

УДК: 534.6

OECD: 01.03.АА

DOI: 10.56408/2412-8627.2026.12.2.004

Обзор методов оценки и снижения шума строительных площадок

Буторина М.В.^{1*}, Донцов С.А.²

¹Д.т.н., доцент, профессор кафедры «Техносферная безопасность и вычислительная механика»

²К.т.н., доцент, доцент кафедры «Инженерная защита окружающей среды»

¹Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»

им. Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург, РФ

²Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), г. Санкт-Петербург, РФ

Аннотация

Статья посвящена комплексной проблеме акустического воздействия строительных площадок на окружающую среду и здоровье населения в Российской Федерации. Рассматриваются физиологические последствия длительного интенсивного шума, включая нейросенсорную тугоухость, сердечно-сосудистые и когнитивные нарушения. Анализируется современное состояние нормативно-правовой базы России в области контроля строительного шума, выявляются ключевые недостатки: отсутствие систематического мониторинга, нормативный вакуум и несовершенство существующих методов расчёта распространения шума. Приводятся экспериментальные данные, демонстрирующие высокую погрешность традиционных акустических моделей (до 14 дБА) для линейных источников шума. Представлены результаты классификации строительной техники и площадок по уровням шумности, а также рекомендации по шумозащитным мероприятиям. Обозначен перспективный подход к моделированию, учитывающий последовательный переход типа звукового поля, и представлен проект, поддержанный Российским научным фондом, по созданию новой методики оценки шума строительных площадок с внедрением в программное обеспечение «Эколог-Шум».

Ключевые слова: строительная площадка, акустический мониторинг, строительная техника, распространение шума, методика расчёта, база данных шумовых характеристик

Review of Methods for Assessment and Reduction of Construction Sites' Noise

Butorina M.V.^{1}, Dontsov S.A.²*

¹*D.Sc., Associate Professor, Professor of the Department of Technosphere Safety and Applied Mechanics*

²*Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Engineering environmental protection*

¹*Baltic State Technical University 'VOENMEH' after D.F. Ustinov, St. Petersburg, Russia*

²*St. Petersburg State Technological Institute (Technical University), St. Petersburg, Russia*

*E-mail: marina_butorina@inbox.ru (Буторина М.В.)

Abstract

The article addresses the complex problem of acoustic impact from construction sites on the environment and public health in the Russian Federation. It examines the physiological consequences of prolonged intense noise, including sensorineural hearing loss, cardiovascular and cognitive disorders. The current state of the Russian regulatory framework in the field of construction noise control is analyzed, and key shortcomings are identified: the lack of systematic monitoring, regulatory gaps, and the imperfection of existing methods for calculating noise propagation. Experimental data demonstrating the high inaccuracy of traditional acoustic models (up to 14 dBA) for linear noise sources are presented. The results of classifying construction equipment and sites by noise levels are presented, along with recommendations for noise protection measures. A promising modeling approach that accounts for the sequential transition of the sound field type is outlined, and a project supported by the Russian Science Foundation to develop a new methodology for assessing construction site noise and implementing it into the "Ecology-Noise" software is introduced.

Keywords: construction site, acoustic monitoring, construction equipment, noise propagation, calculation method, noise emission database

Введение

Воздействие продолжительного интенсивного шума вызывает необратимые изменения в организме человека, включая деструкцию волосковых клеток внутреннего уха с развитием нейросенсорной тугоухости и тиннитуса. Шум также выступает в роли мощного неспецифического стрессора, последствиями такого воздействия являются дисрегуляция сердечно-сосудистой системы (артериальная гипертензия, повышенный риск инфарктов и инсультов), когнитивные нарушения, расстройства сна, снижение иммунитета и метаболические изменения.

В России шумовое загрязнение доминирует среди физических факторов среды: под контролем Роспотребнадзора находится более 1,2 млн источников, однако лишь 1,8% объектов проверяются на шум, при этом 10,6% из них не соответствуют нормативам. Особенно неблагоприятна ситуация в жилых зонах (17,9% замеров выше нормы), откуда поступает почти 75% жалоб на физические факторы, при этом доля профилактических мероприятий не достигает 1% [1].

Интенсивный шум, являющийся неотъемлемым спутником строительства, закономерно вызывает многочисленные жалобы населения и представляет угрозу для здоровья и качества жизни горожан. Техника, такая как бульдозеры, экскаваторы и виброкатки, генерирует эквивалентные уровни звука в диапазоне 75-100 дБА, что существенно превышает допустимые санитарные нормы (55 дБА в дневное время). В результате зона акустического дискомфорта распространяется не только на прилегающие территории, но и на жилые дома, удаленные на сотни метров. Важной особенностью строительного шума является его высокая субъективная раздражительность (мешающая способность), которая часто превосходит воздействие от постоянно присутствующих в жизни человека источников, таких как транспортный поток.

Следует отметить, что в России постоянный акустический мониторинг не ведется. Измерения проводятся лишь при поступлении жалоб от населения или в рамках плановых проверок. В случае превышения ПДУ выдается предписание об устранении нарушений, может быть наложен штраф, а в крайних случаях работы приостанавливаются до решения проблемы.

