

Научная статья

УДК 534.6; DOI: 10.61260/1998-8990-2026-1-248-260

АНАЛИЗ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ КАМПУСА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА Г. ВЛАДИВОСТОКА

Ушаков Сергей Витальевич;

Стаценко Любовь Григорьевна;

✉ **Майер Диана Валериевна.**

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

✉ **maier.dv@dvfu.ru**

Аннотация. Рассматриваются проблемы шумового загрязнения, его влияния на здоровье, а также способы борьбы с ним. В качестве метода контроля и борьбы был выбран метод составления шумовой карты с помощью сбора данных методом полевых измерений шумомером. Были построены шумовые карты и произведен их анализ. В экспериментальной части были использованы: шумомер первого класса SVAN-959, акустический калибратор для шумомера, приложения геоинформационных систем (ГИС-приложения) Google Earth Pro и QGIS для анализа территории и составления шумовых карт. Обсуждаются способы проведения измерений и программы, которые можно было бы использоваться в шумовом картировании. В экспериментальной части производится анализ территории и замеры уровня шума на территории кампуса Дальневосточного федерального университета, составляются карты шума и обсуждаются результаты. Сделан вывод, что на территории кампуса Дальневосточного федерального университета наибольший уровень шума создают вентиляционные системы учебных корпусов, превышающие допустимые нормы на 10–20 дБА, а также источники транспортного и строительного шума. Шумовое картографирование позволило определить распределение акустической нагрузки, выявить наиболее проблемные зоны и подтвердить необходимость применения мер по снижению шумового воздействия.

Ключевые слова: шумовая карта, картографирование, шум, здоровье человека, геоинформационные системы, селитебная территория

Для цитирования: Ушаков С.В., Стаценко Л.Г., Майер Д.В. Анализ шумового загрязнения территории кампуса Дальневосточного федерального университета г. Владивостока // Проблемы управления рисками в техносфере. 2026. № 1 (77). С. 248–260. DOI: 10.61260/1998-8990-2026-1-248-260

Scientific article

ANALYSIS OF NOISE POLLUTION ON THE CAMPUS OF THE FAR EASTERN FEDERAL UNIVERSITY IN VLADIVOSTOK

Ushakov Sergey V.;

Statsenko Lyubov G.;

✉ **Maier Diana V.**

Far eastern federal university, Vladivostok, Russia

✉ **maier.dv@dvfu.ru**

Abstract. The problems of noise pollution, its impact on health, as well as ways to combat it are considered. As a method of control and management, the method of compiling a noise map using data collection by field measurement with a noise meter was chosen. Noise maps were constructed and analyzed. In the experimental part, we used: a first-class sound meter SVAN-959, an acoustic

© Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2026

calibrator for a sound meter, applications of geographic information systems (GIS applications) Google Earth Pro and QGIS to analyze the territory and compile noise maps. Measurement methods and programs that could be used in noise mapping are discussed. In the experimental part, the territory is analyzed and the noise level is measured on the campus of the Far eastern federal university, noise maps are compiled and the results are discussed. It was concluded that on the Far eastern federal university campus, the ventilation systems of academic buildings, exceeding the permissible standards by 10-20 dBA, as well as sources of transport and construction noise, create the highest noise levels. Noise mapping made it possible to determine the distribution of the acoustic load, identify the most problematic areas and confirm the need to apply measures to reduce noise exposure.

Keywords: noise map, mapping, noise, human health, geographic information systems, residential area

For citation: Ushakov S.V., Statsenko L.G., Maier D.V. Analysis of noise pollution on the campus of the Far eastern federal university in Vladivostok // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere = Problems of risk management in the technosphere. 2026. № 1 (77). P. 248–260. DOI: 10.61260/1998-8990-2026-1-248-260

Введение

На сегодняшний день, в период активной индустриализации и урбанизации, население планеты начинает все чаще сталкиваться с такой проблемой, как шумовое загрязнение территории. Большая часть территорий городов и мегаполисов по всему миру подвергается воздействию высокого уровня шума. По статистике Всемирной организации здравоохранения, одного из трех человек беспокоит дневной шум и одного из пяти – шум ночью.

Из всех источников шума наиболее часто встречаемыми можно назвать транспортные магистрали, строительные площадки, системы вентилирования и кондиционирования зданий. Шум, генерируемый этими источниками, воздействует на человека в течение длительного времени, создавая вокруг него так называемый акустический фон. Для его уменьшения и нейтрализации применяют различные архитектурные методы, однако проблема шумового загрязнения также требует регулярного мониторинга.

Высокий уровень шума оказывает комплексное негативное воздействие на здоровье людей, экономическое благополучие и экономическое развитие территорий. Актуальность исследования обусловлена поступающими жалобами на высокий уровень шума в некоторых местах на территории кампуса Дальневосточного федерального университета (ДВФУ). В связи с этим необходимость составления карты шумового загрязнения с помощью эффективных методов мониторинга и картографирования, используя современные геоинформационные технологии, которые позволяют не только оценить текущее состояние акустической среды, но и прогнозировать ее изменения – актуальная задача.

Цель исследования заключается в анализе текущего шумового загрязнения на территории кампуса ДВФУ в г. Владивостоке, а также составление шумовой карты исследуемой области.

Методы исследования

В России действует множество стандартов, ГОСТов и иных нормативных документов, которые устанавливают минимальные и максимальные требования к уровням шума и вибрации на местах, а также определяют методы их измерения и контроля. Данные документы распространяются на различные области, такие как транспортные средства, промышленное оборудование, рабочие места и жилые территории.

В России уровень шума регулируется санитарными нормами, ГОСТами, строительными правилами и другими документами. Основными параметрами для шума являются эквивалентные и максимальные уровни звука, которые измеряются в децибелах. Оценка проводится отдельно для дневного (07:00–23:00) и ночного (23:00–07:00) периодов. Так, для территории, прилегающей к учебным заведениям, в дневной период уровень шума

не должен превышать 55 дБА и в ночное время – 45 дБА по требованиям СН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» (СН 2.2.4/2.1.8.562–96)¹.

