

АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. РЕКОНСТРУКЦИЯ И РЕСТАВРАЦИЯ

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ / RESEARCH PAPER

УДК 711.4:656

DOI: 10.22227/1997-0935.2024.1.11-25

Оценка уровня обслуживания улиц и общественных пространств: на примере исторического Алеппо

Нина Васильевна Данилина, Лина Алибрахим

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ); г. Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Исторические города сталкиваются с вопросами устойчивого развития, особенно городские центры, которые имеют высокую культурную ценность. Одной из важнейших тем является обеспечение связности и доступности, поскольку дорожные и уличные сети в исторических центрах имеют свои особенности: узкие переулки, высокую плотность застройки, транспортных средств, пешеходных потоков и разнообразных видов общественной деятельности. В этом аспекте существует интерес к оценке текущего состояния улиц в исторических центрах для принятия информированного решения об их реконструкции с целью создания гибкой, комфортной и безопасной общественной среды.

Материалы и методы. Выбран город Алеппо в качестве объекта исследования. Выполнены анализ генерального плана и инфраструктуры города с использованием карт ГИС и метода LOS уровня обслуживания транспортной сети в историческом центре города.

Результаты. Разработана классификация улиц исторического центра города, связанная с соотношением пешеходов, а также иерархия, показывающая важные объекты, расположенные рядом с исследуемыми улицами, которые привлекают население. С помощью метода LOS предложили ранжирование уровня обслуживания улиц от А до F и классификацию улиц в соответствии с этими значениями.

Выводы. Определены улицы, которые требуют реконструктивных решений по повышению качества городской среды с целью удовлетворения формирования комфортных и безопасных условий для пешеходов, а также обеспечения доступности городской инфраструктуры с учетом ее исторической ценности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: уровень обслуживания, LOS, улицы, общественные пространства, исторические центры городов, город Алеппо, транспорт, пешеходы, пробки, устойчивость городов, синтаксический анализ

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Данилина Н.В., Алибрахим Л. Оценка уровня обслуживания улиц и общественных пространств: на примере исторического Алеппо // Вестник МГСУ. 2024. Т. 19. Вып. 1. С. 11–25. DOI: 10.22227/1997-0935.2024.1.11-25

Автор, ответственный за переписку: Лина Алибрахим, linaalibrahim26@gmail.com.

Level of service for assessing streets and public spaces: the case of historical Aleppo

Nina V. Danilina, Lina Alibrahim

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU);
Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. Historic cities face the issues of sustainable development, especially city centres that have high cultural value. One of the most important topics is ensuring connectivity and accessibility as road and street networks in historic centres have their own characteristics: narrow alleys, high density of buildings, vehicles, pedestrian flows and a variety of public activities. In this aspect, there is the research interest to assess current condition of streets in the historic centres to make informed decisions about their reconstruction in order to create a flexible, comfortable and safe public environment.

Materials and methods. Selecting Aleppo city as the object of study, analyzing the current situation of general plan and infrastructure of the city using GIS maps, open public data and information provided by local municipality of the city and through applying (LOS-Level of Service) method which is designed for analyzing transportation networks in this case in the historic city centre.

Results. A classification of the streets of the historic city centre was developed, which is designed due to pedestrian ratios, taking into account hierarchy that considers the valuable heritage objects that are located near the studied streets that attract visitors. As a final result a method was suggested for the purpose of ranking level of street services from A to F and the classification of streets according to their values.

Conclusions. Identified streets that require reconstruction solutions to improve the quality of the urban environment, with

the aim of creating comfortable and safe conditions for pedestrians, while ensuring the accessibility of the urban infrastructure, taking into account its historical value.

KEYWORDS: level of service, LOS, streets, public spaces, historic city centres, Aleppo city, transport, pedestrians, traffic jams, urban sustainability, syntactic analysis

FOR CITATION: Danilina N.V., Alibrahim L. Level of service for assessing streets and public spaces: the case of historical Aleppo. *Vestnik MGSU* [Monthly Journal on Construction and Architecture]. 2024; 19(1):11-25. DOI: 10.22227/1997-0935.2024.1.11-25 (rus.).

Corresponding author: Lina Alibrahim, linaalibrahim26@gmail.com.

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшие проблемы, требующие приоритетного решения на улицах исторических городов, относятся к их связности и доступности. Улицы и дорожные сети в исторических центрах городов всегда имеют свои особенности: узкие коридоры, плотная застройка, автомобильное и пешеходное движение, разнообразие видов общественной деятельности [1, 2]. Оценка текущего состояния улиц в исторических центрах городов для принятия решений об их реконструкции с целью создания удобной, комфортной и безопасной общественной среды [3] является актуальным вопросом, особенно для сирийских городов, где до сих пор продолжают работы по реконструкции и восстановлению исторических артефактов в послевоенный период.

Исторически значимые города Сирии, расположенные в настоящее время в центрах городов, были разрушены в результате военных действий [4]. Алеппо имеет влияние благодаря своей коммерческой ценности и культурному наследию, основанному на высоко ценимых артефактах, таких как гостиницы, рынки, религиозные здания, хаммам; после разрушения город стал важным объектом для восстановления и развития туризма. За последние годы Алеппо сильно разрушился, что негативно сказалось на инфраструктуре дорог и услуг^{1,2}.

Чтобы следовать современным мировым тенденциям устойчивого развития улиц и общественных пространств [5–7] и получить концепцию развития туристических маршрутов и улиц, сделать их безопасными для жителей и посетителей, необходимо представить аналитическое исследование улиц исторического города, определить участки, сочетающие три элемента (плотность движения — высокая плотность пешеходов — места, содержащие важные объекты), с целью предложить пути и пространства, которые могут быть пригодны для комфорта и отдыха жителей [8].

¹ Urban cultural heritage in the middle east. Old City of Aleppo. Five Thousand Years of Urban Structures. URL: https://www-docs.b-tu.de/middle-east-cooperation/public/20201109_Aleppo%20Plans/20200917_Exhibition_Aleppo_BTU_reduced.pdf

² Gonnella J. Guidebook. The Citadel of Aleppo. 2008. URL: https://www.academia.edu/48895417/Guidebook_The_Citadel_of_Aleppo

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Характеристика города Алеппо

Город Алеппо существует с III тысячелетия до н. э. и на протяжении веков остается важным районом по уровню урбанизации и численности населения. Он также сыграл значимую роль в истории региона, Алеппо включен в список объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО, являясь одним из древнейших населенных городов мира, а также был экономическим и промышленным центром Сирии [9].

В 2010 г. Алеппо признан культурной столицей Сирии, привлекая более 700 тыс. туристов. Однако в 2020 г. число посетителей существенно сократилось в результате военных действий, продолжающихся последние несколько лет [10]. Исторически Алеппо развивался по схеме «4 кольца», начиная с древней цитадели, эта территория сегодня известна как старый город или центр города, окруженный исторической стеной. В период с 1946 по 1974 г. расширение города продолжалось, что было обусловлено различными генеральными планами, разработанными градостроителями разных национальностей. В 2010 г. генеральный план был обновлен в соответствии с текущими данными о росте численности населения [11–14].

