

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗДАНИЙ. ПРОБЛЕМЫ ЖКК. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ. БЕЗОПАСНОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ЭКОЛОГИЯ

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ / RESEARCH PAPER

УДК 712.25+004:005.584.1:504.75.06

DOI: 10.22227/2305-5502.2023.1.11

Управление городскими озелененными территориями общего пользования

Ольга Николаевна Дьячкова, Александр Евгеньевич Михайлов
*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ);
г. Санкт-Петербург, Россия*

АННОТАЦИЯ

Введение. При комплексном социальном, экономическом и экологическом исследовании условий жизнедеятельности человека в городе для анализа существующего уровня безопасности и комфортности мест проживания применяются различного рода социологические опросы населения, проводятся форсайт-сессии с экспертами предметных областей. Однако в условиях растущих урбанизированных систем наблюдается острая нехватка новых методов, способов и инструментов их познания в целях эффективного управления и сбалансированного развития.

Материалы и методы. Приводятся аспекты методологии извлечения и структурирования знаний в системе планирования и управления городскими озелененными территориями общего пользования. Работа основана на парадигмах онтологического инжиниринга и управления знаниями.

Результаты. Онтологический инжиниринг как теория и методология разработки онтологий активно развивается. Однако основные успехи лежат в области технологии формализации знаний, а методология извлечения и структурирования знаний по-прежнему находится на этапе развития. Открытой остается проблема содержательного анализа предметной области, актуальность исследования которой подтверждает цель 11, задача 11.7 Повестки дня в области устойчивого развития. Описывается процесс разработки таксономии знаний эксперта о городских озелененных территориях общего пользования.

Выводы. Представленные результаты по концептуализации знаний предметной области могут использоваться как элементы при построении каркаса графа знаний. При соответствующей доработке таксономия может быть востребована для проведения научных исследований, проектирования инновационных сервисов, а также интеллектуальных систем, применяемых в градостроительной деятельности и городском хозяйстве.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: урбанизация, город, градостроительство, городское хозяйство, зеленые насаждения, управление знаниями, онтология, таксономия, эксперт

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Дьячкова О.Н., Михайлов А.Е. Управление городскими озелененными территориями общего пользования // Строительство: наука и образование. 2023. Т. 13. Вып. 1. Ст. 11. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2023.1.11.

Автор, ответственный за переписку: Ольга Николаевна Дьячкова, dyachkova_on@mail.ru.

Management of urban public green spaces

Olga N. D'yachkova, Alexander E. Mikhailov
*Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPbGASU);
Saint Petersburg, Russian Federation*

ABSTRACT

Introduction. People want effective management and balanced development of urbanised systems. In a comprehensive social, economic and environmental research of human living conditions in the city, various kinds of sociological surveys of the population are applied and foresight sessions are held with subject matter experts to analyse the existing level of safety and comfort of residence. However, in the context of growing urbanized systems, there is an acute shortage of new methods, ways and tools of knowing them for the purpose of effective management and balanced development.

Materials and methods. The article presents aspects of the methodology for extracting and structuring knowledge of urban public green spaces in cities. The work is based on the paradigms of ontological engineering and knowledge management.

Results. Ontological engineering as a theory and methodology for developing ontologies is actively developing. However, the main success lies in the field of knowledge formalization technology, while the methodology for extracting and structuring knowledge is still under development. The problem of meaningful analysis of the subject area remains open, the relevance of research of which is confirmed by sustainable development goal 11, target 11.7: “by 2030 provide universal access to safe, available and inclusive green spaces and public spaces, especially for women and children, older and disabled people”. The article describes the process of developing a taxonomy of expert knowledge about urban public green spaces in city. The taxonomy includes classes, subclasses, properties for subclasses and options for properties.

Conclusions. The results of the conceptualisation of knowledge of the subject can be used as elements in the construction of the knowledge graph framework. With appropriate refinement, the taxonomy can be in demand for scientific research, design of innovative services and intelligent systems used in urban planning and urban economy.

KEYWORDS: urbanisation, city, urban planning, urban economy, green spaces, knowledge management, ontology, taxonomy, expert

FOR CITATION: D'yachkova O.N., Mikhailov A.E. Management of urban public green spaces. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2023; 13(1):11. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2023.1.11

Corresponding author: Olga N. D'yachkova, dyachkova_on@mail.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Градостроительная деятельность призвана решать в комплексе социально-эколого-экономические задачи обеспечения благоприятных условий жизнедеятельности человека [1]. Следовательно, преобразование природных и урбанизированных ландшафтов на всех уровнях подготовки планировочной, архитектурно-строительной и инженерно-технической документации должно являться предметом научно-методологических исследований, учитывая цель 11, задачу 11.7 Повестки дня в области устойчивого развития: «к 2030 году обеспечить всеобщий доступ к безопасным, доступным и открытым для всех зеленым зонам и общественным местам, особенно для женщин и детей, пожилых людей и инвалидов»¹ [1, 2]. Однако в условиях расширяющихся городских систем наблюдается острая нехватка новых способов и инструментов их познания и управления [3].

На современном этапе развития общества к прогрессивным научным подходам в исследованиях городской среды относятся методологии урбоэкодиагностики², биосферосовместимости³, природоподобных и биопозитивных технологий⁴, суть которых состоит в поиске и обосновании эколого-градостроительного баланса урбанизированных территорий, сохраняющих природу и развивающих человека [4, 5].

Поскольку одним из инструментов развития человеческого интеллекта является ассоциативное мышление, ориентированное на человека, а концепция антропоцентризма, как норма жизне-

обеспечения, выражает интересы человека в разных ракурсах его сравнения с внешним миром, постольку эстетически выразительную систему комфортных и благоустроенных городских пространств с заданными качествами необходимо формировать на основе закономерностей и психофизиологических особенностей визуального восприятия и ориентации человека в урбанизированной среде [1, 2, 6].

При комплексной оценке комфортности мест проживания населения можно применить метод определения фрактальной размерности и расчет коэффициента экологической стабильности природно-антропогенных ландшафтов, учитывая, что качество жизни городских жителей зависит от многочисленных условий, которые должны выполняться одновременно [7, 8]. Автор [8] отмечает, что «комфортные условия проживания населения достижимы при одновременном функционировании двух главных составляющих жилой среды: наличия комфортабельного жилого помещения и необходимой инфраструктуры (инженерной, социальной и транспортной)».

При высокой динамике урбанизации управление развитием биосоциальной инфраструктуры городских и сельских населенных мест позволяет сохранить природные территории и создать условия для здоровой жизни населения [9, 10]. Для устойчивого развития городов рекомендуется формирование единого ландшафтно-экологического каркаса посредством выдерживания регламента застройки и ландшафтно-рекреационных терри-

¹ Система глобальных показателей достижения целей в области устойчивого развития и выполнения задач Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. URL: dgs/indicators/Global%20Indicator%20Framework%20after%202020%20review_Rus.pdf

² Ивашкина И.В., Кочуров Б.И. Урбоэкодиагностика и сбалансированное развитие Москвы. М. : Научная мысль, 2018.

³ Ильичев В.А., Емельянов С.Г., Колчунов В.И., Бакаева Н.В. Инновационные технологии в строительстве городов. Биосферная совместимость и человеческий потенциал : учеб. пособие. М. : Изд-во АСВ, 2019. 208 с.

⁴ Слесарев М.Ю., Теличенко В.И. Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства : учеб.-метод. пособие. М. : Изд-во МИСИ–МГСУ, 2020. 103 с.

торий⁵ [11–13]. Планирование городских зеленых насаждений играет одну из ведущих ролей в улучшении качества городской среды населенных пунктов и уровня жизни горожан [14–16].

Развитию «зеленой» инфраструктуры населенных мест уделяется все больше внимания [17, 18]. Согласно утвержденной Распоряжением Правительства РФ от 23.03.2019 № 510-р Методики формирования индекса качества городской среды, которая применяется при реализации положений Указа Президента РФ от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года», национального проекта «Жилье и городская среда», одним из шести типов оцениваемых пространств города установлен тип «Озелененные пространства».

Научный коллектив под руководством О.А. Климановой [19] провел комплексную оценку зеленых зон городов России по авторской методике, включающей 13 индикаторов, которые объединены в три группы: доступность, формирование комфортной городской среды и устойчивость. Ученые полагают, что разработанный ими подход к оценке озелененных территорий позволит в дальнейшем оптимизировать мероприятия по благоустройству, а также на этапе пространственного планирования перенаправит внимание лиц, принимающих решения, с общих показателей на минимальные.

Для российских городов направления развития озелененных территорий общего пользования с учетом негативных факторов, которые возникают на этапах их жизненного цикла, описаны в Руководстве по определению первоочередных направлений развития городской среды с помощью индекса качества городской среды⁶.

В Руководстве к причинам неоптимального использования городских зеленых зон и низких показателей при оценке их эффективности в системе расчета индекса качества городской среды отнесены:

- вырубка зеленых насаждений и застройка зеленых зон;
- отсутствие компенсационного озеленения;
- отсутствие в современных условиях градостроительной деятельности практики создания новых озелененных территорий общего пользования;
- низкая пешеходная связанность озелененных территорий с окружающими жилыми кварталами;
- отсутствие у озелененных пространств единой концепции развития, стиля и образа, низкая событийность;

- небезопасность зеленых зон;
- сложность пешеходного передвижения внутри зеленых зон, отсутствие навигации;
- отсутствие или низкое качество инфраструктуры на территории и неудовлетворительное качество элементов благоустройства;
- отсутствие функционального освещения;
- некачественное состояние элементов озеленения и неудовлетворительное качество ухода за растениями, низкий уровень контроля за их ростом, а также использование видов растений, не приспособленных к климату, и использование хвойных растений на загазованных участках;
- использование растений, являющихся аллергенами;
- отсутствие видового разнообразия растений;
- преобладание однолетних видов растений;
- засоление почвы.

Рекомендуемый в Руководстве комплекс мероприятий по улучшению городских озелененных территорий общего пользования включает:

- 1) благоустройство существующих зеленых зон и выявление потенциала создания новых;
- 2) обеспечение доступности и связности городских озелененных пространств;
- 3) создание микроклиматического комфорта на озелененных территориях;
- 4) совершенствование деятельности, осуществляемой на этапах жизненного цикла зеленых зон;
- 5) обеспечение безопасности использования территорий;
- 6) создание возможностей для различных видов рекреации, включая повышение событийности использования озелененных пространств;
- 7) увеличение длительности пребывания посетителей на территориях зеленых зон;
- 8) повышение узнаваемости городских озелененных пространств.

Таким образом, на всех этапах жизненного цикла городских озелененных территорий и зеленых насаждений важным фактором является подготовка высококвалифицированных трудовых кадров как для градостроительной деятельности, так и для жилищно-коммунального хозяйства [20].

К городским озелененным территориям общего пользования относятся лес, лесопарк, парк, сквер, сад, бульвар. И если при анализе уровня комфортности городской среды в отношении придомовых территорий, которые находятся в непосредственной близости от места проживания, оцениваются их наличие, плановая обеспеченность

⁵ Краснощекова Н.С. Формирование природного каркаса в генеральных планах городов : учеб. пособ. для вузов. М. : Архитектура-С, 2010. 184 с.

