

УДК: 504.064
OECD: 01.03. AA

Изучение шумовой нагрузки в зоне учебного кампуса и связь с восприятием шума на территории Северо-Кавказского федерального университета в городе Ставрополь

Ледовской Р.А.

Обучающийся 3 курса, кафедры экологии и биогеографии, Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, РФ

Аннотация

В данной статье проводится исследование влияния звукового давления на восприятие и поведение студентов и преподавателей Северо-Кавказского федерального университета. Рассмотрено негативное влияние шума на организм человека. Выполнены замеры шума на местах и сравнены с допустимым уровнем по СанПиН 1.2.3685-21. Данные, полученные в результате измерений, показали, что абсолютно все полученные результаты измерений оказались выше установленных нормативов, указанных в СанПиН 1.2.3685-21. Проведен социологический опрос, результатом которого было выявлено отношение к восприятию шума обучающихся и преподавателей кампусов. Шум может оказывать негативное воздействие на человеческое восприятие информации через несколько механизмов: снижение концентрации внимания, ухудшение памяти и повышение уровня стресса. Было выявлено, что шумовые помехи не всегда воспринимаются как источник негативного воздействия: только 11% анкетированных сообщили, что их беспокоит шум во время учебы или работы, вследствие чего шумовое загрязнение остается незамеченным для человека. Соблюдение уровня шума в местах обучения является важной задачей, поскольку чрезмерный шум может привести к снижению продуктивности преподавателей, студентов и сотрудников. Это исследование направлено на сопоставление результатов непосредственных измерений и данных социального опроса, что подчеркивает важность проблемы шумового загрязнения в университетских кампусах.

Ключевые слова: шумовое загрязнение, восприятие шума, кампус, измерение шума, социальный опрос.

Study of noise load in the area of the educational campus and the connection with noise perception on the territory of the North Caucasus Federal University in the city of Stavropol

Ledovskoy R.A.

3rd year student, Department of Ecology and Biogeography, North Caucasus Federal University. Stavropol, Russia

Abstract

This article conducts a study of the influence of sound pressure on the perception and behavior of visitors to the North Caucasus Federal University. The negative impact of noise on the human body is considered. Noise measurements were carried out on site and compared with the permissible level according to SanPiN 1.2.3685-21. The data obtained as a result of the measurements showed that 100% of the measurement results exceed the permissible level of SanPiN 1.2.3685-21. A sociological survey was conducted, the result of which revealed the attitude of campus students and teachers to the perception of noise. Noise can have a negative impact on human perception of information through several mechanisms: decreased concentration, impaired memory, and increased stress levels. It was found that noise interference is not always perceived as a source of negative impact: only 11% of respondents reported that they were bothered by noise while studying or working, as a result of which noise pollution remains unnoticed by people. Controlling noise levels in teaching

environments is important because excessive noise can reduce the productivity of faculty, students, and staff. This study aims to compare physical measurements and social survey data, highlighting the importance of noise pollution on university campuses.

Keywords: *noise pollution, noise perception, campus, noise measurement, social survey.*

Введение

Известным фактом является, что при продолжительном воздействии шумовое загрязнение влияет на организм человека. В настоящее время, по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), от шума страдает около 430 миллионов человек на всей планете [1].

По мнению бразильского ученого Е.Мургеля шумовое загрязнение усилилось после промышленной революции в XVIII—XIX веках [2]. В исследовании «Рекомендации по шуму в общественных местах», проведенном ВОЗ, отмечается, что проблема шумового загрязнения становится всё более актуальной из-за ряда факторов, таких как рост автомобильного, железнодорожного и воздушного трафика, вместе с урбанизацией и экономическим ростом. Кроме того, в документе указывается, что развивающиеся страны испытывают более сильное шумовое загрязнение по сравнению с развитыми странами, что может быть связано с особенностями планирования и проектирования городской застройки, а также отсутствием шумозащитных мероприятий [3].

Важную роль в распространении шума играют звуковые ландшафты, являясь частью городских пространств, они имеют большое значение в снижении городского шума. Звуковой ландшафт — это система звуковых элементов, которая возникает в окружающей среде, сочетающая в себе как природные звуки, так и воспроизводимые людьми и технологиями. Ключевыми факторами в эффективности звукового ландшафта являются тип городской застройки и наличие зеленых насаждений на территории. Застроенная территория влияет на снижение шума за счет двух основных факторов: плотность застройки и ширина дорог. В архитектурно-планировочной структуре жилых районов и микрорайонов используют следующие способы защиты от шума: удаление жилой застройки от источников шума; расположение между источниками шума и жилой застройкой зданий-экранов; применение рациональных с точки зрения защиты от шума композиционных способов группировки жилых зданий [4,5].

Степень снижения шума зависит от породного состава насаждений, плотности крон и яркости. Снижение шумовой нагрузки происходит за счёт поглощения звука растениями [6].

