

УДК 712.25

*К. Р. Назаров, Н. П. Садовникова, Н. М. Рашевский, Т. В. Ерещенко, А. Л. Алексеев*

*Волгоградский государственный технический университет*

## **ФОРМИРОВАНИЕ СЕТИ АКУСТИЧЕСКИХ ОСТРОВОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА ВОЛГОГРАДА**

**Исследование выполнено за счет средств программы развития ВолгГТУ «Приоритет 2030», в рамках научного проекта № 45/641-24. Авторы выражают благодарность коллегам по кафедре «Цифровые технологии в урбанистике, архитектуре и строительстве» ИАиС ВолгГТУ, принимавшим участие в разработке проекта.**

Исследуются вопросы формирования сети акустических островов (АО) на территории крупного города. Выявлены основные параметры звуковой среды, которые необходимо учитывать при проектировании АО. На основе анализа природно-экологического каркаса и планировочной структуры Волгограда определены основные компоненты сети АО: компактные (парки, сады, скверы) и линейные (бульвары, аллеи, набережные, озелененные улицы) объекты. Описан принцип распределения сети АО в планировочной структуре Волгограда с учетом его природно-экологического каркаса. Разработаны сценарии использования и способы преобразования различных типов акустических островов для основных зон Волгограда, а также сформулированы особенности размещения АО на различных типах городских территорий.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** звуковой ландшафт, защита от шума, акустический комфорт, устойчивое развитие территорий, городская среда, городская экология, городское планирование.

### **Введение**

В условиях города человек ежедневно подвергается негативному воздействию, одним из основных компонентов которого является шумовое загрязнение [1, 2]. Звуковая среда города формируется под воздействием антропогенных источников шума. Как правило, уровень шума превышает санитарно-гигиенические нормы, что приводит к возникновению постоянной акустической нагрузки. По данным ВОЗ, шумовое загрязнение характеризуется как недооцененная угроза [3]. Длительное воздействие городского шума провоцирует не только физиологические нарушения — снижение слуха, гипертонию, дисфункцию ЦНС, но и проблемы психоэмоционального характера, включая хронический стресс и когнитивные расстройства. При этом традиционные меры защиты от шума направлены на снижение его уровня, не учитывая эмоциональное восприятие звуковой среды [4]. Интеграция биоакустических решений — включение в планировочную структуру города каркаса «зеленых акустических островов» с природными звуковыми ландшафтами (звуки воды, шелест листвы, пение птиц) — способна нивелировать психофизиологический ущерб [5]. Такие меры согласуются с принципами устойчивого развития, где городская среда предоставляет экосистемные услуги, которые способствуют снятию стресса, расслаблению и психологическому восстановлению [6—8]. Таким образом, необходим поиск и разработка новых решений для снижения негативного воздействия звуковой среды на человека в условиях города.

*Цель исследования* — разработка рекомендаций по организации сети акустических островов (АО) в крупных городах для повышения доступности

озелененных территорий общего пользования с минимальным уровнем антропогенной шумовой нагрузки для жителей.

*Задачи исследования:*

1. Определить основные компоненты сети АО.
2. Сформулировать рекомендации по проектированию сети АО и способ распределения в городской ткани, учитывающий планировочную структуру и природно-экологический каркас.
3. Разработать сценарии использования и способы преобразования различных типов АО для разных зон Волгограда.
4. Определить особенности размещения АО на различных типах городских территорий.

Исследования, посвященные изучению звуковой среды городских территорий [9—11], подтверждают важность проектирования зеленых зон для снижения акустической нагрузки в городской среде и их положительного влияния на здоровье людей. Ряд исследователей\* [12] в своих работах предлагает концепции размещения «тихих мест» с контролируемым звуком и климатом в городской среде для разнообразия и повышения качества звукового ландшафта. Однако практические решения по созданию системы «тихих мест» в городах не имеют достаточного обоснования и нуждаются в детальной проработке. Поэтому важна разработка комплексного подхода к организации единого каркаса АО в планировочной структуре города.

