источников шума вызывают необходимость увеличения звукоизоляции внутренних ограждающих конструкций здания.

3. Мероприятия по защите от ударного шума должны быть заложены в проекте жилого дома, в том числе и в случае продажи дома в «черновой отделке».

4. Государственная экспертиза проектов в строительстве должна усилить контроль за соответствием проектной документации требованиям СНиП 23-03-2003 «Защита от шума. Актуализированная редакция».

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Орлов О.Г. Проблемы и перспективы оптимизации акустической среды жилых помещений // АСАСЕМІА. Архитектура и строительство. 2009. №5. С. 270–271.

2. Орлов О.Г. Значение карты шума в формировании благополучной акустической ситуации города // Исследования в области архитектуры, строительства и охраны окружающей среды: материалы областной научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 1999.

3. Орлов О.Г. Характеристика транспортных потоков в Самаре: материалы Всероссийской научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 2005.

4. Орлов О.Г. О тенденциях в практике использования норм допустимых уровней шума для территории жилой застройки // Актуальные проблемы в строительстве и архитектуре. Образование. Наука. Практика: материалы Всероссийской 61-й региональной научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 2004. С.50–51.

5. Орлов О.Г. Оценка акустической ситуации в Самаре и её динамика в период 1974, 1995, 2005 гг.: материалы Всероссийской научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 2005.

6. Орлов О.Г. Современные тенденции формирования акустической ситуации в крупных городах // Строительная физика в XXI веке: материалы научно-технической конференции. М.: НИИСФ РААСН, 2006. С.356–358.

7. Орлов О.Г. Принципы защиты населения г. Самары от шума // Гигиенические проблемы оптимизации окружающей среды и охраны здоровья населения: научные труды Федерального научно-исследовательского центра гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана. Вып. 17. Самара, 2006. С. 57–60.

8. Патент РФ 2534812. Способ определения уровня шума / Бальзанников М.И., Орлов О.Г., Карпова В.И. Оpubл. 2014. – Бюл. № 34.

9. Орлов О.Г. Организация системы обеспечения акустического комфорта жилых помещений в условиях СРО в строительстве: материалы 67-й Всероссийской научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 2010.

10. Орлов О.Г. Определение приоритетного варианта скоростной магистрали на основании оценки шумозащитной эффективности ограждений // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2011. №2. С. 120–122. DOI:10.17673/Vestnik.2011.02.26.

11. Орлов О.Г. Пути оптимизации акустической среды жилых помещений // Природоохранные и гидротехнические сооружения: проблемы строительства, эксплуатации, экологии и подготовки специалистов: материалы Международной научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 2014. С. 433–435.

12. Орлов О.Г., Шабанова А.В. Оценка акустической ситуации внутриквартальных рекреационных территорий Самары // Экологические системы и приборы. М., 2014. №9. С. 26–31.

13. Орлов О.Г. Защита жилой застройки от шума строительной техники и технологий // INTERCTROI-MECH 2014: материалы Международной научно-технической конференции. Самара, 2014. С.244–246.

14. Орлов О.Г. Проблема транспортного шума в городе Самаре // Природоохранные и гидротехнические сооружения: проблемы строительства, эксплуатации, экологии и подготовки специалистов: материалы Международной научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 2014. С. 430–432.

15. Орлов О.Г. Акустическая ситуация в городе Самаре и пути её дальнейшего улучшения // Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов: сборник трудов III Международного экологического конгресса (V Международной

научно-технической конференции). Самара, Самарский научный центр РАН, 2012. С. 221–226.

16. *Генералов В.П., Генералова Е.М.* Проблемы классификации комфортной жилой среды при создании современной городской застройки // *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2015. №5. С. 128–131.

17. *Галицков С.Я., Галицков К.С., Масляницын А.П.* Динамика асинхронного двигателя / СГАСУ. Самара, 2004. 97 с. 2-е изд.

18. *Галицков С.Я., Галицков К.С., Масляницын А.П.* Математическое моделирование промышленных объектов управления / под общ.ред. С.Я. Галицкова; СГАСУ. Самара, 2004. 152 с.