Влияние шума на человеческий организм зависит от множества факторов, среди которых важны уровень шума, его характеристики, спектр и продолжительность воздействия. Постоянное воздействие высокого звукового давления в течение дня может привести к необратимым изменениям порога слышимости. Высокий уровень шума может вызывать разнообразные психологические проблемы, включая тревогу, депрессию, стресс и усталость, а также влиять на сердечно-сосудистую, слуховую и когнитивную функции как у детей, так и у пожилых людей. Наибольшее воздействие шум оказывает на вербальное общение, сон и умственную активность. У детей, подвергающихся интенсивному шуму, может наблюдаться задержка в развитии способности к чтению и пониманию [7,8,9].

Несмотря на небольшое количество исследований шумовой нагрузки в образовательных учреждениях можно выделить исследование бразильских ученых Magioli F.V. и Torres J.C.V., в котором оценивались акустические условия кампуса

Федерального университета Рио-де-Жанейро (UFRJ), и исследование бразильского ученого Zanin Р.Н.Т., в котором проводилось изучение шумового загрязнения в кампусе Политехнического Федерального университета Параны (UFPR). В обоих исследованиях уровень шума сравнивался с пределами, рекомендованными ВОЗ, составляющими 55дБА. Оба исследования зафиксировали превышение допустимого уровня. В исследованиях говорится, что основным источником шума был шум от интенсивного движения автомобилей. Исходя из данных исследований, следует вывод о необходимости исследования шумовой нагрузки в образовательных учреждениях [10].

Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ) является крупнейшим университетом в СКФО, который занимается подготовкой квалифицированных специалистов. СКФУ как крупная организация, выполняющая функции учебного заведения, рабочего пространства и места жительства для множества людей, также создаёт и испытывает шумовое воздействие со стороны внешней среды.

Так, чрезмерное звуковое давление может привести к снижению работоспособности преподавателей, студентов и сотрудников. Негативное воздействие городского шума может повлиять на психологическое и психическое здоровье людей. Возникает необходимость в мониторинге уровня шума. Поэтому цель данного исследования — анализ шумовой нагрузки кампусов СКФУ и сравнение с восприятием данного шума.

1. Методы исследования

Для характеристики шумового загрязнения исследуемой территории использовались два метода: непосредственных замеров и социального опроса. Первый состоит из измерения звукового давления в помещениях и на открытом воздухе. Второй метод представляет анкетирование студентов, преподавателей и сотрудников.

Измерения на территории кампусов проводились в соответствии с ГОСТ 23337–2014 «Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий». При замерах использовался шумомер UNI-T модели UT352 с диапазоном измерений от 30 до 130 дБ и неопределенностью до 1,5 дБ [11].

Измерения эквивалентного уровня звука проводились в учебных корпусах ВУЗа, а также в научной библиотеке и на прилегающей территории в местах наибольшего скопления людей. Измерения проводились в разные периоды времени: перед началом занятий и в большой обеденный перерыв. При измерениях на прилегающей территории учитывались метеорологические условия, все параметры соответствовали паспортным данным шумомера. При проведении измерений прибор был установлен на стационарный штатив, в учебных корпусах измерения проводились с интервалом в один этаж. Длительность измерений в каждой точке составляла не менее 5 минут. Также необходимо отметить, что исследование проводилось в безлиственный период года.

В ходе проведения исследования было осуществлено анкетирование (01.05.2024–30.05.2024) о раздражающем воздействии шума в соответствии с ГОСТ Р 53574–2009 «Шум. Оценка раздражающего действия шума посредством социологических и социально-акустических обследований» с использованием стороннего интернет-ресурса Google Forms для привлечения разного контингента посетителей университета и учесть продолжительность нахождения на территории. Для проведения социологического тестирования были составлены 11 вопросов [12]:

1. Ваш пол?
2. Ваш возраст?
3. Ваш социальный статус?
4. Если вы студент, то на каком курсе вы обучаетесь?
5. В каком корпусе вы чаще всего появляетесь?
6. В какое время вы чаще всего посещаете данный корпус?
7. Часто ли вам мешает шум в корпусах?
8. Какой шум вы чаще всего слышите на парах?
9. Каков уровень дискомфорта вызываемый этим шумом?
10. Делаете ли вы что-нибудь, чтобы снизить уровень шума?
11. Хотели бы вы, чтобы в корпусе стало тише?

2. Область исследования

Для анализа шумовой нагрузки в зоне учебных корпусов были взяты две территории, на которых расположены Центральный и Северный кампуса СКФУ. Центральный кампус находится в центре города, а северный кампус в западной части, в зоне оживленного автомобильного передвижения. Расстояние между кампусами составляет 4,25 км.

СКФУ расположен в городе Ставрополь, который располагается на юго-западе Ставропольской возвышенности. Центральный кампус находится на пересечении дорог по улице Пушкина и Дзержинского, за счет чего происходит интенсивное шумовое воздействие, площадь кампуса составляет 46503 кв.м (рис. 1).



Рис. 1. Картосхема расположения корпусов Центрального кампуса СКФУ

На территории Центрального кампуса СКФУ расположены учебные корпуса №1, 2, 3, 20, 21, а также научная библиотека и спортивный комплекс. Центральный кампус ежедневно посещает более 7000 человек, что непосредственно влияет на шумовую обстановку. Рядом с кампусом находится Андреевский Кафедральный Собор, Ставропольский академический театр драмы, театральный сквер, отдел военного комиссариата, Ставропольский дворец культуры и спорта, центральный стадион «Динамо», а также множество магазинов, столовых, бытовых мастерских, аптек, которые тоже оказывают шумовое воздействие на посетителей Центрального кампуса СКФУ.

