

## Анализ ведущих строек Санкт-Петербурга с точки зрения норм строительной акустики

*Инженер А.П. Загорская\**,

*ГОУ Санкт-Петербургский государственный политехнический университет*

Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности разработал в 2008 году концепцию снижения уровня шума в Петербурге. Эта концепция в настоящее время находится на рассмотрении Законодательного собрания. Единого федерального закона, в котором были бы четко прописаны нормы, связанные с шумовым загрязнением, не существует, но в Петербурге действуют три нормативных акта, ограничивающих уличный шум. Два документа связаны с запретом нарушать тишину с 23 до 7 часов и проводить строительные работы в это время. Еще один документ – генплан, в котором прописана необходимость принять городской закон о защите горожан от шума, а также ряд практических мероприятий вроде шумозащитного остекления домов.

По словам профессора Балтийского государственного технического университета (БГТУ) Николая Иванова [1], под руководством которого в этом году была разработана карта шума Петербурга, в сравнении с остальными мегаполисами Европы северная столица вместе с Лондоном и Амстердамом входит в пятерку самых тихих городов. Средний уровень шума в городе – 60 децибел при нормах в 55 дБа днем и 46 дБа ночью. Если ничего не предпринимать сейчас, уровень шума будет только расти – вместе с количеством автомобилей и строек.

В настоящее время в Санкт-Петербурге действует Генеральный план развития города на 2005-2025 годы. Последняя редакция генерального плана была выпущена в середине марта 2008 года [2]. В основе градостроительных преобразований, намечаемых Концепцией Генерального плана, лежит идея «открытого европейского города». Новый Генеральный план Санкт-Петербурга ориентирован на достижение европейских стандартов качества жизни и комфортности городской среды. Реализация этого плана позволит нашему городу занять достойное место среди крупнейших европейских городов. Достижению этих целей во многом способствует обеспечение требуемого уровня шума на городских улицах и вблизи автомагистралей, в помещениях жилых и общественных зданий. Борьба с вредными для человека звуками является особо актуальной в современных условиях, когда в городе значительно увеличился парк личного автотранспорта.

В настоящее время в Петербурге ведется проектирование и строительство таких крупных объектов, как Западный скоростной диаметр, Набережная Европы, вторая сцена Мариинского театра. Рассмотрим эти ведущие стройки Санкт-Петербурга с точки зрения норм строительной акустики.

Крупнейший среди проектов – строительство **Западного скоростного диаметра (ЗСД)**, соединяющего все транспортные узлы и зоны особой коммерческой и деловой активности: морской торговый и пассажирский порты, вокзалы, аэропорт, основные промышленные зоны (рис. 1).

Даже поэтапное введение в строй фрагментов этой автомагистрали приближает решение проблем организации внутреннего и транзитного потоков, пересекающих город в направлении «север – юг». Избавление центра города от транзитного транспорта позволит решить многие проблемы, в том числе и шумовую.



**Рисунок 1. Шумозащитные экраны на ЗСД**

Однако шумовая проблема вместе с этим перемещается на автомагистрали и прилегающие к ним территории. Как известно, уровень шума на магистралях достигает порядка 80 дБ [3]. Согласно СНиП 23-03-2003 защита от шума строительными акустическими методами должна обеспечиваться: соблюдением санитарно-защитных зон автомобильных дорог; применением шумозащитных зданий; придорожных шумозащитных экранов; шумозащитных полос зеленых насаждений [4].