Статистика мониторинга по Москве показывает, что основными источниками шума являются строительные площадки и дорожно-ремонтные работы. При этом почти половина стройплощадок нарушает нормы шума, что повлекло запрет на проведение строительных работ в ночное время [2].

Надзор за шумом строительства в Санкт-Петербурге с 2007 года осуществляет Госстройнадзор. В 2021 году Госстройнадзор провел 927 проверок, выявив нарушения по уровню шума, и возбудил 427 административных дел [3].

В настоящее время в сфере регулирования строительного шума в России наблюдается определенный нормативный вакуум и ряд технических ограничений. В отличие от развитой международной практики, в РФ отсутствует специализированное нормативное регулирование шума строительных площадок. Потенциал снижения шума лишь за счет модернизации парка техники ограничен, поскольку большинство машин по своей конструкции изначально являются источниками шума высокого уровня, который достаточно сложно и дорого снизить мероприятиями, применяемыми в источнике. Достижение нормативных показателей шума с помощью локальных мер, применяемых уже в процессе строительства, является неэффективным. Следовательно, комплексная оценка шумового воздействия и проектирование рациональных защитных мероприятий должны стать обязательным элементом проектной документации на стадии ее разработки. Однако данному процессу весьма препятствует несовершенство существующих методов расчета. Несмотря на то, что оценка шума является необходимым элементом проектов ОВОС, МООС и ПМООС, утвержденная на государственном уровне методика акустического расчета строительных площадок отсутствует.

Проведенные на базе БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова исследования по оценке шума дорожного строительства подтвердили фундаментальную ошибку существующих моделей. Установлено, что затухание звука от отдельной строительной машины достигает 5 дБА на удвоение расстояния (что близко к сферическому расхождению), а от протяженной площадки – до 4 дБА на удвоение расстояния (что более характерно для линейного источника). Применение в расчетах модели сферического затухания для линейного объекта приводит к ошибкам, достигающим 14 дБА на предельных расстояниях. Даже использование модели линейного источника снижает ошибку лишь до 7-10 дБА, что все равно многократно превышает допустимую точность инженерных расчетов (± 3 дБА) [4].

Данный факт доказывает необходимость учета последовательного перехода типа источника от плоского через линейный к точечному, а также наличия переходных областей (квазиплоского и квазицилиндрического полей), которые действующими методиками не описываются. Совокупность указанных факторов приводит к систематическому и значительному расхождению между расчетными и экспериментальными данными. Существует насущная потребность в разработке принципиально нового подхода к акустическому моделированию строительных площадок. Такой подход позволит избежать критических ошибок при проектировании шумозащитных мероприятий, предотвратить превышение ПДУ в жилых зонах и минимизировать социальную напряженность.

В 2026 г. Российский научный фонд поддержал проект ученых БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, направленный на разработку новой современной методики оценки шума строительных площадок. В результате реализации проекта будет создана качественно новая высокотехнологическая продукция в виде программного обеспечения, которое позволит проектным организациям и контролирующим органам производить оценку шума строительства на более высоком уровне даже при отсутствии достаточного опыта в данном вопросе, что снизит ошибки процесса проектирования,

затраты застройщика на шумозащиту и обеспечит соблюдение ПДУ в жилой застройке. Исследование выполняется за счет гранта Российского научного фонда № 26-97-20003, <https://rscf.ru/project/26-97-20003>.

1 Методы оценки шумовой характеристики строительной площадки

В России действует ГОСТ 31325-2006 [5], который позволяет оценить уровни звуковой мощности каждой отдельной единицы строительной техники. Согласно ГОСТ определяется уровень шума источников строительного оборудования, который зависит от способа его крепления, режима работы и вспомогательного оборудования. Вспомогательные устройства, не являющиеся частью машины, должны размещаться вне измерительного пространства или акустически изолироваться. Во время испытаний источник работает в штатном режиме (при необходимости – на холостом ходу и под нагрузкой), причем учитывается шум от контактирующих инструментов, материалов и поверхностей.

Измерения проводятся на гипотетической измерительной поверхности (полусферической или в форме прямоугольного параллелепипеда), охватывающей источник. Для полусферы радиус выбирается не менее удвоенного наибольшего размера источника (из ряда 4, 6, 8, 10 м). Средний уровень звука вычисляется по энергетическому усреднению с коррекцией на фон и акустические условия, после чего рассчитывается скорректированный уровень звуковой мощности путем сложения полученного уровня с десятичным логарифмом площади измерительной поверхности. Полученное значение должно быть внесено в технический паспорт строительной техники.

Согласно результатам измерений, проведенных при помощи ГОСТ 31325-2006 в составе работы [4], уровни звука строительных машин варьируются в диапазоне от 63 до 99 дБА. Результаты анализа выборки из 50 объектов представлены на рисунке 1. Наименьшие уровни шума (до 75 дБА) характерны для машин без шумовиброактивных рабочих органов, выпускаемых зарубежными производителями.