В данной работе озелененные территории города представлены в виде сети АО в структуре природно-экологического каркаса. Такой подход открывает новые перспективы для планирования природного каркаса, акцентируя его роль в снижении шумовой нагрузки и рекреационной функции для восстановления человека.

### **Основная часть**

*Принцип распределения АО в планировочной структуре города*

Составными частями сети АО являются компактные (парки, сады, скверы) и линейные (бульвары, аллеи, набережные, озелененные улицы) объекты. Компактные объекты (АО) образуют сеть узловых элементов, равномерно рассредоточенных в ткани города на расстоянии пешеходной доступности, линейные объекты формируют транзитные связи между узлами для комфортного перемещения жителей (рис. 1).

В условиях сложившейся застройки и структуры озелененных территорий АО интегрируются в существующую систему озеленения, увеличивая доступность тихих мест для городского населения. В случае развития территорий, нового строительства сеть АО закладывается на этапе планирования с учетом их доступности и взаимного расположения с другими объектами озеленения.

*Рекомендации по проектированию сети АО*

На основе анализа подходов к организации звуковых ландшафтов озелененных территорий города были сформулированы следующие рекомендации:

1. На территориях АО допустимые уровни шума следует принимать в соответствии с нормативами, которые не должны превышать в дневное время 55 дБА.

---

\* *Hellström B.* Noise design: architectural modelling and the aesthetics of urban acoustic space : PhD thesis. Stockholm, Sweden, 2003. 263 p.

2. Акустические острова следует размещать на удалении от магистралей общегородского значения с высокой интенсивностью автомобильного движения (рис. 2).

3. Входы в АО располагаются со стороны магистралей с наименьшей интенсивностью движения, если территория объекта находится в окружении автодорог, и защищаются от проникающего шума планировочными приемами и дополнительным озеленением (рис. 3).