По сведениям Сирийского центра статистики, в настоящее время население города составляет 4 117 970 человек³. В последние годы, согласно градостроительным схемам и проектам, не принималось во внимание особое положение исторических центров города (памятники культурного наследия, узкие улицы), и пешеходам стало трудно передвигаться по городу, поскольку эти планы предусматривали движение транспорта только для обслуживания традиционных рынков, что привело к разрушению части города внутри стен и потерям многих исторических памятников, а также изменению городской структуры после разделения районов на участки, разделенные улицами, обеспечивающими лишь автомобильное движение.

На схеме (рис. 1) показано распределение важных общественных зданий в исторической центральной части Алеппо, где эти здания представляют наиболее ценные архитектурные и градостроительные объекты исторического центра города, такие как традиционные суды, мечети, школы,

³ Central Statistical Organization. URL: <http://cbssyr.sy>

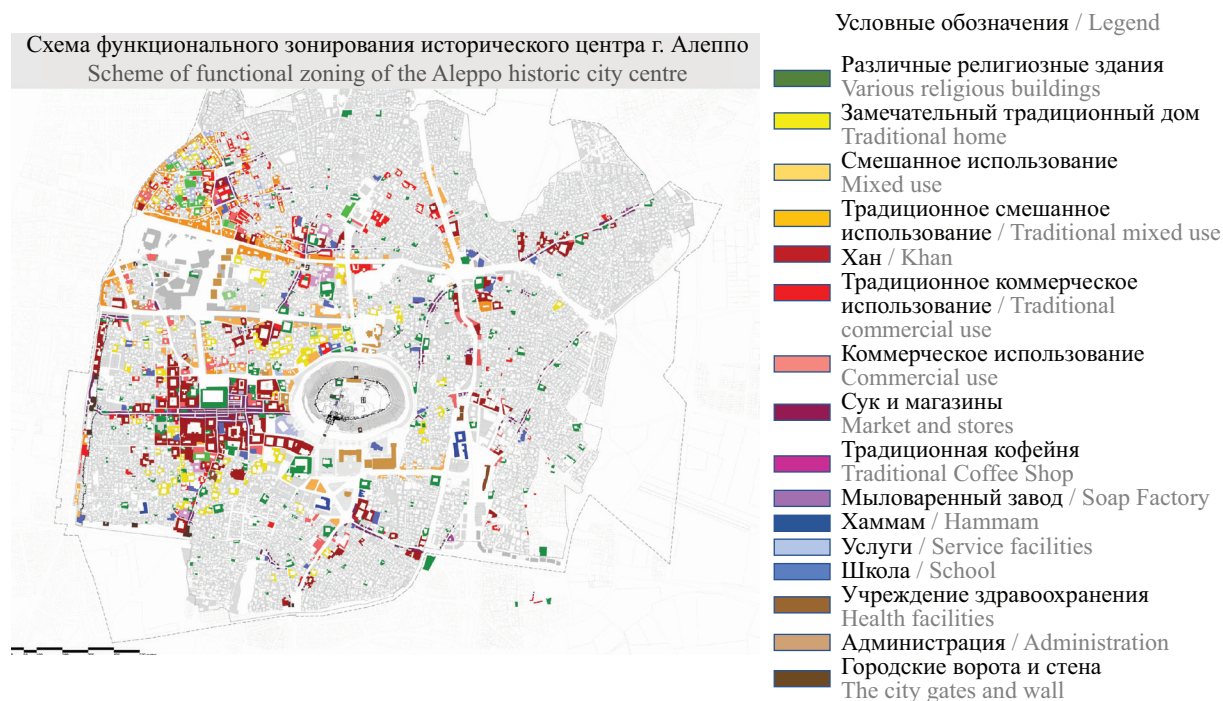


Рис. 1. Функциональное распределение объектов в историческом центре города Алеппо

Fig. 1. Scheme of distribution of functional zones in the historical centre of Aleppo

хаммамы, гостиницы, рынки⁴, которые служат привлекательным объектом для населения Алеппо.

В городе находится исторический центр, включенный в список объектов культурного наследия (ОКН) ЮНЕСКО, что делает его памятником истории и культуры страны. В этом центре сохранилось множество культурных и исторических объектов, представляющих ценность. Его расположение в черте города влияет на транспортные и пешеходные потоки.

В табл. 1 представлены важнейшие ОКН Алеппо, которыми изобилует древний город, начиная с цитадели, стен и ворот, окружающих город, и заканчивая жилыми домами, сохранившими исторический градостроительный стиль, придающий горо-

⁴ CITY PROFILE ALEPPO. Multi Sector Assessment // UN-Habitat. 2014. URL: https://unhabitat.org/sites/default/files/documents/2019-05/aleppo_city_profile.pdf

ду привлекательность и уникальность, отличающую его от других сирийских городов.

Расположение этих объектов в городе влияет как на движение транспорта, так и на движение пешеходов. С одной стороны, они служат центрами активности пешеходов и транспорта и являются заметными достопримечательностями; с другой — могут создавать ограничения для развития города, особенно для городских улиц.

Территория исследования

Алеппо находится на севере Сирии, напротив турецких земель, между окраинами Таврских гор на севере и границами пустыни Хомс и плато Шабит на юге. Город занимает площадь 190 км² и расположен между равнинами долины Евфрата на востоке и равнинами гор эль-Хаддам на западе. В табл. 2 приведены основные характеристики города.

Анализ городской структуры исторического Алеппо может быть разделен на несколько отдель-

Табл. 1. Наиболее значимые объекты исторического наследия в Алеппо

Table 1. Most distinguished objects of the cultural heritage in the city of Aleppo

| Название местоположения The location name | Цитадель Алеппо Aleppo Citadel | Ворота Хан (Аль-Вазир) Khan (Al-Wazir) gate | Мечеть Омейядов Umayyads Mosque | Самый длинный крытый рынок The longest covered market in the world |
|--|-----------------------------------|--|------------------------------------|---|
| Изображение объекта Picture of the object | | | | |

Табл. 2. Градостроительные характеристики центра Алеппо

Table 2. Characteristics of the historical centre of Aleppo

| Площадь, км ² Area, sq. km | Население, чел. Population, person | Плотность населения, чел/км ² Population density, pers./sq.km | Протяженность, км Length of the road network, km |
|--|---------------------------------------|---|---|
| 3,5 | 100,000 | 28,57 | 35,038 |

ных зон, каждая из которых имеет свои исторические и архитектурные особенности.

Такой подход позволяет понять эволюцию и развитие города в разные периоды времени. Первый район — это район вокруг замка, где сосредоточены разнообразные исторические и традиционные здания, относящиеся к периоду от античности до Османской империи. Благодаря своим архитектурным стилям и исторической значимости эти здания являются материальной основой истории города. Окружающий замок район служит свидетельством различных культурных влияний, формировавших город на протяжении веков.

Еще один важный элемент градостроительной ткани исторического города — городской рынок. Он был построен в эпоху эллинистического Рима, что показывает историческую долговечность коммерческой деятельности в этом районе. Рынок служит экономическим центром и демонстрирует устойчивость торговой деятельности, существовавшей в разные эпохи.

