

АРХИТЕКТУРА. РЕКОНСТРУКЦИЯ. РЕСТАВРАЦИЯ. ТВОРЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ АРХИТЕКТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. АРХИТЕКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ. ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. ГРАДОРЕГУЛИРОВАНИЕ

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ / RESEARCH PAPER

УДК 711.4-112

DOI: 10.22227/2305-5502.2023.1.8

Расчетные параметры функционального зонирования озелененной территории центральной части города Реутова

Михаил Алексеевич Слепнев, Надежда Васильевна Мозгунова

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

АННОТАЦИЯ

Введение. Статья посвящена решению актуальной проблемы по оптимизации природного каркаса города на основе рационального использования территории населенного пункта в качестве озелененной территории общего пользования. Использован подход, основанный на современных тенденциях урбанизации, экологической полезности, социальной выгоды и рационального использования территорий. Одним из важных элементов оптимизации экологической среды является озеленение пространства города. В настоящее время сохранение равновесия урбанизированных территорий является приоритетным направлением, поскольку с ростом и развитием городов среда становится все более агрессивной. Также с увеличением количества жителей возрастает рекреационная нагрузка, а из-за высокой концентрации выбросов автотранспорта и промышленных предприятий состояние городских природных систем меняется, что ведет к ухудшению качества жизни населения. Система зеленых насаждений современного города формируется для оздоровления окружающей среды, обогащения внешнего облика города, создания условий для массового отдыха населения в природном окружении. Для формирования экологической обстановки в городе, наряду с кардинальными мероприятиями, необходимо сохранение и развитие природных массивов и озеленение территории города. Проанализированы соответствующие планировочные возможности и ограничения, обеспечивающие градостроительное преобразование города, а также выбрана оптимальная стратегия пространственно-территориального развития реорганизации природного каркаса.

Материалы и методы. Использована собранная атрибутивная информация, правовые документы, картографические материалы. Расчет потенциальных посетителей проведен с учетом нормативного значения по рекреационной нагрузке, а расчет посетителей природно-антропогенного территориального комплекса (далее — ПАТК) производился путем натурного наблюдения. Результаты наблюдения были обработаны с помощью программного продукта Microsoft Office Excel, с последующим моделированием проектного предложения по использованию озелененной территории г. Реутова в программном комплексе Qgis.

Результаты. На основе проведенного исследования было выявлено превышение нормативного значения рекреационной нагрузки ПАТК «Яблонево-Сады» г. Реутова и предложен проект функционального зонирования, включающий в себя проектирование трех зон различного функционального назначения.

Выводы. Увеличенный темп притока населения и экологического загрязнения приводит к вынужденной реорганизации зеленых ядер городов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: зеленое ядро, реорганизация территориального пространства, территориальное планирование, природный каркас, устойчивое развитие, благоустройство территории

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Слепнев М.А., Мозгунова Н.В. Расчетные параметры функционального зонирования озелененной территории центральной части города Реутова // Строительство: наука и образование. 2023. Т. 13. Вып. 1. Ст. 8. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2023.1.8

Автор, ответственный за переписку: Надежда Васильевна Мозгунова, mozgunova55@icloud.com.

Calculated parameters for the functional zoning of green space in the central part of Reutov

Mihail A. Slepnev, Nadeshda V. Mozgunova

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

ABSTRACT

Introduction. The article devoted to the relevant problem of optimizing the natural framework of the city on the basis of rational use of the territory of the settlement as a public green area. The approach, based on the modern tendencies of urbanization, ecological utility, social benefits and rational use of territories. One of the important elements of the optimization of the ecological environment is the greening of the city space. At present, maintaining the balance of urbanized areas is a priority because with the growth and development of cities, the environment is becoming more and more aggressive. Also, with the increase in the number of residents, the recreational load increases, and due to the high concentration of emissions from motor vehicles and industrial enterprises, the state of urban natural systems is changing, which leads to a deterioration in the quality of life of the population. The system of green spaces of a modern city is being formed to improve the environment, enrich the appearance of the city, create conditions for mass recreation of the population in the natural environment. For the formation of the ecological situation in the city, along with cardinal measures, it is necessary to preserve and develop natural massifs and landscaping of the city territory. The article analyzes the relevant planning opportunities and constraints for urban transformation of the city, and also selects the optimal strategy for spatial development of the reorganization of the natural framework.