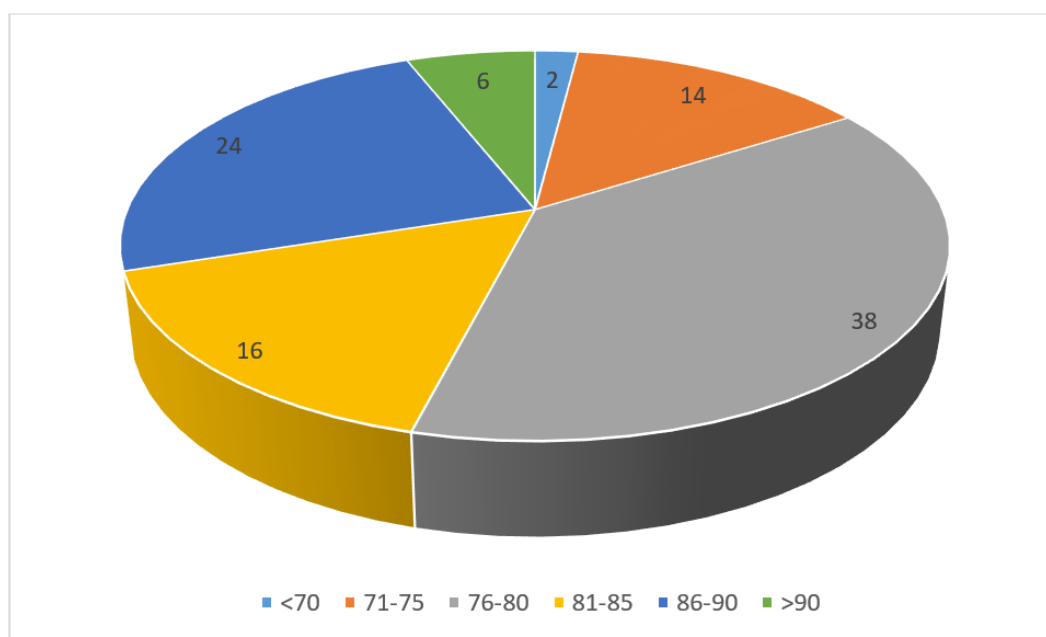


Рисунок 1 – Распределение строительной техники по уровням звука, дБА

Проведенное в составе работы [6] исследование позволило произвести классификацию наиболее распространенных видов строительной техники по уровням

шума, выделив шесть классов:

- первый класс – умеренно шумные машины с эквивалентным уровнем звука до 75 дБА включительно;
- второй класс – допустимо шумные, от 76 до 80 дБА;
- третий класс – шумные, от 81 до 85 дБА;
- четвёртый класс – повышенной шумности, от 86 до 90 дБА;
- пятый класс – высоко шумные, от 91 до 95 дБА;
- шестой класс – чрезвычайно высоко шумные, более 96 дБА.

Российский ГОСТ Р 53695-2009 [7] предусматривает натурные измерения для оценки шума строительной площадки в целом. Согласно стандарту, точки измерений располагаются снаружи стройплощадки напротив каждой стороны на расстоянии 15 м от её границы на высоте $1,2 \pm 0,1$ м от поверхности земли (рисунок 2). Минимальное количество точек – три вдоль каждой стороны, равномерно распределённых при условии, что разность эквивалентных уровней звука в соседних точках не превышает 5 дБА, в противном случае добавляются промежуточные точки.

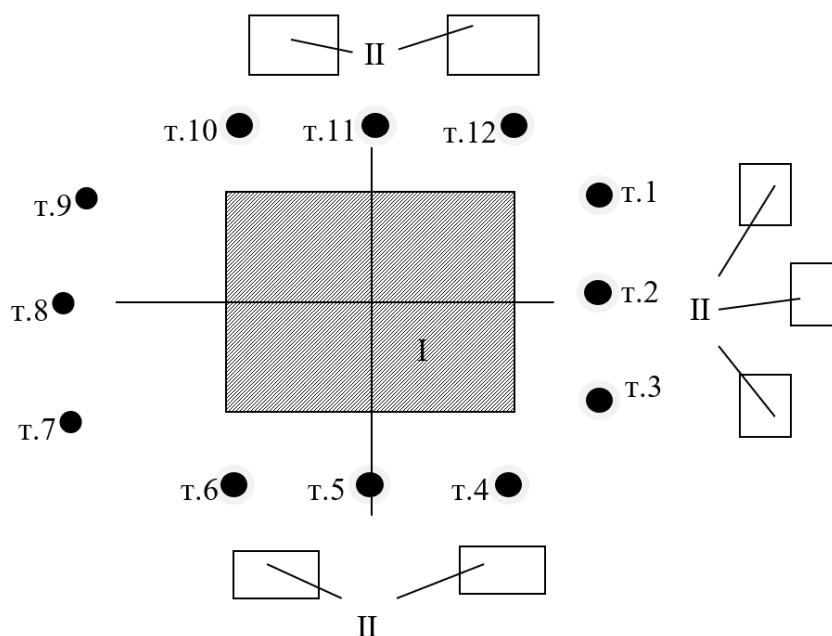


Рисунок 2 – Расположение измерительных точек [7]: т.1 – т.12 измерительные точки;
I – стройплощадка, II – жилая застройка

Длительность измерений в точке составляет не менее 1 мин для постоянного шума и не менее 0,5 ч для непостоянного шума (при этом эквивалентный уровень звука при дальнейшем увеличении времени не должен изменяться более чем на 0,5 дБА). Рекомендуется проводить одновременные измерения в трёх точках. Если на площадке выполняются различные технологические операции с расхождением эквивалентных уровней звука на 3 дБА и более, измерения проводятся для каждой операции отдельно.