⁶ Руководство по определению первоочередных направлений развития городской среды с помощью индекса качества городской среды. URL: https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/133/rukovodstvo_index_compressed.pdf

исходя из расчета на одного жителя, качественный и количественный состав элементов благоустройства, включая зеленые насаждения [21, 22], то в отношении более удаленных от места проживания озелененных территорий для прогулок на открытом воздухе для исследователей представляет интерес их доступность, комфорт и длительность пути, формируемая жителями и гостями города рекреационная нагрузка и другие факторы [23, 24].

В качестве инструмента при планировании городских озелененных территорий могут быть адаптированы те или иные методы оценки их доступности [25]. Хотя связность озелененных территорий общего пользования в городской среде анализируется во многих исследованиях, доступность зеленых насаждений жителям все еще недостаточно изучена [26]. Эффективность метода зачастую зависит от принятого способа получения данных, например, получить информацию можно непосредственно от жителей с помощью социологического опроса или опосредовано, анализируя данные мобильной сети [27, 28]. Для анализа могут использоваться различные модели городской мобильности, учитывающие тот или иной вид транспортных средств, в том числе самокат и велосипед [29].

Аналогами для сбора и обработки информации об относительности локации территорий леса, лесопарка, парка, сквера, сада и бульвара могут являться работы, в которых анализируется доступность, например, объектов транспортной инфраструктуры в черте города. Авторы [30] оценку взаимосвязи пассажиропотока метрополитена и количества жителей в радиусах шаговой доступности станций метро выполняли ретроспективно с помощью метода регрессионного анализа, приняв в качестве зависимой переменной годовой пассажиропоток, независимой переменной — жилую площадь зданий. Перспективным методом для выявления зон вне радиусов пешеходной доступности является использование анализа пространственных данных, реализованного в географических информационных системах [31].

Проявление процессов самоорганизации урбогеосистем тесно связано со структуризацией информации [3]. Развитие информационного общества делает знания участников рыночной экономики ключевым фактором потребления, поскольку их знания являются основой процесса принятия решений [32]. Рост объемов информации демонстрирует актуальность управления знаниями [32]. Основные требования к онтологии, некоторые существующие онтологии, а также первичные результаты концептуализации онтологии знаний потребителей описаны в [32].

Применение прогрессивных цифровых достижений, в том числе нейронные сети и искусственный интеллект, технологии беспроводной связи, цифровые двойники, технологии виртуальной и дополненной реальности, открывает новые возможности в градостроительной деятельности и в управлении городским хозяйством. Эффектом цифровизации является включение городских территорий, в том числе природно-рекреационного каркаса, в цифровое информационное пространство города, чтобы обеспечить его прозрачность для всех стейкхолдеров [33].

Центральной частью любой интеллектуальной системы служит база знаний⁷. Поэтому представляется актуальным рассмотреть аспекты методологии извлечения и структурирования знаний в системе управления городскими озелененными территориями общего пользования. База знаний должна содержать в себе необходимую информацию о предметной области (ПрО) и способах решения характерных для нее задач [34]. Основными проблемами системы, основанной на знаниях, являются [34]:

- Как добыть нужные знания?
- Как сформировать модель ПрО?
- Как поддерживать модель ПрО в процессе функционирования системы?

Для устойчивого развития современных городов актуальным является решение проблемы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности и повышения качества жизни горожан. В качестве системы в данной работе рассматривается сложившаяся градостроительная ситуация в части обеспеченности жителей города озелененными территориями общего пользования, а также востребованности этих территорий горожанами. На той или иной территории города исследуемая ситуация может меняться с течением времени, изменения могут быть связаны как с совершенствованием градостроительных требований, нормативов, так и с организованным и/или самоорганизованным развитием местности.

Направление исследования — развитие научных основ информационного обеспечения градостроительной деятельности и мониторинга качества городской среды, выявление и анализ различных тенденций, прогнозирование возможного развития.

Целью исследования является разработка таксономии городских озелененных территорий общего пользования для получения знаний у экспертов предметной области посредством взаимодействия с аналитиком, а также сбора, оценки и анализа параметров и свойств элементов системы. Задачи исследования в общем виде представлены на рис. 1.

⁷ Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. М.: Наука, 1986. 288 с.



Рис. 1. Основные фазы обработки знаний при моделировании градостроительной ситуации (рисунок авторов)

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Анализируются правовая и нормативная градостроительная документация; статистические и аналитические отчеты по благоустройству российских городов, представленные в сети Интернет; научные публикации. Применяются текстологические методы извлечения знаний.

Инженерия знаний⁸ — наука о методах и технологиях получения, структурирования и формализации знаний для эффективного управления и разработки интеллектуальных систем. Инженерия знаний родилась как наука в 1976 г. Актуальность сегодня обусловлена беспрецедентным ростом объемов информации и необходимостью ее компрессии, а также требует решения проблема сохранения интеллектуального капитала.

Информация состоит из:

- данных — факты, характеризующие отдельные свойства объектов, процессов, явлений;
- документов (контент) — неструктурированная информация (отчеты, схемы, фото);
- знаний — закономерности, полученные в результате практики и связывающие данные.

Знания⁹ — совокупность сведений, образующих целостное описание, соответствующее неко-

торому уровню осведомленности об описываемом вопросе, предмете, проблеме и т.д.

Знания о предметной области (З.П.О.)⁹ — совокупность сведений о предметной области, хранящихся в базе знаний интеллектуальной системы. В З.П.О. входят факты, относящиеся к предметной области, закономерности, характерные для нее, гипотезы о возможных связях между явлениями, протекающими в ней процессами, накопленной фактологической базой, процедуры для решения типовых задач в данной проблемной области. З.П.О. вводит в базу знаний инженер по знаниям. В процессе функционирования интеллектуальной системы З.П.О. могут пополняться. З.П.О. используют при поиске решений задач, возникающих в экспертных и других интеллектуальных системах.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Городские озелененные территории общего пользования являются сложными нелинейными системами, элементы которых имеют свойства не только с установленными параметрами, но и эмерджентные.

⁸ Гаврилова Т.А., Кудрявцев Д.В., Муромцев Д.И. Инженерия знаний. Модели и методы : учебник. СПб. : Изд-во «Лань», 2016. 324 с.

⁹ Аверкин А.Н., Гаазе-Рапопорт М.Г., Поспелов Д.А. Общероссийская общественная организация «Российская ассоциация искусственного интеллекта» : Толковый словарь по искусственному интеллекту. URL: <https://raai.space/pages/UGFnZVR5cGU6MTAwMw==#L183>

На рис. 2 выделены основные концепты — базовые понятия изучаемой предметной области, построены связи между концептами — родо-видовые, функциональные и атрибутивные. Поскольку авторы проводили исследование в Санкт-Петербурге, постольку схема, представленная на рис. 2, отражает характерную для города ситуацию. Отношения в сфере административно-территориального устройства Санкт-Петербурга и территориальной организации местного самоуправления в городе регулирует закон Санкт-Петербурга № 411-68 «О территориальном устройстве Санкт-Петербурга», согласно которому территория города разграничивается на районы, а территория муниципального образования должна полностью входить в состав территории района. Отметим, что для иного населенного пункта потребуется уточнить терминологию, так как местная законодательная база в регионах может различаться.

Горожанин в нашем случае изучается как посетитель озелененной территории общего пользова-

ния, предпочитающий то или иное место (локацию) на территории города для пребывания на открытом воздухе. По мнению авторов, при построении модели важно различать локации озелененной территории общего пользования и места жительства посетителя.

Рекреационную нагрузку на озелененную территорию общего пользования могут создавать жители близлежащих районов (одного или нескольких муниципальных образований). Озелененная территория общего пользования может располагаться на территории одного или нескольких районов (муниципальных образований).

Можно предположить, что рекреационная нагрузка на территории зеленых насаждений общего пользования, расположенные в границах того или иного городского района и муниципального образования, далеко не всегда коррелируется с численностью населения этих административно-территориальных единиц [23]. Целесообразно рассматривать ситуацию потенциальной рекреационной нагрузки на ту или иную озелененную территорию только

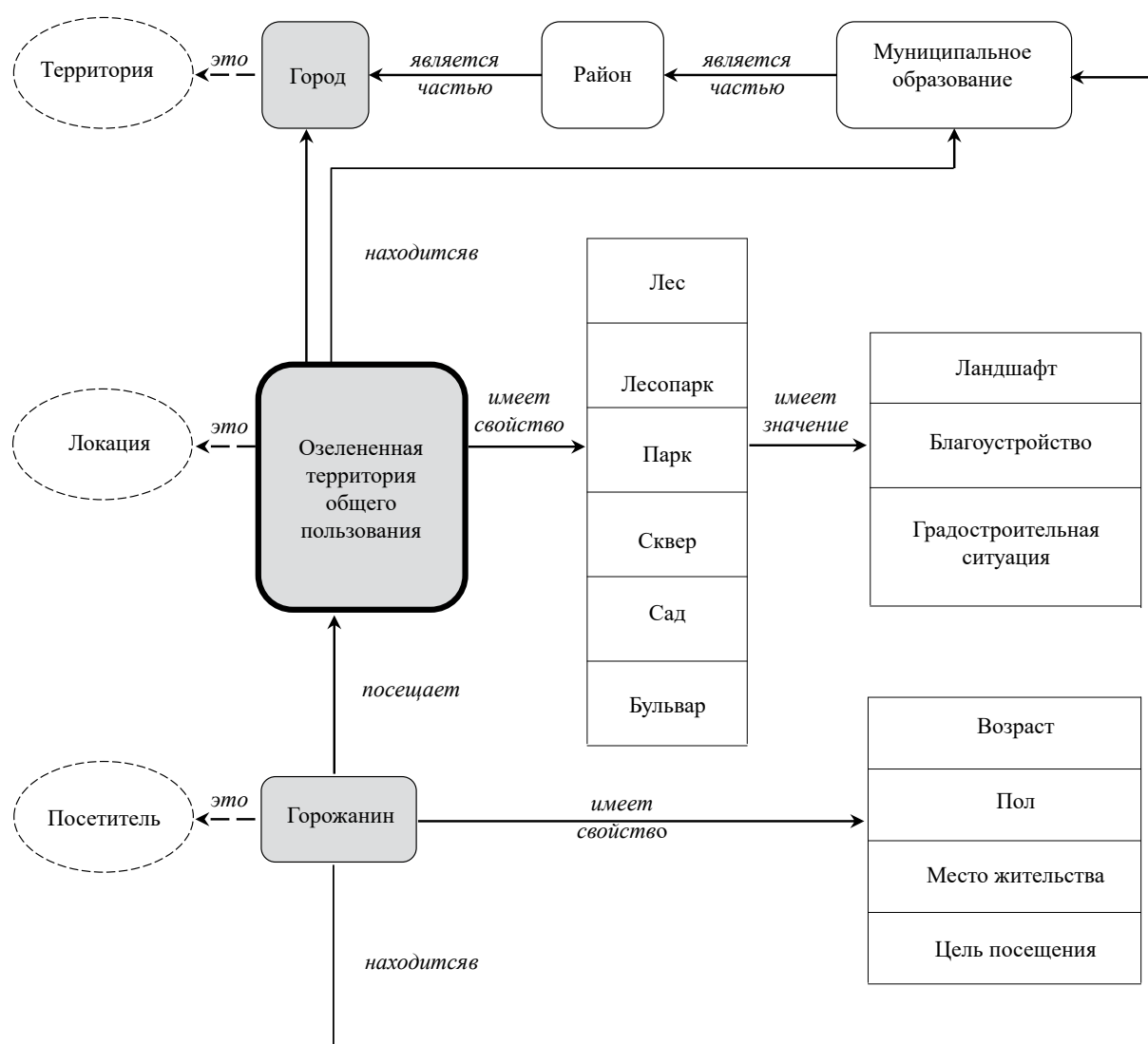


Рис. 2. Принципиальная схема распределения знаний (рисунок авторов)