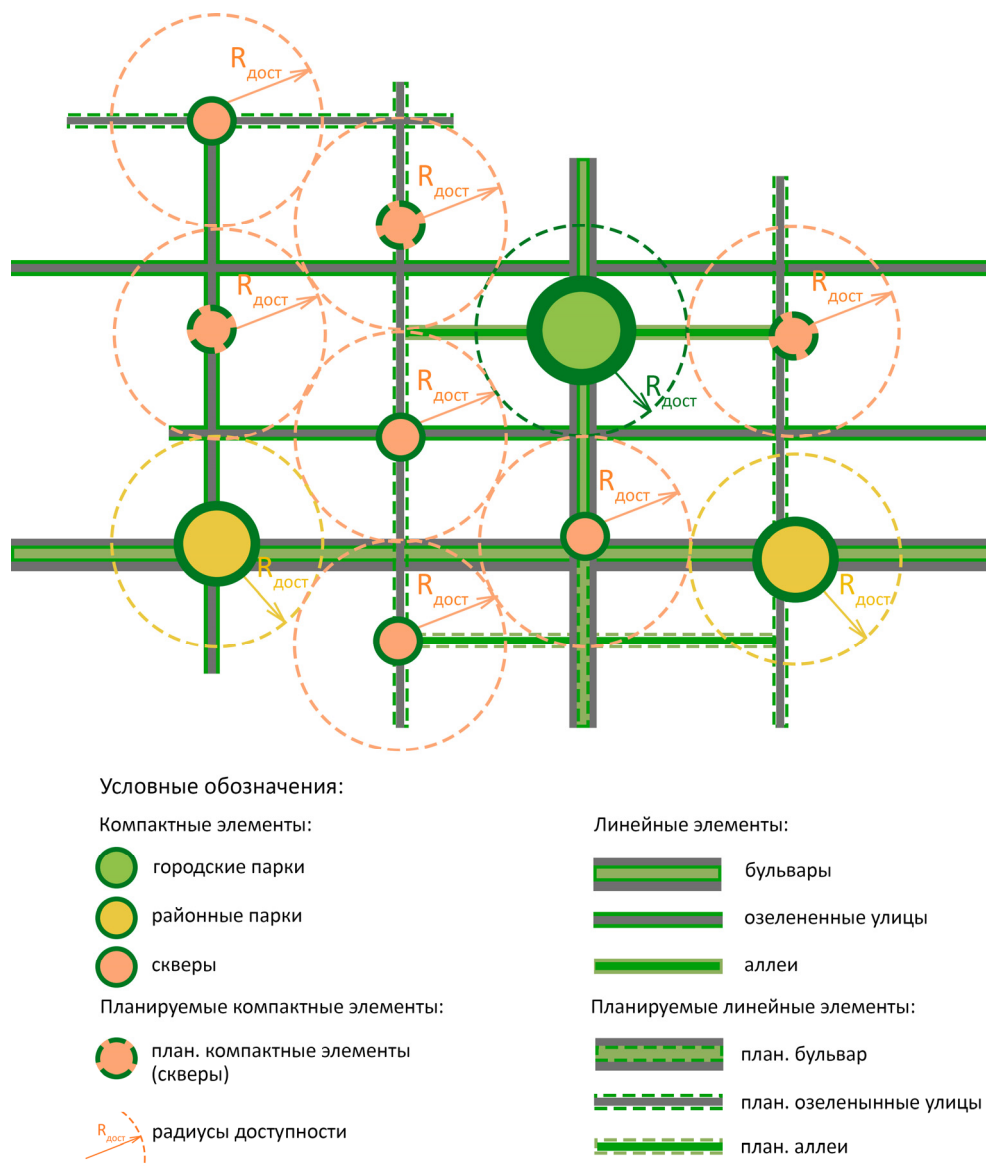


Рис. 1. Схема сети АО на территории крупного города

4. Благоприятный звуковой ландшафт, характеризующийся преобладанием природных звуков над антропогенными, внутри объекта формируется путем размещения по периметру плотных древесно-кустарниковых насаждений,

зонирования территории в зависимости от преобладающих внешних и внутренних источников звука и размещения между площадками с различными акустическими характеристиками буферных зон. На участках территории АО, подверженных негативным источникам шума антропогенного происхождения, следует применять маскировку звуками, которые людьми воспринимаются более позитивно (шум воды, листья, шагов по гравию и т. д.). Для этого в подобных местах размещаются фонтаны, искусственные водоемы, покрытия дорожно-тропиночной сети выполняются из природных материалов (гравий, древесина и т. д.).

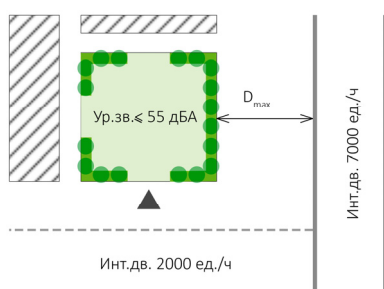


Рис. 2. Размещение АО относительно автомагистралей



Рис. 3. Защита АО от шума автомагистралей и других источников

#### *Сценарии использования и способы преобразования АО*

Подход к организации сети АО рассмотрен на примере Волгограда. Большая протяженность города вдоль Волги отразилась на формировании природно-экологического каркаса, для которого характерна многокилометровая береговая линия, рельеф с наличием поперечных отрицательных форм — оврагов, балок, долин малых рек, образующих «зеленые клинья», которые разрезают застройку в поперечном направлении, соединяясь с «зеленым поясом» и загородными природными территориями за пределами населенного пункта [13—15]. В ландшафтно-природном каркасе Волгограда прослеживается проблема дискретности озелененных территорий (рис. 4). Объекты озеленения общего пользования неравномерно распределены в планировочной структуре города: их доступность выше в центральных районах, нежели в других [16]. Также характерно большое количество незадействованных территорий в прибрежной и овражно-балочных зонах, благоустройство в данных пространствах организовано только в Центральном районе [17—19]. Таким образом, доступность защищенных от шума пространств не обеспечена для большинства жителей города. Поэтому создание сети АО (небольших парков, скверов), соответствующих принципу «акустического баланса», позволит снизить антропогенную нагрузку и обеспечить доступность мест отдыха.