Полученные результаты измерений усредняют, а полученные средние эквивалентные и максимальные уровни звука, внося коррекции на фоновые уровни шума, акустические условия и неопределенность измерений, вносят в техническую документацию на строительную площадку.

На основе анализа результатов измерений, проведенных по ГОСТ Р 53695-2009 в составе работы [4] установлено, что эквивалентный уровень звука на расстоянии 15 м от строительной площадки существенно зависит от вида выполняемых работ.

Исследование позволило также произвести классификацию строительных площадок по уровням шума и оценить колебания уровней звука во времени. Наименьшие уровни шума (67 дБА) зафиксированы при погрузочных работах, что соответствует I классу – относительно малошумные (65-70 дБА). Земляные и подготовительные работы создают уровень 71-73 дБА (II класс – повышенной шумности). Асфальтоукладочные работы дают 76 дБА (III класс – шумные). Асфальтофрезерные работы и уплотнение грунта характеризуются уровнем 81-85 дБА (IV класс – очень шумные). Наибольший уровень шума (90 дБА) зафиксирован при установке свай, что относится к V классу – сверхшумные. В зависимости от вида операции изменение уровней звука строительных площадок происходит в течение смены на 3-5 дБА, а разность эквивалентного и максимального уровня звука не превышает 10 дБА, что позволяет использовать в качестве шумовой характеристики строительной площадки именно эквивалентные уровни звука.

В действующих МУК 4.3.3722-21 [8] указаны особенности измерения шума от строительных работ при проведении проверок Роспотребнадзором и другими контролирующими органами. МУК в целом повторяет требования ГОСТ Р 53695-2009. При измерениях шума от строительной площадки контрольные точки выбирают в жилых зданиях и на селитебной территории при отсутствии экранирующих препятствий, ориентируя микрофон на наиболее мощный источник. Продолжительность измерений составляет не менее 1 мин (для постоянного шума) или 30 мин (для непостоянного), причем фоновые уровни фиксируют при неработающем оборудовании. В протокол обязательно включают схему расположения объектов, перечень источников шума, виды технологических операций, метеоусловия и временные параметры измерений.

Полученные при помощи измерений шумовые характеристики строительной техники и строительной площадки в целом являются исходной информацией для расчета дальнейшего распространения шума на местности.

2 Методы оценки распространения шума строительных работ

В России расчет шума строительных площадок ведется на основании ГОСТ 31295.2 [9]. В соответствии с данной методикой расчет уровней шума в точке, расположенной в жилой застройке, производится исходя из уровней звуковой мощности каждого вида оборудования. При расчете распространения шума учитывается дивергенция, поглощение звука подстилающей поверхностью, отражение звука, экранирование и другие эффекты, затем полученные вклады суммируются. Однако база данных по шумовым характеристикам строительной техники и стройплощадок в целом отсутствует. Существующие подходы, регламентированные ГОСТ 31295.2, рассматривают источники шума как стационарные точечные, что является грубым упрощением реальной картины.

В работе [4] на основании теории преобразования звуковых полей, современное представление о которой представлено в [10], был предложен расчетный метод для оценки распространения шума строительной площадки. Вместо шумовых характеристик отдельных машин и механизмов в качестве исходного параметра используется шумовая характеристика стройплощадки как пространственного источника, затухание шума на местности учитывается при помощи ряда поправок. Формула для расчета уровней шума в расчетной точке при условии расположения источника шума и точки на ровной местности выглядит как:

$$L_{PT} = L_{r0} + 10lg \operatorname{arctg} \frac{l}{2R} - 10lg \frac{R}{r_0} - 10lg \operatorname{arctg} \frac{l}{2r_0}, \quad (1)$$

где L_{r0} – шумовая характеристика строительной площадки, дБА; l – длина ИШ, м, R – расстояние от источника шума до расчетной точки, м; r_0 – базовое расстояние, м, на котором определена шумовая характеристика строительной площадки (15 м).

Результаты экспериментальной проверки формулы представлены на рисунке 3. Результаты измерений наглядно показывают, что рассматривать строительную площадку как точечный источник шума неверно, т.к. закон снижения ее шума далек от идеальных 6 дБА на удвоение расстояния и приближается к 4 дБА на каждое удвоение расстояния, что также не соответствует закону затухания шума от линейного источника.

Разработанная формула позволяет получить высокую точность результата ($\pm 0-3$ дБА). Она позволяет правильно учесть линейный тип источника шума на расстояниях от 15 до 100 м. На больших расстояниях наблюдается большее расхождение экспериментальных и расчетных данных, связанное с переходом типа поля в квазицилиндрическое и далее в сферическое. Также предложенный метод не позволяет оценить уровни шума строительной площадки на малых расстояниях, где тип звукового поля будет приближен к плоскому.