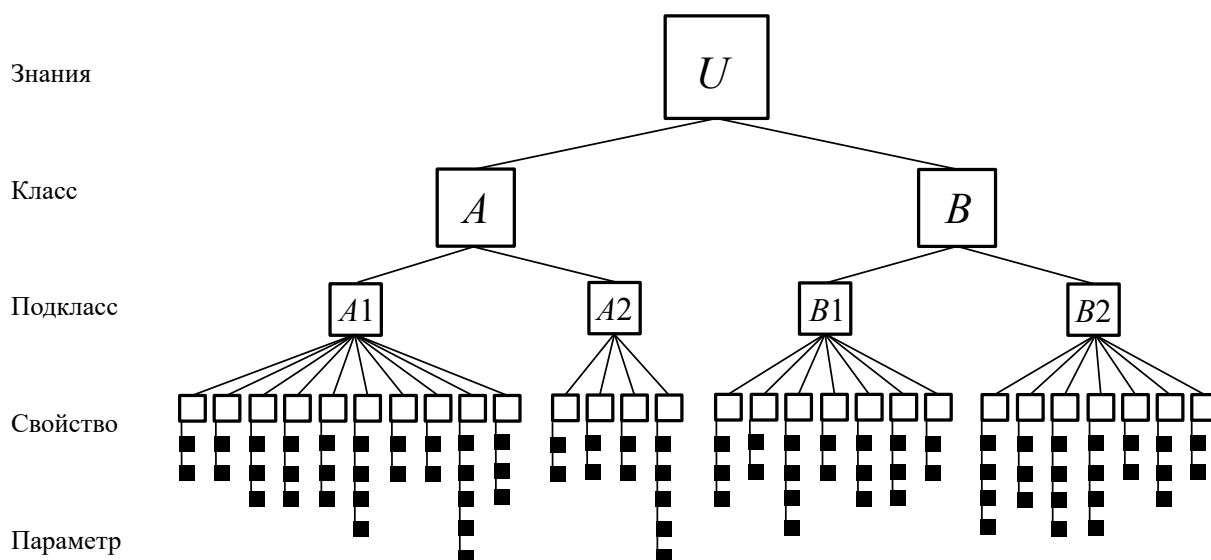


Рис. 3. Таксономия знаний о городских озелененных территориях общего пользования (рисунок авторов)

от жителей города и отдельно учитывать нагрузку от гостей города [24].

Проектируемая таксономия знаний о городских озелененных территориях общего пользования с позиции анализа потенциальной рекреационной нагрузки от населения окружающих жилых кварталов состоит из двух классов, каждый из которых имеет по два подкласса с характеризующими свойствами (рис. 3): *A*. Территория: *A1*. Ценность территории, *A2*. Стилль посещения; *B*. Посетитель: *B1*. Характеристика посетителя, *B2*. Комфортность посещения территории.

Поскольку классы сами по себе не предоставляют достаточной информации для ответа на вопросы проверки компетентности, после определения их количества опишем внутреннюю структуру понятий (табл. 1).

Уровень *A1* представим набором из 10-ти переменных ($OR_{1,1}$, $LC_{1,2}$, $HC_{1,3}$, $LN_{1,4}$, $WO_{1,5}$, $GT_{1,6}$, $AV_{1,7}$, $GS_{1,8}$, $LG_{1,9}$, $EX_{1,10}$), каждая из которых может принимать одно из возможных значений, например, для переменной $OR_{1,1}$ возможны значения $NT_{1,1,1}$, $NA_{1,1,2}$, $AN_{1,1,3}$, для переменной $LC_{1,2}$ — $GR_{1,2,1}$, $BS_{1,2,2}$ и т.д.

Уровень *A2* представим набором из 4-х переменных ($ND_{2,1}$, $IA_{2,2}$, $TM_{2,3}$, $TA_{2,4}$), каждая из которых может принимать одно из возможных значений, например, для переменной $ND_{2,1}$ возможны значения $RC_{2,1,1}$, $TR_{2,1,2}$ и т.д.

Уровень *B1* представим набором из 6-ти переменных ($RV_{3,1}$, $GD_{3,2}$, $AG_{3,3}$, $CT_{3,4}$, $MB_{3,5}$, $PR_{3,6}$), каждая из которых может принимать одно из возможных значений, например, для переменной $RV_{3,1}$ возможны значения $PR_{3,1,1}$, $ST_{3,1,2}$, $PT_{3,1,3}$ и т.д.

Уровень *B2* представим набором из 7-ми переменных ($SS_{4,1}$, $DW_{4,2}$, $TI_{4,3}$, $WR_{4,4}$, $WV_{4,5}$, $WT_{4,6}$, $SC_{4,7}$), каждая из которых может принимать одно из возможных значений, например, для переменной $SS_{4,1}$ возможны значения $WI_{4,1,1}$, $SP_{4,1,2}$, $SU_{4,1,3}$, $AU_{4,1,4}$ и т.д.

Описание требований к таксономии включает выявление потенциальных ее пользователей и сценариев использования [35] (табл. 2).

В зависимости от пользователя и решаемых им задач алгоритм применения таксономии может различаться. В наиболее общем виде пользователь может провести аудит знаний о городских озелененных территориях общего пользования, ответив на вопросы, которые при необходимости могут формулироваться с позиции как настоящего, так и будущего времени. Перечень вопросов определяется задачами пользователя и может уточняться, учитывая степень актуальности.

Примерный перечень вопросов для аудита знаний:

1. Влияние на городские озелененные территории общего пользования.

Знания, которыми должны обладать представители государственной власти/местного самоуправления/посетители для сохранения и рационального развития городских озелененных пространств (в настоящее время/в будущем)?

Варианты ответов: достаточные (+), недостаточные (–), отсутствуют (0).

2. Влияние на посетителя озелененной территории общего пользования.

Знания, которыми должны обладать представители государственной власти/местного самоуправления/посетители для обеспеченности городской среды эффективными городскими озелененными территориями общего пользования (в настоящее время/в будущем)?

Варианты ответов: достаточные (+), недостаточные (–), отсутствуют (0).

3. Существующие знания об озелененной территории общего пользования.

Что знают представители государственной власти/местного самоуправления/посетители о городских озелененных территориях общего пользо-

Табл. 1. Уровни таксономии

Свойство		Параметр	
A1. Ценность территории			
OR _{1.1}	Происхождение	NT _{1.1.1}	Природное
		NA _{1.1.2}	Природно-антропогенное
		AN _{1.1.3}	Антропогенное
LC _{1.2}	Расположение	GR _{1.2.1}	На земле
		BS _{1.2.2}	На конструкциях
HC _{1.3}	История создания	NW _{1.3.1}	Современная
		AR _{1.3.2}	После реконструкции
		AR _{1.3.3}	После реставрации
LN _{1.4}	Ландшафт	FL _{1.4.1}	Равнинный
		MO _{1.4.2}	Горный
		FD _{1.4.3}	Пойменный
WO _{1.5}	Водный объект	RI _{1.5.1}	Водоток
		RE _{1.5.2}	Водоем
		WF _{1.5.3}	Без водных объектов
GT _{1.6}	Геометрия	AR _{1.6.1}	Площадь
		LN _{1.6.2}	Длина
		WD _{1.6.3}	Ширина
		CF _{1.6.4}	Форма в плане
AV _{1.7}	Доступность	IC _{1.7.1}	Внутренняя связность
		EC _{1.7.2}	Внешняя совместимость
GS _{1.8}	Зеленые насаждения	TS _{1.8.1}	Тип пространственной структуры
		CG _{1.8.2}	Состав зеленых насаждений
LG _{1.9}	Благоустройство	EP _{1.9.1}	Оборудованные площадки
		WC _{1.9.2}	Туалет
		BS _{1.9.3}	Лодочная станция
		EN _{1.9.4}	Аттракционы
		OT _{1.9.5}	Иное
EX _{1.10}	Эксплуатация	GS _{1.10.1}	Зеленые насаждения
		EI _{1.10.2}	Элементы инфраструктуры
		WS _{1.10.3}	Твердые коммунальные отходы
A2. Стиль посещения			
ND _{2.1}	Потребность	RC _{2.1.1}	Рекреация
		TR _{2.1.2}	Транзит
IA _{2.2}	Интенсивность досуга	AR _{2.2.1}	Активный отдых
		PR _{2.2.2}	Пассивный отдых
TM _{2.3}	Вид мобильности	OF _{2.3.1}	Пешком
		WE _{2.3.2}	С использованием спортивного инвентаря
TA _{2.4}	Вид рекреации	SA _{2.4.1}	Спортивные занятия
		QR _{2.4.2}	Тихий отдых взрослых
		CG _{2.4.3}	Игры детей
		MP _{2.4.4}	Массовое мероприятие
		WP _{2.4.5}	Выгул домашних животных
		CE _{2.4.6}	Культурно-просветительский
		TH _{2.4.7}	Иная

Свойство		Параметр	
В1. Характеристика посетителя			
RV _{3.1}	Регулярность посещений территории	PR _{3.1.1}	Постоянная
		ST _{3.1.2}	Ситуационная
		PT _{3.1.3}	Потенциальная
GD _{3.2}	Пол	MN _{3.2.1}	Мужчина
		WN _{3.2.2}	Женщина
AG _{3.3}	Возрастная структура	CH _{3.3.1}	Дети
		TR _{3.3.2}	Молодежь
		GM _{3.3.3}	Взрослые
		AP _{3.3.4}	Пожилые
CT _{3.4}	Категория	LN _{3.4.1}	Одинокий прохожий
		GP _{3.4.2}	Компания
		PC _{3.4.3}	Родители с детьми
MB _{3.5}	Мобильность	LT _{3.5.1}	Без ограничений
		LM _{3.5.2}	Маломобильный
		IN _{3.5.3}	Инвалид
PR _{3.6}	Личность	LA _{3.6.1}	Законопослушная
		CR _{3.6.2}	Криминальная
В2. Комфортность посещения территории			
SS _{4.1}	Сезон	WI _{4.1.1}	Зима
		SP _{4.1.2}	Весна
		SU _{4.1.3}	Лето
		AU _{4.1.4}	Осень
DW _{4.2}	День недели	EY _{4.2.1}	Будни
		WD _{4.2.2}	Выходные
TI _{4.3}	Часть суток	MG _{4.3.1}	Утро
		DY _{4.3.2}	День
		EG _{4.3.3}	Вечер
		NT _{4.3.4}	Ночь
WR _{4.4}	Комфортность погоды	AT _{4.4.1}	Температура воздуха
		RH _{4.4.2}	Относительная влажность воздуха
		WS _{4.4.3}	Скорость ветра
		PR _{4.4.4}	Атмосферные осадки
WV _{4.5}	Время пребывания на территории	MY _{4.5.1}	Кратковременное
		LT _{4.5.2}	Продолжительное
WT _{4.6}	Путь до территории	RE _{4.6.1}	Маршрут
		TT _{4.6.2}	Время в пути
		TC _{4.6.3}	Комфорт передвижения
SC _{4.7}	Безопасность	WY _{4.7.1}	В пути
		TY _{4.7.2}	На территории

вания (история создания/этапы развития в настоящее время)?