На рис. 5 представлена идея распределение сети АО в планировочной структуре Волгограда с учетом его природно-экологического каркаса. Для формирования единой сети АО важно максимально использовать территории существующих озелененных объектов, а для размещения новых АО — задействовать неиспользуемые селитебные и природные территории. Условно застроенную часть города можно разделить вдоль берега на три части (линии) (рис. 6). Первая линия застройки примыкает к Волге и ограничена

1-й Продольной магистралью и ж/д путями, проходящими вдоль всего города. На ее территории размещаются в основном промышленные зоны, не считая исторического центра, жилая и общественная зоны представлены в меньшей степени. Для данной линии в сети АО наряду с компактными и линейными элементами, включая набережные, задействуются территории оврагов и балок. Необходимо связывать поперечными связями прибрежную зону с остальными озелененными пространствами. Вторая линия находится между 1-й и 2-й Продольными магистралями. Территорию занимают жилые зоны многоэтажной и среднеэтажной застройки, общественно-деловая зона и зона ИЖС образуют отдельные участки. На этой линии сеть состоит из парков, скверов и территорий овражно-балочной сети, связанных зелеными коридорами бульваров и улиц. Третья линия застройки граничит со 2-й Продольной магистралью с одной стороны и загородными природными территориями, включая «зеленый пояс», с другой. В пределах данной линии преобладает зона индивидуального жилого строительства. Для формирования сети акустических островов при небольшой плотности населения достаточно размещения компактных скверов внутри застройки и организации на природных территориях оврагов и балок, «зеленого пояса» экологических маршрутов в условиях природной звуковой среды.



Рис. 4. Природно-экологический каркас Волгограда

Городские территории отличаются друг от друга планировочными и функциональными особенностями, в связи с чем разработаны сценарии использования и способы преобразования различных типов АО с учетом функциональных зон тех территорий, где размещаются или планируется размещение островов тишины.

Линии застройки	Озелененные территории общего пользования				Природные территории	
	Компактные объекты (узлы)		Линейные объекты (связи)		Образно-балочная система	Зеленый пояс, загород, природные территории
I линия	✓	✓	✓	✓	✓	✗
II линия	✓	✓	✗	✓	✓	✗
III линия	✗	✓	✗	✓	✓	✓

Рис. 5. Распределение сети АО в планировочной структуре Волгограда с учетом природно-экологического каркаса



Рис. 6. Линии застройки Волгограда

В условиях исторического центра, где в связи с высокой плотностью застройки невозможно размещать новые объекты озеленения, целесообразно преобразовывать существующие парки, скверы, для того чтобы они выполняли функцию АО, а набережные, бульвары, аллеи были связующими элементами для транзита между ними (рис. 7). Таким образом, в ходе реконструкции этих территорий важно сохранить прежние функции, в том числе досуг, при этом организация тихого отдыха в приоритете. Преобразование подобных объектов озеленения предусматривает сохранение существующего благоустройства с дополнительной защитой от внешних источников шума, созданием буферных посадок между шумными и тихими участками территории, маскировкой нежелательных звуков, а также с добавлением благоприятного акустического оформления, способствующего расслаблению и снятию стресса.


Зона исторического центра	Название объекта	Роль в акуст. каркасе объекта	Тип преобр.	Сценарии использования	Способ преобразования
 <p>Ситуационная схема</p>	Парк	Узловой элемент	Реконструкция ● Новое строительство	Тихий отдых (приоритет) + Досуг	Сущ. благ-во + Защита и маскировка шума + Доп. акуст. оформление
	Сквер/сад				
	Набережная	Связь		Тихий отдых (пр.)	Сущ. благ-во + Защита и маскировка шума
	Бульвар				
	Аллея			Защита от шума	
	Озелен. ул.				