Для рассмотрения влияния источника шума на окружение зачастую составляется шумовая карта территории – специализированная графическая модель, отображающая распределение акустических нагрузок на территории и указывающая зоны, подверженные наибольшему шумовому воздействию. Создание таких карт требует эффективных подходов к анализу акустической обстановки.

В настоящее время наиболее распространены следующие подходы к сбору данных, необходимых для создания карт шумового загрязнения территории:

1) Сбор данных с применением шумомеров в заранее выбранных точках местности. Данный подход позволяет получить непосредственные сведения о звуковом давлении на территории, однако, он предполагает выполнение значительного количества измерений (в разное время суток, не только на «зашумленной», но и на эталонной «тихой» территории) и, как следствие, значительных затрат времени на сбор данных. Этапы проведения замеров, результаты оценки уровня шума в районах г. Владивостока согласно ГОСТ 23337–2014 «Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий» (ГОСТ 23337–2014)² с 07:00 до 23:00 и с 23:00 до 07:00 и шумовая карта территории Первомайского района представлены в статье [1].

2) Оценка шумовой нагрузки по косвенным показателям (особенности транспортного потока, характер застройки территории и пр.) [2]. Этот подход в основном используется при оценке шумового воздействия от автомобильного транспорта. Объектом картографирования являются параметры транспортного потока (интенсивность, состав и плотность трафика), относительно которых затем рассчитывается шумовая нагрузка. Эти характеристики достаточно легко определяются путем анализа GPS-треков транспортных средств, а загруженность дорог может быть определена по материалам аэрокосмической съемки (таким как Google Earth, 2ГИС или Яндекс.Карты).

3) Развитие мобильных средств связи привело к формированию нового подхода к определению шумового воздействия на территории – мобильному картографированию шума. Этот подход основывается на использовании обычных смартфонов и программного обеспечения, предназначенного для фиксации уровней шума в различных точках городской территории [3].

Все вышеперечисленные подходы позволяют собрать данные, которые в дальнейшем будут применены при расчете значений, наносимых на шумовую карту территории.

Аналоговые методы создания карт уже довольно давно уступили место цифровым технологиям. Основная информация о территории содержится в цифровом виде, в форме баз пространственных данных, управление которыми осуществляется средствами ГИС-технологий [4]. Характерной тенденцией последнего времени является стремительное расширение возможностей оперативной актуализации геоданных, а также рост объема открытой пространственной информации.

В данный момент существует большое количество программ типа ГИС, которые являются хорошим подспорьем для анализа и составления параметрических карт, несущих в себе информацию о различных данных на территории.

При создании карты важным этапом является выбор подходящей ГИС, обеспечивающей удовлетворяющий анализ и визуализацию данных. Среди доступных решений необходимо учитывать такие факторы, как функционал приложения, его стоимость, поддержка форматов данных и алгоритмов, необходимых для составления шумовой карты.

¹ СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Доступ из инф.-правового портала «Гарант»

² ГОСТ 23337–2014. Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий. Доступ из инф.-правового портала «Гарант»

Современные программные средства, используемые для обработки и анализа пространственных данных, обладают широкими возможностями, позволяющими решать задачи различного уровня сложности – от визуализации до комплексного геоанализа. Среди наиболее распространённых инструментов можно выделить Google Earth Pro, 2ГИС, ArcGIS, GRASS и QGIS, характеристики которых показаны в табл. 1.

Google Earth Pro от компании Google представляет собой мощный инструмент для работы с пространственными данными, обеспечивающий доступ к спутниковым снимкам и онлайн-картам [5]. Программа позволяет выполнять измерения расстояний и площадей, создавать фотоснимки и видеотуры местности, а также просматривать изменения территории во времени. Несмотря на то, что Google Earth Pro не является полноценной ГИС, она широко используется специалистами для предварительного анализа и визуализации пространственных данных.

Приложение 2ГИС сочетает функции цифрового справочника и навигатора, предоставляя возможность поиска организаций, построения маршрутов и просмотра внутренних планировок зданий³. Его преимуществами являются бесплатность, регулярное обновление данных и удобство использования. Однако, в отличие от профессиональных геоинформационных систем, 2ГИС не поддерживает наложение слоёв и пространственный анализ, что ограничивает его применение для научных исследований. Тем не менее приложение может служить вспомогательным инструментом при определении источников шума.

Среди профессиональных решений особое место занимает ArcGIS – одна из ведущих ГИС, разработанная компанией ESRI. Программа поддерживает работу с растровыми, векторными и матричными данными, выполняет пространственный анализ, моделирование и визуализацию в 2D и 3D форматах. ArcGIS активно используется в различных сферах, включая экологию и градостроительство, и является одним из наиболее мощных инструментов для построения шумовых карт [6]. Основным недостатком системы является её высокая стоимость, что ограничивает доступ для исследователей и учебных заведений. В связи с этим всё большую популярность приобретают открытые альтернативы – GRASS и QGIS.

GRASS GIS представляет собой открытое программное обеспечение, предназначенное для анализа, моделирования и визуализации географических данных [7, 8]. Система поддерживает работу с растровыми, векторными и 3D-моделями, а также интеграцию с языком программирования Python, что позволяет автоматизировать вычислительные процессы. Приложение насчитывает более 500 встроенных модулей, включая инструменты интерполяции и расчёта затухания звуковых сигналов, что делает его эффективным решением для построения шумовых карт. GRASS является полностью бесплатной, мультиплатформенной системой, активно развиваемой сообществом разработчиков.

QGIS также относится к числу открытых и кроссплатформенных геоинформационных систем. Программа поддерживает работу с множеством форматов данных, включая векторные (Shapefile, GeoJSON) и растровые (GeoTIFF, DEM), а также позволяет выполнять пространственный анализ, редактирование и визуализацию картографических данных. Благодаря модульной архитектуре, QGIS можно расширять с помощью плагинов, например, QuickOSM или инструментов GRASS и SAGA, что делает систему универсальной [9, 10]. Основными преимуществами QGIS являются открытый исходный код и активное сообщество пользователей, а к недостаткам можно отнести менее интуитивный интерфейс по сравнению с коммерческими аналогами. В контексте шумового картографирования QGIS считается оптимальным выбором при ограниченном бюджете, обеспечивая при этом высокий уровень функциональности и точности анализа. Данное программное обеспечение было выбрано для проведения настоящего исследования, так как оно сочетает в себе доступность, гибкость и широкий набор инструментов для комплексной обработки пространственных данных.