Жилые помещения можно разделить на две категории кварталов. К первой категории относятся высокоорганизованные здания, предполагающие детальное проектирование и создание планировки. Расположение зданий демонстрирует социальные структуры и градостроительные принципы, которые существовали на этапе их строительства. Вторая категория жилых кварталов характеризуется наличием открытых пространств, разделенных на площади и пешеходные дорожки [15–18]. Из жилых кварталов уникальную категорию представляет собой район Баб аль-Фарадж, в котором сочетаются исторические и современные здания, демонстрирующие контраст различных архитектурных стилей и эволюцию градостроительства⁵.

Анализ центральных улиц Алеппо показывает, что их сеть состоит в основном из четырехполосных магистральных улиц с двусторонним движением, которые являются наиболее интенсивными. Эти улицы обслуживают как жителей, так и иногородних, часто используются двухполосные проезжие части и парковки, расположенные вдоль узких тротуаров. Кроме того, внутренние улицы, выполненные в виде переулков, обеспечивают повышенный уровень приватности и социального контроля, пред-

назначаясь исключительно для жителей и их гостей. В данном анализе отмечены последствия недавних военных действий, приведших к разрушению отдельных улиц [19].

Транспортная система сирийских городов включает несколько типов транспортных средств (ТС), которые можно классифицировать следующим образом:

- микроавтобусы для перевозки пассажиров внутри города, которые вмещают небольшое количество и являются наиболее используемыми;
- внутренние автобусы, которые в границах города могут вмещать до 40 пассажиров;
- частные автомобили.

В сирийских городах часто применяются велосипеды и мотоциклы, что приводит к смешанному движению.

В табл. 3 представлены очевидные транспортные проблемы в городе.

Транспортные проблемы достаточно обширны, и реорганизовать их с нуля представляется невозможным, поэтому следует рассмотреть перечень проблем в порядке их приоритетности:

- общественный транспорт: сеть и транспортные средства, вместимость и система эксплуатации;
- пешеходные маршруты и тротуары, перекрестки и общественные пространства;
- велосипедный транспорт: система, маршруты и правила;
- парковки и парковочные места.


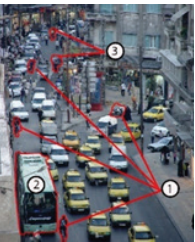
При изучении транспортных проблем исторического центра города выделили значимые элементы каждой улицы, как показано на рис. 2. Затем был проведен комплексный анализ с целью определения приоритетов развития каждой улицы. В ходе анализа рассмотрен широкий перечень элементов, привлекающих внимание, которые разделены на различные классификации, включая культурные артефакты, коммерческие элементы, административные объекты, рекреационные пространства, религиозные достопримечательности и местные/исторические рынки.

Для систематической оценки потенциала развития каждой улицы принята цифровая система ранжирования от 1 до 7. Эти значения позволяют оценить значимость каждой улицы с точки зрения ее потенциала для развития города и вовлечения в него местного сообщества. Более высокое числовое значение, например 1, указывает на то, что улицы характеризуются высоким уровнем обслуживания, культурным богатством и другими желательными элементами. И наоборот, более низкое значение, на-

⁵ Bianca S.A., Davies P., Fülischer W. The re-development of the Bab Al-Faraj area in Aleppo: The Syrian Arab Republic — (mission) // UNESCO. Paris, 1983. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000059122>

Табл. 3. Анализ проблем движения транспорта и пешеходов в историческом центре Алеппо

Table 3. Clarification of the traffic problems in Aleppo city centre

| Изображение Photo | Выводы по анализу Analysis conclusions | |
|---|---|--|
|  | 1 | Отсутствуют пешеходные переходы вдоль жилой улицы There are no pedestrian crossings along the residential street |
| | 2 | Отсутствие свободных парковочных мест для личных автомобилей и размещение некоторых автомобилей на тротуаре или параллельно улице вдоль тротуара Lack of available parking spaces for private cars and placement of some cars on the sidewalk or parallel to the street along the sidewalk |
|  | 1 | Отсутствует четкое разделение (соответствующая высота тротуара — дорожное ограждение) между пространством, предназначенным для пешеходов (тротуар), и пространством, предназначенным для движения транспортных средств There is no clear separation (suitable sidewalk height — road barrier) between the space designated for pedestrians (sidewalk) and the space designated for vehicle movement |
| | 2 | Явное перекрытие движения пешеходов и транспортных средств на выделенной дороге, что подвергает водителя и пешеходов риску ДТП A clear overlap of pedestrian traffic with vehicles on the designated road, exposing the driver and pedestrians to the risk of an accident |
|  | 1 | Предусмотрены дорожки для велосипедистов, что приводит к смешению их движения с автомобилями There are tracks for bicycles, which leads to mixing of their movement with cars |
| | 2 | Остановки и пути общественного транспорта отсутствуют There are no stops or paths for public transport |
| | 3 | Замечено смешение пешеходов с автомобилями, общественным транспортом, велосипедами и мотоциклами в пределах уличного пространства Noticed a mixture of pedestrians with cars, public transport, bicycles and motorcycles within the street space |

пример 7, означает, что улицы имеют относительно низкий приоритет из-за отсутствия таких привлекающих элементов.

Цифровые данные представлены в виде системы цветового кодирования с использованием различных оттенков зеленого цвета. Данная цветовая схема разработана таким образом, чтобы органично интегрироваться в генеральный план центра города, обеспечивая четкое и понятное представление приоритетов развития каждой улицы. В табл. 4 приведены значения, присвоенные каждой улице, а также соответствующие им оттенки зеленого цвета.

Исследование показало, что улицы с высоким рейтингом сосредоточены в центре города вблизи исторического замка и торгового рынка, такие как Castle Street и Khan Al-Wazir. Эти улицы богаты культурным наследием, торговыми и административными элементами, привлекательными как для жителей, так и для туристов. Необходимо включить этот район в будущие планы развития туризма. Что касается других улиц с более низким рейтингом, кото-

рые в основном служат связующим звеном между городом и его историческим центром, например улицы Мухаммада Бека или ремесленных рынков, то предложение авторов заключается в обеспечении сохранности уличной инфраструктуры и дорожного покрытия таким образом, чтобы они были удобны для пешеходов и автомобилей, и в то же время соответствовали международным стандартам пространственного проектирования улиц, что требуется для туристических целей, которые могут быть выделены приоритетно по сравнению с другими обычными улицами. Графическое представление результатов ранжирования улиц представлено на рис. 2.

Метод оценки уровня обслуживания (LOS)

Уровень обслуживания (LOS) — это важный и детальный показатель качества, оценивающий эксплуатационные условия в транспортном потоке. Данный показатель изучает основные аспекты городской мобильности, охватывая такие параметры, как скорость, время в пути, маневренность, прерывистость



Рис. 2. Схема ранжирования улиц в историческом центре Алеппо по их ценности для реконструкции

Fig. 2. A plan with the evaluation of the streets in the historical centre of Aleppo

движения, комфорт и удобство. Для каждого типа объектов, в отношении которых доступны процедуры анализа, выделяется шесть различных уровней LOS. Эти уровни, обозначенные от А до F, представляют собой диапазон от идеальных условий эксплуатации (LOS A) до наименее желательных (LOS F)⁶.