Однако не всегда эти методы помогают достичь желаемого результата. Южная часть ЗСД не вызывает у специалистов особых нареканий, но нынешний вариант проекта северной (от развязки с Богатырским пр. до развязки с автодорогой «Скандинавия») экологи называют ужасным. Поскольку трасса проходит практически в городской черте, неизбежно будет затронута безопасность жизнедеятельности человека. Так, к.т.н. Ахматов А.А. нашел в проекте множество несоответствий законодательству [5]. Например, для достоверной характеристики шумовых воздействий необходимы натуральные замеры, отсутствующие в проекте. Напротив, при расчетах использовались заниженные исходные данные. По мнению ученого, нелогична и проектная схема установки шумозащитных экранов. Более того, трасса ЗСД вблизи дачно-строительного кооператива «Дюны» уничтожит защитную полосу леса шириной около 70 м, что приведет к увеличению акустического «загрязнения», создаваемого железной дорогой. Не учтена и климатическая составляющая шума (шум от мокрого дорожного покрытия значительно выше, чем от сухого). Отсутствуют данные по вертикальному разрезу прилегающей к трассе жилой застройки, что делает невозможным анализ ситуации с шумовой защитой верхних этажей. Установка акустических экранов будет совершенно неэффективна в отношении этажей выше четвертого. Кроме того, с течением времени уровень шума имеет тенденцию к повышению, что также не учтено в проекте. На некоторых участках ЗСД границы зон санитарного разрыва по фактору шума практически совпадают с расстоянием от источника шума до фасада или близки к ним. При этом часть жилого фонда находится на границе зон санитарного разрыва или попадает в нее. Величина нормативного уровня вибраций для жилых комплексов будет выше, чем полученная на объекте-аналоге, поскольку при проведении инструментальных измерений на объекте-аналоге не был учтен характер автомобильного потока, около 25% которого составляют мощные дизельные фуры. Расчет концентраций загрязняющих веществ в воздухе на период до 2025 г. был выполнен, исходя из недоказанного предположения, что все автомобили к этому времени будут удовлетворять в части выхлопов и качества используемого топлива стандарту Евро-4. Рассматриваемый участок трассы ЗСД потребует сноса зеленых насаждений в районе Планерной улицы. В проекте рассчитана восстановительная стоимость, но не приведен проект компенсационного озеленения, который требуется в соответствии с законом Санкт-Петербурга «Об охране зеленых насаждений». Таким образом, экологическая, и в частности, «шумовая» сторона этого проекта подлежит серьезной доработке. Здесь еще предстоит потрудиться многим специалистам, и в том числе, инженерам-акустикам.

Очередной крупнейший инвестиционный проект в Петербурге – **«Вторая сцена Мариинского театра»** (рис. 2). Его стоимость оценивается в 250 миллионов евро. 500 миллионов предназначены на мероприятия по освобождению территории под строительство. Возведение второй сцены Мариинского театра проходит в рамках Государственной программы реставрации, реконструкции и расширения Мариинского театра. Программа предусматривает также реставрацию исторического здания театра: фасадов и зрительного зала с улучшением его акустических характеристик, модернизацию инженерных систем и сценического оборудования. Под строительство нового здания отведен квартал, расположенный к западу от существующего здания, на противоположном берегу Крюкова канала. Еще недавно строительство второй сцены Мариинского театра велось по проекту французского архитектора Доминика Перро.



Рисунок 2. Модель здания второй сцены Мариинского театра

Однако позже был объявлен новый генпроектировщик, которому предстоит устранить замечания Главгосэкспертизы, послужившие поводом для расторжения контракта с архитектором Перро. В настоящее время проект нового здания Мариинского театра находится на рассмотрении в Главгосэкспертизе, куда он был подан в начале апреля. Так как объект уникальный, рассмотрение его длится не менее 90 дней, и уже в ближайшее время должно появиться заключение по нему.

Новые фасады Мариинки-2 разработало ООО «КБ высотных и подземных сооружений» совместно с канадской компанией Diamond & Schmitt Architects, предложившей данное архитектурное решение.

Проектная документация включает также дизайн интерьера зрительного зала. Официально работа победила в ходе конкурса. В октябре прошлого года ее раскритиковали члены градсовета, назвав примитивной, после чего отправили на доработку.

Самой сложной технической проблемой этого проекта является акустика зрительного зала, в который не должен проникать ни шум подъемных устройств, ни звук от воздуховодов вентиляционной системы. Число компаний, способных изготовить совершенные акустические системы для современных театров такого масштаба, в мире исчисляется единицами. Одним из консультантов является германская компания Mueller BBM, оснастившая акустической системой театр Covent Garden.