Здания представляют собой протяжённые строения с максимальной высотой в 9 этажей. Они выполнены преимущественно из кирпича, оснащены рамами из пластика и дерева (3 и 2 корпус). Застройка территории носит комбинированный характер. Плотность растительного покрова на территории низкая, как и за пределами кампуса. Степень озеленения всей территории центрального кампуса СКФУ составляет 13%, площадь учебных корпусов составляет – 32 552 кв.м. Озелененная территория относится к категории ограниченного пользования. Основу древесных насаждений на участке составляют следующие виды: Липа европейская (*Tilia europaea*), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior*), ель обыкновенная (*Picea abies*). Вокруг кампуса деревья высажены в один ряд, по высоте большая часть деревьев относится ко второму и третьему классу (их высота от 5 до 20 метров), ширина кроны средняя 5–10 метров. Плотность кроны среднеплотная 20–40%.

Вдоль исследуемой территории расположена двухполосная дорога по улице Дзержинского (рядом со второй точкой измерений на прилегающей территории), которая имеет двустороннее движение, также рядом с кампусом находится улица Пушкина (рядом с первой точкой измерений на прилегающей территории), которая имеет одностороннее трёхполосное движение.

Северный кампус СКФУ находится в северо-западной части города Ставрополя, вдоль пересечения улицы Ленина и проспекта Кулакова, и представлен комплексом учебных корпусов и общежитий, его площадь составляет 172 330 кв.м (рис. 2), площадь застройки составляет – 67 233,1 кв.м, уровень озеленения является достаточно низким и составляет 11% от общей площади кампуса, имеется высадка древесно-кустарниковой растительности за территорией кампуса вдоль дорог. Тип застройки кампуса является комбинированным, при этом большая часть территории не используется и пустует, что не создает преград для распространения шума. Основу древесных насаждений на территории и вокруг кампуса составляют следующие виды: Береза повислая (*Betula pendula*), гледичия трехколючковая (*Gleditsia triacanthos*), ель обыкновенная (*Picea abies*). По высоте деревья относятся ко второй и третьей категории – от 5 до 20 метров, ширина кроны средняя – 5-10 метров, плотность кроны ажурная – более 40%.

На территории Северного кампуса СКФУ расположено 6 учебных корпусов, а также 3 общежития. На территории кампуса проживает, учится и работает более 6000 человек, в том числе студентов, преподавателей и сотрудников. Данный кампус СКФУ находится на пересечении улицы Ленина и проспекта Кулакова, которые относятся к магистральному типу движения. На этом пересечении наблюдается один из самых высоких уровней транспортной нагрузки, т.к.: 1) автотранспорт въезжает/выезжает в город через проспект Кулакова; 2) близкое расположение крупнопоселенных микрорайонов «Перспективный» и «Российский», интенсивное движение автотранспорта вблизи Северного кампуса СКФУ. Рядом с кампусом расположен Храм преподобного Сергия Радонежского, АЗС «Роснефть», ГБУЗ СКПБ №1, Ставропольский Ботанический Сад им. В.В. Скрипчинского, сквер на пр. Кулакова, а также ряд розничных магазинов и столовых. На основании вышесказанного, можно сделать вывод, что данный объект находится в зоне постоянного шумового воздействия.



Рис. 2. Картограмма расположения корпусов Северного кампуса СКФУ

Учебные корпуса на территории Северного кампуса представляют собой протяжённые строения с высотой, максимум в 7 этажей, в основном из кирпичной кладки, с окнами из пластиковых рам. Растительный покров на территории кампуса характеризуется низкой плотностью насаждений.

Учебные корпуса кампусов СКФУ, в которых проводились измерения, были построены в разные года (представлены в табл. 1).

Таблица 1

Годы постройки учебных корпусов на территории Центрального и Северного кампуса

Учебные корпуса Центрального кампуса СКФУ	Год постройки	Высота этажа, м	Учебные корпуса Северного кампуса СКФУ	Год постройки	Высота этажа, м
Корпус №1	1992 г.	3,4	Корпус №9	1978 г.	2,8
Корпус №2	1883 г.	4,8	Корпус №10	2009 г.	3
Корпус №3	1974 г.	2,8	Корпус №22	2020 г.	3
Корпус №20	2016 г.	3	Корпус №23	2020 г.	3
Корпус №21	2016 г.	3			
Библиотека	1930 г.	3,4			

3. Результаты и обсуждения

На основании таблицы 5.35 СанПиН 1.2.3685-21 сравнивались параметры в учебных аудиториях с эквивалентным уровнем шума в помещениях для жилых и общественных зданий, который устанавливает уровень L_{Aeq} (эквивалентный уровень звука) 40 дБА в дневное время.

