

КОМФОРТНОСТЬ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ: ОБЗОР МЕТОДОВ И ПОДХОДОВ

В.В. Бойко¹, О.Е. Архипова^{1,2}, А.А. Базелюк¹

¹ Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону

² Федеральный исследовательский центр Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону
victoria_boyko@mail.ru, arhipova@ssc-ras.ru, bznk@mail.ru

Аннотация. Низкое качество городской среды в большинстве населенных пунктов страны является одной из серьезных проблем территориального управления поселениями различного уровня. Это обусловлено рядом объективных и субъективных причин, связанных с ограниченностью средств, выделяемых на благоустройство, низким социальным уровнем активности жителей, а также нерациональным отношением к существующим объектам благоустройства. Создание благоприятных условий для жизни в условиях городской среды – это и эффективное функционирование систем жизнеобеспечения города, и решение социально-экономических задач общества, а также обеспечение населения комфортным жильем, в том числе комфортной средой обитания.

В статье представлен обзор существующих нормативных правовых документов, регулирующих определение уровня комфортности городской среды, а также методы проведения оценки уровня комфортности проживания на городской территории с учетом существующей социальной инфраструктуры. Приведенные в работе методы исследования были опробованы для г. Ростова-на-Дону, который является столицей Донского региона.

Ключевые слова: комфортность, городская среда, социальная инфраструктура, пространственная инфраструктура, балльная оценка, кластерный анализ, картографический метод, буферные зоны.

Введение. Проблема организации комфортной городской среды является одной из важнейших проблем территориального управления поселениями различного уровня.

Город – это совокупность организаций и учреждений, обеспечивающих условия жизнедеятельности человека в обществе; совокупность таких отраслей, как наука, образование, здравоохранение, торговля, общественное питание, бытовое обслуживание, жилищно-коммунальное хозяйство, транспорт, связь и др. [1].

В современном обществе с постоянным ростом требований к условиям проживания всё большее значение придается комфорту жизни. Люди хотят, чтобы в шаговой доступности была развитая социальная инфраструктура: продовольственные магазины формата «у дома», учреждения здравоохранения, школы, детские сады, а также развлекательные и культурно-досуговые центры [2]. Кроме того, важным фактором является наличие развитой транспортной инфраструктуры, позволяющей быстро и удобно перемещаться по городу. Именно состояние социальной инфраструктуры во многом определяет качество жизни населения, а также является ключевым критерием оценки

уровня развития регионов, муниципальных образований и населенных пунктов.

В то же время низкое качество городской среды в большинстве населенных пунктов страны обусловлено рядом объективных и субъективных причин, связанных с ограниченностью средств, выделяемых на благоустройство, низким социальным уровнем активности жителей, не желающих участвовать в жизни своего населенного пункта, а также нерациональным отношением к существующим объектам благоустройства [3].

С 2017 г. в Российской Федерации реализуется государственный проект по формированию комфортной городской среды, целью которого является обеспечение комплексного развития современной городской инфраструктуры на основе единых подходов, а также создание условий для системного повышения качества и комфорта городской среды на всей территории страны путем реализации мероприятий по благоустройству [4].

Использование этого подхода, а также подходов, описанных в работах В.С. Тикунова, С.К. Белоусова [5], Т.А. Долгачевой, В.В. Аникина [6], Л.О. Беляевой, К.И. Стрелец [7], М.Е. Скачковой, К.М. Копалиной [8] и других авторов, позволяет

определить зоны комфортного проживания, с учетом различных факторов, в том числе и природных, которые бы учитывали интересы разных категорий граждан, проживающих на урбанизированной территории.

При проведении исследований приходится оперировать большими объемами информации, обработка которых невозможна без применения современных компьютерных технологий. Это обусловлено также непрерывно расширяющимися возможностями техники, развитием технологий поиска, сбора, анализа и визуализации информации. Таким образом, использование информационных технологий – это не только простой способ быстрой обработки данных, но и возможность хранить большие объемы структурированной информации.

Определение уровня комфортности городской среды. Основные понятия и термины. Городской средой в градостроительстве принято называть совокупность градостроительных объектов и объектов городских инфраструктур, образующих архитектурно-планировочную структуру города. Искусственная городская среда создается градостроительными средствами. Но вместе с тем она представляет собой совокупность антропогенных, экономических, экологических и социальных условий проживания населения на урбанизированной территории, элементы которой оказывают существенное влияние на расположение городской застройки, экологию, социально-экономические условия, уровень развития социальной инфраструктуры (рис. 1) [10].

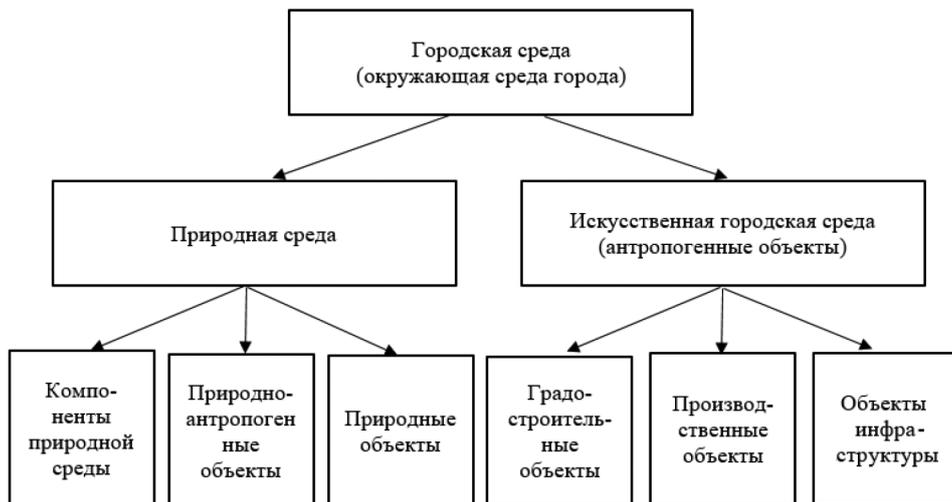


Рис. 1. Структура городской среды

Устойчивое развитие городских территорий предполагает развитие территорий и поселений, что при осуществлении градостроительной деятельности будет создавать благоприятные условия проживания населения, позволяющие снизить негативное воздействие хозяйственной деятельности на окружающую природную среду и ее рациональное использование [11].