Варианты ответов: знают (+), не знают (–), знания присутствуют неоднородно (+/–).

Ответы на эти вопросы можно получать с привлечением экспертов. Некоторые изменения в знаниях являются прогнозируемыми и связаны с развитием городской среды [1, 2, 36].

Табл. 2. Пользователи таксономии и решаемые ими задачи

Пользователь	Задачи
1. Производственная деятельность	
1.1. Орган государственной власти/местного самоуправления субъекта РФ	Сохранение/создание городских озелененных территорий общего пользования
	Проекты благоустройства городских озелененных территорий общего пользования
	Взаимодействие с посетителями городских озелененных территорий общего пользования
	Образовательная и просветительская деятельность среди населения
1.2. Разработчик IT-решений	Разработка онтологии для создания интеллектуальной системы управления городскими озелененными территориями общего пользования
	Разработка системы формализации знаний о городских озелененных территориях общего пользования
	Разработка системы управления знаниями о городских озелененных территориях общего пользования и внедрение ее как подсистемы в систему управления городским хозяйством
2. Научно-исследовательская деятельность	
2.1. Исследователь	Систематизация существующих исследований о городской среде в части социально-экологической комфортности проживания населения
	Интеграция знаний о городских озелененных территориях общего пользования в решение задачи проектирования интеллектуальных систем управления городским хозяйством
	Системная оценка и сравнительный анализ обеспеченности городского населения/территорий города зелеными насаждениями общего пользования
3. Учебно-методическая деятельность	
3.1. Преподаватель	Разработка учебных дисциплин

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

Областью исследования являлось представление знаний о городской озелененной территории общего пользования (лес, лесопарк, парк, сквер, сад, бульвар) и о посетителе, который предпочитает ее для прогулок на открытом воздухе. В качестве экспертов к участию в опросе могут быть приглашены представители государственной власти, местного самоуправления, научного сообщества, жители и гости города, посетители озелененных территорий общего пользования.

Последовательность разработки таксономий в большинстве существующих методологий включает этапы: спецификация требований к таксономии; анализ вариантов повторного использования знаний; концептуализация и формализация; программная реализация; тестирование и апробация. В данной статье приведены пояснения части элементов концепции управления городскими озелененными территориями общего пользования: 1-й

этап — концептуализация распределения знаний, 2-й этап — разработка таксономии знаний, 3-й этап — описание потенциальных пользователей таксономии и сценариев ее использования.

Пользователи таксономии смогут решать задачи как анализа текущей градостроительной ситуации, так и прогноза ее развития.

Авторы полагают, что ответы на вопросы, заданные и реализуемые в предложенной компоновке, могут свидетельствовать об уровне самоорганизации общества.

Результат набора и структуризации данных планируется к использованию при сборе информации для расчета индекса привлекательности городских озелененных территорий общего пользования и рекреационной нагрузки на них. По мнению авторов, свойства и параметры в предложенном комплексе подлежат рассмотрению в целях отслеживания развития позитивных и негативных изменений городской территории.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Митягин С.Д. Методологические особенности подготовки документов территориального планирования в современных условиях // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 8. С. 59–68. DOI: 10.33622/0869-7019.2021.08.59-68
2. Краснощекова Н.С. Стратегия совершенствования экологического обоснования документов территориального планирования при развитии городов и агломераций // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2016 году : сб. науч. тр. РААСН. М. : Изд-во АСВ, 2017. С. 341–347. DOI: 10.22337/9785432302205-2017-341-347
3. Kochurov B.I., Ermakova Yu.I., Ivashkina I.V. Self-organization and self-development of urbo-geosystems // Geography and Natural Resources. 2021. Vol. 42. Issue 3. Pp. 225–231. DOI: 10.1134/S1875372821030094
4. Кочуров Б.И., Ивашкина И.В., Ермакова Ю.И., Фомина Н.В., Лобковская Л.Г. Эколого-градостроительный баланс и перспективы развития мегаполиса Москва как центра конвергенции // Экология урбанизированных территорий. 2019. № 3. С. 65–72. DOI: 10.24411/1816-1863-2019-13065
5. Ильичев В.А., Колчунов В.И., Гордон В.А., Кормина А.А. Статистические зависимости показателей благоприятной среды жизнедеятельности биосферосовместимого города // Вестник МГСУ. 2021. Т. 16. Вып. 5. С. 545–556. DOI: 10.22227/1997-0935.2021.5.545-556
6. Ткачев В.Н., Данилина Н.В. Антропогенный принцип в архитектуре мироздания // Экология урбанизированных территорий. 2022. № 2. С. 81–89. DOI: 10.24412/1816-1863-2022-2-81-89
7. Кочуров Б.И., Кульнев В.В., Цветков И.В. Мультифрактальные модели воздействия на водную экосистему: отклик, риск, управление // Региональные геосистемы. 2022. Т. 46. № 1. С. 71–80. DOI: 10.52575/2712-7443-2022-46-1-71-80
8. Лукинов В.А. Классификация условий проживания населения в жилых помещениях // Недвижимость: экономика, управление. 2022. № 2. С. 74–78. URL: <https://n-eu.iasv.ru/index.php/neu/article/view/81>
9. Votsis A., Haavisto R. Urban DNA and sustainable cities: a multi-city comparison // Frontiers in Environmental Science. 2019. Vol. 7. P. 4. DOI: 10.3389/fenvs.2019.00004
10. Telichenko V.I. The analysis of methodology of the assessment and expected indicators of ecological safety of atmospheric air in the Russian Federation for 2010–2020 years // XXV Polish – Russian – Slovak Seminar “Theoretical Foundation of Civil Engineering”, Chelyabinsk, May 19–20, 2016. Chelyabinsk : Elsevier Ltd, 2016. Pp. 736–740. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.08.235
11. Бахарева О.В., Ажимов Т.З., Ажимова Л.И. Природный каркас города как опекаемое благо: институциональная среда и структурные изменения // Вестник МГСУ. 2022. Т. 17. Вып. 4. С. 428–442. DOI: 10.22227/1997-0935.2022.4.428-442
12. Telichenko V., Benuzh A., Mochalov I. Landscape architecture and green spaces in Russia // MATEC Web of Conferences, Warsaw, August 19–21, 2017. Warsaw : EDP Sciences, 2017. P. 00164. DOI: 10.1051/mateconf/201711700164
13. Wolff M., Dagmar H. Mediating sustainability and liveability — Turning points of green space supply in European cities // Frontiers in Environmental Science. 2019. Vol. 7. P. 61. DOI: 10.3389/fenvs.2019.00061
14. Liu M., Li X., Song D., Zhai H. Evaluation and monitoring of urban public greenspace planning using landscape metrics in Kunming // Sustainability. 2021. Vol. 13. Issue 7. P. 3704. DOI: 10.3390/su13073704
15. Новоселова И.Ю. Оптимизация процесса сохранения зеленого щита города // Экология урбанизированных территорий. 2018. № 3. С. 103–106. DOI: 10.24411/1816-1863-2018-13103
16. Telichenko V., Tesler K. The coastal territory of the Yauza River as an urban recreational carcass // IOP Conference Series : Materials Science and Engineering: 21, Construction — The Formation of Living Environment (Moscow, April 25–27, 2018). Moscow, 2018. P. 022070. DOI: 10.1088/1757-899X/365/2/022070
17. Меркулова С.В., Кочуров Б.И., Меркулов П.И., Ивашкина И.В. Озеленение как фактор улучшения экологической обстановки урбанизированных территорий (на примере города Саранска) // Экология урбанизированных территорий. 2018. № 3. С. 13–18. DOI: 10.24411/1816-1863-2018-13013
18. Румянцев Д.Е., Фролова В.А. Методологические подходы к изучению разнообразия экосистемных услуг зеленых насаждений в мегаполисе // Международный научно-исследовательский журнал. 2019. № 10 (88). С. 28–34. DOI: 10.23670/IRJ.2019.88.10.028 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologicheskie-podhody-k-izucheniyu-raznoobraziya-ekosistemnyh-uslug-zelenyh-nasazhdeniy-v-megapolise>
19. Klimanova O.A., Illarionova O.I. Green infrastructure indicators for urban planning: applying the integrated approach for Russian largest cities // Geography, Environment, Sustainability. 2020. Vol. 13. Issue 1. С. 251–259.
20. Дьячкова О.Н. Обеспечение жизненного цикла городских зеленых насаждений трудовыми ресурсами // Экология урбанизированных террито-

рий. 2022. № 2. С. 27–33. DOI: 10.24412/1816-1863-2022-2-27-33

21. Дьячкова О.Н. Зеленые насаждения в системе благоустройства придомовых (приватных) территорий многоквартирных зданий // Геоэкология. 2022. № 1. С. 85–95. DOI: 10.31857/S0869780922010039

22. Муромцев Д.И., Сендер А.В., Чиркин А.М., Лисица Н.И. Автоматический анализ локальных маршрутов и придомовой территории для поддержки планирования городского района // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2017. Т. 17. № 1. С. 75–80. DOI: 10.17586/2226-1494-2017-17-1-75-80. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomaticheskii-analiz-lokalnyh-marshrutov-i-pridomovoy-territorii-dlya-podderzhki-planirovaniya-gorodskogo-rayona>

23. Дьячкова О.Н., Михайлов А.Е. Методика расчета рекреационной нагрузки на локальные парки // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2022. № 3 (39). С. 121–133. DOI: 10.21869/2311-1518-2022-38-3-121-133

24. Дьячкова О.Н., Михайлов А.Е., Якунина Г.В. Опыт оценки привлекательности районных парков Санкт-Петербурга // Социология города. 2022. № 3. С. 49–63. DOI: 10.35211/19943520_2022_3_49. URL: <https://elibrary.ru/tyskct>

25. Danilina N., Tsurenkova K., Berkovich V. Evaluating urban green public spaces: the case study of Krasnodar region cities, Russia // Sustainability. 2021. Vol. 13. Issue 24. P. 14059. DOI: 10.3390/su132414059

26. Zhang J., Yue W., Fan P., Gao J. Measuring the accessibility of public green spaces in urban areas using web map services // Applied Geography. 2021. Vol. 126. P. 102381. DOI: 10.1016/j.apgeog.2020.102381

27. Дьячкова О.Н., Михайлов А.Е. Социологическое исследование предпочтений городских жителей в отношении озелененных территорий общего пользования // Недвижимость: экономика, управление. 2022. № 3. С. 47–51. URL: <https://n-eu.iasv.ru/index.php/neu/issue/view/20/27>