³ Яндекс.Карты, 2ГИС или все же Google Maps? Геоинформационные сервисы // Хабр: сайт. 2025. URL: <https://habr.com/ru/articles/242015> (дата обращения: 21.10.2025).

Сравнение ГИС-инструментов

| Программное средство | Тип лицензии | Основные возможности | Преимущества | Недостатки |
|----------------------|----------------------------|---|----------------------------------|--------------------------------|
| Google Earth Pro | Бесплатная (проприетарная) | Визуализация, измерения, просмотр изменений местности | Простота, доступность | Нет аналитических инструментов |
| 2ГИС | Бесплатная | Навигация, поиск организаций, маршруты | Удобство, обновляемость данных | Нет пространственного анализа |
| ArcGIS | Платная (коммерческая) | Анализ, моделирование, 2D/3D-карты, интеграция с БД | Полноценный функционал | Высокая стоимость |
| GRASS GIS | Бесплатная (открытый код) | Анализ, моделирование, автоматизация, 3D | Мощные алгоритмы, гибкость | Сложность освоения |
| QGIS | Бесплатная (открытый код) | Визуализация, редактирование, анализ, плагины | Простота, интеграции, сообщество | Менее интуитивный интерфейс |

Местом проведения эксперимента является территория кампуса Дальневосточного федерального университета (ДФУ) – одного из крупнейших университетов на территории Дальнего Востока с количеством обучающихся около 20 тыс. чел., расположенного в г. Владивостоке на о. Русский. На территории расположены учебные корпуса, а также имеются парковые и жилые зоны.

На момент визуального сбора данных на территории кампуса фиксировались источники шума: вентиляции учебных и жилых корпусов, транспорт Университетского пр., строительные работы по всей территории кампуса. Реже встречаются такие акустические события, как пролет истребителя или вертолета и гудок морского судна.

Основными источниками шума на стройплощадках является строительная техника: бульдозер, экскаватор, грузовик. В процессе также используется ручной инструмент, что тоже создает шумовой фон во всей слышимой частотной полосе. Фото строительных площадок на территории кампуса представлено на рис. 1.



Рис. 1. а) Строительная площадка на Малом Аяксе; б) Строительная площадка у корпуса 5

Однако наибольшая часть шумового фона на территории кампуса создается системами вентиляции, шум от которых распространяется на большие расстояния. Этот факт может быть связан с неправильно подобранной геометрией вентиляционных труб при проектировании, износе самого механизма воздухозабора или из-за несоблюдения требований по шумоизоляции таких систем. Фотографии мест размещения наиболее шумных вентиляций показаны на рис. 2.



Рис. 2. а) Вентиляция корпуса F; б) Вентиляция корпуса E

Таким образом, сделано предварительное предположение, что наиболее высокий уровень шума в дневное время наблюдается в местах проведения строительных работ, около вентиляционных выходов в корпусах E и F, а также от спортивных корпусов S1 и S2. По результатам наблюдений составлена карта кампуса ДВФУ с местоположениями наиболее заметных источников шума (рис. 3).

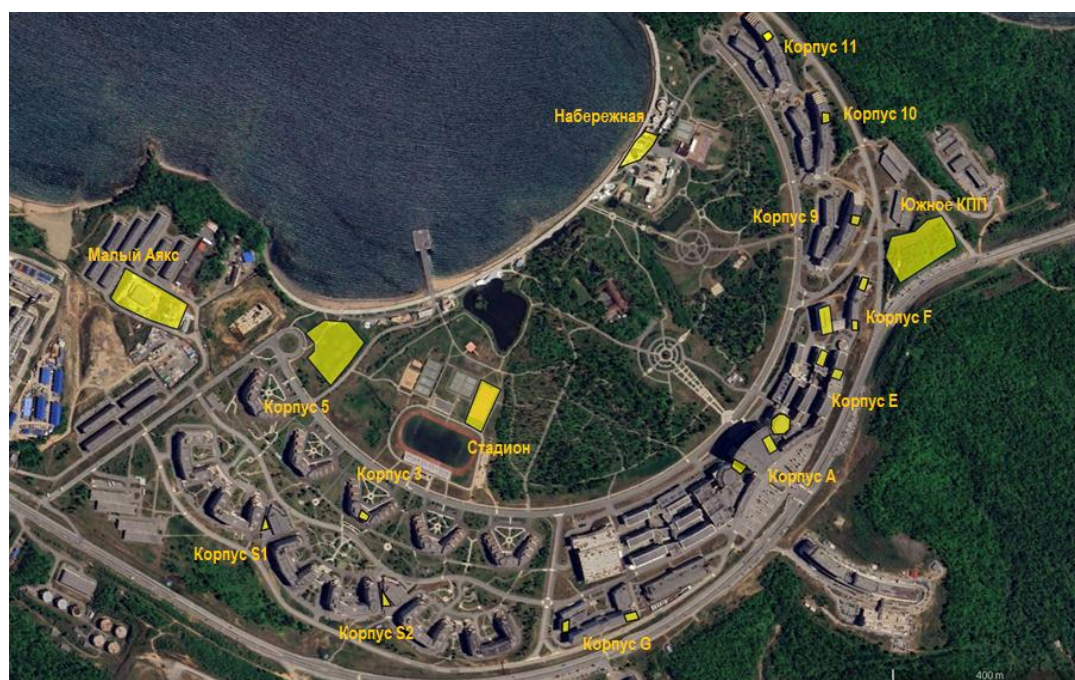


Рис. 3. Карта кампуса ДВФУ с расположением источников шума (желтые области)

Для построения карты шумового загрязнения составлена схема размещения точек замеров уровня шума на исследуемой территории, показанная на рис. 4. Размещение точек выполнялось с учётом функционального зонирования местности и предварительного анализа источников акустического воздействия, проведённого в ходе обзорных исследований. Основное внимание уделялось участкам с повышенной шумовой активностью.