Создание же благоприятных условий жилой среды включает в себя эффективное функционирование систем жизнеобеспечения города, решение социально-экономических задач общества и в первую очередь обеспечение населения комфортным жильем, а также комфортной средой обитания.

Комфортность городской среды во многом обуславливает состояние здоровья и продолжительность жизни человека, его психологическое состояние, культурное и личностное развитие. Поэтому важно учитывать и продумывать комфортные условия как в целом в масштабах большого города, так и в отдельных городских районах [12].

В работе Т.А. Долгачевой [13] определены следующие факторы комфортности проживания населения в городе (рис. 2):

- природный потенциал территории;
- экологическая ситуация и безопасность среды;
- уровень благоустройства;
- социальный потенциал территории.

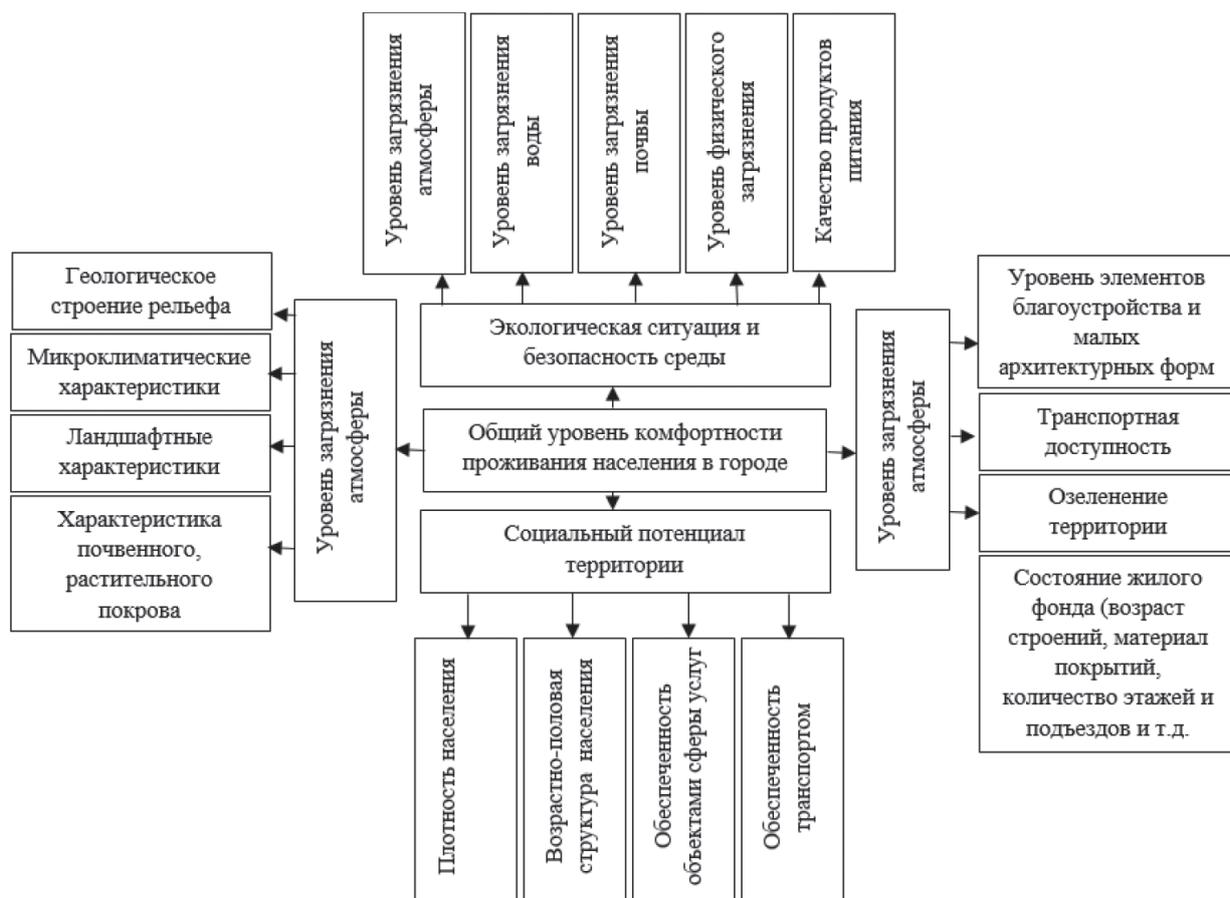


Рис. 2. Факторы комфортности проживания населения на урбанизированной территории

Одним из механизмов создания комфортной городской среды является реализация мероприятий федерального проекта «Формирование комфортной городской среды» национального проекта «Жилье и городская среда». Он в свою очередь является продолжением приоритетного проекта «Формирование комфортной городской среды», реализовывавшегося в 2017–2018 гг. Основной целью данного проекта является выявление конкурентных преимуществ городов и ограничений, препятствующих их развитию, актуальных проблем, перспективных направлений развития городов, и предназначен для определения уровня качества городской среды городов путем расчета и присвоения им индекса качества городской среды (далее – индекс городов), а также для определения уровня качества городской среды городов, расположенных на территории субъекта Российской Федерации, путем расчета интегрированного индекса. Данный индекс основан на индексах городов, находящихся на территории соответ-

ствующего субъекта Российской Федерации (далее – индекс субъекта РФ), и индекса качества городской среды по Российской Федерации путем расчета интегрированного индекса, основанного на индексах городов Российской Федерации. Об этом говорится в методических рекомендациях, разработанных Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (далее – методика расчета интегрированного индекса) [14].