Еще одним проектом, для которого важнейшей задачей является обеспечение хорошей акустики зала, стал дворец танцев в составе комплекса **«Набережная Европы»** (рис. 3). Проект «Набережная Европы» включает в себя строительство многофункционального комплекса и Дворца танцев, которые появятся в Петроградском районе Санкт-Петербурга. Комплекс будет состоять из пятизвездочной гостиницы, элитного жилья, торгово-офисного центра. Одним из ключевых элементов проекта станет первая в Петербурге пешеходная набережная. Важнейшим элементом и украшением проекта станет Дворец танцев Бориса Эйфмана, который построят по замыслу архитектора из Голландии. Срок окончания реализации проекта – 2016 год. Здание Дворца танцев, по замыслу авторов, должно напоминать воздушную вуаль – как символ легкости танца. Фойе, зал и сцену театра оборудуют по последнему слову техники, но будет и уголок природы – летний сад для отдыха артистов.

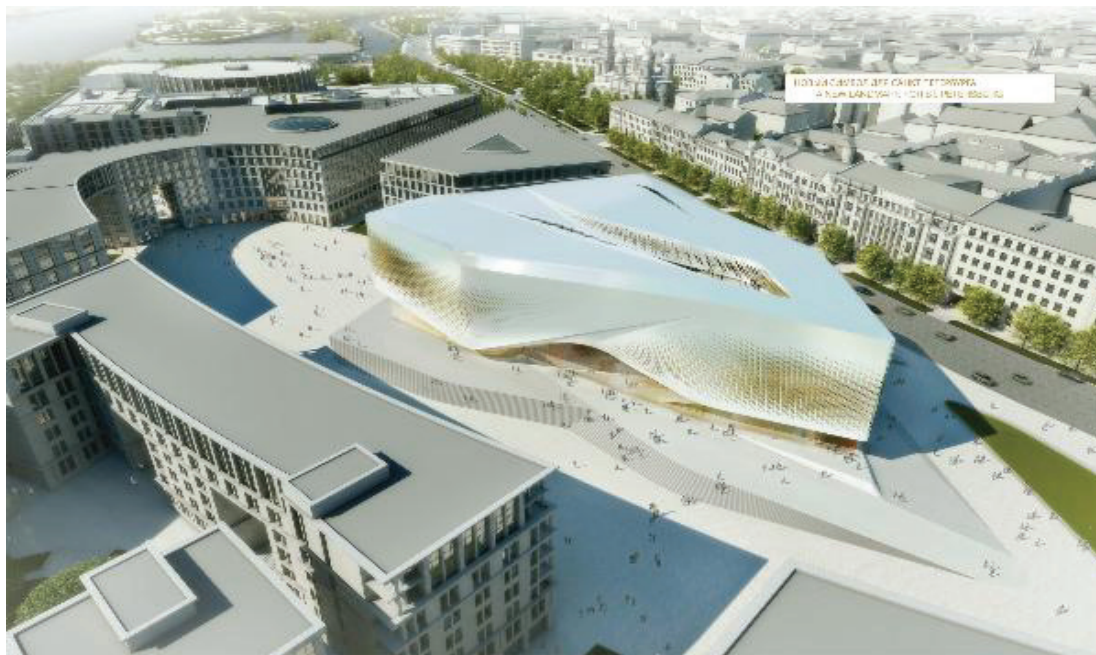


Рисунок 3. Дворец танцев Бориса Эйфмана

Для получения хорошей слышимости речи и качественного звучания музыки в помещении концертного зала необходимо обеспечить выполнение шести правил [6]. Первое правило – хорошая звукоизоляция помещения. Внутреннюю планировку здания следует делать такой, чтобы между залом и шумными улицами, по возможности, размещались тихие вспомогательные помещения (вестибюли, кабинеты администрации). В помещениях с шумным оборудованием (вентиляторные камеры, насосные отделения, лифты и др.) следует предусмотреть звукоизоляцию, звукопоглощение, виброизоляцию и вибропоглощение. Шумным помещениям нельзя примыкать непосредственно к залу. Для повышения звукоизоляции между залом и шумным фойе и другими залами следует устанавливать промежуточные тамбуры с двумя плотно закрывающимися звукоизолирующими дверьми. Система вентиляции и кондиционирования воздуха зала обязательно должна иметь глушители шума, амортизаторы на полу и виброизолирующие прокладки в трубопроводах.