Для сбора акустических данных используется шумомер первого класса SVAN-959. Замеры производились согласно ГОСТ 23337–2014 [10].

Замер в каждой точке проводился в течение 5 мин. Все замеры выполнялись с применением частотной коррекции типа А (фильтр А), которая имитирует чувствительность человеческого слуха: низкие и очень высокие частоты ослабляются, а среднечастотный диапазон (около 1–5 кГц), наиболее восприимчивый для человека, учитывается с наибольшим весом. Таким образом, результаты измерений в децибелах с пометкой дБ(А) отражают субъективно воспринимаемую громкость звука.

Также был выбран режим измерения «медленно» (Slow), который использовался для усреднения колебаний уровня звука с временной константой около 1 с. Это позволяет сгладить кратковременные импульсные изменения и получить более стабильные значения, характеризующие реальный средний уровень шума в данной точке. Данный режим является стандартным при проведении экологических и санитарных измерений уровня звукового давления на открытых территориях.

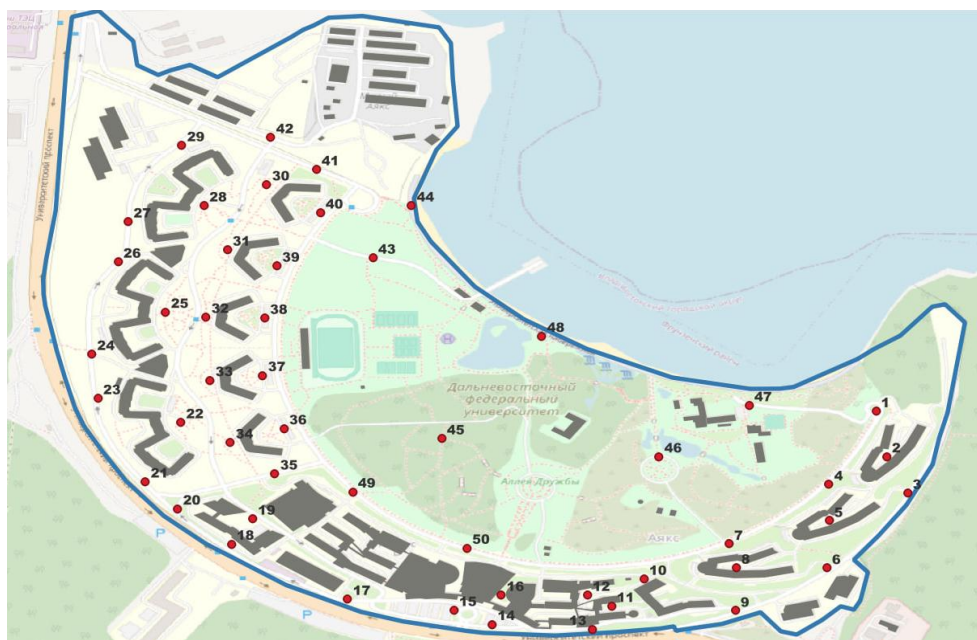


Рис. 4. Карта точек проведения измерений уровня звукового давления

Измерения проводились в два захода: первая серия измерений была проведена в период с 07:00 до 23:00, вторая серия – с 23:00 до 07:00.

Уровень звукового давления в каждой точке рассчитывался по формуле:

$$L_A = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \cdot \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right),$$

где $T = t_2 - t_1$ – заданный временной интервал, с; t_1 – начало временного интервала, с; t_2 – конец временного интервала, с; $p_A(t)$ – мгновенное скорректированное по частотной характеристике А шумомера по ГОСТ 17187–2010 «Шумомеры. Часть 1. Технические требования» звуковое давление в момент времени t , Па; $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па – опорное звуковое давление.

Результаты исследования и их обсуждение

После проведения измерений и обработки полученных данных значения звукового давления были нанесены в среду QGIS в виде точечных объектов. Каждой точке было присвоено числовое значение, соответствующее измеренному уровню звука, что позволило сформировать базу пространственно распределённых данных. Для построения непрерывной поверхности шума была выполнена интерполяция методом сплайновой аппроксимации (Spline interpolation), обеспечивающим плавное распределение значений между известными точками измерений. В результате обработки были получены карты распределения уровней шума для дневного и ночного периодов, представленные на рис. 5 и 6 соответственно.