В методике формирования индекса качества городской среды (индекса города), утвержденной распоряжением Правительства РФ от 23.03.2019 № 510-р «Об утверждении методики формирования индекса качества городской среды» в рамках реализации национального проекта «Жилье и городская среда», речь идет именно об уровне качества городской среды. Однако надо отметить, что Министерством регионального развития РФ, «Российским союзом инженеров» и Госстроем РФ введено понятие качества городской среды прожи-

вания (обитания). Под этим понятием понимается способность городской среды удовлетворять объективные потребности и запросы жителей города в соответствии с общепринятыми в данный момент нормами и стандартами жизнедеятельности. Однако данное определение не закреплено в нормативных правовых документах. Рассматривая значение термина «качество» как совокупность минимально допустимых требований к объекту, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением, можно сделать вывод, что это то, что делает объект таким, какой он есть. Это определение приводит к путанице в понимании терминов *качество городской среды* и *комфортная городская среда*. Между тем *комфортная городская среда* может быть истолкована как «определенное состояние городской среды, соответствующее санитарным и гигиеническим нормам и удовлетворяющее всем потребностям граждан».

В качестве индикаторов для расчета индекса качества городской среды определен 31 показатель, в том числе:

1) *доля площади многоквартирных домов, призванных аварийными, в общей площади многоквартирных домов* (является одним из главных показателей комфортности проживания в многоквартирных домах городов);

2) *доля площади жилых помещений, оборудованных одновременно водопроводом, водоотведением (канализацией), отоплением, горячим водоснабжением, газом или напольными электрическими плитами, в общей площади жилых помещений* (характеризует благоустройство жилищного фонда города исходя из уровня обеспеченности жилых помещений всеми видами коммунальных услуг);

3) *доля твердых коммунальных отходов, направленных на обработку в общем объеме образованных и вывезенных твердых коммунальных отходов* (индикатор характеризует уровень снижения негативного воздействия на окружающую среду);

4) *разнообразие жилой застройки* (характеризует степень монотонности городской застройки, что стимулирует городские власти к соблюдению градостроительных регламентов в городе и повышению разнообразия проектов жилой застройки);

5) *разнообразие услуг в жилой зоне* (индикатор характеризует разнообразие жилой зоны, исходя из наличия в ней объектов инфраструктуры

с функциями назначения, отличными от жилой зоны (объекты общественно-деловой и социально-досуговой инфраструктуры), при этом чем больше та площадь жилой зоны, которая признается разнообразной, тем меньше в ней исключительно спальных монотонных районов);

6) *доля многоквартирных домов, расположенных на земельных участках, в отношении которых осуществлен государственный кадастровый учет, в общем количестве многоквартирных домов* (характеризует упорядоченность правоотношений в сфере кадастрового учета земельных участков в городе);

7) *доля общей протяженности улиц, обеспеченных ливневой канализацией (подземными водостоками) в общей протяженности улиц, проездов, набережных* (характеризует качество улично-дорожной сети, ее удобство для транспорта и пешеходов);

8) *доля погибших в дорожно-транспортных происшествиях* (характеризует безопасность улично-дорожной сети города, в том числе для пешеходов);

9) *загруженность дорог* (характеризует наличие транспортных проблем при передвижении в городе и свидетельствует о наличии постоянных источников выбросов вредных веществ в атмосферу и общего загрязнения города);

10) *количество улиц с развитой сферой услуг* (характеризует уровень разнообразия и идентичности улиц города, поскольку улицы с развитой сферой услуг повышают пешеходный поток, способствуют развитию районов).

11) *уровень озеленения* (характеризует озеленение города с точки зрения выполнения санитарно-гигиенических и ландшафтных функций);

12) *состояние зеленых насаждений* (характеризует биопродуктивность зеленых насаждений как прямое следствие всего состояния природной среды, непосредственно связанной с состоянием атмосферы, уровнем загрязнения почв и поверхностных вод в городе, индикатор рассчитывается на основе дешифрирования космических снимков и вычисления вегетационного индекса);

13) *обеспеченность спортивной инфраструктурой* (характеризует наличие в городской инфраструктуре специально оборудованных мест, приспособленных для физической активности на открытом воздухе, с целью решения проблемы малоподвижного образа жизни городского населения);

14) *концентрация объектов культурного наследия* (характеризует наделение здания подобным статусом, который влечет за собой наложение на него особых условий использования, препятствующих его реконструкции и разрушению, предусмотренных законодательством Российской Федерации об охране памятников истории и культуры, что способствует поддержанию уникальности облика города и сохранению его истории);

15) *доступность остановок общественного транспорта* (характеризует комфорт общественного пространства. Развитый общественный транспорт является необходимым элементом современного города, позволяет жителям отказаться от личных автомобилей и при этом комфортно и быстро перемещаться по городу) и др.

Предварительно все индикаторы оцениваются по шкале от 1 до 10 баллов, где 1 шаг соответствует 1 баллу (1 балл – минимальное значение, 10 баллов – максимальное значение). А для некоторых индексов наоборот (доля многоквартирных домов, признанных аварийными, доля погибших в ДТП, загруженность дорог, количество ДТП) 1 балл означает максимальное значение, 10 баллов – минимальное значение.

В итоге индекс города представляет собой комплексную оценку состояния городской среды, полученную в результате суммирования количественных и поддающихся измерению индикаторов, характеризующих уровень комфорта проживания в соответствующем городе. Анализ данного индекса позволяет получить наиболее полное представление обо всех наиболее значимых составляющих городской среды [15].

Однако надо отметить, что применение данной методики на практике не позволяет получить полностью объективный результат. Это связано с тем, что зачастую статистические сведения о состоянии отдельной территории предоставляются самими администрациями городских округов, а для расчета отдельных показателей (доступность остановок общественного транспорта, обеспеченность спортивной инфраструктурой, уровень развития общественного-деловых районов и другие) используются открытые источники, такие как Яндекс.Карта, 2ГИС, OpenStreetMap, а также иностранные картографические сервисы Google Maps, Bing, Wikimapia, YahooMaps, где наличие тех или иных объектов социальной инфраструктуры на

карте зависит от качества работы технических специалистов этих сервисов, отвечающих за нанесение и актуализацию данных.