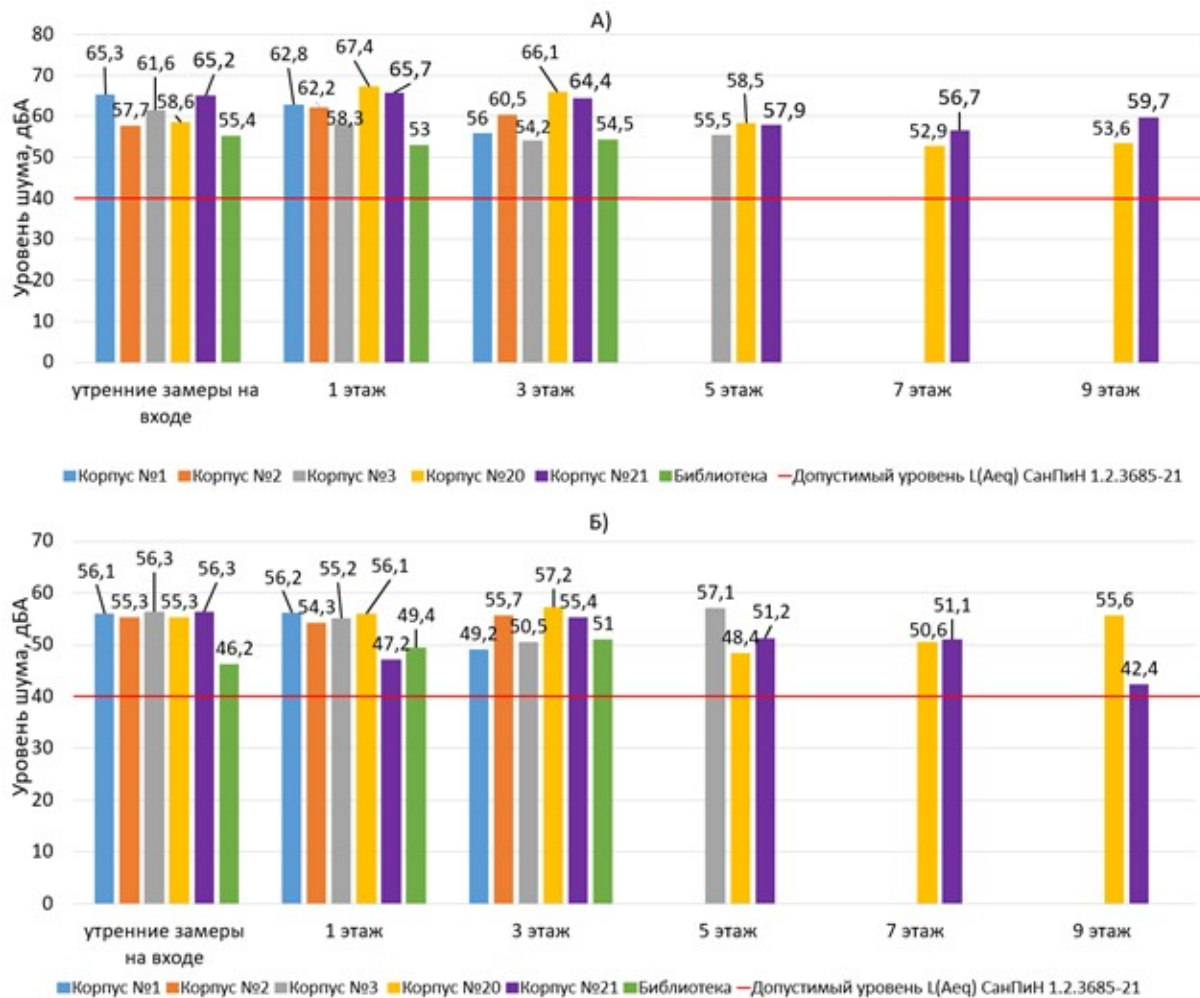


Рис. 3. Уровень шума в корпусах Центрального кампуса СКФУ А) во время большого перерыва; Б) во время занятий

Анализируя данные графика (рис. 3), можно сделать вывод, что во всех корпусах уровень шума превышает допустимый уровень согласно таблице 5.35 СанПиН 1.2.3685-21. Это обусловлено тем, что во время больших перерывов многие студенты выходят в коридор для общения, что создаёт шумную обстановку, а во время занятий издается звук от закрытия и открытия дверей.

В утренний период характерен высокий поток студентов, входящих в корпус, они используют при входе ключ-карту, прикладываящуюся к турникету, который использует звуковой сигнал для пропуска студента в корпус, а также на входе во многих корпусах установлены вендинговые аппараты, которые издают постоянный шум. При замерах, которые проводились в коридоре во время занятий так же был выявлен высокий уровень шума. Это связано с тем, что незначительная часть студентов приходит во время проведения занятий, слышен шум от автотранспорта снаружи, а также слышен шум от открывающихся дверей. Максимальный уровень шума наблюдается в 20 корпусе, чему способствует активное движение студентов, а также открытые учебные аудитории.