19. *Седов М.С., Монич Д.В.* Способ шумозащиты здания // URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2200806> (дата обращения: 07.11.2015).

20. *Орлов О.Г.* Использование шумозащитных экранов в городах // *Природоохранные гидротехнические сооружения: проблемы строительства, эксплуатации, экологии и подготовки специалистов: материалы Международной научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 2014. С. 391–394.*

21. *Орлов О.Г., Третьяков Н.В.* Проблема шума крышных котельных и пути её решения // *Научное обозрение*. 2015. №14. С. 90–94.

22. *Третьяков Н.В.* Техническое обследование и усиление реконструируемого многоэтажного общественного здания: материалы 63-й Всероссийской научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 2006.

23. *Витчиков Ю.С.* Исследование теплофизических характеристик стеновых камней из беспесчанного керамзитобетона // *Строительные материалы*. 2011. №8. С. 42–43.

24. *Витчиков Ю.С., Сапарев М.Е.* Исследование теплозащитных характеристик замкнутых воздушных прослоек в строительных ограждающих конструкциях с применением экранной теплоизоляции // *Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура*. 2014. №1(14). С. 98–102. DOI:10.17673/Vestnik.2014.01.17.

25. *Витчиков Ю.С., Сапарев М.Е.* Повышение теплозащитных характеристик строительных ограждающих конструкций зданий и сооружений культурного и исторического наследия // *Промышленное и гражданское строительство*. 2014. №3. С. 52–55.

26. *Орлов О.Г.* Проблема защиты жилых помещений от ударного шума // *Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 65-й Всероссийской научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 2008. С.287–288.*

27. *Орлов О.Г.* Оценка звукоизоляционных характеристик стен, выполненных из керамзитобетонных блоков с различными параметрами // *Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 66-й Всероссийской научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 2009. С. 245–246.*

Об авторах:

**ОРЛОВ Олег Георгиевич**

кандидат биологических наук, доцент кафедры природоохранного и гидротехнического строительства Самарский государственный архитектурно-строительный университет  
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. 8(846)242-21-71

**ГАЛИЦКОВ Станислав Яковлевич**

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой механизации, автоматизации и электроснабжения строительства Самарский государственный архитектурно-строительный университет  
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. 8(846)339-14-13

**ВЕЛЬМЯЙКИНА Ольга Сергеевна**

магистрант кафедры механизации, автоматизации и электроснабжения строительства Самарский государственный архитектурно-строительный университет  
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194, тел. 8-927-653-50-86  
E-mail: [dreamsfar@mail.ru](mailto:dreamsfar@mail.ru)

**ORLOV Oleg G.**

PhD in Biology Science, Associate Professor of the Department of Environmental and Hydraulic Engineering Construction Samara State University of Architecture and Civil Engineering 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 194, tel. 8(846)242-21-71

**GALITSKOV Stanislav Ya.**

Doctor in Engineering Science, Professor, Head of the Department of Mechanisation, Automation and Energy Supply in Civil Engineering Samara State University of Architecture and Civil Engineering 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 194, tel. 8(846)339-14-13

**VELMYAYKINA Olga S.**

Master student of the Department of Mechanisation, Automation and Energy Supply in Civil Engineering Samara State University of Architecture and Civil Engineering 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya st., 194, tel. 8-927-653-50-86  
E-mail: [dreamsfar@mail.ru](mailto:dreamsfar@mail.ru)

Для цитирования: Орлов О.Г., Галицков С.Я., Вельмьяйкина О.С. Алгоритм создания акустического комфорта при разработке проекта жилого дома // *Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура*. 2016. №2(23). С. 56-61. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.02.11.

For citation: Orlov O.G., Galitskov S.Ya., Velmyaykina O.S. The algorithm for creating acoustic comfort during project development, residential building // *Vestnik SGASU. Town Planning and Architecture*. 2016. №2(23). Pp. 56-61. DOI: 10.17673/Vestnik.2016.02.11.