С другой стороны, расчет единого интегрального показателя качества городской среды осуществляется для территории всего города в целом, что создает определенные трудности в понимании того, насколько комфортным для проживания является тот или иной район города или отдельно взятый микрорайон. А эти данные особенно важны для человека, который собирается приобрести недвижимость.

Данный подход оценки качества городской среды с применением геоинформационных систем был рассмотрен в статье Д.А. Липилина, Д.Д. Евтушенко [16]. Авторами в работе были отобраны несколько из 31 индикатора качества городской среды, предложенных в методике расчета интегрированного индекса. На основе данных, полученных в ходе проведенного анализа, авторами была разработана и адаптирована методика расчета индекса качества городской среды и создания картосхем индикаторов, а также шкала оценки полученного индекса. Были выполнены сбор исходных данных, рассчитаны индикаторы и индекс качества городской среды, созданы картосхемы некоторых индикаторов и картосхема шумового загрязнения исследуемой городской территории.

Полученная оценка индикаторов, рассчитанных по разработанной авторами методике, оказалась на низком уровне, за счет чего общий балл индекса качества городской среды составил больше половины от максимального значения, что соответствует благоприятному уровню городской среды [16].

Надо заметить, что в современном мире одна из важнейших компонент среды обитания человека, способствующая развитию общества, – социальная инфраструктура, поэтому наиболее объективным было бы оценивать расположение объектов социальной инфраструктуры, их доступность для жителей города, а также удаленность от жилой застройки.

Для расчета показателей, которые бы показывали, насколько комфортно проживание на той или иной территории, можно использовать предельные значения расчетных показателей минимально допустимого уровня обеспеченности и максимально допустимого уровня террито-

риальной доступности для социально значимых объектов. В Ростовской области такие показатели утверждены постановлением министерства строительства, архитектуры и территориального развития Ростовской области от 29.12.2023 № 29 «Об утверждении Нормативов градостроительного проектирования Ростовской области» [17]. Для каждого города эти показатели утверждаются индивидуально. Так, для г. Ростова-на-Дону такие показатели утверждены решением Думы г. Ростова-на-Дону от 29.06.2023 № 516 «Об утверждении Нормативов градостроительного проектирования городского округа «Город Ростов-на-Дону» [18].

Основные методы пространственного исследования. Информация о реальных объектах города и происходящих событиях всегда имеет пространственную составляющую. Например, это могут быть здания, сооружения, земельные участки, природные ресурсы, транспортные магистрали и инженерные коммуникации. Основную часть такой информации составляют геоданные, которые связаны с распределением объектов, явлений и процессов в пространстве [19].

Для обработки геоданных широко применяется пространственный анализ. **Пространственный анализ** представляет собой совокупность методов, технологий и инструментов, которые позволяют изучать пространственные объекты, явления и процессы. Он используется для анализа географических данных и позволяет решать задачи, связанные с прогнозированием развития событий, определением оптимальных местоположений объектов, оценкой влияния факторов окружающей среды на людей и многое другое.

Пространственный анализ может использоваться в различных областях, в том числе для исследования социальной инфраструктуры городов и регионов. С помощью данного анализа можно определить, насколько доступны социальные объекты для населения в разных районах города и как это распределение влияет на качество жизни жителей. Также можно изучить взаимосвязь между расположением социальной инфраструктуры и другими пространственными явлениями, например экологическими проблемами или транспортной инфраструктурой.

Кроме того, пространственный анализ может использоваться для прогнозирования и моделирования различных сценариев развития городов

и регионов, а также принятия решений в городском планировании и управлении городскими ресурсами [20].

Для эффективного применения методов пространственного анализа при проведении оценки комфортности проживания населения на урбанизированной территории рассмотрим более подробно некоторые из них.

Для изучения и оценки различных пространственных явлений и процессов в ГИС используются методы системного анализа. Они предполагают анализ системы как целого, включая все ее компоненты и их взаимодействие, а также оценку последствий влияния одного из компонентов на всю систему в целом.

Применение *методов системного анализа и математического моделирования* позволяет анализировать пространственные данные, создавать математические модели, которые могут использоваться для прогнозирования будущих изменений и оценки воздействия различных факторов на систему, а также проводить сценарный анализ. Кроме того, системный анализ помогает выявлять проблемы в системе и определять наиболее эффективные способы их решения [21].

Данный метод помогает в принятии решений в различных областях, в том числе и при исследовании социальной инфраструктуры городской среды. С его помощью можно определить оптимальные места расположения объектов социальной инфраструктуры с учетом географических и демографических условий. Это позволит обеспечить наилучшее покрытие потребностей населения и максимально использовать имеющиеся ресурсы.

Таким образом, метод системного анализа и математического моделирования является важным подходом при исследовании социальной инфраструктуры, позволяющий определить ее состояние и оптимальные пути развития.

Состояние различных составляющих комфортности проживания населения трудно оценить в едином показателе из-за сложных интегрированных данных. Одним из способов преодоления этой проблемы является *метод балльной оценки*.

Метод балльной оценки подразумевает представление набора исходных оценочных показателей в виде интервальных (дискретных) балльных оценок и последующего их суммирования по каждому району (метод интервальной балльной

оценки). Это наиболее доступный для восприятия метод, однако он требует экспертно устанавливаемой жесткой взаимосвязки конкретных интервалов вариации различий каждого из базовых индикаторов с фиксированным значением балльной оценки. Метод балльной оценки реализован в официальной методике Минэкономразвития России.

Балл – это порядковый номер группы ранжированных однородных явлений. Шкала баллов – это разбиение ряда непрерывно усиливающихся или ослабляющихся явлений на несколько групп.