28. Noulas A., Scellato S., Lambiotte R., Pontil M., Mascolo C. A tale of many cities: Universal patterns

in human urban mobility // PLoS ONE. 2012. Vol. 7. Issue 5. P. e37027. DOI: 10.1371/journal.pone.0037027

29. Orozco L.G.N., Alessandretti L., Saberi M., Szell M., Battiston F. Multimodal urban mobility and multilayer transport networks. 2021. URL: <https://arxiv.org/pdf/2111.02152.pdf>

30. Ушаков Д.Е., Карелин Д.В. Оценка востребованности метрополитенов жителями в пешеходной доступности от станций // Строительство: наука и образование. 2022. Т. 12. Вып. 1. Ст. 1. URL: <http://www.nso-journal.ru/public/journals/1/issues/2022/01/2305-5502.2022.1.1.pdf> DOI: 10.22227/2305-5502.2022.1.1

31. Данилина Н.В., Руденко С.С., Язбердиева Г.А. Оценка доступности остановочных пунктов наземного городского пассажирского транспорта с использованием географических информационных систем // Недвижимость: экономика, управление. 2020. № 1. С. 36–41. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42669873>

32. Kudryavtsev D., Gavrilova T., Smirnova M., Golovacheva K. Modelling consumer knowledge: The role of ontology // Procedia Computer Science. 2020. Vol. 176. Pp. 500–507. DOI: 10.1016/j.procs.2020.08.052

33. Данилина Н.В. Устойчивое развитие культурно-исторических ландшафтов городов // Актуальные проблемы строительной отрасли и образования — 2021 : сб. докладов II Нац. науч. конф. (г. Москва, 8 декабря 2021 г.). М. : МГСУ, 2022. С. 379–385.

34. Поспелов Д.А. Инженерия знаний // Наука и жизнь. 1987. № 6. С. 11–24.

35. Кудрявцев Д.В., Гаврилова Т.А., Смирнова М.М., Головачева К.С. Построение онтологии знаний потребителя в маркетинге: кроссдисциплинарный подход // Искусственный интеллект и принятие решений. 2021. № 3. С. 19–32. DOI: 10.14357/20718594210302 URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46701359>

36. Александер К., Исиава С., Силверстайн М. Язык шаблонов. Города. Здания. Строительство. М. : Изд-во Студии Артемия Лебедева, 2014. 1096 с.

Поступила в редакцию 13 января 2023 г.

Принята в доработанном виде 5 марта 2023 г.

Одобрена для публикации 12 марта 2023 г.

ОБ АВТОРАХ: **Ольга Николаевна Дьячкова** — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии строительного производства; **Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ)**; 190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4; РИНЦ ID: 750897, ORCID: 0000-0003-0605-0343; dyachkova_on@mail.ru;

Александр Евгеньевич Михайлов — кандидат физико-математических наук, доцент кафедры Математики; **Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (СПбГАСУ)**; 190005, г. Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4; РИНЦ ID: 793871; event_horizon@inbox.ru.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

INTRODUCTION

Urban planning activity is designed to solve socio-ecological and economic tasks of providing favourable human life conditions [1]. Consequently, the transformation of natural and urbanized landscapes at all levels of planning, architectural, construction and engineering documentation preparation should be a subject of scientific and methodological research¹ [1, 2]. However, in the context of expanding urban systems there is an acute shortage of new ways and tools for their cognition and management [3].

At the present stage of society development, progressive scientific approaches in studies of urban environment include methodologies of urban ecodiagnosics², biosphere compatibility³, nature-like and biopositive technologies⁴, the essence of which is to find and substantiate the ecological and urban balance of urbanized territories, preserving nature and developing man [4, 5].

Since one of the tools for the development of human intellect is human-oriented associative thinking and the concept of anthropocentrism as a norm of life support expresses human interests in different angles of comparison with the outside world, so an aesthetically expressive system of comfortable and well-appointed urban spaces with specified qualities must be formed on the basis of regularities and psychophysiological features of human visual perception and orientation in the urban environment [1, 2, 6].

The method of determining the fractal dimension and calculation of the coefficient of ecological stability of natural-anthropogenic landscapes can be applied in a comprehensive assessment of the comfort of places where people live, given that the quality of urban residents depends on numerous conditions that must be met simultaneously [7, 8]. The author [8] notes that “comfortable living conditions of the population are achievable with the simultaneous functioning of the two main components of the living environment: the availability of comfortable living space and the necessary infrastructure (engineering, social and transport).

With the high dynamics of urbanization, managing the development of the biosocial infrastructure of urban and rural settlements makes it possible to preserve natural areas and create conditions for a healthy life of the population [9, 10]. For the sustainable development of cities, it is recommended to form a unified landscape-ecological framework through the maintenance of building regulations and landscape and recreational areas [11–13]⁵. Urban green space planning plays one of the leading roles in improving the quality of urban environment of settlements and living standards of citizens [14–16].

The development of “green” infrastructure in human settlements is receiving more and more attention [17, 18]. According to the Methodology of forming an index of the urban environment quality, approved by the Russian Federation Government Decree No. 510-r dated March 23, 2019, which is used in the implementation of the provisions of the RF President’s Decree No. 474 dated July 21, 2020 “On National Development Goals of the Russian Federation for the period until 2030”, the national project “Housing and Urban Environment”, one of six types of evaluated spaces of the city is the type “Greenspaces”.

The research team led by O.A. Klimanova [19] conducted a comprehensive assessment of green areas in Russian cities using the author’s methodology, which includes 13 indicators that are grouped into three groups: accessibility, formation of a comfortable urban environment and sustainability. The scientists believe that the approach developed by them to assess the green areas will further optimize the measures for improvement, and at the stage of spatial planning will redirect the attention of decision makers from the general indicators to the minimum ones.

For Russian cities, directions for the development of public green spaces, taking into account the negative factors that arise during the stages of their life cycle, are described in the Guide to identifying priority areas for urban environmental development using the urban environmental quality index⁶.

The Guide identifies the reasons for the sub-optimal use of urban green spaces and the poor performance

¹ A system of global indicators for achieving the Sustainable Development Goals and meeting the targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development. URL: https://unstats.un.org/sdgs/indicators/Global%20Indicator%20Framework%20after%202020%20review_Rus.pdf

² Ivashkina I.V., Kochurov B.I. *Urban ecodiagnosics and balanced development of Moscow*. Moscow, Scientific Thought, 2018.

³ Ilyichev V.A., Emelyanov S.G., Kolchunov V.I., Bakaeva N.V. *Innovative technologies in urban construction. Biosphere compatibility and human potential : textbook*. Moscow, Publishing house ASV, 2019; 208.

⁴ Slesarev M.Y., Telichenko V.I. *Environmental safety of construction and urban economy : textbook*. Moscow, MISI-MGSU Publishing House, 2020; 103.

⁵ Krasnoschekova N.S. *Formation of natural framework in general plans of cities : textbook for universities, specialty “Architecture”*. Moscow, Editor-in-Chief Architectura-S Publisher, 2010; 184.

⁶ Guide to identifying priority areas for urban development using the urban environmental quality index. URL: https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/133/rukovodstvo_index_compressed.pdf

in assessing their effectiveness in the urban environmental quality index system:

- cutting down green spaces and developing green areas;
- lack of compensatory landscaping;
- the lack of practice in current urban planning conditions for the creation of new public green spaces;
- low pedestrian connectivity of green areas with surrounding residential areas;
- lack of a unified concept of development, style and image in green spaces, low eventfulness;
- unsafe green spaces;
- difficulty of walking within green areas, lack of navigation;
- lack of or poor quality of infrastructure in the area and inadequate quality of amenities;
- the lack of functional lighting;
- the poor condition of landscaping elements and poor maintenance of plants, poor growth control, and the use of plant species not adapted to the climate and the use of coniferous plants in polluted areas;
- the use of plants that are allergens;
- lack of plant species diversity;
- the predominance of annual plant species;
- soil salinisation.

The set of measures recommended in the Guide to improve urban public green spaces include:

- 1) improvement of existing green spaces and identification of the potential for the creation of new ones;
- 2) ensuring the availability and connectivity of urban green spaces;
- 3) creating microclimatic comfort in green areas;
- 4) improving the activities carried out in the life-cycle stages of green spaces;
- 5) ensuring safe use of the areas;
- 6) creating opportunities for various types of recreation, including increasing the eventuality of the use of green spaces;
- 7) increasing the length of time visitors spend in green areas;
- 8) increasing the visibility of urban green spaces.

Thus, in all phases of the life cycle of urban green spaces and green spaces, the training of highly qualified workforce for both urban planning and housing and communal services is an important factor [20].

Urban public green areas include forest, forest park, park, square, garden, boulevard. While analyzing the comfort level of the urban environment in relation to the adjacent areas that are in close proximity to the place of residence, their availability, planned provision based on the calculation per resident, qualitative and quantitative composition of landscaping elements, including green spaces are assessed [21, 22], then in relation to more remote green areas for outdoor recreation, the researchers are interested in their availability, comfort and travel time formed by the residents [23, 24].

Some methods of availability evaluation can be adapted as a tool for planning urban green spaces [25]. Although the connectivity of public green spaces in urban environments has been analysed in numerous researches, the availability of green spaces to residents is still poorly understood [26]. The effectiveness of the method often depends on the method used to obtain the data, e.g., whether information can be obtained directly from residents through sociological surveys, or indirectly through mobile phone data analysis [27, 28]. Various urban mobility models can be used for the analysis, taking into account a particular mode of transport, including the scooter and the bicycle [29].

Analogues for collecting and processing information on the relativity of the location of forest, forest park, park, square, garden and boulevard areas can be works that analyze the availability, for example, of transport infrastructure facilities within the city. The authors [30] assessed the relationship between the passenger flow of the metro and the number of residents in the walking distance radius of metro stations retrospectively using the regression analysis method, taking as the dependent variable the annual passenger flow, the independent variable — the residential area of buildings. A promising method to identify areas outside the walking distance radius is the usage of spatial data analysis implemented in geographic information systems [31].

The manifestation of self-organization processes of urban geosystems is closely related to the structuring of information [3]. The development of the information society makes the knowledge of market economy participants a key factor of consumption, as their knowledge is the basis for decision-making [32]. The growing amount of information demonstrates the relevance of knowledge management [32]. The basic requirements for ontology, some existing ontologies, as well as primary results of conceptualization of consumer knowledge ontology are described in [32].

The application of advanced digital advances, including neural networks and artificial intelligence, wireless communication technologies, digital twins, virtual and augmented reality technologies, opens up new possibilities in urban planning and urban management. The effect of digitalisation is the inclusion of urban areas, including the natural and recreational framework, in the digital information space of the city to ensure its transparency for all stakeholders [33].

The central part of any intelligent system is the knowledge base⁷. Therefore, it seems relevant to consider aspects of knowledge extraction and structuring methodology in an urban public green space management system. The knowledge base should contain the necessary information about the subject area (SA) and how to solve its specific tasks [34]. The main problems of a knowledge-based system are [34]:

- How do you get the knowledge you need?

⁷ D.A. Pospelov. *Situational management: theory and practice*. Moscow, Nauka, 1986; 288.