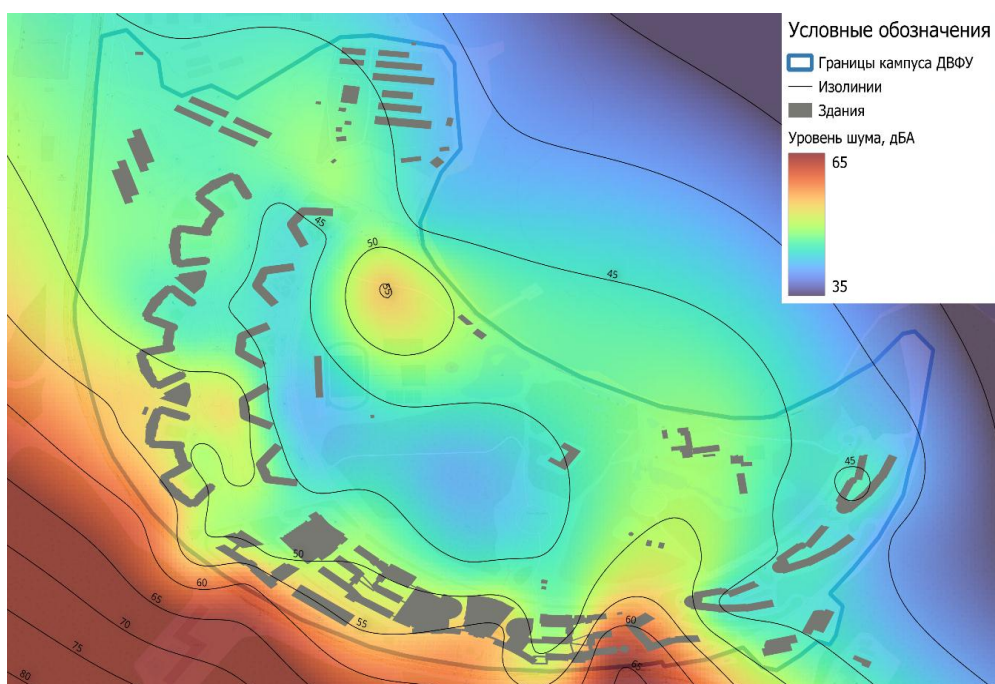


Рис. 5. Шумовая карта кампуса ДВФУ для дневного времени суток

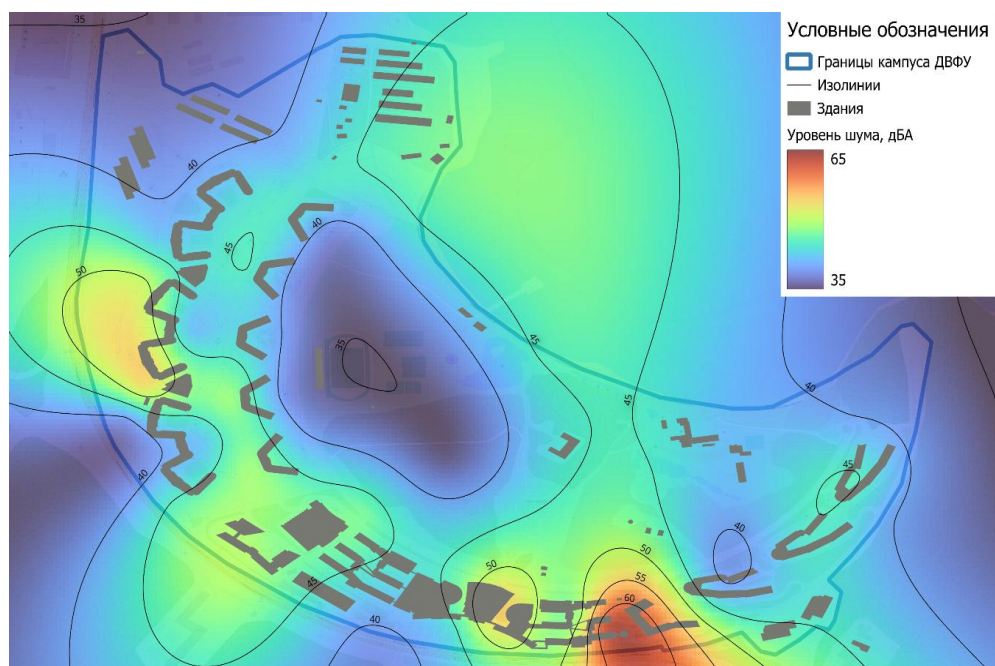


Рис. 6. Шумовая карта кампуса ДВФУ для ночного времени суток

По шумовой карте дневного времени суток можно увидеть, что наибольший уровень шума генерируется транспортом со стороны Университетского пр., стройкой напротив корпуса 5, а также вентиляционными системами А, Е, F и S2 корпусов. Наблюдается превышение допустимых уровней шума для учебной и рекреационной зоны по СН 2.2.4/2.1.8.562–96, которые представлены в табл. 2.

На ночной карте заметны превышения в районе корпусов Е и F, а также у корпусов А, G и S2. Исходя из данных можно сделать вывод о том, что санитарно-гигиеническая обстановка не соответствует нормам, указанным в СН 2.2.4/2.1.8.562–96, в особенности у корпусов Е и F при активной работе вентиляционной системы.

Таблица 2

Допустимые уровни звука для территорий учебной и рекреационной зоны по СН 2.2.4/2.1.8.562-96

| Время суток | Уровни звукового давления, дБА, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | | Допустимый уровень звука L_A , дБА | Максимальный уровень звука L_{Amax} , дБА |
|-------------|---|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|--------------------------------------|---|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | | |
| 07:00–23:00 | 85 | 70 | 61 | 54 | 49 | 45 | 42 | 40 | 39 | 50 | 65 |
| 23:00–07:00 | 78 | 62 | 52 | 44 | 41 | 35 | 32 | 30 | 28 | 40 | 55 |

Для более детальной оценки характера акустического воздействия было выполнено спектральное исследование шума в одной из точек, где наблюдалось явное превышение допустимых уровней (точка 11 на рис. 3). Анализ в третьоктавных полосах частот позволяет оценить распределение звуковой энергии по частотному диапазону и определить преобладающие компоненты шумового спектра. Спектр шума представлен на рис. 7.

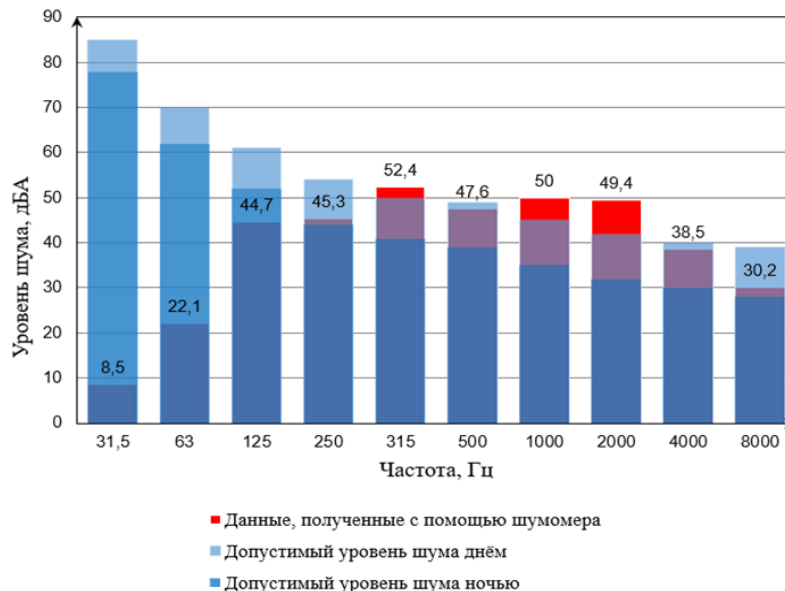


Рис. 7. Распределение уровней звукового давления по третьоктавным полосам частот в точке 11