Рис. 7. Сценарии использования и степень преобразования различных типов АО для зоны исторического центра Волгограда

Для сложившейся застройки жилой и общественно-деловой зоны применим тот же принцип, что и в историческом центре города, — сохранение функционального наполнения с учетом формирования благоприятной звуковой среды (рис. 8). При этом на территориях, где возможно новое строительство компактных и линейных объектов озеленения, АО проектируются с учетом прилегающей застройки, ее функций и деятельности людей, которая осуществляется на ее территории. Функция досуга будет разной для жилой и общественно-деловой функций, так как для данных зон контингент посетителей может различаться по возрасту, виду профессии, социальному статусу. При этом в целях организации участков тихого отдыха следует производить подбор видов досуга, обладающего низкой интенсивностью, чтобы не нарушать тишину в пределах АО. Проектные решения для нового строительства схожи с решениями, принимаемыми в ходе преобразования озелененных территорий исторического центра города.


Общественно-дел./жилая зона	Название объекта	Роль в акуст. каркасе объекта	Тип преобр.	Сценарии использования	Способ преобразования
 <p>Ситуационная схема</p>	Парк	Узловой элемент	Реконструкция ● Новое строительство	Тихий отдых (приор.) + Досуг	Сущ. благ-во + Защита и маскировка шума + Доп. акуст. оформление
	Сквер/сад				
	Набережная	Связь		Тихий отдых (пр.)	Проект благ-во + Защита и маскировка шума
	Бульвар				
	Аллея			Защита от шума	
	Озелен. ул.				

Рис. 8. Сценарии использования и степень преобразования различных типов АО для общественно-деловой и жилой зон Волгограда

### Особенности размещения АО на городских территориях

Существуют различия в размещении АО на различных типах городских территорий с учетом планировочных особенностей. АО следует располагать вблизи точек общественного притяжения для лучшей доступности, однако необходимо их размещать на максимальном удалении от автодорог и отделять от точек притяжения и дорог шумозащитными посадками (рис. 9).

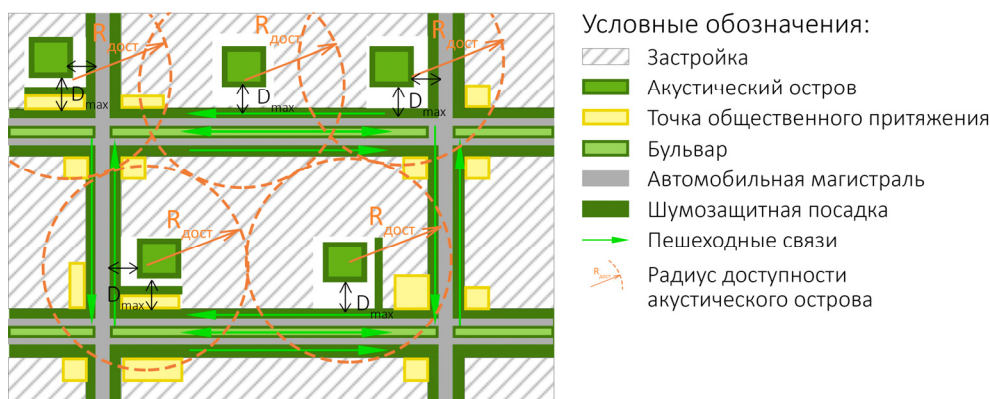


Рис. 9. Размещение АО в городской застройке

#### Особенности размещения:

1. Размещение в прибрежной зоне — расположение вблизи водного объекта, оказывающего положительное воздействие на акустическую среду (рис. 10).

2. Размещение на овражно-балочных территориях — понижение рельефа обеспечивает естественную защиту от шума и нежелательных звуков (рис. 11).

3. Размещение вблизи зеленого пояса и загородных озелененных территорий — позволяет связать территорию АО с внешним природным окружением экотропами, то же самое возможно на овражно-балочных территориях (рис. 12).