- How to shape the subject area model?
- How to maintain the subject area model while the system is operating?

For the sustainable development of modern cities it is urgent to solve the problem of providing comfortable living conditions and improving the quality of life of citizens. As a system in this paper we consider the current urban situation in terms of the provision of urban residents with public green areas, as well as the demand for these areas of the citizens. On a particular territory of the city the situation under study may change over time, the changes may be associated with both the improvement of urban planning require-

ments, regulations and organised and/or self-organised development of the area.

The direction of the research is to develop a scientific basis for information support of urban planning and monitoring of the quality of the urban environment, identifying and analysing various trends and forecasting possible developments.

The aim of the study is to develop a taxonomy of urban public green spaces to generate knowledge from subject matter experts through interaction with an analyst, and to collect, evaluate and analyse the parameters and properties of system elements. The objectives of the study are summarised in Fig. 1.

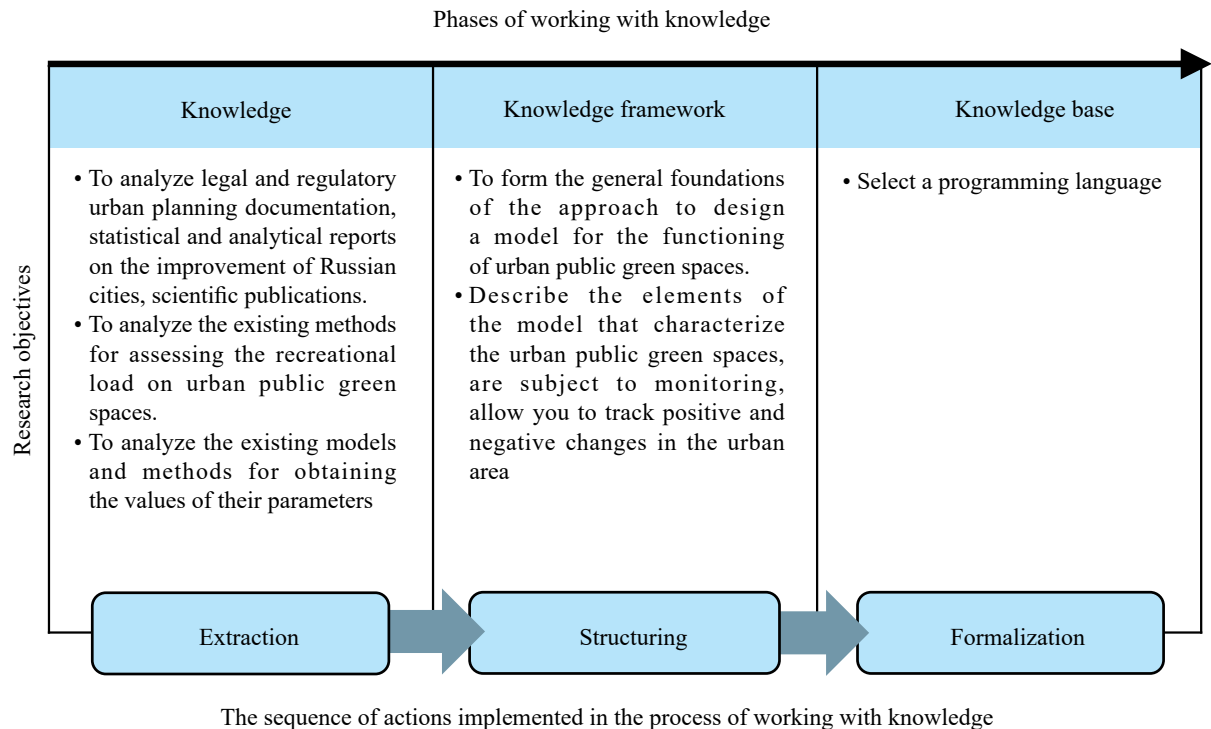


Fig. 1. The basic steps of knowledge processing when modelling an urban situation (authors' scheme)

MATERIALS AND METHODS

Legal and regulatory urban planning documentation, statistical and analytical reports on the improvement of Russian cities, available on the Internet; scientific publications are analysed. Textual methods of knowledge extraction are applied.

Knowledge Engineering⁸ is the science of methods and technologies for obtaining, structuring and formalizing knowledge for effective management and development of intelligent systems. Knowledge Engineering was born as a science in 1976. The relevance today is due to the unprecedented

growth of information volumes and the need for its compression, as well as the need to solve the problem of preservation of intellectual capital.

The information consists of:

- data — facts describing individual properties of objects, processes, phenomena;
- documents (content) — unstructured information (reports, charts, photos);
- knowledge — patterns derived from practice and linking data.

Knowledge⁹ is a body of information that forms a coherent description that corresponds to some level

⁸ Gavrilova T.A., Kudryavtsev D.V., Muromtsev D.I. Knowledge engineering. *Models and Methods : a textbook*. Saint Petersburg, Lan' Publishing House, 2016; 324.

⁹ Averkin A.N., Gaase-Rapoport M.G., Pospelov D.A. *All-Russian Public Organization "Russian Association of Artificial Intelligence" : Dictionary of Artificial Intelligence*. URL: <https://raai.space/pages/UGFnZVR5cGU6MTAwMw==#L183>

of awareness of the issue, subject, problem being described, etc.

Subject knowledge⁹ — a set of information about the subject field stored in the knowledge base of the intelligent system. Subject knowledge includes facts related to the subject area, regularities which are specific to it, hypotheses about the possible relationships between the phenomena, processes occurring in it, the accumulated factual base, procedures for solving typical problems in this problem area. Subject knowledge is introduced into the knowledge base by a knowledge engineer. During the functioning of the intelligent system subject knowledge can be supplemented. Subject knowledge is used in search of solutions of problems arising in expert and other intelligent systems.

RESEARCH RESULTS

Urban public green spaces are complex non-linear systems whose elements not only have properties with defined parameters, but also emergent ones.

Fig. 2 highlights the main concepts — the basic concepts of the subject area under study and draws connections between the concepts — generic, functional and attributive. Since the authors carried out their research in St. Petersburg, the scheme presented in Fig. 2 reflects the situation typical for the city. Relations in the sphere of administrative-territorial structure of St. Petersburg and territorial organization of local government in the city are regulated by St. Petersburg Law No. 411-68 “On the Territorial Structure of St. Petersburg”, according to which the city territory is delimited into districts, and the territory of a municipal entity must be fully included in the district territory. It should be noted that for a different locality, terminology will need to be clarified as the local legislative framework may differ in the regions.

The urban dweller in our case is studied as a visitor to a public green space, who prefers one or another place (location) in the city to stay outdoors. According to the authors, when constructing the model, it is important to distinguish

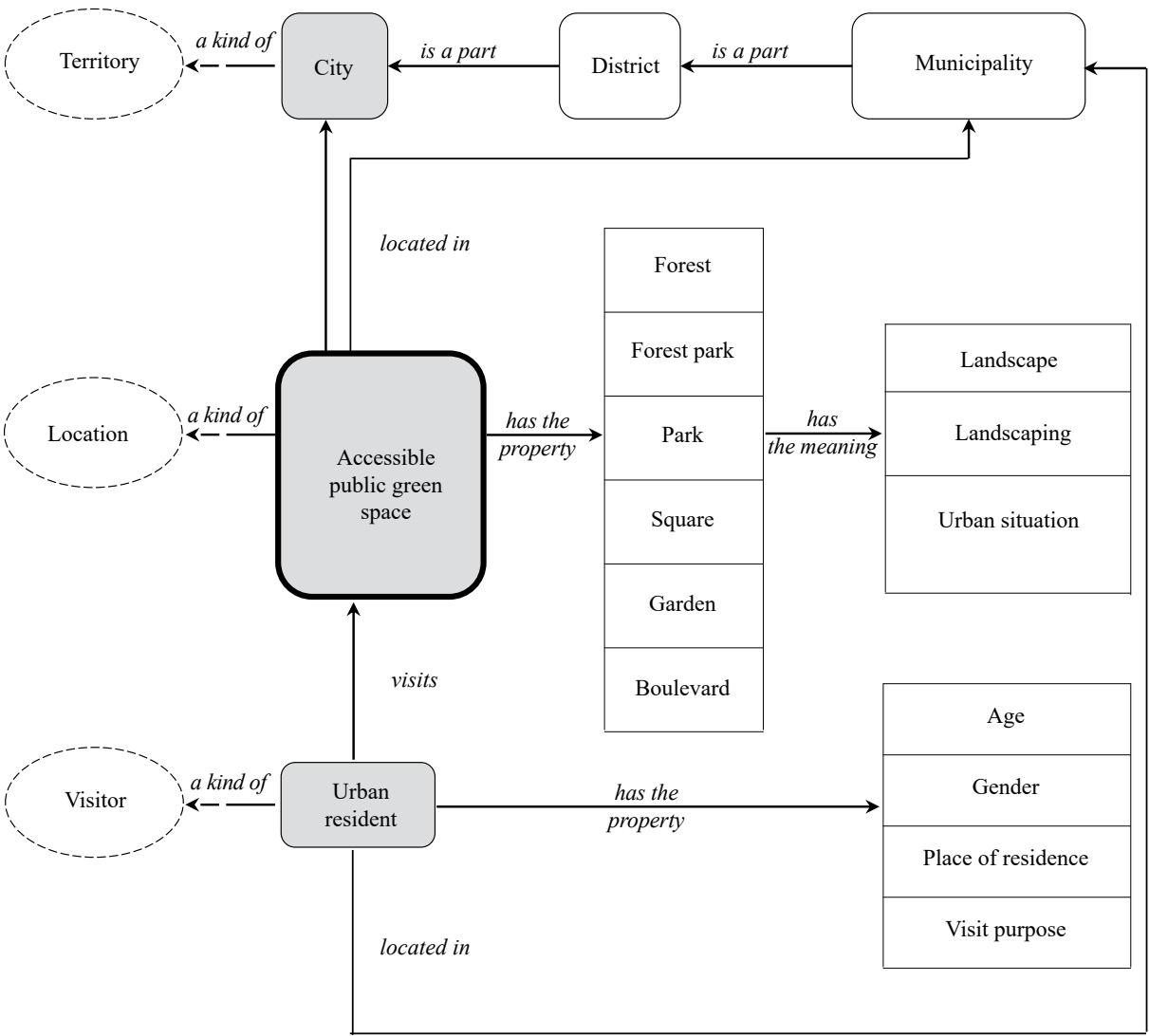


Fig. 2. Concept map of allocation for knowledge (authors' scheme)

between the locations of the public green space and the visitor's place of residence.

The recreational load on a public green space can be created by residents of nearby districts (one or more municipalities). A public green space can be located in one or more districts (municipalities).

It can be assumed that the recreational load on public green spaces located within the boundaries of an urban district and municipality does not always correlate with the population size of these administrative-territorial units [23]. It is advisable to consider the situation with the potential recreational load on a particular green area only from the city residents and separately take into account the load from the city guests [24].

The projected taxonomy of knowledge about urban public green spaces from the perspective of analysing the potential recreational load from the population of the surrounding residential areas consists of two classes, each with two subclasses with characteristic properties (Fig. 3): *A*. Territory: *A1*. The value of the area, *A2*. Attendance style; *B*. Visitor: *B1*. Characteristics of the visitor, *B2*. Comfort of visiting the area.