Диаграмма на рис. 7 позволяет увидеть, что наибольшие уровни звука зафиксированы в области средних частот (250–2 000 Гц), где значения составляют от 47 до 52 дБ(А) и превышают предельно допустимые уровни как днём, так и ночью. В диапазонах низких (31,5–125 Гц) и высоких частот (4 000–8 000 Гц) уровень шума значительно ниже, что указывает на доминирование среднечастотных компонентов, характерных для механических источников, а именно для вентиляционных систем корпусов Е и F.

Измеренные данные, с помощью которых построена шумовая карта для дневного (с 07:00 до 23:00) и ночного времени суток (с 23:00 до 07:00), представлены на рис. 8 и 9 соответственно в виде столбчатых диаграмм. В ходе анализа установлено, что в большинстве точек территории уровни шума в дневное время соответствуют допустимым значениям, тогда как в ночной период зафиксированы превышения нормативов в значительной части наблюдаемых участков.

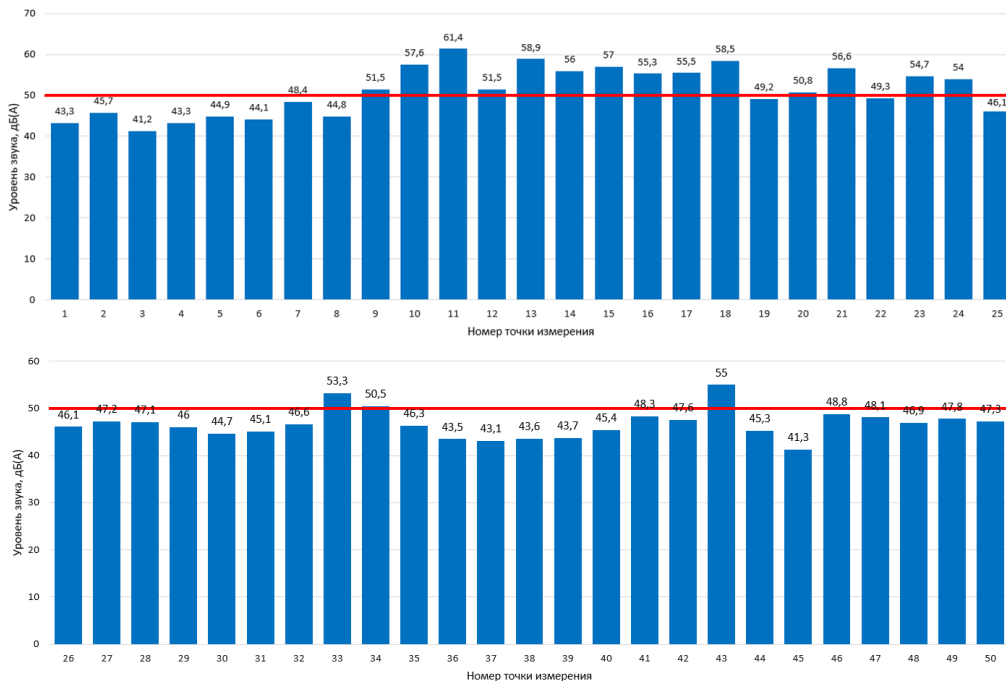


Рис. 8. Уровни шума во всех точках в дневное время суток. Красной линией обозначен допустимый дневной уровень шума в 50 дБ(А)

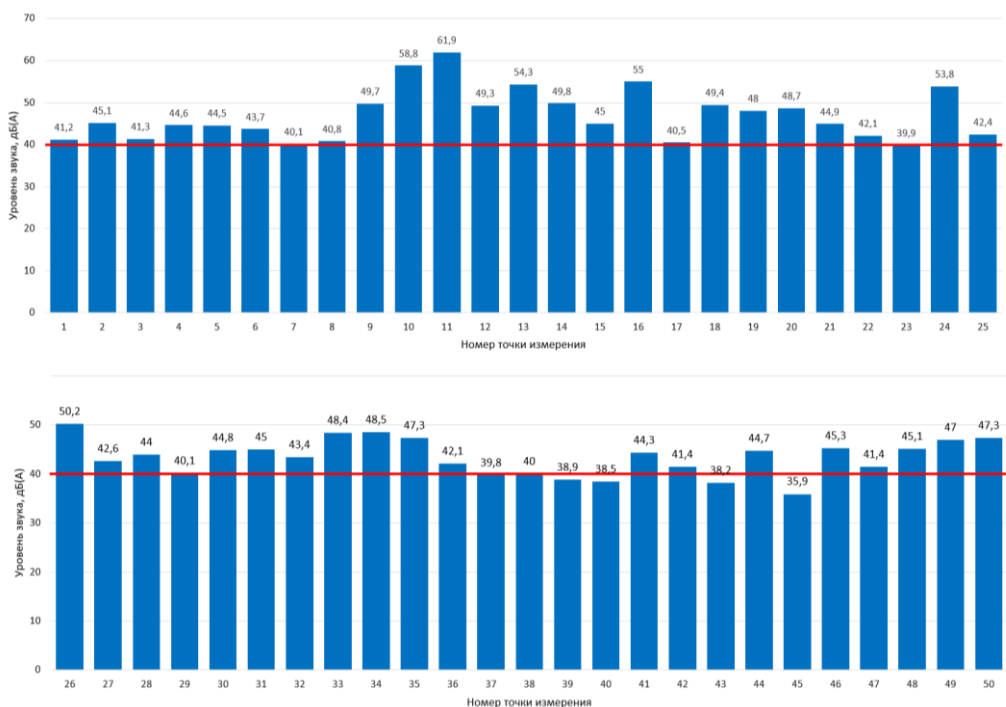


Рис. 9. Уровни шума во всех точках в ночное время суток. Красной линией обозначен допустимый дневной уровень шума в 40 дБ(А)

На основании проведенного статистического анализа, а также построенных графиков и шумовых карт, можно заключить, что наиболее шумными объектами на территории кампуса ДВФУ в разное время суток являются вентиляционные системы корпусов Е и F. Их уровень шума превышает допустимые дневные нормы на 10 дБА и ночные нормы на 20 дБА. Отметим, что шум, создаваемый вентиляционной системой корпуса F, распространяется на значительное расстояние: например, в точке 47 (рис. 4) на Университетской набережной его можно зафиксировать без использования специализированных приборов для измерения звука.