Данная система баллов дает возможность произвести соотношения уровней развития различных социальных компонент и оценить это в едином показателе. К ее наиболее существенным недостаткам можно отнести:

- усредненность интегрального показателя – недостаточное развитие каких-либо отдельных компонент может компенсироваться высокими показателями уровня развития других;

- при балльной оценке виды комфортности должны считаться равными по значимости для населения или их значение должно быть дифференцировано путем введения коэффициентов – «весов»;

- суммарный показатель интегрального уровня комфортности в баллах зависит от числа учтенных объектов социальной инфраструктуры.

Вместе с тем, данный метод включает в систему оценок любые показатели, прост в вычислениях и дает возможность сравнить отдельные части территории ко всему комплексу [22].

Для выявления групп пространственных объектов со схожими характеристиками в пространственном анализе используется *метод кластеризации*.

Данный метод подразумевает, что каждый объект представляется в виде вектора или набора значений характеристик (переменных). Затем алгоритм кластеризации вычисляет сходство между всеми парами объектов и группирует их на основе этого сходства.

В результате получается набор характеристик, где каждый кластер содержит объекты со схожими чертами [23].

Существует **иерархический и неиерархический типы кластерного анализа**. В иерархическом кластерном анализе объекты объединяются последовательно в крупные кластеры до тех пор,

пока не будет получен единственный кластер, в котором будут содержаться все объекты. Неиерархический кластерный анализ, в свою очередь, определяет некоторое количество кластеров заранее и группирует объекты на основе их сходства до тех пор, пока не будет достигнуто заданное число кластеров [24].

Метод кластерного анализа применяется в различных сферах деятельности, в том числе при изучении городской инфраструктуры, например, для выявления пространственных закономерностей в распределении объектов, таких как плотность населения, распределение социальных учреждений, густота лесного покрова и т.д.

Данный метод имеет значительное преимущество в условиях использования больших массивов данных, т.к. позволяет сэкономить время расчета и сжимать информацию при анализе.

Для визуального представления данных на карте применяется **картографический метод**. Данный процесс дает возможность работать с информацией в области символики карт. Визуализация позволяет при помощи размеров и цветов символов показать закономерности по каждому атрибуту на одной карте.

Картографический метод исследования включает в себя различные методы и техники создания карт и графиков для анализа пространственных данных и визуализации результатов исследования. Ниже приведены некоторые из них:

1. *Карты тепловых пятен*. Этот метод используется для отображения плотности распределения объектов с помощью цветовой градации, где более теплые цвета обозначают более высокую плотность, а более холодные цвета – низкую плотность.

2. *Карты изолиний*. Этот метод используется для отображения линий, соединяющих точки с одинаковым значением определенной характеристики. Часто используется для анализа распределения высот на географической карте.

3. *Картограммы*. Применяются для отображения статистических данных в виде диаграмм на географической карте. Часто используется для анализа социальных и экономических показателей по районам.

4. *Карты потоков*. Этот метод используется для отображения направления и интенсивности потоков каких-либо объектов или явлений, таких как поток транспорта или миграции населения.

Рассмотрим один из подходов к анализу исследования социальной инфраструктуры – *метод построения картограмм*.

Картограмма – это графическое представление данных на карте, отдельные территории которой в зависимости от величины изображаемого показателя обозначаются с помощью графических символов (штриховки, расцветки, точек). В исследовании социальной инфраструктуры данный метод позволяет визуально отобразить распределение социальных объектов на территории города или региона.

Для построения картограмм используются различные цветовые шкалы, символы и легенды. Цветовая шкала может отражать количество объектов в районе, среднее расстояние до ближайшего объекта, уровень доступности объектов и другие характеристики [25].

Одним из преимуществ картографического метода является то, что он позволяет быстро и наглядно оценить распределение социальной инфраструктуры на конкретной территории, что может быть полезно при планировании и улучшении инфраструктуры.

Средства анализа пространственно-атрибутивной информации являются неотъемлемой функциональной составляющей любой современной ГИС. Функции обработки атрибутивных данных в ГИС (сортировка, группировка, поиск значений, вычисления, статистика) аналогичны функциям, используемым в обычной системе управления базами данных (СУБД). Особенностью ГИС являются развитые возможности анализа пространственного положения объектов.

Метод анализа пространственно-атрибутивной информации используется для изучения связей между пространственными объектами и атрибутами, связанными с ними. Он позволяет выявлять структуры и закономерности в пространственном распределении данных, а также анализировать их взаимодействие с другими факторами.

Инструменты анализа на основе векторных данных относятся к числу наиболее часто используемых средств геообработки. Технологии пространственного анализа данных в ГИС включают 4 типа базовых операций:

- объединение смежных объектов, относящихся к одному классу;
- вырезание подмножества объектов для создания нового слоя;

- анализ близости объектов, включая построение буферных зон;

- наложение слоев (оверлей).

Для полигональных или линейных объектов с одинаковыми значениями атрибутов применяется процедура объединения смежных объектов, принадлежащих к одному классу. Такие слияния позволяют исключить лишние записи в таблице атрибутов и соответственно сократить количество объектов.

Извлечение данных из одного слоя на основе другого слоя является одной из наиболее простых и наиболее часто используемых задач пространственного анализа, которая осуществляется при помощи выборки или вырезания объектов. Для линейных и полигональных объектов пространственная выборка имеет ограниченное применение. Данный инструмент дает возможность получить один класс объектов на выходе [26].

Метод построения буферных зон в геоинформационных системах используется для определения зон, находящихся в заданном расстоянии от выбранных объектов или линий. В контексте исследования социальной инфраструктуры этот метод может быть использован для определения зон, где находятся социальные объекты, такие как школы, магазины, медицинские учреждения и т.д., в заданном расстоянии от места проживания. Для построения буферных зон в ГИС используется соответствующий инструмент, который позволяет задать радиус или расстояние, на котором нужно построить зоны, а также выбрать тип зоны, например, круговую, эллиптическую или полигональную.