При замерах внутри аудиторий и лабораторий учебных корпусов Центрального кампуса (рис. 4), также было выявлено превышение допустимого уровня шума во всех аудиториях. Связано это с шумом, производимым студентами на парах, работой вытяжных шкафов, вентиляционных систем и приборов в лабораториях, шумом от автомобилей, также на территории кампуса располагается спортивная площадка, на которой был слышен шум при проведении учебных занятий.

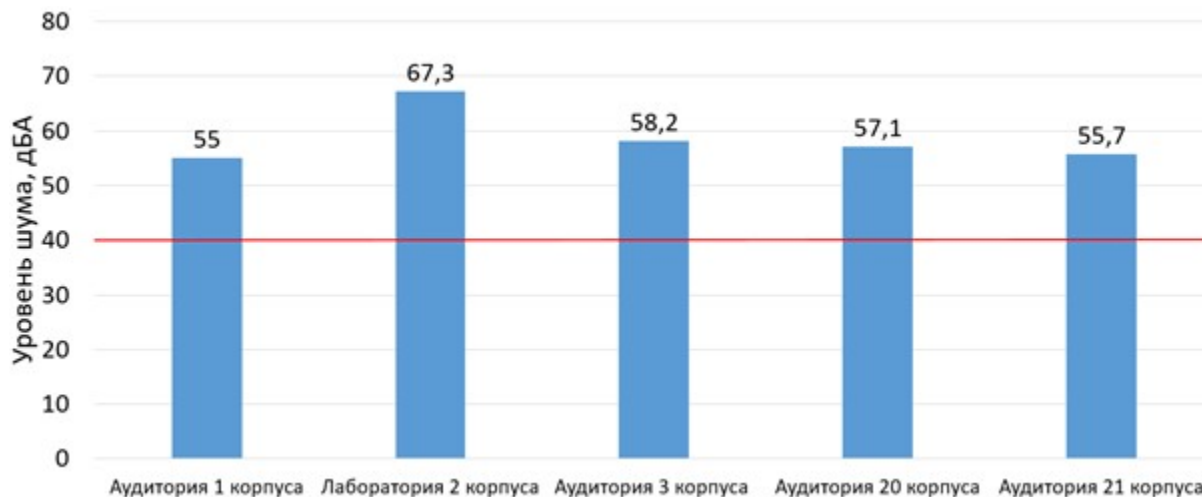


Рис. 4. Уровень шума в аудиториях центрального кампуса СКФУ

При анализе уровня шума в точках наружных измерений (табл. 2), расположение которых указано на рисунках 1 и 2, было установлено превышение допустимого уровня (55 дБА) во всех местах замеров, что обусловлено близостью к проезжей части и к местам скопления людей, которые ежедневно посещают жители и гости города.

Таблица 2

Уровень шума наружных точек на территории кампусов СКФУ

Точки исследования Центрального кампуса СКФУ	Уровень шума, дБА	Точки исследования Северного кампуса СКФУ	Уровень шума, дБА
Точка №1	64,4	Точка №1	66,9
Точка №2	66	Точка №2	66,2
Точка №3	59	Точка №3	65,1
Точка №4	58,3		
Точка №5	64,7		

Анализируя данные, полученные во время большого перерыва и во время занятий (рис. 5), было выявлено превышение уровня шума во всех корпусах Северного кампуса СКФУ по сравнению с допустимым уровнем, но с повышением этажа уровень шума уменьшался. Это связано с тем, что увеличивалось расстояние до источника шума (автотранспорт), также количество студентов с повышением уровня этажа уменьшалось. Можно отметить, что проход в 9 корпус лежит через 10, из-за чего большое количество студентов проходят через него, создавая шумовую нагрузку. При изучении показателей уровня шума, полученных после замеров в корпусах северного кампуса СКФУ в коридорах во время занятий можно заметить, что уровень шума снизился, по сравнению с данными, полученными во время большого перерыва, но при этом уровень шума остается высоким. В 9 корпусе это можно объяснить тем, что в корпусе есть концертный зал, в котором проводится большое количество мероприятий, а также в корпусе расположен спортивный зал. В 23 корпусе находится большое количество лабораторий, оборудование которых создает высокий уровень шума.