Уровень обслуживания подразделяется на шесть уровней в зависимости от условий движения:

Уровень А: характеризуется полным свободным движением автомобилей и большой возможностью выбора скоростей, а также возможностью маневрирования.

Уровень В: означает сбалансированное движение по улице, при котором водитель начинает ощущать присутствие других ТС, но возможность выбора скоростей практически полная, а возможность маневрирования меньше, чем на уровне А.

Уровень С: движение сбалансировано, но ТС оказывают явное влияние на стиль вождения, при этом выбор скорости ограничен, а маневрирование осуществляется с большой осторожностью и осмторительностью из-за присутствия других транспортных средств.

Уровень D: движение также сбалансировано, но возможность маневрирования и выбора скорости ограничена в случае высокой плотности движения, что значительно снижает комфорт движения,

а при увеличении значений интенсивности возникает помеха движению.

Уровень E: интенсивность движения на улице равна или близка к значению фактической пропускной способности, этот уровень характеризуется низкими скоростями, вынужденными маневрами и большими препятствиями для движения, что иногда приводит к остановке ТС.

Уровень F: движение ограничено, причем количество автомобилей превышает значение интенсивности, автомобили образуют большие очереди, которые движутся в виде пропусков [20–22].

Концепция уровня обслуживания оказывается весьма значимой в области градостроительства, особенно в исторических центрах городов. Исторические районы, богатые культурным и архитектурным наследием, часто сталкиваются с проблемой тонкого баланса между сохранением исторической значимости и удовлетворением современных городских требований. В исторических центрах городов с узкими улицами и сложной планировкой LOS помогает определить зоны, где можно оптимизировать транспортный поток, пешеходную доступность и общую мобильность города. LOS позволяет планировщикам адаптировать мероприятия и улучшения к конкретным требованиям, обеспечивая эффективный баланс между сохранением исторического наследия и современной городской функциональностью.

Для оценки уровня обслуживания улиц использовалась комплексная методика, включающая ряд систематических этапов. Определена скорость свободного потока — скорость, с которой автомобиль движется

⁶ Capacity, level of service, fundamentals of highway capacity analysis // Traffic Engineering Lecture. URL: https://pecivilexam.com/Study_Documents/Trans-Materials-Online/Level-of-Service-HIGHWAYS.pdf

Табл. 4. Оценка приоритета реконструкции улицы, основанная на анализе ее функционального наполнения

Table 4. The streets priority evaluation based on the element's location

| Название улиц Streets name | ОКН Cultural heritage sites | Религиозные здания Religious buildings | Коммерческие здания Commercial buildings | Рынки Markets | Рекреационные здания Recreation buildings | Административные здания Administrative buildings | Общее количество Total number | Приоритет Priority |
|---|--------------------------------|---|---|------------------|--|---|----------------------------------|-----------------------|
| Мохамеда Фареса Mohamed Fares street | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | – | 9 | 5 |
| Мохамеда Бека Mohamed Bek street | 1 | 2 | – | – | – | – | 3 | 7 |
| Аль-Хандак Al-Khandaq street | 2 | 1 | 9 | – | 1 | 1 | 14 | 3 |
| Тюрьма Prison street | 4 | 5 | – | – | – | 2 | 11 | 4 |
| Баб Антакья Bab Antakya street | 4 | 2 | 5 | – | 4 | 1 | 16 | 2 |
| Мутанаби Mutanabi street | 1 | – | 3 | – | 1 | – | 4 | 7 |
| Улица Антар Antar street | 2 | 1 | 3 | – | 1 | 2 | 9 | 5 |
| Улица Кавакиби Kawakibi street | – | – | 4 | – | 3 | 1 | 8 | 6 |
| Саад бин Аль-Аас Saad bin Al A'as street | 2 | 4 | 3 | – | 2 | 2 | 13 | 4 |
| Улица Замков Castle street | 4 | 3 | 3 | 1 | 6 | 6 | 23 | 1 |
| Хан Аль-Вазир Khan Al-Wazir street | 2 | 2 | 6 | 1 | 2 | 1 | 14 | 3 |
| Семь Бахрат Seven Bahrat street | – | 2 | 10 | – | 2 | 2 | 16 | 2 |
| Хан аль-Харир Khan Al-Harir street | 2 | – | 5 | – | 2 | 1 | 10 | 5 |
| Баб Назлат Акаба Bab Nazlat Akaba street | 2 | 3 | 6 | – | 3 | – | 14 | 3 |
| Рынок Ал-Нахасин Al-Nahasin Market | 2 | 3 | 4 | 1 | – | – | 15 | 3 |
| Рынок Эль-Зарб El Zarb Market | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 8 | 6 |
| Мыльный рынок Soap Market | – | 1 | 3 | 1 | 2 | – | 7 | 6 |
| Рынок Аль Фарин Al Farin Market | – | 1 | 2 | 1 | – | – | 4 | 7 |
| Рынок Баб Антакья Bab Antakya Market | 1 | 2 | 4 | 1 | 2 | 2 | 12 | 4 |
| Рынок Аль-Сакти Al Sakti Market | – | 2 | 2 | 1 | – | – | 4 | 7 |
| Рынок Аль-Жух Al Jukh Market | – | – | 2 | 1 | 2 | – | 5 | 7 |

по обозначенной городской улице в периоды низкого трафика, когда все сигналы установлены на зеленый цвет на протяжении всего маршрута. Это исключает

любые задержки на сигнальных перекрестках, даже в непиковые часы. Все измерения проводились с использованием стратегического подхода.

Табл. 5. Характеристики городских улиц, используемые в исследовании

Table 5. Urban streets functional and design categories used in the research

| Категория дизайна Design category | Функциональная категория Functional category | | По умолчанию, км/ч Default, km/h |
|--------------------------------------|---|--|-------------------------------------|
| | Главная артерия Principal Arterial street | Малая артерия Minor Arterial street | |
| Высокоскоростной High-speed | I | N/A | 80 |
| Загород Suburban | II | II | 65 |
| Промежуточный Intermediate | III | III или IV / III or IV | 55 |
| Город Urban | IV | IV | 45 |

Несколько поездок были спланированы в период свободного движения с 6 до 7 ч. Кроме того, поездки планировались в часы пик с 11 до 13 ч с целью установить характер движения в часы пик. Для получения достоверных данных совершено несколько поездок по каждой улице, что служит важным компонентом методики. Три поездки осуществлены в часы пик, чтобы рассчитать среднюю скорость и время в пути. Кроме того, существенную роль в определении играет функциональная и проектная классификация магистрали. Городские улицы делятся на четыре категории (I, II, III и IV). Функциональная категория далее делилась на основные и второстепенные магистрали, а проектная категория — на скоростные, пригородные, промежуточные и городские (табл. 5). Такой подход позволил провести комплексную оценку уровня обслуживания.