После построения зон можно произвести их анализ, например определить количество социальных объектов, находящихся в каждой зоне, а также определить расстояние от каждой зоны до места проживания. Это позволяет оценить доступность социальных объектов для жителей в определенных районах и выявить потенциальные проблемы, связанные с доступностью социальных услуг в некоторых зонах.

Существуют различные вариации буферов:

- буферное расстояние;
- множественные буферные зоны, т.е. объект может иметь более одной буферной зоны;
- буферы с размытыми или четкими границами (часто объекты, вокруг которых строятся буферы, находятся друг от друга на меньшем расстоянии, чем радиус буфера, поэтому происходит перекрытие буферных зон);

– построение внутренних и внешних буферов (буферные зоны вокруг полигональных объектов обычно строятся вокруг полигона, но также возможно построение буферов и во внутрь [27].

Таким образом, метод построения буферных зон является важным инструментом для проведения анализа комфортности проживания и позволяет принимать обоснованные решения по улучшению доступности социальной инфраструктуры в городах и других населенных пунктах.

Базовыми операциями в пространственном анализе данных считаются *оверлейные операции*. Оверлей – это наложение друг на друга двух или более слоев, в результате чего образуется графическая композиция исходных слоев (графический оверлей) или один слой, содержащий композицию пространственных объектов исходных слоев, топологию этой композиции и атрибуты, арифметически или логически производные от значений атрибутов исходных.

В одной системе координат, в одной проекции и масштабе представляются исходные данные, а результат зависит от перекрытия слоев, топологических свойств и типа объектов.

К оверлейным относятся операции:

- определение принадлежности точки полигону;
- определение принадлежности линии полигону;
- определение принадлежности полигона полигону;
- наложение двух полигональных слоев.

Пространственное наложение полигонов – это процесс, который позволяет определить взаимосвязи между двумя полигональными объекта-

ми, которые занимают всю или часть одной и той же области. Выходной векторный слой представляет собой комбинацию информации о входных объектах.

Типичными примерами пространственного наложения полигонов являются:

- *пересечение*: выходной слой содержит все области, где оба слоя перекрываются (пересекаются);
- *объединение*: выходной слой содержит все области двух входных слоев вместе взятых;
- *симметричная разность*: выходной слой содержит все области входных слоев, за исключением тех областей, где два слоя перекрываются (пересекаются);
- *разность*: выходной слой содержит все области первого входного слоя, которые не перекрываются (пересекаются) со вторым входным слоем [28].

Неуклонный рост городов и, как следствие, прирост населения порождает ряд проблем: недостаточное количество объектов социальной инфраструктуры (школ, детских садов, поликлиник и т.д.), несовершенство транспортной инфраструктуры, недостаточное озеленение городской территории и др. Создание комфортной среды обитания для жителей мегаполисов является одной из важнейших и наиболее приоритетных задач развития общества.

Рассмотренные методы пространственного анализа дают возможность найти ответы на поставленные вопросы при применении сложных комбинаций пространственных операций.

Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН № госрегистрации проекта 122013100131-9.

Список литературы

1. Билалова Л.М., Гареева З.К., Иванова О.М., Черникова Т.А. Современные теории социального благополучия: учебное пособие. М.: Академия естествознания, 2017. 128 с. URL: <https://monographies.ru/ru/book/section?id=10908> (дата обращения: 05.04.2024).
2. Бойко В.В., Жеведь А.С. Применение методов пространственного анализа при проведении социально-экономической оценки региона // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Геоинформационные технологии и космический мониторинг. № 4. Ростов н/Д.: 2019. С. 18–24. URL: <https://1d53fea7-6975-47ea-bc17-3c6915dde654.filesusr.com/> (дата обращения: 05.04.2024).
3. Петрина О.А., Стадолин М.Е. Комфортная городская среда: тенденции и проблемы организации // Вестник университета. 2018. № 6. С. 34–38.
4. Федеральный проект «Формирование комфортной городской среды» (ФКГС). URL: <https://pdminstroy.ru/federalniy-proekt-fkgs> (дата обращения: 26.05.2024).
5. Тикунов В.С., Белоусов С.К. Интегральная оценка и картографирование антропогенного воздействия на природную среду регионов России // Наука. Инновации. Технологий. 2021. № 1. С. 89–106. URL: <https://dspace.ncfu.ru/handle/20.500.12258/18280> (дата обращения: 24.05.2024).
6. Долгачева Т.А., Аникин В.В. Анализ природных показателей комфортности городской среды (на примере города Саранска) // Природные опасности: связь науки и практики: материалы II Международ. науч.-практ. конф. (г. Саранск, 23–25 апреля 2015 г.). Саранск, 2015. С. 134–137.
7. Беляева Л.О., Стрелец К.И. Оценка комфортности городской среды // Русский журнал строительных наук и техно-

логий. 2023. С. 33–47. URL: <https://elar.urfu.ru/handle/10995/126093> (дата обращения: 30.05.2024).

8. Скачкова М.Е., Копалина К.М. Оценка уровня комфортности объектов озеленения урбанизированных территорий // Вестник СГУГиТ. Т. 25. № 2. С. 244–258.

9. Официальный портал городской Дума и Администрации города Ростова-на-Дону. URL: <https://rostov-gorod.ru/ourcity/aboutrostov/aboutcity/> (дата обращения: 30.05.2024).

10. Хомич В.А. Экология городской среды: Учеб. пособие для вузов. Омск: Изд-во СибАДИ, 2002. 267 с. URL: <https://kpfu.ru/portal/docs/F1999494303/EKOLOGIYa.gordskoj.sredy.dr.pdf> (дата обращения: 26.05.2024).

11. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (дата обращения: 31.05.2024).

12. Басыйров А.М. Экология города: учебно-методическое руководство. Казань: КФУ, 2013. 96 с. URL: https://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/21318/74_126_A5-000351.pdf (дата обращения: 26.05.2024).

13. Долгачева Т.А. Оценка комфортности проживания населения в городе (на примере г. Саранска): автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Калуга, 2006. 22 с.