Анализ акустической обстановки в учебных аудиториях Северного кампуса СКФУ

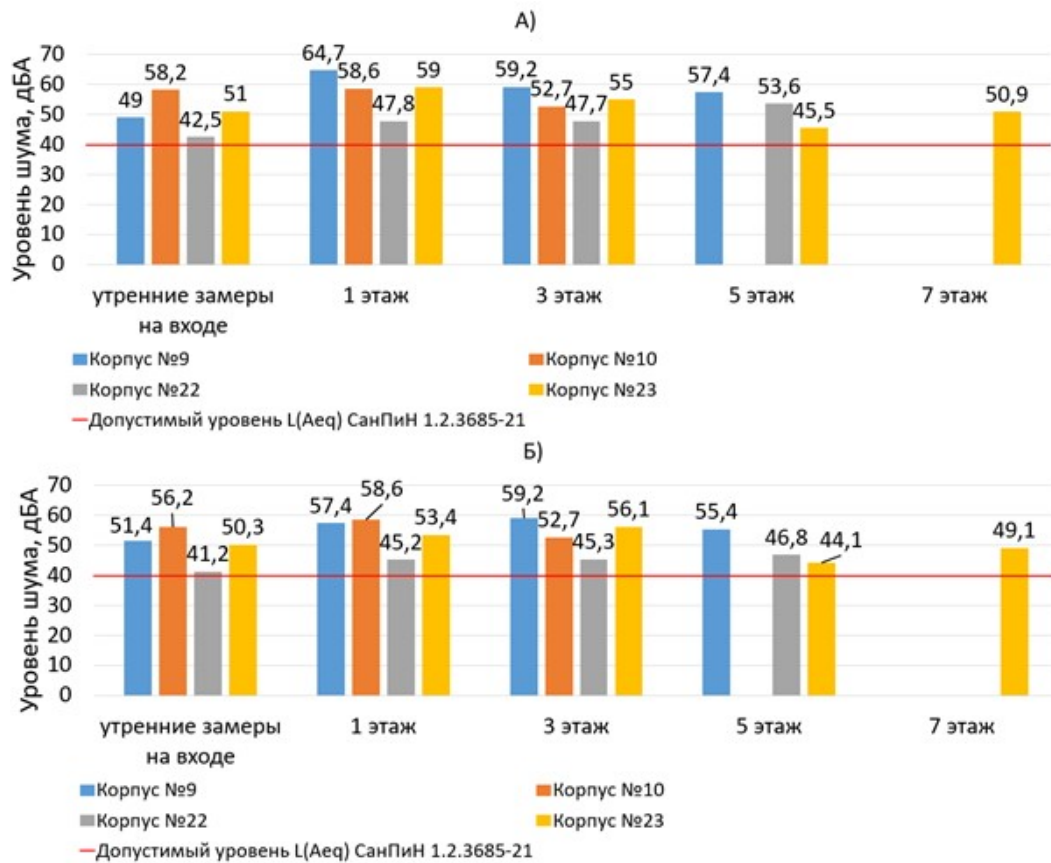


Рис. 5. Уровень шума в корпусах Северного кампуса СКФУ А) во время большого перерыва; Б) во время занятий

во время занятий (рис. 6) выявил систематическое превышение допустимых норм шума. Основными источниками шумового загрязнения являются инженерное оборудование лабораторий, студенческая активность и транспортный поток на прилегающей дороге.

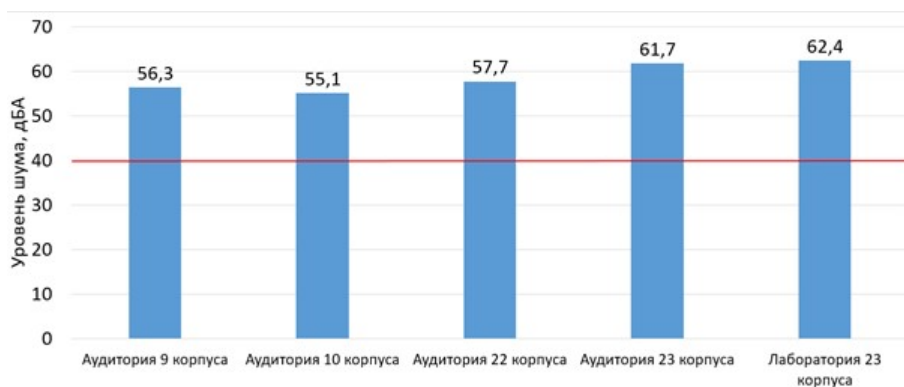


Рис. 6. Уровень шума в аудиториях Северного кампуса СКФУ

Для получения более ясной картины взаимосвязи уровня шума с человеческим восприятием посещающих учебные корпуса СКФУ людей, было принято решение провести социологическое исследование.

Опрос проводился среди студентов и сотрудников, посещающих изучаемые корпуса. Всего в опросе приняли участие 101 респондент, которые поделились своим мнением о шумовой обстановке на территории и в учебных аудиториях Северо-Кавказского федерального университета. Во время проведения социологического опроса так же были получены данные (рис. 7) о социальном статусе людей в университете.