Для оценки уровня обслуживания городских улиц используется комплексный параметр, представленный в табл. 6, в котором ключевым фактором является средняя скорость движения. Указанный критерий находится

в полной зависимости от конкретной классификации городских улиц, определяемой категориями, перечисленными в таблице. Эти классификации — основополагающие при оценке и классификации эффективности и полезности городских улиц. Классификация важна для получения представления об эффективности и совершенстве всей системы городских улиц, что в значительной степени помогает осознать транспортные потоки в городской среде.

Для определения уровня обслуживания использовалась методика расчета средней скорости движения ТС в центре Алеппо. Согласно полученным результатам, действительная скорость не превышала 45 км/ч, что служит важным инструментом для выявления участков с проблемами дорожного движения. Кроме того, данная методика позволяет последовательно оценить причины возникновения этих проблем, что облегчает выработку соответствующих мер. Таким образом, применение данного процесса измерения необходимо

Табл. 6. Основные характеристики уровней обслуживания LOS, согласно методологии HCM 2000⁷

Table 6. Determination of the service level in accordance with the HCM 2000 methodology⁷

| Класс городских улиц Urban street class | Классификация улиц Street classification | | | |
|--|---|-------|-------|-------|
| | I | II | III | IV |
| Поле изменения скорости свободного потока, км/ч Free flow rate change field, km/h | 72–90 | 55–72 | 48–55 | 40–55 |
| Типовая скорость потока, км/ч Typical flow rate, km/h | 80 | >64 | >53 | >48 |
| A | >68 | >56 | >48 | >40 |
| B | >55 | >45 | >38 | >31 |
| C | >43 | >35 | >29 | >21 |
| D | >34 | >27 | >23 | >14 |
| E | >26 | >21 | >16 | >11 |
| F | ≤26 | ≤21 | ≤16 | ≤11 |

⁷ High Capacity Manual 2000, chapter 15, Urban Streets, Transportation Research Board, USA, 2000. URL: https://sfnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway_capacital_manual.pdf

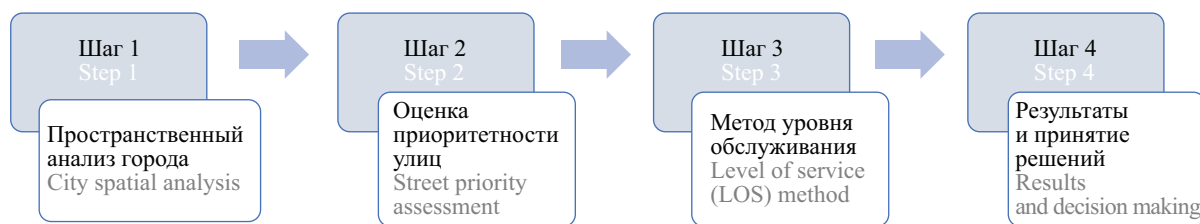


Рис. 3. Порядок проведения исследования

Fig. 3. Methodological steps of the research

для улучшения управления и оптимизации городского транспортного потока.

Методология исследования

В данном исследовании предпринята попытка определить LOS улиц в историческом центре Алеппо с целью получения актуальных сведений для принятия обоснованных решений по планированию. Методология исследования носит комплексный характер и состоит из четырех основных этапов (рис. 3).

1. Пространственный анализ города. На первом этапе исследования был проведен детальный анализ структуры и географического положения города. Определены границы исторического центра, выполнены глубокое исследование классификации улиц, сложности транспортной сети и детальное изучение существующих транспортных проблем. Этот комплексный пространственный анализ, дающий полное представление о городской структуре, заложил основу для последующих этапов.

2. Оценка приоритетности улиц. На втором этапе осуществлен функциональный анализ элементов, расположенных на улице, на основе результатов пространственного анализа города. Цель состояла в том, чтобы предложить систему приоритетов для оценки важности развития каждой улицы. Оценка основывалась на выявлении элементов, привлекающих население, что позволило получить более глубокое представление о различной важности улиц в городской структуре.

3. Метод оценки уровня обслуживания. Третий этап характеризуется комплексной оценкой уровня обслуживания выделенных улиц в центре Алеппо. Для оценки использовалась технология LOS и измерялись такие показатели, как средняя скорость и интенсивность движения автомобилей. С помощью методики сделана попытка количественно оценить эффективность транспортной инфраструктуры и получить информацию о том, насколько улицы способствуют движению ТС.

4. Результаты и принятие решений. Заключительный этап исследования включал анализ полученных результатов и последующее принятие решений. Для того чтобы градостроительные действия были основаны на прочной аналитической базе, использованные в исследовании методы сыграли

ключевую роль в определении улучшений и оптимизации выбранных улиц.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка LOS исторических улиц Алеппо

Исследование посвящено центральным улицам города, где осуществляется разнообразная экономическая и коммерческая деятельность. Эти улицы соединяют коммерческие и жилые районы и являются жизненно важными для поддержания функциональности города. С ростом количества автомобилей в городе значительно увеличились пробки в часы пик. Постоянные пробки приводят к росту числа ДТП и хаосу, что связано с отсутствием эффективной системы управления движением на исторических улицах Алеппо.

В исследовании также представлен комплексный анализ текущей ситуации. Для полной характеристики улиц предлагается подробная система классификации, основанная на двух основных факторах: проценте пешеходного движения и важности улицы с точки зрения обслуживания (классифицируется как главная, второстепенная или пешеходная улица). На рис. 4 проиллюстрирована система классификации, в графическом виде представлены различные типы улиц и их относительная важность в городской среде.

Характеристики этих улиц сильно отличаются, даже в пределах одной улицы (длина, количество полос движения и их ширина, медиана, количество светофоров и время их работы), поэтому каждая улица изучалась и описывалась отдельно.

В исследование включены следующие улицы: Мохамеда Фареса, Мохамеда Бека, Аль-Хандак, Тюрьмы, Баб Антакья, Баб Аль-Хаидид, Мутанаби, Антар, Кавакиби, Саад бин Аль Аас, Замковая, Хан Аль-Вазир, Семь Бахрат, Хан Аль Харир, Баб Назлат Акаба, Аль-Аббасийин, Аль Машагия, Кади Аскара.

В результате проведенного ранее уточнения методики оценки уровня обслуживания и использования табл. 6, в которой рассматривалась классификация улиц в историческом центре, в дополнение к измерениям, проведенным на каждой из указанных улиц в периоды свободного движения и в часы пик, для получения средних значений скорости стало возможным получить оценку уровня обслуживания улиц (табл. 7).

Совмещение двух методов оценки городских улиц позволяет получить комплексный подход, объединяющий оценку плотности движения (измеряе-



Рис. 4. Результаты анализа условий движения транспорта и пешеходов в историческом центре Алеппо

Fig. 4. Transportation analysis of the area, the historical centre of Aleppo

мую через уровень обслуживания) и функциональной значимости дорожного пространства. Такая интеграция дает возможность разрабатывать тонкие

решения для городского планирования и развития, учитывающие сложную взаимосвязь между транспортным потоком и значимостью каждой улицы.