14. Приказ Минстроя России от 18.03.2019 № 162/пр «Об утверждении методических рекомендаций по подготовке государственных программ субъектов Российской Федерации и муниципальных программ формирования современной городской среды в рамках реализации федерального проекта «Формирование комфортной городской среды». URL: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/232734/> (дата обращения: 31.05.2024).

15. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.03.2019 № 510-р «Об утверждении Методики формирования индекса качества городской среды». URL: <https://docs.cntd.ru/document/553937399> (дата обращения: 31.05.2024).

16. Липилин Д.А., Евтушенко Д.Д. Оценка качества городской среды с применением геоинформационных систем на примере Московского микрорайона города Краснодара // Региональные геосистемы. 2022. Т. 46. № 2. С. 223–240.

17. Постановление министерства строительства, архитектуры и территориального развития Ростовской области от 29.12.2023 № 29 «Об утверждении Нормативов градостроительного проектирования Ростовской области». URL: <https://pravo.donland.ru/doc/view/id/Поста->

новление_29_10012024_38746/page/1/ (дата обращения: 31.05.2024).

18. Решение Ростовской-на-Дону городской Думы от 29.06.2023 № 516 «Об утверждении Нормативов градостроительного проектирования городского округа «Город Ростов-на-Дону». URL: <https://rostov-gorod.ru/documents/regulations/171661/> (дата обращения: 31.05.2024).

19. Кузнецова В.П. Геоинформационное картографирование: практикум в MapInfo Professional: учебно-методическое пособие. Нижневартовск: Изд-во НВГУ, 2022. 165 с.

20. Грекусис Дж. Методы и практика пространственного анализа. Описание, исследование и объяснение с использованием ГИС / пер. с англ. А.Н. Киселева. М.: ДМК Пресс, 2021. 500 с.

21. Боргоякова Т.Г., Лозицкая Е.В. Системный анализ и математическое моделирование // Инженерный вестник Дона. 2018. № 1(48). С. 40.

22. Эффективность управления социально-экономическим развитием административно-территориальных образований: монография / под ред. д-ра экон. наук, проф. В.И. Терехина. М.: ИНФРА-М, 2018, 315 с. (Научная мысль).

23. Брагина З.В., Киселев И.К. Развитие регионов: диагностика региональных различий: монография. М.: ИНФРА-М, 2018. 152 с. (Научная мысль).

24. Долгодворова Е.В. Кластерный анализ: базовые концепции и алгоритмы // Вопросы науки и образования: [Электронный ресурс]. 2018. № 7(19). С. 73–76. URL: <https://scientificpublication.ru/images/PDF/2018/19/Questions-of-science-and-education-7-19.pdf> (дата обращения: 04.05.2024).

25. Липина Л.Н., Булавицкий В.Ф. Картография: учебное пособие [научный редактор А.В. Вдовенко]. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2019. 80 с.

26. Шихов А.Н., Черепанова Е.С., Пьянков С.В. 2017 Геоинформационные системы: методы пространственного анализа: учеб. пособие / Пермский гос. национ. исслед. ун-т. Пермь, 88 с.

27. Пространственный анализ векторных данных (Буфер) // Документация QGIS 3.28. URL: https://docs.qgis.org/3.28/ru/docs/gentle_gis_introduction/vector_spatial_analysis_buffers.html (дата обращения: 05.04.2024).

28. Gentle GIS Introduction QGIS Project. 104 с. URL: <https://docs.qgis.org/3.28/pdf/ru/QGIS-3.28-GentleGISIntroduction-ru.pdf> (дата обращения: 05.04.2024).

THE COMFORT OF THE URBAN ENVIRONMENT: ANALYTICAL REVIEW OF METHODS AND APPROACHES

V.V. Boyko¹, O.E. Arkhipova^{1,2}, A.A. Bazelyuk¹

¹ Southern Federal University, Rostov-on-Don

² Federal Research Centre the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don
victoria_boyko@mail.ru, arkhipova@ssc-ras.ru, bznk@mail.ru

Abstract. The poor quality of the urban environment in most of the country's settlements is one of the serious problems of territorial management of settlements at various levels. This is due to several objective and subjective reasons related to the limited funds allocated for landscaping, the low social level of activity of residents, as well as irrational attitude towards existing landscaping facilities. The creation of favorable conditions for living in an urban environment is both the effective functioning of the city's life support systems, and the solution of socio-economic problems of society, as well as providing the population with comfortable housing, including a comfortable living environment. The article provides an overview of existing regulatory legal documents regulating the definition of the comfort level of the urban environment, as well as methods for assessing the comfort level of living in an urban area, considering the existing social infrastructure. The research methods presented in the work were tested for Rostov-on-Don, which is the capital of the Don region.

Keywords: comfort, urban environment, social infrastructure, spatial infrastructure, scoring, cluster analysis, cartographic method, buffer zones.