Особое внимание также следует уделить вентиляционному шуму, исходящему от корпусов G и S2, уровень которого достигает около 50 дБА. Эти вентиляционные системы расположены в непосредственной близости к окнам жилых зданий, что может оказывать негативное воздействие на здоровье как прохожих, так и жителей помещений с окнами, обращенными к этим системам. Данная проблема требует дальнейшего исследования и разработки решений ввиду потенциального вреда для здоровья. Основными причинами возникновения вентиляционного шума являются износ конструкции воздуховодов вследствие длительной эксплуатации, неправильный подбор или износ шумоподавляющих элементов, а также ненадежное крепление вентиляторов или воздуховодов, что приводит к вибрациям и распространению шума по строительным конструкциям [11, 12].

Эталон тишины, как в дневное, так и в ночное время, является точка 45, которая расположена практически в самом центре лесопарковой зоны кампуса ДВФУ. Минимальный уровень шума в данной точке обусловлен значительным расстоянием до источников урбанистического шума и естественным шумопоглощением растительности.

Заключение

В ходе проведенного исследования на территории кампуса ДВФУ выполнен комплексный анализ уровня шумового загрязнения с использованием измерительного оборудования и методов пространственного анализа в ГИС-среде QGIS. На основании измерений и построенных шумовых карт выявлены основные источники акустического воздействия, а также зоны с повышенной шумовой нагрузкой.

Наиболее значимое превышение допустимых уровней шума наблюдается у вентиляционных систем учебных корпусов Е и F. Их шумовой фон в отдельных точках превышает нормативные дневные значения в среднем на 10 дБА и ночные – на 20 дБА, при этом шум от вентиляции корпуса F распространяется на значительное расстояние и фиксируется даже на Университетской набережной без применения специализированного оборудования. Вентиляционный шум корпусов G и S2 также достигает значительных уровней (около 50 дБА) и находится в непосредственной близости к жилым зданиям, что может оказывать негативное влияние на здоровье жителей и прохожих.

Наиболее тихая точка кампуса расположена в центре лесопарковой зоны. Здесь минимальный уровень шума обеспечен значительным удалением от источников урбанистического шума и естественным шумопоглощением растительности.

Результаты исследования подтверждают, что санитарно-гигиеническая обстановка на территории кампуса в ряде случаев не соответствует установленным нормативам, особенно в ночное время, и требуют разработки комплексных мероприятий по снижению шумовой нагрузки. В этом контексте картографирование шумового загрязнения играет ключевую роль, так как позволяет определить наиболее шумные зоны, выявить источники акустического воздействия и обосновать выбор методов их нейтрализации.

Для снижения транспортного шума возможна установка защитных экранов и окон с повышенной звукоизоляцией, а также изменение режима движения на территории кампуса. Шум вентиляционных систем может быть уменьшен путем корректировки геометрии воздуховодов, использования камер выравнивания давления и глушителей, а также установки шумовых экранов. Снижение вибрационного и структурного шума достигается через виброизоляцию агрегатов, гибкие вставки и специальные основания для систем вентиляции и кондиционирования. Кроме того, на рабочих местах с повышенным уровнем шума или

вибраций рекомендуется применение средств индивидуальной защиты, таких как наушники, перчатки с вибропоглощением и специализированная униформа.

Таким образом, проведённое исследование демонстрирует эффективность использования ГИС-технологий и шумового картографирования для комплексной оценки акустической обстановки на кампусной территории и служит основой для планирования и реализации мер по снижению шумового воздействия с целью обеспечения безопасной и комфортной среды для студентов, сотрудников и жителей прилегающих территорий.

Список источников

1. Гигиеническая оценка шумового загрязнения города Владивостока / И.Л. Иванова [и др.] // *Здоровье. Медицинская экология. Наука*. 2019. № 2 (78). С. 9–13.
2. Куракина Н.И., Мышко Р.А., Турыгина А.А. ГИС оценки влияния дорожного транспорта на шумовое загрязнение городских территорий // *Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ»*. 2023. Т. 16. № 4. С. 16–29.
3. Ушаков С.В., Стаценко Л.Г. Методы изучения шумового загрязнения при создании шумовых карт // *Радиоэлектроника. Проблемы и перспективы развития: сб. трудов X Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. «Дню радио и связи» и 80-летию Победы в Великой Отечественной войне / под ред. Д.Ю. Муромцева [и др.]; ФГБОУ ВО «ТГТУ»*, 2025.
4. Шихов А.Н., Черепанова Е.С., Пьянков С.В. Геоинформационные системы: метод пространственного анализа: учеб. пособие. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т., 2017. 88 с.
5. Кошурников Д.Н., Максимова Е.В. Обзор зарубежной и общественной практики шумового картирования (Noise mapping) в условиях плотной городской застройки // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика*. 2018. № 3 (31). С. 27–43.
6. Esmeray E., Eren S. GIS-based mapping and assessment of noise pollution in Safranbolu // *Environ. Dev. Sustain. Karabuk, Turkey*. 2021. № 23. P. 15413–15431.
7. Ципилева Т.А. Геоинформационные системы: учеб. пособие. Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2004. 162 с.
8. Stoter J., De Kluijver H., Kurakula V. 3D noise mapping in urban areas // *International Journal of Geographical Information Science*. 2008. Т. 22. № 8. С. 907–924.
9. GIS based road traffic noise mapping and assessment of health hazards for a developing urban intersection / Md. I. Zafar [et al.] // *Acoustics*. 2023. Т. 5. № 1. С. 87–119.
10. Khan S., Mohiuddin K. Evaluating the parameters of ArcGIS and QGIS for GIS Applications // *Int. J. Adv. Res. Sci. Eng*. 2018. Т. 7. С. 582–594.
11. Боломатов В.Н. Герметичность воздухопроводов: проблемы и решения // *АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика*. 2017. № 6. С. 38–47.
12. Noise from Heating, Ventilation, and Air Conditioning, HVAC, Systems: A Review of its Characteristics, Effects and Control / D. Ouis [et al.] // *Journal of Building Engineering*. 2025. С. 113770.