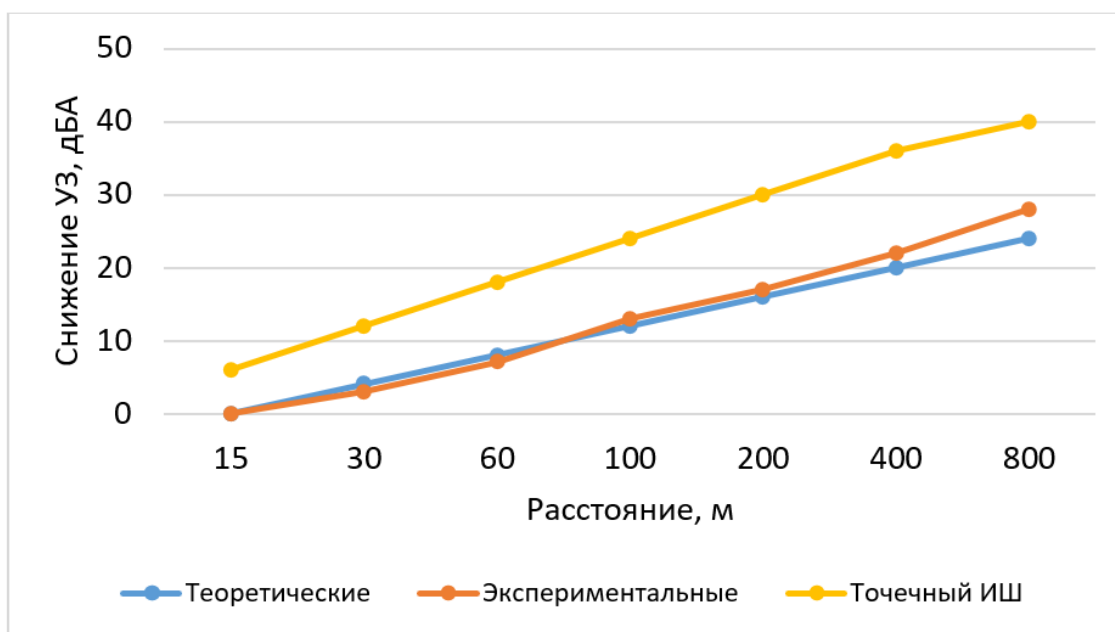


Рисунок 3 – Результаты расчета по формуле (1) и натуральных измерений

В реальности шумовое поле строительной площадки характеризуется значительно большей сложностью, связанной с:

- динамичностью – строительная площадка представляет собой протяженный линейный или плоский объект, где техника постоянно перемещается, изменяя расстояние до расчетных точек;
- нестационарностью – в процессе строительства меняются технологии и типы используемых механизмов;
- широким динамическим диапазоном – уровень шума одной строительной машины сильно варьируется в зависимости от выполняемой технологической операции.

За пределами России методы оценки шума строительной техники и площадок в целом являются более развитыми, стандартизированными и интегрированными

в процедуры экологического и градостроительного планирования. Их можно разделить на несколько взаимосвязанных направлений:

1. Измерения шумовых характеристик строительных машин по стандартизированным методикам. Этот подход фокусируется на измерении шумности самого оборудования в контролируемых условиях. Его цель – создание унифицированных данных для сравнения техники, ее маркировки и сертификации. В Европейском Союзе действует Директива по шуму машин 2000/14/ЕС [11]. Это законодательный акт, обязательный для всех стран ЕС. Он устанавливает предельные уровни звуковой мощности для широкого спектра оборудования, включая строительные машины (например, экскаваторы, бульдозеры, самосвалы). Производители обязаны проводить измерения по гармонизированным стандартам ISO 3744 [12], ISO 4871 [13] и указывать уровень звуковой мощности на изделии (СЕ-маркировка), который является исходными данными для последующего моделирования.

2. Методы прогнозного расчета шума от строительных площадок. Этот подход использует данные об уровне звуковой мощности техники для прогнозирования уровней шума в окружающей застройке при помощи ISO 9613-2:1996, известного в России как ГОСТ 31295.2 [9]. Как и российский ГОСТ, он предназначен для точечных стационарных источников шума.

В Великобритании действует BS 5228-1:2009 + A1:2014 [14]. Это всеобъемлющий руководящий документ, являющийся де-факто стандартом во многих странах, включающий:

- базу данных по уровням звуковой мощности для различных видов строительной техники;
- методики расчета для стационарных источников, мобильных источников, линейных объектов и пр.;
- учет временных характеристик: среднесуточный (дневной, ночной) эквивалентный уровень звука.

В Германии действует DIN 45645-2 [15], содержащий подробные процедуры для оценки шума от строительной деятельности, часто интегрированные в ПО для акустического моделирования (CadnaA, SoundPLAN).