Второе правило – диффузность звука в помещении. В помещении необходимо обеспечить практически диффузное звуковое поле. Это означает выполнение требования равномерной одинаковой громкости для всех необходимых, полезных и приятных звуков в любом месте зала. Многотысячелетняя практика мировой архитектуры выработала условия, которые необходимо соблюсти для достижения приемлемой диффузности звукового поля в помещении. В первую очередь это относится к правилу «золотого сечения», которое устанавливает определенное соотношение между основными размерами помещения.

Третье правило – отсутствие вредного эха в помещении. Четкость речи и качество звучания музыки в помещении обеспечивается в первую очередь этим. Для отсутствия вредного эха размеры помещения должны быть таковы, чтобы суммарный путь падающего на ограждающую поверхность звука и отраженный путь звука от источника до приемника минус прямой путь звука от источника до приемника был меньше примерно 17 метров. Это требование обычно проверяется геометрическим построением, после чего вносятся необходимые коррективы в размеры помещения при его проектировании или реконструкции.

Четвертое правило – оптимальное время стандартной реверберации по СНиП 23-03-2003 [4]. Отличное качество звучания речи и особенно музыки на средних и высоких частотах обеспечивается оптимальной величиной времени стандартной реверберации, которое можно определить по известной формуле Сэбина:

$$T = 0.164 \cdot \frac{V}{A},$$

где  $V$  – это объем помещения,  $A$  – общий фонд звукопоглощения.

Таким образом, подбирая материалы с требуемым коэффициентом звукопоглощения, можно добиться оптимального времени реверберации, необходимого для качественного звучания.

Пятое правило – достаточное число резонансов помещения на низких частотах. На низких частотах (например, для октавной полосы 125 Гц) отличное качество звучания речи, и особенно музыки, обеспечивается тем, что в минимальный частотный интервал человеческого восприятия должно укладываться не менее двух-трех резонансных частот помещения.

Шестое правило – сильный прямой звук в помещении. Прямой звук – главный фактор акустики помещения, исходный для получения хорошей слышимости речи и музыки. Он определяется громкостью и качеством звучания голоса или музыкального инструмента. Интенсивность прямого звука убывает с расстоянием. На его качество влияет отраженный звук, особенно вдали от источника. Для уменьшения расстояния от источника звука до слушателя зрительские места располагают вертикально (ярусы и балконы театров), ступенчато с подъемом вверх к задней стенке зала (партеры театров, амфитеатры цирков) или в сочетании того и другого. Таким образом, обеспечив выполнение этих шести правил, в помещении зала можно получить отличную акустику живого звука, которая позволит зрителям наслаждаться представлением.

Итак, из рассмотренных нами примеров современного строительства следует, что нормы строительной акустики применимы как для соблюдения необходимых условий комфортной жизни людей (нормы уровня шума), так и для эстетических целей (акустика залов). Грамотное и своевременное применение этих норм позволит нам двигаться по принципу «от частного к общему», повышать уровень комфорта при строительстве отдельных зданий, а следовательно, обеспечить шумовую защиту и акустический комфорт города в целом. Обязанности по выполнению тех и других норм берут на себя инженеры-акустики.

## Заключение

Северная столица России должна стать, по идее Генерального плана Санкт-Петербурга, «открытым европейским городом». Развитию большого города Петербурга до таких масштабов и такого значения помогут правильные градостроительные решения, которые реализуют архитекторы, строители и инженеры. При строительстве любого здания важно учитывать акустику залов и шум в помещениях, выполняя соответствующие нормы. Это поможет обеспечить правильное функциональное назначение объекта и при соблюдении всех норм уберечь человека от лишних волнений (снижением уровня шума) или подарить ему минуты душевной радости (хорошая, качественная акустика зала театра). Такие мероприятия по строительной акустике, безусловно, способствуют улучшению качества жизни людей.

Единственным высшим учебным заведением на Северо-Западе России, где два семестра студентам старших курсов инженерно-строительного факультета читаются лекции, выполняются курсовые проекты и проводятся коллоквиумы по дисциплине «Строительная акустика», является Санкт-Петербургский государственный политехнический университет (национальный исследовательский университет). Специально для этого вуза профессором Боголеповым И.И. созданы учебное пособие «Строительная акустика» [7, 8] и методические указания по выполнению курсовых проектов [9, 10]. В предисловии ко второму изданию книги «Строительная акустика» президент Санкт-Петербургского государственного политехнического университета академик РАН Юрий Сергеевич Васильев пишет [8].