Рис. 10. Размещение АО на прибрежных территориях

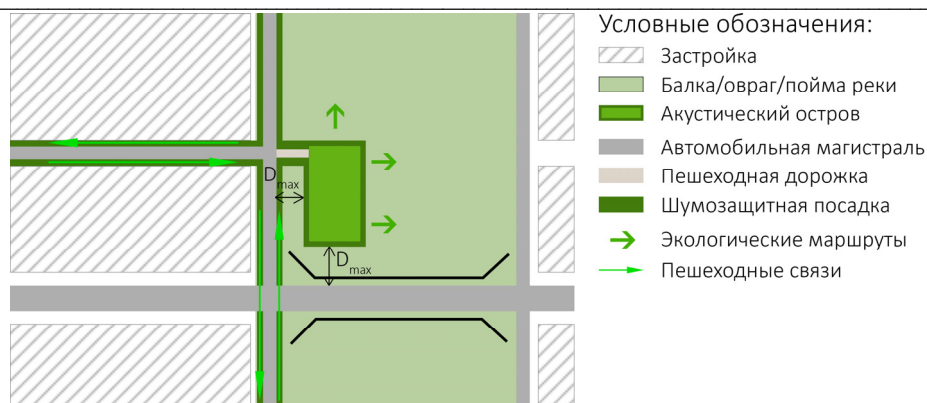


Рис. 11. Размещение АО на территориях овражно-балочной системы

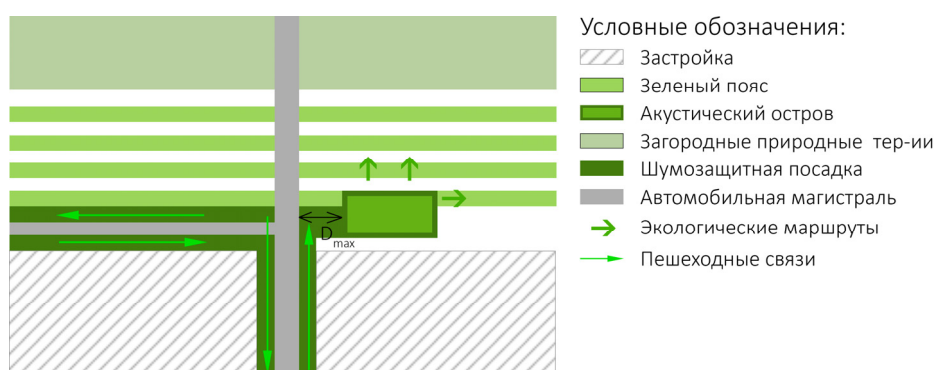


Рис. 12. Размещение АО вблизи зеленого пояса и загородных территорий

### Выводы

По итогам проведенного исследования сформулированы следующие выводы:

1. В ходе анализа существующих подходов к организации звуковых ландшафтов озелененных территорий города сформулированы рекомендации для проектирования АО: соблюдение нормативных показателей допустимого уровня шума внутри АО; размещение АО на удалении от магистралей общегородского значения с высокой интенсивностью автомобильного движения; расположение входов в АО с дополнительной защитой от проникающего шума со стороны магистралей с наименьшей интенсивностью движения; применение приемов маскировки природными звуками, зонирования территории и дополнительного озеленения с целью защиты мест от неблагоприятных источников шума.

2. Предложен способ распределения сети АО, учитывающий планировочную структуру и природно-экологический каркас. Выбор расположения и типа зависит от линий застройки, в пределах которых планируется размещение объекта, и примыкающих к линиям природных территорий.

3. На основе анализа природно-экологического каркаса и планировочной структуры Волгограда определены основные компоненты сети АО: компактные (парки, сады, скверы), образующие сеть узловых элементов, равномерно рассредоточенных в ткани города, и являющиеся точками притяжения

жителей, и линейные (бульвары, аллеи, набережные, озелененные улицы) объекты, формирующие транзитные связи между АО.

4. Разработаны сценарии использования и способы преобразования различных типов АО для разных зон Волгограда.