В современных методах моделирования для учета шума мобильной техники используются методы, основанные на разбиении траектории движения на дискретные сегменты, каждый из которых рассматривается как стационарный источник на короткое время. Это позволяет рассчитать эквивалентный уровень звука с высокой точностью. К тому же, современные подходы, особенно в Великобритании и скандинавских странах, оценивают не только эквивалентный уровень звука, но и статистические показатели, такие как L_{A10} – уровень, превышаемый 10% времени, который лучше коррелирует с субъективным восприятием строительного шума.

Таким образом, в России существует значительный потенциал для разработки расчетного метода для оценки шума строительных площадок, который бы учитывал современные представления о распространении шума линейных, стационарных и мобильных источников.

3 Снижение шума строительных площадок

В настоящее время на стройплощадках России стараются использовать малозумные машины и механизмы. Для снижения шума строительных и дорожных машин (СДМ) применяются звукоизолирующие капоты силовой установки и гидравлики, глушители шума выпуска и всасывания, акустические экраны на отдельные источники.

Для шумозащиты стационарных установок используются звукоизолирующие кожухи (капоты). Применяются меры по вибродемпфированию звукоизлучающих поверхностей. Имеются немалые успехи в создании малошумных машин.

Анализ комплекса шумозащитных мероприятий, применяемых в строительстве, а также классификация строительных машин и механизмов по уровням шума, приведенная в [16], позволили определить общие рекомендации по снижению шума для различных категорий строительной техники на рабочих местах как внутри кабины, так и в окружающей среде (таблица 1). При категорировании выделяется строительная техника, имеющая превышение ПДУ по уровням вибрации. Для нее к категории добавляется знак «*», а в качестве дополнительных мероприятий – виброизоляция кабины или источника вибрации.

Таблица 1 – Рекомендации по снижению шума различных категорий строительной техники

Категория	Эквивалентный УЗ, дБА	Шумо - виброзащитные мероприятия
1 умеренно шумные	менее 75 дБА	Не требуются
2 допустимо шумные	от 76 до 80 дБА	Не требуются
3 шумные	от 81 до 85 дБА	Повышение звукоизоляции кабины, применение глухого остекления (с использованием кондиционирования с установкой салонного фильтра)
4 повышенной шумности	от 86 до 90 дБА	Повышение звукоизоляции кабины, применение глухого остекления (с использованием кондиционирования с установкой салонного фильтра), установка или повышение звукоизоляции капота на ДВС и/или ГН
5 высоко шумные	от 91 до 95 дБА	Повышение звукоизоляции кабины, применение глухого остекления (с использованием кондиционирования с установкой салонного фильтра), установка или повышение звукоизоляции капота ДВС и/или ГН, применение глушителей выхлопа с повышенной эффективностью
6 чрезвычайно высоко шумные	более 96 дБА	Повышение звукоизоляции кабины, применение глухого остекления (с использованием кондиционирования с установкой салонного фильтра), установка или повышение звукоизоляции капота на ДВС, применение глушителей выхлопа с повышенной эффективностью, применение СИЗ

Сравнительный анализ показал, что снижение шума в источнике может обеспечить некоторое снижение шума стройплощадок. В реальных условиях для современной техники максимальное снижение шума стройплощадки не превышает 4-5 дБА (для большинства практически реализуемых случаев). В [4] предложен рекомендуемый типовой набор мероприятий по снижению шума строительных площадок в зависимости от класса шумности осуществляемых циклов строительства, который включает

как мероприятия в источнике шума, так и на пути его распространения:

- для площадок I класса (относительно малошумные) при требуемом снижении шума на 5-10 дБА рекомендуются посадка зеленых насаждений, создание земляных валов или установка простых преград, таких как строительные вагончики и бетонные заборы. Если же шум нужно снизить уже на 10-15 дБА, то вместо простых преград потребуется установка акустических экранов, в сочетании с зелеными насаждениями или звукоизолирующими капотами для техники;

- для площадок II класса (повышенной шумности) при требуемом снижении шума на 15-20 дБА, необходима установка акустических экранов в комбинации с зелеными насаждениями;

- для площадок III класса (шумные) при требуемом снижении шума на 20-25 дБА к акустическим экранам добавляют шумозащитное остекление;

- для площадок IV и V классов (очень шумные и сверхшумные), где уровень шума необходимо снизить на 25-30 дБА и более, единственным эффективным решением становится комплекс из акустических экранов в сочетании с шумозащитным остеклением. При этом для сверхшумных объектов требуется устройство специального остекления со звукоизоляцией не менее 35 дБА.

Международные подходы к снижению шума на уровне проектной документации реализуют:

- систему шумовых квот: для всей стройплощадки устанавливается общий «лимит» шума – предельный уровень, который не должен быть превышен на границе участка. Подрядчик обязан планировать работы, выбирать технику и методы так, чтобы их совокупный шум укладывался в этот лимит. Это стимулирует использование более тихой техники и оптимизацию графика работ;

- на строительных площадках используются системы мониторинга шума в реальном времени. В густонаселенных городах (Лондон, Нью-Йорк, Гонконг) требуется установка вокруг стройплощадки автоматических датчиков шума, передающих данные в режиме 24/7 в контролирующие органы и подрядчику. Это позволяет оперативно реагировать на превышения ПДУ;

- приоритет на тихую технику (Buy Quiet): во многих странах (США, ЕС) существуют программы, поощряющие или обязывающие государственные закупки и крупные проекты использовать технику с пониженным уровнем шума. При этом используются добровольные схемы экологической маркировки, например, немецкая схема Blue Angel для малошумной строительной техники.