References

1. Gigienicheskaya ocenka shumovogo zagryazneniya goroda Vladivostoka / I.L. Ivanova [i dr.] // *Zdorov'e. Medicinskaya ekologiya. Nauka*. 2019. № 2 (78). S. 9–13.
2. Kurakina N.I., Myshko R.A., Turygina A.A. GIS ocenki vliyaniya dorozhnogo transporta na shumovoe zagryaznenie gorodskih territorij // *Izv. SPbGETU «LETI»*. 2023. Т. 16. № 4. S. 16–29.
3. Ushakov S.V., Stacenko L.G. Metody izucheniya shumovogo zagryazneniya pri sozdanii shumovyh kart // *Radioelektronika. Problemy i perspektivy razvitiya: sb. trudov X Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem, posvyashch. «Dnyu radio i svyazi» i 80-letiyu Pobedy v Velikoj Otechestvennoj vojne / pod red. D.Yu. Muromceva [i dr.]; FGBOU VO «TGTU»*, 2025.
4. Shihov A.N., Cherepanova E.S., P'yankov S.V. Geoinformacionnye sistemy: metod prostranstvennogo analiza: ucheb. posobie. Perm': Perm. gos. nac. issled. un-t., 2017. 88 s.

5. Koshurnikov D.N., Maksimova E.V. Obzor zarubezhnoj i obshchestvennoj praktiki shumovogo kartirovaniya (Noise mapping) v usloviyah plotnoj gorodskoj zastrojki // Vestnik Permskogo nacional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika. 2018. № 3 (31). S. 27–43.

6. Esmeray E., Eren S. GIS-based mapping and assessment of noise pollution in Safranbolu // Environ. Dev. Sustain. Karabuk, Turkey. 2021. № 23. P. 15413–15431.

7. Cipileva T.A. Geoinformacionnye sistemy: ucheb. posobie. Tomsk: Tomskij mezhvuzovskij centr distancionnogo obrazovaniya, 2004. 162 s.

8. Stoter J., De Kluijver H., Kurakula V. 3D noise mapping in urban areas // International Journal of Geographical Information Science. 2008. T. 22. № 8. S. 907–924.

9. GIS based road traffic noise mapping and assessment of health hazards for a developing urban intersection / Md. I. Zafar [et al.] // Acoustics. 2023. T. 5. № 1. S. 87–119.

10. Khan S., Mohiuddin K. Evaluating the parameters of ArcGIS and QGIS for GIS Applications // Int. J. Adv. Res. Sci. Eng. 2018. T. 7. S. 582–594.

11. Bolomatov V.N. Germetichnost' vozduhovodov: problemy i resheniya // AVOK: Ventilyaciya, otoplenie, kondicionirovanie vozduha, teplosnabzhenie i stroitel'naya teplofizika. 2017. № 6. S. 38–47.

12. Noise from Heating, Ventilation, and Air Conditioning, HVAC, Systems: A Review of its Characteristics, Effects and Control / D. Ouis [et al.] // Journal of Building Engineering. 2025. S. 113770.

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 26.11.2025; одобрена после рецензирования: 22.01.2026; принята к публикации: 23.01.2026

The information about article:

The article was submitted to the editorial office: 26.11.2025; approved after review: 22.11.2026; accepted for publication: 23.01.2026

Информация об авторах:

Ушаков Сергей Витальевич, магистрант Департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения Политехнического института Дальневосточного федерального университета (690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10), e-mail: ushakov.sv@dvfu.ru, <https://orcid.org/0009-0005-5100-4874>

Стаценко Любовь Григорьевна, директор Департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения Политехнического института Дальневосточного федерального университета (690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10), доктор физико-математических наук, профессор, e-mail: statsenko.lg@dvfu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7498-9534>, SPIN-код: 1082-8734

Майер Диана Валериевна, аспирант Департамента электроники, телекоммуникации и приборостроения Политехнического института Дальневосточного федерального университета (690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10), e-mail: maier.dv@dvfu.ru, <https://orcid.org/0009-0000-6361-7524>, SPIN-код: 5272-8062

Information about the authors:

Ushakov Sergey V., master's student at the department of electronics, telecommunications and instrumentation at the polytechnic institute of the Far eastern federal university (690922, Primorsky Krai, Vladivostok, Russky Island, Ajax, 10), e-mail: ushakov.sv@dvfu.ru, <https://orcid.org/0009-0005-5100-4874>

Statsenko Lyubov G., head of the department of electronics, telecommunications and instrumentation at the polytechnic institute of the Far eastern federal university (690922, Primorsky Krai, Vladivostok, Russian Island, Ajax, 10), doctor of physico-mathematical sciences, professor, e-mail: statsenko.lg@dvfu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7498-9534>, SPIN: 1082-8734

Maier Diana V., postgraduate student at the department of electronics, telecommunications and instrumentation at the polytechnic institute of the Far eastern federal university (690922, Primorsky Krai, Vladivostok, Russky Island, Ajax, 10), e-mail: maier.dv@dvfu.ru, <https://orcid.org/0009-0000-6361-7524>, SPIN: 5272-8062