5. Описаны особенности размещения АО на различных типах городских территорий.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Корниенко С. В. Фонотоп как акустический показатель городской среды // Социология города. 2023. № 3. С. 85—97.
2. Корниенко С. В., Синькевич П. В., Синькевич Г. Г. Анализ факторов шумового загрязнения и защита от шума в мегаполисах // Инженер.-строит. вестн. Прикаспия : науч.-техн. журн. 2024. № 4(50). С. 59—64.
3. Forssén J., Estévez-Mauriz L., Gustafson A., Kropp W. How can we plan for a good urban sound environment, focusing on road traffic noise? // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. P. 588.
4. Korniyenko S. V., Zenin A. M. Correlation between sound sources and acoustic quality in urbanized areas // Construction of Unique Buildings and Structures. 2023. No. 4(109). P. 10902.
5. Назаров К. Р., Парыгин Д. С., Рашевский Н. М. Применение карманных парков для формирования звукового ландшафта городских территорий // Устойчивое развитие территорий : сб. докл. VI Междунар. науч.-практ. конф., г. Москва, 15—17 мая 2024. М. : Нац. исслед. Моск. гос. строит. ун-т, 2024. С. 125—129.
6. Sun C., Meng Q., Yang D., Wu Y. Soundwalk path affecting soundscape assessment in urban parks // Front. Psychol. 2023. Vol. 13. DOI: 10.3389/fpsyg.2022.1096952.
7. Watts G. The effects of “greening” urban areas on the perceptions of tranquillity // Urban Forestry & Urban Greening. 2017. Vol. 26. Pp. 11—17.
8. Ганжа О. А., Куткая Н. А., Прокопенко В. В., Растяпина О. А. Методика выбора шумозащитных мероприятий в градостроительном проектировании // Вестн. Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архитектура. 2020. Вып. 3(80). С. 122—133.
9. Cerwén G., Wingren C., Qviström M. Evaluating soundscape intentions in landscape architecture: a study of competition entries for a new cemetery in Järva, Stockholm // Journal of Environmental Planning and Management. 2017. Vol. 60. No. 7. Pp. 1253—1275.
10. Ten questions concerning soundscape valuation / L. Jiang et al. // Building and Environment. 2022. Vol. 219. P. 109231.
11. Smart soundscape sensing: a low-cost and integrated sensing system for urban soundscape ecology research / J. Wang et al. // Environmental Technology & Innovation. 2023. Vol. 29. P. 102965.
12. Alvarsson J. J., Wiens S., Nilsson M. E. stress recovery during exposure to nature sound and environmental noise // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2010. No. 7. Pp. 1036—1046.
13. Антюфеев А. В. Природно-ландшафтные основы формирования линейных градостроительных систем (на примере «Большого Волгограда») // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2020 году : сб. науч. тр. РААСН : в 2 т. Т. 1. М. : АСВ, 2021. С. 185—191.
14. Антюфеев А. В., Птичникова Г. А. Линейный город. Градостроительная система «Большой Волгоград». Волгоград : ВолГТУ, 2018. 197 с.
15. Птичникова Г. А. Устойчивое развитие городов на принципах биосферной совместимости с природным комплексом // Innovative Project. 2016. Т. 1. № 4(4). С. 112—116.
16. Птичникова Г. А., Антюфеев А. В. Общественные пространства российских городов XXI века: переформатирование // Вестн. Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архитектура. 2024. Вып. 2(95). С. 208—217.
17. Етеревская И. Н. Региональные принципы проектирования городских общественных пространств. Волгоград : ВолГТУ, 2018. 124 с.
18. Красильникова Э. Э. Роль урбэкологического подхода при разработке стратегии устойчивого развития городов // Крупные города на пороге XXI века: проблемы, перспективы : материалы Междунар. науч.-практ. конф., г. Волгоград, 22—24 сент 1999 : в 2 ч. Ч. 2 / Под ред. В. И. Потапова. Волгоград : Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-т, 2000. С. 76—94.