Ключевые отличия зарубежной и российской практики, заключаются в том, что на Западе существуют не просто разрозненные документы и стандарты, а целостные руководящие документы, которые объединяют базы данных, методы расчетов и рекомендации по снижению шума. Шум строительства рассматривается как параметр, которым необходимо управлять на всех этапах жизненного цикла строительства – от проектирования и выбора техники до контроля во время производства и ликвидации работ (шумовые квоты, мониторинг). Расчетные методы реализованы в специализированном программном обеспечении для акустического моделирования, которое является стандартным инструментом для проектировщиков и экологов. Таким образом, международный опыт демонстрирует эволюцию от простого контроля к комплексному управлению акустическим воздействием строительства, основанному на глубокой стандартизации, мощном инструментарию прогнозирования и проактивных стратегиях снижения рисков.

В настоящее время на территории Российской Федерации отсутствуют аналоги зарубежных баз данных, расчетных методик и ПО для оценки шума строительной техники. С учетом вышеуказанного, целью работы является разработка базы данных шумовых характеристик строительной техники, а также методики расчёта распространения шума строительных площадок, которые будут внедрены в ПО «Эколог-Шум» фирмы «Интеграл», которая стала квалифицированным заказчиком по проекту. На основании проведенных исследований будут также разработаны научно обоснованные мероприятия по снижению шума строительных площадок.

Заключение

Проведённый анализ показывает, что шумовое воздействие строительных площадок является серьёзной и недостаточно решённой проблемой в Российской Федерации. С одной стороны, доказано, что длительное интенсивное акустическое воздействие вызывает необратимые изменения в организме человека. С другой стороны, существующая в России система контроля строительного шума характеризуется рядом системных недостатков: отсутствием постоянного акустического мониторинга, низким охватом проверок (менее 2% от общего числа источников), значительной долей нарушений (особенно в жилых зонах – до 17,9% замеров) и крайне малым объёмом профилактических мероприятий (менее 1%).

Ключевой проблемой является нормативный вакуум и несовершенство расчётных методов. В отличие от международной практики (директивы ЕС, стандарты Великобритании и Германии), в России отсутствует специализированное нормативное регулирование шума стройплощадок, нет утверждённой государственной методики акустического расчёта для протяжённых и подвижных источников, а также отсутствуют базы данных по шумовым характеристикам строительной техники. Экспериментально подтверждено, что традиционное представление строительной площадки как набора точечных источников сферических волн ведёт к ошибкам, достигающим 14 дБА, что делает проектирование шумозащиты малоэффективным.

На основе выполненных исследований предложены научно обоснованные подходы: классификация строительных площадок по классам шумности (от I до V), дифференцированные рекомендации по шумозащитным мероприятиям (от посадки зелёных насаждений до комплексного применения акустических экранов и шумозащитного остекления эффективностью не менее 35 дБА), а также усовершенствованная формула расчёта распространения шума, учитывающая переход типа источника от плоского к линейному и далее к точечному, что обеспечивает сходимость с экспериментальными данными в пределах $\pm 0-3$ дБА на расстояниях от 15 до 100 м. Однако даже данный подход не позволяет учесть все нюансы распространения шума строительной площадки.

Важным итогом данного исследования является поддержка Российским научным фондом (грант № 26-97-20003) проекта учёных БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, направленного на разработку современной методики оценки шума строительных площадок и создание программного обеспечения (на базе ПО «Эколог-Шум»). Реализация этого проекта позволит проектным и контролирующим организациям выполнять акустические расчёты на качественно новом уровне, снизить ошибки проектирования, оптимизировать затраты застройщиков на шумозащиту и, главное, обеспечить соблюдение предельно допустимых уровней шума в жилой застройке, что в конечном счёте уменьшит социальную напряжённость и сохранит здоровье населения.