Табл. 7. Оценка уровня обслуживания ключевых улиц в историческом центре города Алеппо

Table 7. A level of service assessment of the streets in the historic centre of Aleppo

| Название улицы Streets name | Количество полос Number of lanes | Длина улицы, м Street length, m | Скорость свободного потока FFS, км/ч Free flow rate FFS, km/h | Средняя скорость движения в час пик Average rush hour speed, km/h | LOS |
|---|-------------------------------------|------------------------------------|--|--|-----|
| Мохамеда Фареса Mohamed Fares street | 4 двухсторонние 4 two-way | 1040 | 48,5 | 15,6 | D |
| Мохамеда Бека Mohamed Bek street | 4 двухсторонние 4 two-way | 1260 | 40,8 | 35,5 | B |
| Аль-Хандак Al-Khandaq street | 2 двухсторонние 2 two-way | 450 | 45,7 | 23,2 | C |
| Тюрьма Prison street | 2 двухсторонние 2 two-way | 575 | 45,2 | 12,3 | E |
| Баб Антакья Bab Antakya street | 2 двухсторонние 2 two-way | 824 | 36,4 | 28,6 | C |
| Баб Аль Хадид Bab Al Hadid street | 2 двухсторонние 2 two-way | 450 | 40,5 | 24,2 | D |
| Мутанаби Mutanabi street | 2 двухсторонние 2 one-way | 1220 | 30,6 | 25,2 | C |
| Улица Антар Antar street | 2 односторонние 2 one-way | 640 | 40,5 | 12,8 | E |
| Улица Кавакиби Kawakibi street | 2 односторонние 2 one-way | 340 | 44,6 | 40,3 | A |

Окончание табл. 7 / End of the Table 7

| Название улицы Streets name | Количество полос Number of lanes | Длина улицы, м Street length, m | Скорость свободного потока FFS, км/ч Free flow rate FFS, km/h | Средняя скорость движения в час пик Average rush hour speed, km/h | LOS |
|--|--|---------------------------------------|---|--|-----|
| Саад бин Аль-Аас Saad bin Al Aas street | 2 односторонние 2 one-way | 819 | 40,3 | 18,6 | D |
| Улица Замков Castle street | 2 двухсторонние 2 two-way | 690 | 37,5 | 32,3 | B |
| Хан Аль-Вазир Khan Al-Wazir street | 2 двухсторонние 2 two-way | 220 | 40 | 10,3 | F |
| Семь Бахрат Seven Bahrat street | 2 двухсторонние 2 two-way | 360 | 46,5 | 33,4 | B |
| Хан аль-Харир Khan al-Harir street | 2 односторонние 2 one-way | 420 | 35,3 | 11 | F |
| Баб Назлат Акаба Bab Nazlat Akaba street | 2 односторонние 2 one-way | 660 | 34,5 | 16,7 | D |
| Аль-Аббасийин Al-Abbasiyyin street | 2 двухсторонние 2 two-way | 627 | 40 | 13 | E |
| Аль-Машатия Al Mashatiya street | 2 двухсторонние 2 two-way | 843 | 42 | 15,5 | D |
| Кади Аскара Qadi Askara street | 2 односторонние 2 one-way | 460 | 45 | 31,5 | B |



Рис. 5. Классификация улиц по условиям уровня обслуживания LOS

Fig. 5. The classification of streets according to the LOS method

Важным результатом такой интеграции является определение приоритетности улиц. Оно основано на детальном изучении различных элементов и преобладающих условий движения. Результаты оценок представлены на карте (рис. 5), которая служит подробным справочником, отображающим достигнутый уровень обслуживания каждой улицы, а также обеспечивает понимание пространственной динамики за счет обозначения каждого уровня обслуживания отдельной цветовой категорией.

Оценка уровня обслуживания улиц требует комплексной категоризации транспортной сети в историческом центре. Такая классификация не только определяет текущее состояние улиц, но и служит основой для разработки стратегий по улучшению транспортной сети в городе. Важное значение в этом процессе имеет классификация улиц по категориям развития (рис. 6):

1) улицы со значениями (А–В) были объединены в категорию № 1, это улицы, которые хорошо работают;

2) улицы с ценностями (С–D) объединены в категорию № 2, это улицы, требующие частичной регенерации — только благоустройства или целенаправленных действий;

3) объединение значений (Е–F) в категорию № 3 — улицы, требующие изменения профиля, полной реконструкции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

Следует отметить, что данное исследование сконцентрировано на развитии транспортных сетей в исторических центрах сирийских городов на примере Алеппо. Исследование показывает важность признания и сохранения уникальности исторических улиц, чтобы не допустить возникновения градостроительных проблем при реконструкции. С помощью комплексной методологии, включающей многоуровневый анализ и использование системы классификации уровней обслуживания (LOS), выявляются улицы со значительными проблемами и приводится руководство по определению приоритетности предложений по развитию для повышения безопасности пешеходов и устойчивого развития.

Методология пространственного анализа, примененная в работе, позволяет создать систему классификации улиц, которая решает проблемы дорожного движения и создает основу для дальнейшего изучения концепций городского развития. Важно отметить, что результаты исследования выходят