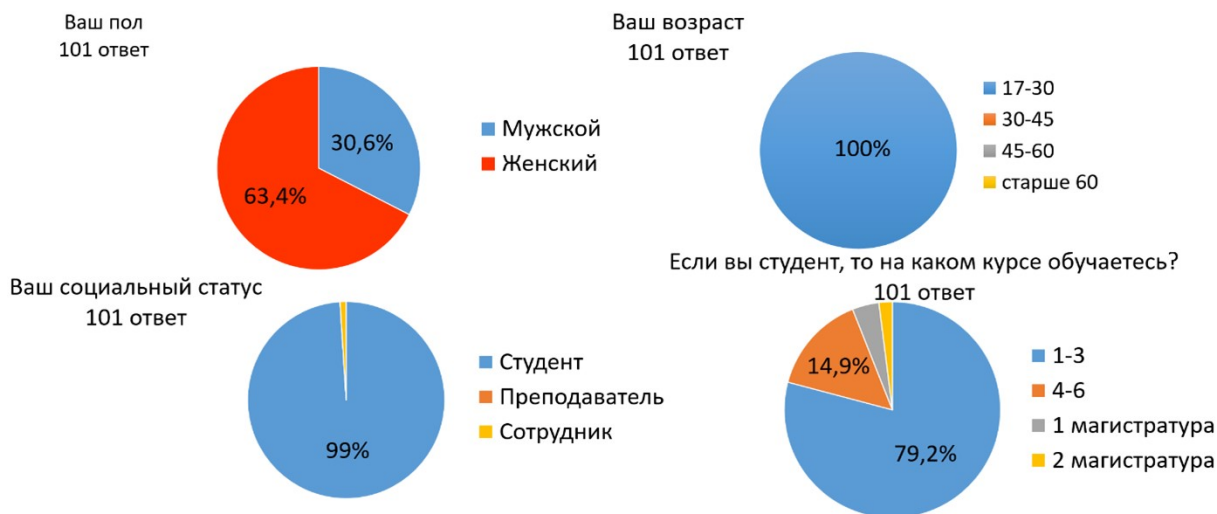


Рис. 7. Возраст и социальный статус респондентов

В ходе опроса (рис. 8) также было выявлено, что чаще всего посещают корпуса № 9, 20, 2 в первой половине дня (8:00-13:20) и то, что большинству людей шум в учебных корпусах никак не мешает. По мнению опрошенных, чаще всего во время занятий слышен шум автотранспорта.

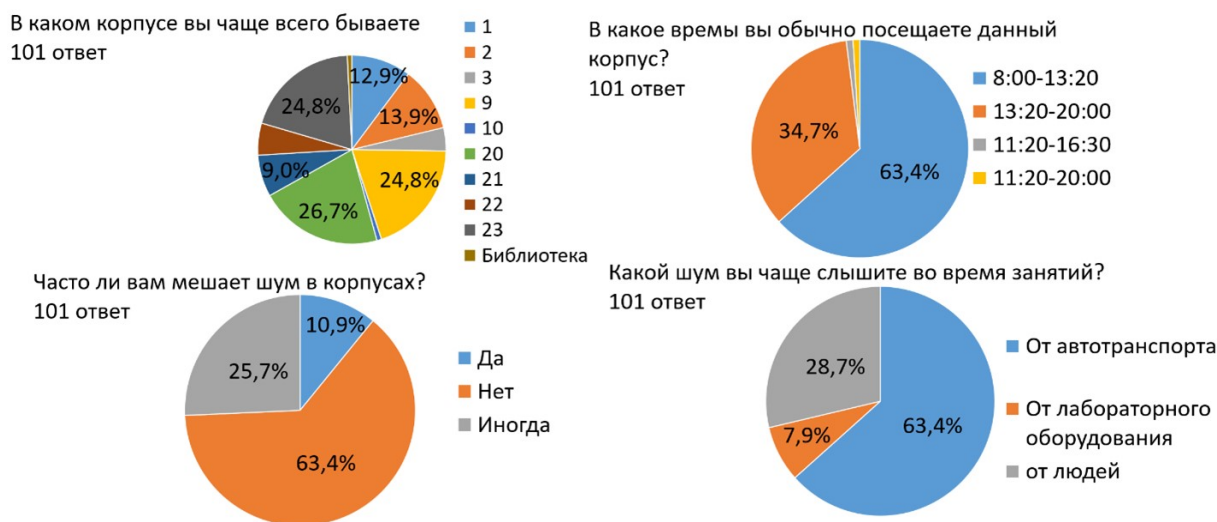


Рис. 8. Данные о посещении корпусов и источниках шума, который мешает респондентам

Далее было выявлено (рис. 9), что большинство опрошенных хотели бы, чтобы в корпусе стало тише. Даже несмотря на зафиксированные высокие уровни звукового давления в корпусах, результаты анкетирования показывают, что шумовое воздействие не

всегда четко ощущается и шум не вызывает дискомфорта особенно среди людей, которые во время своей повседневной деятельности контактируют с высоким звуковым давлением.



Рис. 9. Данные о дискомфорте от шума

По результатам видно, что половина анкетированных не обращает внимания на шум, из-за чего проблема шумового загрязнения остается незаметна для студентов и преподавателей.

Заключение

Исследование акустической обстановки на территории университета является важной частью общего мониторинга шумового загрязнения не только учебных заведений, но и городской среды. Определение влияния звукового давления на восприятие и поведение учащихся и сотрудников в кампусах Северо-Кавказского федерального университета проводилось на основании результатов замеров шума с использованием портативного шумомера и проведенного социологического анкетирования. Сравнивая значения инструментального исследования со значениями установленными в таблице 5.35 СанПиН 1.2.3685-21, следует отметить, что уровень шума в кампусе не соответствует требованиям для аудиторий образовательных организаций, поскольку большая часть данных, полученных при замерах, превышает допустимые нормы. Превышение уровня звукового давления приводит к значительным проблемам с комфортом людей и отражается на продуктивности студентов и преподавателей. По результатам опроса было выяснено, что чаще всего студентов в кампусе раздражает шум от автотранспорта. Результаты показывают, что большую часть опрошенных не сильно беспокоит уровень шума, благодаря чему шумовое загрязнение остается незамеченным для обучающихся, в связи с чем не принимаются меры по улучшению акустических условий.