19. *Ястребова Н. А., Етеревская И. Н.* Рекреационный комплекс Волгоградской области: региональные особенности и потенциал территориального развития кластеров // Вестн. Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер. : Стр-во и архитектура. 2023. Вып. 5(93). С. 214—222.

© Назаров К. Р., Садовникова Н. П., Рашевский Н. М., Ерещенко Т. В., Алексеев А. Л., 2026

Поступила в редакцию  
04.12.2025

Ссылка для цитирования:

Формирование сети акустических островов на основе природно-экологического каркаса Волгограда / К. Р. Назаров, Н. П. Садовникова, Н. М. Рашевский, Т. В. Ерещенко, А. Л. Алексеев // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2026. Вып. 1(102). С. 314—325. DOI: 10.35211/18154360\_2026\_1\_314.

Об авторах:

**Назаров Константин Романович** — аспирант каф. цифровых технологий в урбанистике, архитектуре и строительстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1; nazarov.knstin@gmail.com

**Садовникова Наталья Петровна** — д-р техн. наук, проф., проф. каф. цифровых технологий в урбанистике, архитектуре и строительстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1; npsn1@ua.ru

**Рашевский Николай Михайлович** — канд. техн. наук, доц., доц. каф. цифровых технологий в урбанистике, архитектуре и строительстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1; rashevsky.n@gmail.com

**Ерещенко Татьяна Владимировна** — канд. техн. наук, доц., доц. каф. цифровых технологий в урбанистике, архитектуре и строительстве, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1; tater\_volg@rambler.ru

**Алексеев Андрей Леонидович** — студент, Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Российская Федерация, 400074, Волгоград, ул. Академическая, 1; andrey.al.rabota@gmail.com

**Konstantin R. Nazarov, Natalia P. Sadovnikova, Nikolay M. Rashevskiy,  
Tatyana V. Ereshchenko, Andrey L. Alekseev**

*Volgograd State Technical University*

## **FORMATION OF A NETWORK OF ACOUSTIC ISLANDS BASED ON THE NATURAL AND ECOLOGICAL FRAMEWORK OF VOLGOGRAD**

**The study was carried out at the expense of the funds of the VSTU development program “Priority 2030”, within the framework of scientific project No. 45/641-24. The authors express thanks to colleagues at the Department of Digital Technologies in Urbanism, Architecture and Construction at the VSTU, who participated in the development of the project.**

This article examines the formation of a network of acoustic islands (AIs) within a large city. Key parameters of the sound environment that must be considered when designing AIs are identified. Based on an analysis of Volgograd’s natural and ecological framework and planning structure, the main components of the AI network are defined: compact (parks, gardens, squares) and linear (boulevards, alleys, embankments, and landscaped streets). The principle of AI distribution within Volgograd’s planning structure, taking into account its natural and ecological framework, is described. Scenarios for the use and transformation methods of various types of acoustic islands for Volgograd’s key zones are developed, and the specifics of AI placement in various types of urban areas are formulated.

**Key words:** soundscape, noise protection, acoustic comfort, sustainable development of territories, urban environment, urban ecology, urban planning.

*For citation:*

Nazarov K. R., Sadovnikova N. P., Rashevskiy N. M., Ereshchenko T. V., Alekseev A. L. [Formation of a network of acoustic islands based on the natural and ecological framework of Volgograd]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2026, iss. 1, pp. 314—325. DOI: 10.35211/18154360\_2026\_1\_314.

*About authors:*

**Konstantin R. Nazarov** — Postgraduate student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; nazarov.knstrn@gmail.com

**Natalia P. Sadovnikova** — Doctor of Engineering Sciences, Professor, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; npsn1@ya.ru

**Nikolay M. Rashevskiy** — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; rashevsky.n@gmail.com

**Tatyana V. Ereshchenko** — Candidate of Engineering Sciences, Docent, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; tater\_volg@rambler.ru

**Andrey L. Alekseev** — Student, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russian Federation; andrey.al.rabota@gmail.com