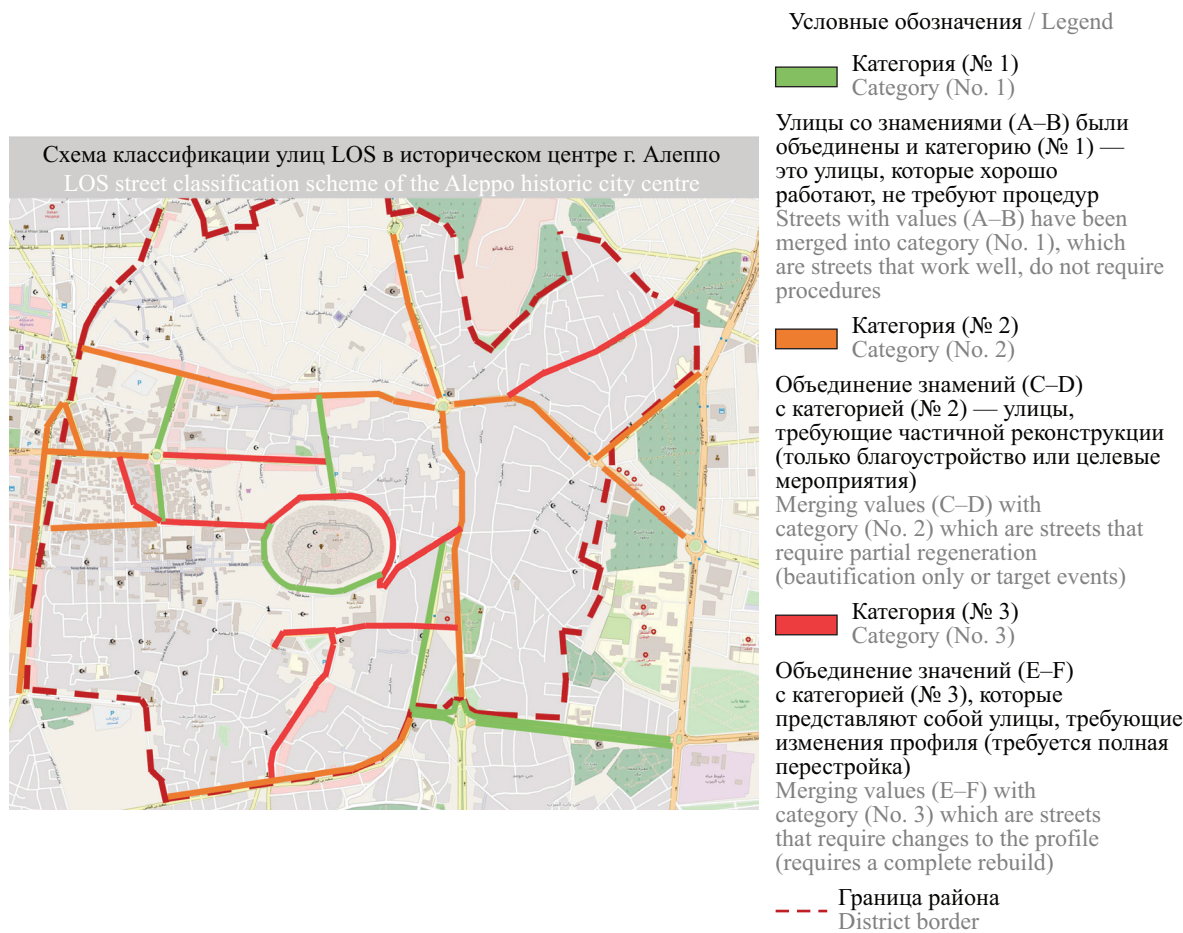


Рис. 6. Классификация улиц по требуемым реконструктивным мероприятиям

Fig. 6. The classification of streets according to the method (LOS)

за рамки Алеппо и могут быть использованы в других исторических городах. Исследование способствует созданию в будущем информационной базы данных, объединяющей решения в области туризма и доступности для поддержки развития транспортной инфраструктуры, обеспечения устойчивости и безопасности исторических городов в мире.

Рекомендации исследования направлены на поддержку разработки и интеграции информационных баз данных, связанных с туризмом, использование интерактивных решений для улучшения транспортной инфраструктуры и общественного пространства. Для эффективной адаптации к развивающимся технологическим системам приоритет должен быть отдан изучению концепции интеллектуального го-

родского развития. Лицам, принимающим решения, и градостроителям рекомендуется выделять приоритетные (категория А) и важные для туризма улицы для обеспечения долгосрочной устойчивости городов с учетом принципов устойчивого развития. Международные знания и опыт могут быть использованы при развитии исторических городов для создания общего ресурса лучших практик по улучшению городских пространств в мире. Настоящее исследование закладывает основу для разработки комплексной стратегии по улучшению общественного пространства на улицах исторических городов. Оно подчеркивает важность формирования устойчивой, безопасной и доступной городской среды, которая отвечает интересам всех жителей.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Gargiulo C., Sgambati S.* Active mobility in historical centers: towards an accessible and competitive city // *Transportation Research Procedia*. 2022. Vol. 60. Pp. 552–559. DOI: 10.1016/j.trpro.2021.12.071
2. *Blanco I., Bonet J., Walliser A.* Urban governance and regeneration policies in historic city centres: Madrid and Barcelona // *Urban Research & Practice*. 2011. Vol. 4. Issue 3. Pp. 326–343. DOI: 10.1080/17535069.2011.616749
3. *Carrión M.F.* The historical centre as an object of desire. 2005.
4. *Салмо А., Щербина Е.В., Алибрахим Л.Я.* Architectural and urban identity of Homs city // *Вестник МГСУ*. 2021. Т. 16. № 10. С. 1285–1296. DOI: 10.22227/1997-0935.2021.10.1285-1296. EDN IGNNEQ.
5. *Данилина Н.В., Теплова И.Д.* «Устойчивая» улица — формирование общественных пространств на городских улицах // *Экология урбанизированных территорий*. 2018. № 4. С. 74–80. DOI: 10.24411/1816-1863-2018-14074. EDN YYFSYP.
6. *Rogers P.P., Jalal K.F., Boyd J.A.* An introduction to sustainable development. London : Routledge, 2007. Pp. 301–305. DOI: 10.4324/9781849770477
7. *Nasser N.* Planning for urban heritage places: reconciling conservation, tourism, and sustainable development // *Journal of Planning Literature*. 2003. Vol. 17. Issue 4. Pp. 467–479. DOI: 10.1177/0885412203017004001
8. *Щербина Е.В., Данилина Н.В.* Градостроительные аспекты проектирования устойчивой городской среды // *Вестник Иркутского государственного технического университета*. 2014. № 11 (94). С. 183–186. EDN TALHUH.
9. *Ibrahim S.* Mapping spatial social aspects of urban recovery in contested cities: A case of the historic commercial center of the ancient city of Aleppo // *Proceedings HERITAGE 2022 — International Conference on Vernacular Heritage: Culture, People and Sustainability*. 2022. DOI: 10.4995/HERITAGE2022.2022.15764
10. *Тафия М.А.* Tourism development in Aleppo after the war // *Инновации. Наука. Образование*. 2021. № 32. С. 755–772. EDN FNOKZI.
11. *Swaid B.* Destiny of urban heritage in transformation of Syrian Cities (Case Study Aleppo City) // *The First International Conference for Urban Heritage in the Islamic Countries (UHIC)*. 2010.
12. *Kousa C., Pottgiesser U.* Development plan strategies of old Aleppo City and sustainable development goals between theory and practice // *LDE Heritage Conference on Heritage and the Sustainable Development Goals*. 2021. No. 10. Pp. 437–447.
13. *Chibli M.* The Local Agenda 21 for Old Aleppo: Towards a sustainable urban settlement. Sustainable Building. Rotterdam : In-house Publishing, 2002. No. 6. Pp. 2041–2047.
14. *Vincent L., Sergie L.* An urban history of Aleppo // *Aleppo: Rehabilitation of the Old City*. 2005. No. 10. Pp. 552–562.
15. *Fangi G.* Documentation of some cultural heritage emergencies in Syria In August 2010 by spherical photogrammetry // *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. 2015. Vol. II-5/W3. Pp. 401–408. DOI: 10.5194/isprsannals-II-5-W3-401-2015
16. *Kousa C., Pottgiesser U., Lubelli B.* Post-Syrian war residential heritage transformations in the old city of Aleppo: Socio-cultural sustainability aspects // *Sustainability*. 2021. Vol. 13. Issue 21. P. 12213. DOI: 10.3390/su132112213
17. *Kotsoni A., Dimelli D.* Urban regeneration of the historic center of Aleppo in Syria // *The 7th International Conference on Architecture and Built Environment*. 2020. No. 15. Pp. 227–212.
18. *Salkini H., Swaid B., Greco L., Lucente R.* Developing a multi-scale approach for rehabilitating the traditional residential buildings within the old city of Aleppo

(Syria) // *Le Vie dei Mercanti*. 2016. No. 11. Pp. 443–432.