Обеспечение нормативных уровней шума на территории и в помещениях кампуса требует применения шумозащитных мероприятий. Таким образом, важно учитывать расположение зданий, автодорог, городского обустройства территорий, а также материалы, используемые при отделке помещений. Для снижения шума рекомендуется установка окон с двойным остеклением с применением проветривающих шумозащитных устройств, применение шумозащитных экранов [14].

Список литературы

1. Всемирный доклад по проблемам слуха: резюме. Женева: Всемирная организация здравоохранения; 2021 г.
2. Murgel E. Fundamentos de acústica ambiental. – Senac, 2007.
3. World Health Organization – WHO, «Guidelines for community noise». 1999.
4. Yuan M. et al. Examining the associations between urban built environment and noise pollution in high-density high-rise urban areas: A case study in Wuhan, China // Sustainable Cities and Society. – 2019. – Т. 50. – С. 101678.
5. ISO 12913-1:2014 Acoustics – Soundscape – Part 1: Definition and conceptual framework.
6. Цесарь Т.А. Поглощающий потенциал природной среды как один из способов снижения шумового загрязнения в городе // Вестник магистратуры. 2021. №8 (119). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pogloschayuschiy-potentsial-prirodnoy-sredy-kak-odin-iz-sposobov-snizheniya-shumovogo-zagryazneniya-v-gorode> (дата обращения: 24.05.2024).
7. ГОСТ Р ИСО 1999-2017 «Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200157242> (дата обращения 19.03.2024).
8. Жукова Е. В. Шум как гигиеническая и социальная проблема: учебное пособие / Е. В. Жукова, Г. В. Куренкова, М. О. Потапова ; ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, Кафедра профильных гигиенических дисциплин. – Иркутск: ИГМУ, 2020. – 56 с.
9. WHO Regional Office for Europe. Copenhagen. Uptake and impact of the WHO Environmental noise guidelines for the European Region: experiences from Member States; 2023.
10. De Souza T. B., Alberto K. C., Barbosa S. A. Evaluation of noise pollution related to human perception in a university campus in Brazil // Applied Acoustics. – 2020. – Т. 157. – С. 11.
11. ГОСТ 23337-2014 «Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200114242> (дата обращения 19.03.2024).
12. ГОСТ Р 53574-2009 «Шум. Оценка раздражающего действия шума посредством социологических и социально-акустических обследований». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200076747> (дата обращения 19.03.2024).
13. Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?marker=6560IO> (дата обращения 28.03.2024).
14. Шашурин А.Е. Определение эффективной высоты и акустических характеристик шумозащитного экрана// Noise Theory and Practice. -2018. -N 4 (2). - С. 5-10.

References

1. World report on hearing: executive summary. Geneva: World Health Organization; 2021.

2. Murgel E. Fundamentos de acústica ambiental. – Senac, 2007.
3. World Health Organization – WHO, «Guidelines for community noise». 1999.
4. Yuan M. et al. Examining the associations between urban built environment and noise pollution in high-density high-rise urban areas: A case study in Wuhan, China // Sustainable Cities and Society. – 2019. – T. 50. – C. 101678.
5. ISO 12913-1:2014 Acoustics – Soundscape – Part 1: Definition and conceptual framework.
6. Tsesar T.A. The absorbing potential of the natural environment as one of the ways to reduce noise pollution in the city // Bulletin of the Magistracy. 2021. No.8 (119). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pogloschayuschiy-potential-prirodnoy-sredy-kak-odin-iz-sposobov-snizheniya-shumovogo-zagryazneniya-v-gorode> (date of application: 05/24/2024).
7. GOST R ISO 1999-2017 «Acoustics. Estimation of noise-induced hearing loss». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200157242>(date of the application 19.03.2024).
8. Zhukova E. V. Noise as a hygienic and social problem : a textbook / E. V. Zhukova, G. V. Kurenkova, M. O. Potapova ; Federal State Budgetary Educational Institution of the Ministry of Health of the Russian Federation, Department of Specialized Hygienic Disciplines. – Irkutsk : IGMU, 2020. – 56 p.
9. WHO Regional Office for Europe. Copenhagen. Uptake and impact of the WHO Environmental noise guidelines for the European Region: experiences from Member States; 2023.
10. De Souza T. B., Alberto K. C., Barbosa S. A. Evaluation of noise pollution related to human perception in a university campus in Brazil // Applied Acoustics. – 2020. – T. 157. – C. 11.
11. GOST 23337-2014 «Noise. Methods of noise measurement in residential areas and in the rooms of residential, public and community buildings». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200114242>(date of the application 19.03.2024).
12. GOST R 53574-2009 «Noise. Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200076747>(date of the application 19.03.2024).
13. Sanitary rules and regulations SanPiN 1.2.3685-21 «Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans» URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?marker=6560IO> (date of the application 28.03.2024).
14. Shashurin A.E. Determination of the effective height and acoustic characteristics of the noise barriers // Noise Theory and Practice. -2018. -V. 4 (2). -pp. 5-10.