«Впервые лекционный курс «Строительная акустика» был введен в учебные планы инженерно-строительного факультета Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (СПбГПУ) в 2002 году. Это диктовалось необходимостью знакомить студентов с усугубляющейся шумовой обстановкой в зданиях и сооружениях различного назначения. Шум от концентрации машинной техники нарастает в городах и сельских поселениях в связи с научно-техническим прогрессом, а это сказывается на здоровье людей и их производительности труда.

Уменьшение негативного воздействия шума – важнейшая задача XXI века, стоящая перед инженерами. Дисциплина «Строительная акустика» предназначена научить студентов старших курсов решению двух главных задач: во-первых, устранению или снижению вредного шума в помещениях различных зданий до существующих норм и, во-вторых, обеспечению в них качественной акустики речи, музыки и звукового фона.

Главные задачи «Строительной акустики» могут успешно решать во многих важных случаях лишь профессионалы. Это требует не только фундаментальных знаний и умения пользоваться ими, но и конкретного учета накопленного в промышленно развитых странах, в том числе, конечно, и в России, лучшего опыта. Конечно, исследования, проектирование, изготовление и контроль методов и средств в области строительной акустики мирового класса должны соответствовать международным стандартам. Им уделено в книге, что следует особо отметить, должное внимание. В ближайшее время многие международные стандарты могут быть использованы в технических регламентах нашей страны».

Этими словами выдающегося ученого, крупного организатора науки и высшего образования России, президента национального исследовательского университета – академика РАН Ю. С. Васильева – я заканчиваю свою статью. Хочу этой статьей обратить особое внимание специалистов-акустиков, но особенно абитуриентов Санкт-Петербургского государственного политехнического университета на необходимость всем нам, корифеям и начинающим, наилучшим образом и сообща решать сложные проблемы акустики большого города Петербурга.

### Литература

1. Орешкина Д. Не шуми – и проживешь дольше // Кадис: правовой портал. 2008. URL: <http://www.kadis.ru/daily/dayjust.phtml?id=56599&PrintVersion=1> (дата обращения: 16.07.2010).
2. Закон Санкт-Петербурга от 22.12.2005 N 728-99 «О Генеральном плане Санкт-Петербурга и границах зон охраны объектов культурного наследия на территории Санкт-Петербурга». URL: <http://www.gov.spb.ru/law?d&nd=8422495> (дата обращения: 16.07.2010).
3. Харченко О. А. Градостроительство в Санкт-Петербурге: взгляд в XXI век // Наука, промышленность, сельское хозяйство и культура. Материалы четвертого съезда Союза УИСП. 2000. Том 3.
4. Строительные нормы и правила СНиП 23-03-2003 «Защита от шума». URL: <http://www.ecobest.ru/snip/folder-6/list-7.html> (дата обращения: 16.07.2010).
5. Шпанько З. Природа, подвисься! // Дорожная держава: сетевой журн. 2009. URL: [http://www.dorvest.ru/upload/Untol\\_22.pdf](http://www.dorvest.ru/upload/Untol_22.pdf) (дата обращения: 16.07.2010).
6. Боголепов И. И. Шесть правил получения хорошей слышимости речи и качественного звучания музыки в помещении // Архитектурная акустика. Санкт-Петербург. 2001.
7. Боголепов И. И. Строительная акустика // СПбГПУ. 2006. 324 с..
8. Боголепов И. И. Строительная акустика. Второе издание. // СПбГПУ. 2010. 364 с.
9. Боголепов И. И. Проектирование промышленной звукоизоляции. Методические указания к курсовым проектам / Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. СПб. : СПбОДЗПП, 2004.
10. Боголепов И. И. Преподавание дисциплины «Строительная акустика» в Санкт-Петербургском государственном политехническом университете // Научно-практическая конференция с международным участием «Защита населения от повышенного шумового воздействия» (Санкт-Петербург, 21-22 марта 2006 г). СПб., 2006.

*\*Анна Петровна Загорская, Санкт-Петербург*

*Тел. моб.: +7(911)009-08-22; эл. почта: ztp2@yandex.ru*