Список использованных источников

1. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2023 году. Проект Государственного доклада. – М.: Минприроды России; ООО «Интеллектуальная аналитика»; ФГБУ «Дирекция НТП»; Фонд экологического мониторинга и международного технологического сотрудничества, 2024. – 707 с.
2. Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве в 2024 году. Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы, 2024. – 225 с.
3. Госстройнадзор Санкт-Петербурга провел в 2021 году 927 проверок : [Электронный ресурс]. - URL: <https://gsnspb.ru/news/gosstroyнадзор-sankt-peterburga-provel-v-2021-godu-927-proverok/> (дата обращения: 10.10.2025).
4. Минина, Наталия Николаевна. Проблема снижения акустического воздействия на жилую застройку при проектировании, строительстве и функционировании транспортных сооружений : диссертация ... доктора технических наук : 01.04.06 / Минина Наталия Николаевна; [Место защиты: ГОУВПО "Балтийский государственный технический университет "Военмех""]. - Санкт-Петербург, 2012.- 241 с.: ил.
5. ГОСТ 31325-2006 (ИСО 4872:1978) Шум. Измерение шума строительного оборудования, работающего под открытым небом. Метод установления соответствия нормам шума
6. Буторина М.В., Донцов С.А. Шум и вибрация как приоритетные факторы безопасности труда при строительстве транспортно-пересадочных кластеров. *Noise Theory and Practice*, 2025; 3 (11), Стр. 152-165.
7. ГОСТ Р 53695-2009 Шум. Метод определения шумовых характеристик строительных площадок
8. МУК 4.3.3722-21 Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 27 декабря 2021 г.)
9. ГОСТ 31295.2-2005 Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета
10. Основы виброакустики. Теория и практика борьбы с шумом и вибрацией [Текст]: учебник [для вузов]. Т. 1 / М. В. Буторина, Н. И. Иванов, А. Е. Шашурин ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова, 2024. - 391 с.
11. Директива Европейского Парламента и Совета Европейского Союза 2000/14/ЕС от 8 мая 2000 г. о сближении законодательства государств - членов Европейского Союза, касающегося шума, производимого в окружающей среде оборудованием, предназначенным для использования вне помещений
12. ISO 3744:2010: Акустика – Определение уровней звуковой мощности и звуковой энергии источников шума по звуковому давлению – Технические методы для свободного звукового поля над отражающей плоскостью
13. ISO 4871:2023: Акустика – Декларирование и проверка значений эмиссии шума машин и оборудования
14. BS 5228-1:2009 + A1:2014 Кодекс правил по контролю шума и вибрации на строительных и открытых площадках
15. DIN 45645-2 Определение номинального уровня шума по данным измерений. Часть 2. Эмиссия шума на рабочих местах
16. Донцов, Сергей Александрович. Концептуальные основы безопасности труда при строительстве транспортно-пересадочных кластеров : диссертация ... доктора технических наук : 1.3.7 / Донцов Сергей Александрович; [Место защиты: ФГБОУ ВО

"Балтийский государственный технический университет "Военмех"]. - Санкт-Петербург, 2026. - 456 с.: ил.

References

1. On the State and Protection of the Environment of the Russian Federation in 2023. Draft State Report. Moscow: Ministry of Natural Resources and Environment of the Russian Federation; Intellectual Analytics LLC; Scientific and Progress Directorate; Foundation for Environmental Monitoring and International Technological Cooperation, 2024. 707 p.
2. Report on the State of the Environment in Moscow in 2024. Department of Nature Management and Environmental Protection of the City of Moscow, 2024. 225 p.
3. The St. Petersburg State Construction Supervision Authority conducted 927 inspections in 2021: [Electronic resource]. - URL: <https://gsnspb.ru/news/gosstroynadzor-sankt-peterburga-provel-v-2021-godu-927-proverok/> (date of reference 10.10.2025).
4. Minina, Natalia Nikolaevna. The problem of reducing acoustic impact on residential development during the design, construction and operation of transport facilities: dissertation ... Doctor of Technical Sciences: 01.04.06 / Minina Natalia Nikolaevna; [Place of defense: State Educational Institution of Higher Professional Education "Baltic State Technical University "Voennmeh""]. - Saint Petersburg, 2012. - 241 p.
5. GOST 31325-2006 (ICO 4872:1978) Noise. Measurement of noise emitted by construction equipment intended for outdoor use. Method for determining compliance with noise limits
6. Butorina M.V., Dontsov S.A. Noise and vibration as priority factors of occupational safety during construction of transport interchange clusters. *Noise Theory and Practice*, 2025; 3 (11), pp. 152-165.
7. GOST R 53695-2009 Noise. Method for determining noise characteristics of construction sites
8. Methodological Guidelines MUK 4.3.3722-21 "Noise Level Control in Residential Areas, Residential and Public Buildings, and Premises" (approved by the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare on December 27, 2021)
9. GOST 31295.2-2005 Noise. Attenuation of sound during propagation outdoors. Part 2. General method of calculation
10. Fundamentals of Vibroacoustics. Theory and Practice of Noise and Vibration Control [Text]: Textbook [for universities]. Vol. 1 / M. V. Butorina, N. I. Ivanov, A. E. Shashurin; BSTU 'VOENMEH' named after D. F. Ustinov. - Saint Petersburg: Publishing House of BSTU 'VOENMEH' named after D. F. Ustinov, 2024. - 391 p.
11. DIRECTIVE 2000/14/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 8 May 2000 on the approximation of the laws of the Member States relating to the noise emission in the environment by equipment for use outdoors
12. ISO 3744:2010 Acoustics - Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane
13. ISO 4871:2023: Acoustics - Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment
14. BS 5228-1:2009 + A1:2014 Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites
15. DIN 45645-2 Determination of rating levels from measurements - Part 2: Noise immissions at the work place

16. Dontsov, Sergey Alexandrovich. Conceptual Foundations of Occupational Safety in the Construction of Transport-Transfer Clusters: Dissertation ... Doctor of Technical Sciences: 1.3.7 / Dontsov Sergey Alexandrovich; [Place of defense: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Baltic State Technical University "Voenmeh"]. - Saint Petersburg, 2026. - 456 p.: ill.