Since the classes themselves do not provide enough information to answer the competence test questions, after defining their number, let us describe the internal structure of the concepts (Table 1).

Level *A1* is represented by a set of 10 variables ($OR_{1.1}, LC_{1.2}, HC_{1.3}, LN_{1.4}, WO_{1.5}, GT_{1.6}, AV_{1.7}, GS_{1.8}, LG_{1.9}, EX_{1.10}$), each of which can take one of the possible values, for example, for variable $OR_{1.1}$ the values $NT_{1.1.1}, NA_{1.1.2}, AN_{1.1.3}$, for variable $LC_{1.2}$ — $GR_{1.2.1}, BS_{1.2.2}$, etc.

Level *A2* is represented by a set of 4 variables ($ND_{2.1}, IA_{2.2}, TM_{2.3}, TA_{2.4}$), each of which can take

one of the possible values, e.g. for variable $ND_{2.1}$ the possible values are $RC_{2.1.1}, TR_{2.1.2}$ etc.

Level *B1* is represented by a set of 6 variables ($RV_{3.1}, GD_{3.2}, AG_{3.3}, CT_{3.4}, MB_{3.5}, PR_{3.6}$), each of which can take one of the possible values, for example for variable $RV_{3.1}$ possible values are $PR_{3.1.1}, ST_{3.1.2}, PT_{3.1.3}$, etc.

Level *B2* is represented by a set of 7 variables ($SS_{4.1}, DW_{4.2}, TI_{4.3}, WR_{4.4}, WV_{4.5}, WT_{4.6}, SC_{4.7}$), each of which can take one of the possible values, for example, for variable $SS_{4.1}$ possible values are $WI_{4.1.1}, SP_{4.1.2}, SU_{4.1.3}, AU_{4.1.4}$, etc.

The description of the requirements for a taxonomy includes the identification of its potential users and usage scenarios [35] (Table 2).

Depending on the user and the tasks to be performed, the algorithm for applying the taxonomy may vary. In its most general form, the user can conduct a knowledge audit of urban public green spaces by answering questions that can be formulated both in the present and future, if necessary. The list of questions is determined by the user's objectives and can be refined, taking into account the degree of relevance.

A sample list of questions for a knowledge audit:

1. Impact on urban public green spaces.

Knowledge that government/local government/visitors should have in order to preserve and sustainably develop urban green spaces (current/future)?

Response options: sufficient (+), insufficient (–), none (0).

2. Impact on the visitor of the public green space.

Knowledge that public authorities/local government/visitors should have in order to provide an effective urban environment with public urban green spaces (now/in the future)?

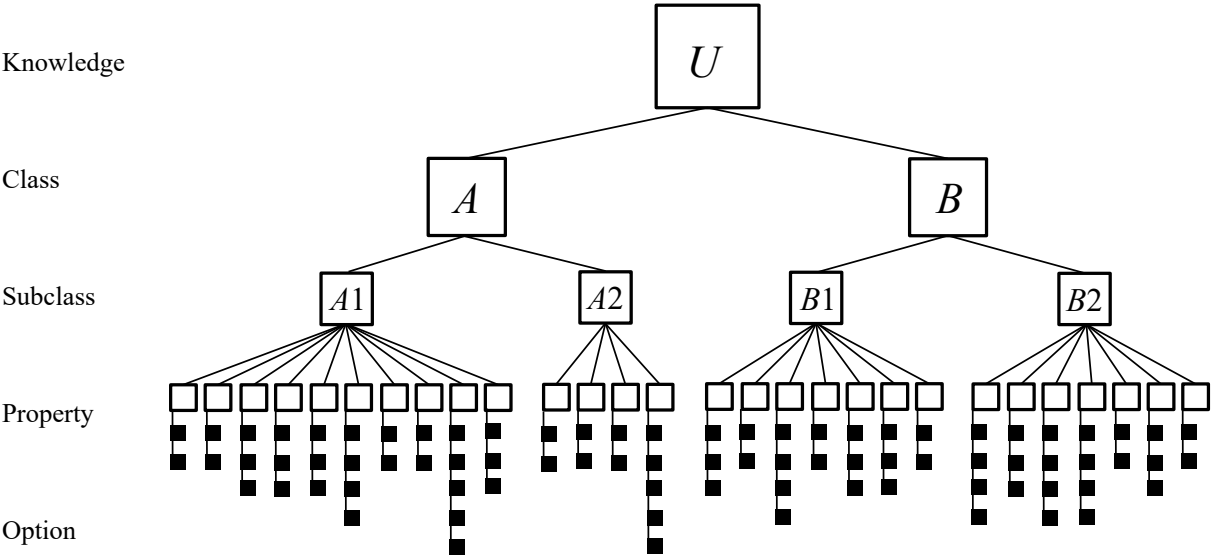


Fig. 3. Taxonomy of knowledge about accessible public green spaces in city (authors' scheme)

Table 1. Taxonomy levels

Property		Option	
A1. Value of territory			
OR _{1,1}	Origin	NT _{1.1.1}	Natural
		NA _{1.1.2}	Natural-anthropogenic
		AN _{1.1.3}	Anthropogenic
LC _{1,2}	Location	GR _{1.2.1}	On the ground
		BS _{1.2.2}	On building structures
HC _{1,3}	History of creation	NW _{1.3.1}	New
		AR _{1.3.2}	After reconstruction
		AR _{1.3.3}	After restoration
LN _{1,4}	Landscape	FL _{1.4.1}	Flat
		MO _{1.4.2}	Mountain
		FD _{1.4.3}	Floodplain
WO _{1,5}	Water object	RI _{1.5.1}	River
		RE _{1.5.2}	Reservoir
		WF _{1.5.3}	Without water features
GT _{1,6}	Geometry	AR _{1.6.1}	Area
		LN _{1.6.2}	Length
		WD _{1.6.3}	Width
		CF _{1.6.4}	Configuration
AV _{1,7}	Availability	IC _{1.7.1}	Internal connectivity
		EC _{1.7.2}	External compatibility
GS _{1,8}	Green spaces	TS _{1.8.1}	Type of format structure
		CG _{1.8.2}	Composition of green spaces
LG _{1,9}	Landscaping	EP _{1.9.1}	Equipped playgrounds
		WC _{1.9.2}	WC
		BS _{1.9.3}	Boat station
		EN _{1.9.4}	Entertainment
		OT _{1.9.5}	Other
EX _{1,10}	Exploitation	GS _{1.10.1}	Green spaces
		EI _{1.10.2}	Elements of infrastructure
		WS _{1.10.3}	Waste
A2. Attendance style			
ND _{2,1}	Need	RC _{2.1.1}	Recreation
		TR _{2.1.2}	Transit
IA _{2,2}	Intensity of leisure activities	AR _{2.2.1}	Active recreation
		PR _{2.2.2}	Passive recreation
TM _{2,3}	Type of mobility	OF _{2.3.1}	On foot
		WE _{2.3.2}	With sports equipment
TA _{2,4}	Type of leisure activities	SA _{2.4.1}	Sports activities
		QR _{2.4.2}	Quiet rest for adults
		CG _{2.4.3}	Children games
		MP _{2.4.4}	For many people
		WP _{2.4.5}	Walking pets
		CE _{2.4.6}	Cultural and educational
		TH _{2.4.7}	Other

Property		Option	
B1. Characteristic of visitor			
RV _{3.1}	Regularity of visits to the territory	PR _{3.1.1}	Permanence
		ST _{3.1.2}	Situational
		PT _{3.1.3}	Potential
GD _{3.2}	Gender	MN _{3.2.1}	Man
		WN _{3.2.2}	Woman
AG _{3.3}	Age	CH _{3.3.1}	Children
		TR _{3.3.2}	Teenagers
		GM _{3.3.3}	Adults
		AP _{3.3.4}	Older people
CT _{3.4}	Category	LN _{3.4.1}	Lonely man
		GP _{3.4.2}	A group of people
		PC _{3.4.3}	Parents with children
MB _{3.5}	Mobility	LT _{3.5.1}	No limits
		LM _{3.5.2}	Low mobility
		IN _{3.5.3}	Disabled people
PR _{3.6}	Person	LA _{3.6.1}	Law-abiding
		CR _{3.6.2}	Criminal
B2. Comfort of visiting the territory			
SS _{4.1}	Season	WI _{4.1.1}	Winter
		SP _{4.1.2}	Spring
		SU _{4.1.3}	Summer
		AU _{4.1.4}	Autumn
DW _{4.2}	Day of the week	EY _{4.2.1}	Everyday
		WD _{4.2.2}	Weekend
TI _{4.3}	Time	MG _{4.3.1}	Morning
		DY _{4.3.2}	Day
		EG _{4.3.3}	Evening
		NT _{4.3.4}	Night
WR _{4.4}	Weather comfort	AT _{4.4.1}	Air temperature
		RH _{4.4.2}	Relative humidity
		WS _{4.4.3}	Wind speed
		PR _{4.4.4}	Precipitation
WV _{4.5}	Time of visit to the territory	MY _{4.5.1}	Momentary
		LT _{4.5.2}	Long time
WT _{4.6}	Way to territory	RE _{4.6.1}	Route
		TT _{4.6.2}	Travel time
		TC _{4.6.3}	Travel comfort
SC _{4.7}	Security	WY _{4.7.1}	Way
		TY _{4.7.2}	Territory

Response options: sufficient (+), insufficient (–), none (0).

3. Existing knowledge about public green space.
What do government officials/local authorities/visitors know about urban public green spaces (history of creation/stages of development/current)?

Response options: know (+), do not know (–), knowledge is mixed (+/–).

Answers to these questions can be obtained by involving experts. Some changes in knowledge are predictable and related to the development of the urban environment [1, 2, 36].

Table 2. Taxonomy users and tasks they solve

Users	Tasks
1. Production activities	
1.1. State authority/ local self-government of the constituent entity of the Russian Federation	Safety/Creating urban public green spaces
	Projects for the landscaping of urban public green spaces
	Interaction with visitors to urban public green spaces
	Educational and outreach activities among the population
1.2. Developer of IT solutions	Development of an ontology to create an intelligent management system for urban public green spaces
	Development of a system for formalizing knowledge about urban public green spaces
	Development of a knowledge management system for urban public green spaces and implementation in the urban management system
2. Research activities	
2.1. Explorer	Systematization of existing researches on the urban environment in part of social and environmental comfort of the population
	Integration of knowledge about urban public green spaces in solving the problem of designing intelligent urban management systems
	Systematic assessment and comparative analysis of the provision of the urban population/city territories of urban public green spaces
3. Educational and methodological activities	
3.1. Teacher	Development of academic disciplines

CONCLUSION AND DISCUSSION

The scope of the survey was the perception of knowledge about the urban public green space (forest, forest park, park, square, garden, boulevard) and the visitor who prefers it for outdoor walks. Representatives of state authorities, local government, academia, residents and visitors to the city, and visitors to public green spaces can be invited to participate in the survey as experts.