19. Shaheen S. Urban transportation problems and issues in homs-syria: analytical study of the current condition and proposing future solutions // *International Journal of Engineering and Management Sciences*. 2021. Vol. 6. Issue 3. Pp. 30–42. DOI: 10.21791/IJEMS.2021.3.3

20. Bhuayan P.K., Nayak M.S. A review on level of service analysis of urban streets // *Transport Reviews*. 2013. Vol. 33. Issue 2. Pp. 219–238. DOI: 10.1080/01441647.2013.779617

21. Chen K.C., Larry S.T. Determination of Level of Service (LOS) on different roads in kuching area (a case study) // *Journal of Civil Engineering, Science and Technology*. 2009. Vol. 1. Issue 1. Pp. 1–6. DOI: 10.33736/jcest.61.2009

22. Eads B.S., Roupail N.M., May A.D., Hall F. Freeway facility methodology in highway capacity manual 2000 // *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. 2000. Vol. 1710. Issue 1. Pp. 171–180. DOI: 10.3141/1710-20

Поступила в редакцию 5 декабря 2023 г.

Принята в доработанном виде 5 декабря 2023 г.

Одобрена для публикации 22 декабря 2023 г.

ОБ АВТОРАХ: **Нина Васильевна Данилина** — доктор технических наук, профессор кафедры градостроительства; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; РИНЦ ID: 686739, ResearcherID: AAE-7301-2020, ORCID: 0000-0002-9465-6435; nina_danilina@mail.ru;

Лина Алибрахим — аспирант кафедры градостроительства; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; ResearcherID: AAK-2569-2021, ORCID: 0000-0002-3332-9190; linaalibrahim26@gmail.com.

Вклад авторов:

Данилина Н.В. — научное руководство, концептуализация, курирование данных и подготовка первоначального проекта.

Алибрахим Л. — методология, формальный анализ, подготовка первоначального проекта, визуализация.

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

REFERENCES

1. Gargiulo C., Sgambati S. Active mobility in historical centers: towards an accessible and competitive city. *Transportation Research Procedia*. 2022; 60:552-559. DOI: 10.1016/j.trpro.2021.12.071

2. Blanco I., Bonet J., Walliser A. Urban governance and regeneration policies in historic city centres: Madrid and Barcelona. *Urban Research & Practice*. 2011; 4(3):326-343. DOI: 10.1080/17535069.2011.616749

3. Carrión M.F. *The historical centre as an object of desire*. 2005.

4. Salmo A., Scherbina E.V., Alibrahim L.Y. Architectural and urban identity of Homs city. *Vestnik MGSU* [Monthly Journal on Construction and Architecture]. 2021; 16(10):1285-1296. DOI:10.22227/1997-0935.2021.10.1285-1296. EDN IGNNEQ. (rus.).

5. Danilina N.V., Teplova I.D. “Sustainable” street — formation public spaces on city streets. *Ecology of Urbanized Territories*. 2018; 4:74-80. DOI: 10.24411/1816-1863-2018-14074. EDN YYFSYP. (rus.).

6. Rogers P.P., Jalal K.F., Boyd J.A. *An Introduction to Sustainable Development*. London, Routledge, 2007; 301-305 DOI: 10.4324/9781849770477

7. Nasser N. Planning for urban heritage places: Reconciling conservation, tourism, and sustainable development. *Journal of Planning Literature*. 2003; 17(4):467-479. DOI: 10.1177/0885412203017004001

8. Shcherbina E., Danilina N. Town planning aspects of designing sustainable urban environment. *Proceedings of Irkutsk State Technical University*. 2014; 11(94):183-186. EDN TALHUH. (rus.).

9. Ibrahim S. Mapping spatial social aspects of urban recovery in contested cities: A case of the historic commercial center of the ancient city of Aleppo. *Proceedings HERITAGE 2022 — International Conference on Vernacular Heritage: Culture, People and Sustainability*. 2022. DOI: 10.4995/HERITAGE 2022.2022.15764

10. Tafia M.A. Tourism development in Aleppo after the war. *Innovations. Science. Education*. 2021; 32:755-772. EDN FNOKZI. (rus.).

11. Swaid B. Destiny of urban heritage in transformation of Syrian cities (Case Study Aleppo City). *The First International Conference for Urban Heritage in the Islamic Countries (UHC)*. 2010.

12. Kousa C., Pottgiesser U. Development plan strategies of old Aleppo City and sustainable development goals between theory and practice. *LDE Heritage Conference on Heritage and the Sustainable Development Goals*. 2021; 10:437-447.

13. Chibli M. *The Local Agenda 21 for Old Aleppo: Towards a sustainable urban settlement. Sustainable Building*. Rotterdam, In-house Publishing, 2002; 6:2041-2047.

14. Vincent L., Sergie L. An urban history of Aleppo. *Aleppo: Rehabilitation of the Old City*. 2005; 10:552-562.
15. Fangi G. Documentation of some cultural heritage emergencies in Syria in August 2010 by spherical photogrammetry. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. 2015; II-5/W3:401-408. DOI: 10.5194/isprsannals-II-5-W3-401-2015
16. Kousa C., Pottgiesser U., Lubelli B. Post-syrian war residential heritage transformations in the old city of Aleppo: Socio-Cultural Sustainability Aspects. *Sustainability*. 2021; 13(21):12213. DOI: 10.3390/su132112213
17. Kotsoni A., Dimelli D. Urban regeneration of the historic center of Aleppo in Syria. *The 7th International Conference on Architecture and Built Environment*. 2020; 15:227-212.
18. Salkini H., Swaid B., Greco L., Lucente R. Developing a multi-scale approach for rehabilitating the traditional residential buildings within the old city of Aleppo (Syria). *Le Vie dei Mercanti*. 2016; 11:443-432.
19. Shaheen S. Urban transportation problems and issues in Homs-Syria: Analytical study of the current condition and proposing future solutions. *International Journal of Engineering and Management Sciences*. 2021; 6(3):30-42. DOI: 10.21791/IJEMS.2021.3.3
20. Bhuyan P.K., Nayak M.S. A review on level of service analysis of urban streets. *Transport Reviews*. 2013; 33(2):219-238. DOI: 10.1080/01441647.2013.779617
21. Chen K.C., Larry S.T. Determination of Level of Service (LOS) on different roads in kuching area (a case study). *Journal of Civil Engineering, Science and Technology*. 2009; 1(1):1-6. DOI: 10.33736/jcest.61.2009
22. Eads B.S., Roupail N.M., May A.D., Hall F. Freeway facility methodology in highway capacity manual 2000. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. 2000; 1710(1):171-180. DOI: 10.3141/1710-20

Received December 5, 2023.

Adopted in revised form on December 5, 2023.

Approved for publication on December 22, 2023.

B I O N O T E S: **Nina V. Danilina** — Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Urban Planning; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ID RSCI: 686739, ResearcherID: AAE-7301-2020, ORCID: 0000-0002-9465-6435; nina_danilina@mail.ru;

Lina Alibrahim — postgraduate student of the Department of Urban Planning; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ResearcherID: AAK-2569-2021, ORCID: 0000-0002-3332-9190; linaalibrahim26@gmail.com.

Contribution of the authors:

Nina V. Danilina — scientific guidance, conceptualization, curation of data and preparation of the initial draft.

Lina Alibrahim — methodology, formal analysis, initial draft preparation, visualization.

The authors declare no conflicts of interest.