References

1. Bilalova L.M., Gareeva Z.K., Ivanova O.M., Chernikova T.A. 2017. *Modern theories of social well-being: a textbook*. Moscow: Akademiya Estestvoznaniya: 128 p. URL: <https://monographies.ru/ru/book/section?id=10908> (date of access: 04.05.2024). (In Russian).
2. Boyko V.V., Zheved A.S. 2019. Application of spatial analysis methods in conducting a socio-economic assessment of a region. *Ecology. Economy. Informatics. Series: Geoinformation technologies and space monitoring*. 4: 18–24. URL: <https://1d53fea7-6975-47ea-bc17-3c6915dde654.filesusr.com/> (date accessed: 04/05/2024). (In Russian).
3. Petrina O.A., Stadolin M.E. 2018. Comfortable urban environment: trends and problems of organization. *University Bulletin*. 6: 34–38. (In Russian).
4. Federal project "Formation of a comfortable urban environment" (FPCEURL: <https://pdminstroy.ru/federalniy-proekt-fkgs> (date of access: 05.26.2024). (In Russian).
5. Tikunov V.S., Belousov S.K. 2021. Integral assessment and mapping of anthropogenic impact on the natural environment of Russian regions. *Science. Innovations. Technologies*. 1: 89–106. URL: <https://dSPACE.ncfu.ru/handle/20.500.12258/18280> (date accessed: 05.24.2024). (In Russian).
6. Dolgacheva T.A., Anikin V.V. 2015. Analysis of natural indicators of comfort of the urban environment (on the example of the city of Saransk). *Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference "Natural Hazards: the Relationship between Science and Practice" (Saransk, April 23–25, 2015)*. P. 134–137. (In Russian).
7. Belyaeva L.O., Strelets K.I. 2023. Assessment of the comfort of the urban environment. *Russian Journal of Construction Sciences and Technologies*. pp. 33–47. URL: <https://elar.urfu.ru/handle/10995/126093>, (date of access: 05/30/2024). (In Russian).
8. Skachkova M.E., Kopalina K.M. 2020. Evaluation of the comfort level of green spaces located in urban areas. *Vestnik of the Siberian State University of Geosystems and Technologies (SSUGT)*. 25(2): 244–258. (In Russian).
9. Official portal of the City Duma and Administration of Rostov-on-Don. URL: <https://rostov-gorod.ru/ourcity/aboutrostov/aboutcity/> (date of access: 05/30/2024). (In Russian).
10. Khomich V.A. 2002. *Ecology of the urban environment: Textbook for universities*. Omsk: Publishing house of SibADI, 267 p. URL: <https://kpfu.ru/portal/docs/F1999494303/EKOLOGIYA.gordskoj.sredy.dr.pdf> (date of access: 05/26/2024). (In Russian).
11. Urban Planning Code of the Russian Federation, dated 29.12.2004. No. 190-FZ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (date of access: 31.05.2024).
12. Basyrov A.M. 2013. *Urban ecology: Study guide*. Kazan, KFU: 96 p. URL: https://dSPACE.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/net/21318/74_126_A5-000351.pdf (date of access: 05/26/2024). (In Russian).
13. Dolgacheva T.A. 2006. *Otsenka komfortnosti prozhivaniya naseleniya v gorode (na primere g. Saranska): avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk. [Assessment of the comfort of living of the population in the city (on the example of the city of Saranska). PhD Abstract]*. Kaluga: 22 p. (In Russian).
14. Order of the Ministry of Construction of Russia dated 18.03.2019 No. 162/pr On approval of methodological recommendations for the preparation of state programs of constituent entities of the Russian Federation and municipal programs for the formation of a modern urban environment within the framework of the implementation of the federal project "Formation of a Comfortable Urban Environment". URL: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/232734/> (date of access: 31.05.2024). (In Russian).
15. Order of the Government of the Russian Federation of 25.03.2019 No. 510-r "On approval of the Methodology for forming the urban environment quality index". URL: <https://docs.cntd.ru/document/553937399> (date of access: 31.05.2024). (In Russian).

16. Lipilin D.A., Evtushenko D.D. 2022. Assessment of the quality of the urban environment using geographic information systems on the example of the Moscow microdistrict of the city of Krasnodar. *Regional'nye geosistemy. [Regional Geosystems]*. 46(2): 223–240. (In Russian).
17. Resolution of the Ministry of Construction, Architecture and Territorial Development of the Rostov Region dated 29.12.2023 No. 29 “On approval of the Urban Development Standards of the Rostov Region”. URL: https://pravo.donland.ru/doc/view/id/Последние_29_10012024_38746/page/1/ (date of access: 31.05.2024).
18. Resolution of the Rostov-on-Don City Duma dated 29.07.2023. No. 516 On approval of the Urban Development Design Standards of the Urban District “City of Rostov-on-Don”. URL: <https://rostov-gorod.ru/documents/regulations/171661/> (date accessed: 31.05.2024).
19. Kuznetsova V.P. 2022. *Geoinformation mapping: workshop in MapInfo Professional. Study guide*. Nizhnevartovsk, NVSU Publishing House: 165 p.
20. Grekuis G. 2021. *Methods and Practice of Spatial Analysis. Description, Research and Explanation Using GIS, translated from English by A.N. Kiseleva*. Moscow, DMK Press: 500 p.
21. Borgoyakova T.G., Lozitskaya E.V. Systems analysis and mathematical modeling. *Inzhenernyy vestnik Dona*. 2018. 1(48): 40.
22. Terekhin V.I. (ed.) 2018. *Efficiency of Management of Socio-Economic Development of Administrative-Territorial Entities: monograph*. Moscow, INFRA-M: 315 p. (Scientific Thought).
23. Bragina Z.V., Kiselev I.K. 2018. *Development of regions: diagnostics of regional differences: monograph*. Moscow, INFRA-M: 152 p. (*Nauchnaya mysl' [Scientific thought]*).
24. Dolgodvorova E.V. 2018. Cluster analysis: basic concepts and algorithms. *Voprosy nauki i obrazovaniya. [Questions of science and education]*. 7(19): 73–76. URL: <https://scientificpublication.ru/images/PDF/2018/19/Questions-of-science-and-education-7-19.pdf> (date of access: 04.05.2024).
25. Lipina L.N., Bulavitsky V.F., Vdovenko A.V. (ed.). 2019. *Cartography: a textbook*. Khabarovsk, Publishing house of the Pacific State University: 80 p.
26. Shikhov A.N., Cherepanova E.S., Pyankov S.V. 2017. *Geoinformation systems: methods of spatial analysis: textbook*. Perm. state national research university, Perm: 88 p.
27. Spatial Analysis of Vector Data (Buffer). QGIS 3.28 Documentation. URL: https://docs.qgis.org/3.28/ru/docs/gentle_gis_introduction/vector_spatial_analysis_buffers.html (date accessed: 05.04.2024).
28. Gentle GIS Introduction QGIS Project. 104 c. URL: <https://docs.qgis.org/3.28/pdf/ru/QGIS-3.28-GentleGISIntroduction-ru.pdf> (date of access: 05.04.2024).