The sequence of taxonomy development in most existing methodologies includes the following stages: specification of taxonomy requirements, analysis of knowledge reuse options, conceptualization and formalization, software implementation, testing and validation. This article explains part of the elements of the urban public green space management concept: 1st stage — conceptualization of knowledge

distribution, 2nd stage — development of knowledge taxonomy, 3rd stage — description of potential users of the taxonomy and scenarios of its use.

Users of the taxonomy will be able to analyse the current urban situation as well as forecast its development.

The authors believe that the answers to the questions posed and implemented in the proposed layout may be indicative of the level of self-organisation of society.

The result of the data set and structuring is planned for usage in the collection of information for calculating the index of attraction of urban public green spaces and the recreational load on them. According to the authors, the properties and parameters in the proposed set are to be considered in order to track the development of positive and negative changes in urban areas.

REFERENCES

1. Mitiagin S.D. Methodological features of the preparation of territorial planning documents in modern conditions. *Industrial and Civil Engineering*. 2021; 8:59-68. DOI: 10.33622/0869-7019.2021.08.59-68 (rus.).

2. Krasnoshekova N.S. Strategy for improvement of environmental study territorial planning documents in development cities and agglomerations. *Fundamental, exploratory and applied research of the RAASN on scientific support for the development of architecture, urban planning and the construction industry of the Russian Federation in 2016 : collection of scientific tr. RAASN*. Moscow, 2017; 341-347. DOI: 10.22337/9785432302205-2017-341-347 (rus.).

3. Kochurov B.I., Ermakova Yu.I., Ivashkina I.V. Self-organization and self-development of urbogeosystems. *Geography and Natural Resources*. 2021; 42(3):225-231. DOI: 10.1134/S1875372821030094

4. Kochurov B.I., Ivashkina I.V., Ermakova Yu.I., Fomina N.V., Lobkovskaya L.G. Ecological and urban

planning balance and prospects for development of the megalopolis of Moscow as the center of convergence. *Ecology of Urban Areas*. 2019; 3:65-72. DOI: 10.24411/1816-1863-2019-13065 (rus.).

5. Ilyichev V.A., Kolchunov V.I., Gordon V.A., Kormina A.A. Statistical relationships between indicators of favourable living environments in biosphere compatible cities. *Vestnik MGSU* [Monthly Journal on Construction and Architecture]. 2021; 16(5):545-556. DOI: 10.22227/1997-0935.2021.5.545-556 (rus.).

6. Tkachev V.N., Danilina N.V. The anthropic principle in the architecture of the universe. *Ecology of Urban Areas*. 2022; 2:81-89. DOI: 10.24412/1816-1863-2022-2-81-89 (rus.).

7. Kochurov B.I., Kulnev V.V., Tsvetkov I.V. Multifractal models of impact on the aquatic ecosystem: response, risk, management. *Regional Geosystems*. 2022; 46(1):71-80. DOI: 10.52575/2712-7443-2022-46-1-71-80 (rus.).

8. Lukinov V.A. Classification of living conditions in housing accommodations. *Real Estate: Economics, Management*. 2022; 2:74-78. URL: <https://n-eu.iasv.ru/index.php/neu/article/view/81> (rus.).

9. Votsis A., Haavisto R. Urban DNA and sustainable cities: a multi-city comparison. *Frontiers in Environmental Science*. 2019; 7:4. DOI: 10.3389/fenvs.2019.00004

10. Telichenko V.I. The analysis of methodology of the assessment and expected indicators of ecological safety of atmospheric air in the Russian Federation for 2010–2020 years. *XXV Polish – Russian – Slovak Seminar “Theoretical Foundation of Civil Engineering”*, Chelyabinsk, May 19–20, 2016. Chelyabinsk, Elsevier Ltd, 2016; 736-740. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.08.235

11. Bakhareva O.V., Azhimov T.Z., Azhimova L.I. Urban Bio-social infrastructure as a patronized goods: institutional environment and structural changes. *Vestnik MGSU* [Monthly Journal on Construction and Architecture]. 2022; 17(4):428-442. DOI: 10.22227/1997-0935.2022.4.428-442.(rus.).

12. Telichenko V., Benuzh A., Mochalov I. Landscape architecture and green spaces in Russia. *MATEC Web of Conferences, Warsaw, August 19–21, 2017*. Warsaw, EDP Sciences, 2017; 00164. DOI: 10.1051/mateconf/201711700164

13. Wolff M., Dagmar H. Mediating sustainability and liveability — turning points of green space supply in European cities. *Frontiers in Environmental Science*. 2019; 7:61. DOI: 10.3389/fenvs.2019.00061

14. Liu M., Li X., Song D., Zhai H. Evaluation and monitoring of urban public greenspace planning using landscape metrics in Kunming. *Sustainability*. 2021; 13(7):3704. DOI: 10.3390/su13073704

15. Novoselova I.Yu. Optimization of the green shield of the city conservation process. *Ecology of Urban Areas*. 2018; 3:103-106. DOI: 10.24411/1816-1863-2018-13103 (rus.).

16. Telichenko V., Tesler K. The coastal territory of the Yauza river as an urban recreational carcass. *IOP Conference Series : Materials Science and Engineering: 21, Construction — The Formation of Living Environment (Moscow, April 25–27, 2018)*. Moscow, 2018; 022070. DOI: 10.1088/1757-899X/365/2/022070

17. Merkulova S.V., Kochurov B.I., Merkulov P.I., Ivashkina I.V. Gardening as a factor of improving of ecological situation in the urban areas (for example, the city of Saransk). *Ecology of Urban Areas*. 2018; 3:13-18. DOI: 10.24411/1816-1863-2018-13013 (rus.).

18. Rumyantsev D.E., Frolova V.A. Methodological approaches to studying diversity of ecosystem services of greeneries in metropolitan city. *International Research Journal*. 2019; 10(88):28-34. DOI: 10.23670/IRJ.2019.88.10.028. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodologicheskie-podhody-k-izucheniyu-raznoobraziya-ekosistemnyh-uslug-zelenyh-nasazhdeniy-v-megapolise> (rus.).

19. Klimanova O.A., Illarionova O.I. Green infrastructure indicators for urban planning: applying the integrated approach for Russian largest cities. *Geography, Environment, Sustainability*. 2020; 13(1):251-259. (rus.).

20. D'yachkova O.N. Required specialists to ensure the life cycle of urban green spaces. *Ecology of Urban Areas*. 2022; 2:27-33. DOI: 10.24412/1816-1863-2022-2-27-33 (rus.).

21. D'yachkova O.N. Green space in the improvement system of adjacent territory (private) areas of apartment buildings. *Geoekologiya*. 2022; 1:85-95. DOI: 10.31857/S0869780922010039 (rus.).

22. Mouromtzev D.I., Sender A.V., Chirkin A.M., Lisitsa N.I. Automatic analysis of local routes and adjacent house territory for urban planning support. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*. 2017; 17(1): 75-80. DOI: 10.17586/2226-1494-2017-17-1-75-80 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomaticheskii-analiz-lokalnyh-marshrutov-i-pridomovoy-territorii-dlya-podderzhki-planirovaniya-gorodskogo-rayona> (rus.).

23. D'yachkova O.N., Mikhailov A.E. Methodology for estimation of recreational load on local parks. *Biospheric Compatibility: Human, Region, Technologies*. 2022; 3(39):121-133. DOI: 10.21869/2311-1518-2022-38-3-121-133 (rus.).

24. D'yachkova O.N., Mikhailov A.E., Yakunina G.V. Experience of assessment of the attractiveness of district parks in Saint Petersburg. *Urban Sociology*. 2022; 3:49-63. DOI: 10.35211/19943520_2022_3_49. URL: <https://elibrary.ru/tyskct> (rus.).

25. Danilina N., Tsurenkova K., Berkovich V. Evaluating urban green public spaces: the case study of Krasnodar region cities, Russia. *Sustainability*. 2021; 13(24):14059. DOI: 10.3390/su132414059

26. Zhang J., Yue W., Fan P., Gao J. Measuring the accessibility of public green spaces in urban areas using web map services. *Applied Geography*. 2021; 126:102381. DOI: 10.1016/j.apgeog.2020.102381
27. D'yachkova O.N., Mikhailov A.E. Sociological research of residents' preferences toward inclusive green spaces in city. *Real Estate: Economics, Management*. 2022; 3:47-51. URL: <https://n-eu.iasv.ru/index.php/neu/issue/view/20/27>
28. Noulas A., Scellato S., Lambiotte R., Pontil M., Mascolo C. A tale of many cities: universal patterns in human urban mobility. *PLoS ONE*. 2012; 7(5):e37027. DOI: 10.1371/journal.pone.0037027
29. Orozco L.G.N., Alessandretti L., Saberi M., Szell M., Battiston F. *Multimodal Urban Mobility and Multilayer Transport Networks*. 2021. URL: <https://arxiv.org/pdf/2111.02152.pdf>
30. Ushakov D.E., Karelin D.V. The evaluation of the resident demand for underground railways within walking distance of stations. *Construction: Science and Education*. 2022; 12(1):1. URL: <http://www.nso-journal.ru/public/journals/1/issues/2022/01/2305-5502.2022.1.1.pdf> DOI: 10.22227/2305-5502.2022.1.1 (rus.).
31. Danilina N.V., Rudenko S.S., Yazberdieva G.A. Accessibility evaluation of stopping points for ground urban public transport stops with the use of geographic information systems. *Real Estate: Economics, Management*. 2020; 1:36-41. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42669873> (rus.).
32. Kudryavtsev D., Gavrilova T., Smirnova M., Golovacheva K. Modelling consumer knowledge: the role of ontology. *Procedia Computer Science*. 2020; 176:500-507. DOI: 10.1016/j.procs.2020.08.052
33. Danilina N.V. Sustainable development of cultural and historical landscapes of cities. *Actual Problems of the Construction Industry and Education — 2021 : collection of Reports of the Second National Scientific Conference, Moscow, December 08, 2021*. Moscow, National Research Moscow State University of Civil Engineering, 2022; 379-385 (rus.).
34. Pospelov D.A. Knowledge engineering. *Science and Life*. 1987; 6:11-24 (rus.).
35. Kudryavtsev D.V., Gavrilova T.A., Smirnova M.M., Golovacheva K.S. Building ontology of consumer knowledge in marketing: cross-disciplinary approach. *Iskusstvennyy Intellekt i Prinyatie Resheniy/Artificial Intelligence and Decision Making*. 2021; 3:19-32. DOI: 10.14357/20718594210302. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46701359> (rus.).
36. Alexander Ch. *A Pattern Language. Towns. Buildings. Construction*. New York, Oxford University Press, 1977.

Received January 13, 2023.

Adopted in revised form on March 5, 2023.

Approved for publication on March 11, 2023.

B I O N O T E S : **Olga N. D'yachkova** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Construction Technology; **Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPbGASU)**; 4 Vtoraya Krasnoarmeiskaya st., Saint Petersburg, 190005, Russian Federation; ID RSCI: 750897, ORCID: 0000-0003-0605-0343; dyachkova_on@mail.ru;

Alexander E. Mikhailov — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Math; **Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPbGASU)**; 4 Vtoraya Krasnoarmeiskaya st., Saint Petersburg, 190005, Russian Federation; ID RSCI: 793871; event_horizon@inbox.ru.

Contribution of the authors: all authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare no conflict of interest.