Materials and methods. The collected attributive information, legal documents and cartographic materials are used in the work. The calculation of potential visitors was carried out on the basis of the normative value for recreational load, and the calculation of visitors to the natural-anthropogenic territorial complex (hereafter — NATC) was carried out by means of field observation. The observation results were processed using the Microsoft Office Excel software, followed by modelling of the project proposal for the use of the Reutov green space in the Qgis software package.

Results. On the basis of the conducted research, the excess of the normative value of recreational load of the NATC "Apple Orchard" in Reutov was identified and a functional zoning project, including the design of three functional zones, was proposed.

Conclusions. The increased rate of population influx and environmental pollution is forcing a reorganization of the green cores of cities.

KEYWORDS: green core, spatial reorganization, urban planning, natural framework, sustainable development, landscaping

FOR CITATION: Slepnev M.A., Mozgunova N.V. Calculated parameters for the functional zoning of green space in the central part of Reutov. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2023; 13(1):8. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2023.1.8

Corresponding author: Nadeshda V. Mozgunova, mozgynova55@icloud.com.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из ключевых подходов развития населенных мест является направление устойчивого развития [1]. Следовательно, создание комфортной городской среды, оказывающей минимальное воздействие на экологическую составляющую и жизнедеятельность человека, является приоритетным направлением градостроительного планирования по всему миру.

Эффективность планировочной организации озелененных систем города обеспечивается за счет оптимального соотношения застроенных и озелененных пространств, создания удобных пешеходных связей между озелененными территориями и жилыми районами, совмещения рекреационной и архитектурно-планировочной функции в пределах одной территории, создания крупных, пространственно-целостных внутригородских и пригородных озелененных территорий [2, 3].

Отсутствие динамики развития и должного количества рекреационных территорий наравне является приоритетной задачей, стоящей перед специалистами, занимающимися формированием городских природных территорий. Плотность населения в г. Реутове составляет 12 278 чел./км². Это выше, чем в Санкт-Петербурге и Москве. Высокая плотность населения на сравнительно небольшой территории неизбежно сказывается на количестве и состоянии зеленых насаждений [4]. Норма озеленения, установленная Всемирной Организацией Здравоохранения (ВОЗ), принятая в 50 м² для городских зеленых насаждений на одного жителя, не выполняется. Плохими по условиям озеленения считаются города, где растительность занимает менее 10 % площади горо-

да, хорошими — 40–60 %. К нормируемым показателям оценки озеленения города в целом относятся показатель уровня озеленения территории застройки и удельный вес озелененных территорий в пределах застройки города [5, 6]. Уровень озеленения территории застройки должен составлять не менее 40 %. Обеспеченность озелененными территориями общего пользования для жилых территорий Московской области — в расчете на 1 человека — должна составлять не менее 14,5 м²/чел. Доля крупных парков и лесопарков в структуре озелененных территорий общего пользования должна составлять не менее 10 % [7].

Согласно данным регистрационного учета граждан в г. Реутове, количество жителей составляет более 92 тыс. чел. При норме ВОЗ обеспеченности озелененными территориями на 1 человека в городе процент озеленения равен 26,7 %, что не соответствует требованиям ВОЗ.

Поэтому была определена и решена задача, направленная на повышение показателя озелененных территорий г. Реутова.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Рассматриваемая территория ПАТК находится в северной части г. Реутова и сопряжена с территорией городского парка «Яблоневый сад». ПАТК граничит с ул. Победы, Советской и Садовым проездом. По данным Росреестра, категория земель рассматриваемого объекта определена как земли населенных пунктов, разрешенный вид использования направлен на обслуживание жилой застройки. Площадь территории в рассматриваемых границах составляет 115,8 га.

Был проведен анализ нормативно-правового обеспечения, регламентирующего деятельность

ПАТК, а также проанализированы различные картографические материалы, находящиеся в открытом доступе. Применен системный подход дистанционного зондирования с применением программного обеспечения QGIS.

Методика исследования включала два этапа [8–10]. Первый этап направлен на сбор, анализ данных, второй — обработка полученных данных и географическая привязка территории ПАТК. Расчет посетителей территории ПАТК проводился методом простого подсчета [11, 12]. Фиксация проходов посетителей через организованные входы была проведена в выходной день с 15:00 до 16:00 (дневной час пик). Неорганизованные входы в подсчете количества посетителей не учитывались, для построения графиков зависимости количества посещений по времени был использован программный комплекс Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При проведении исследования рекреационной нагрузки авторами был проведен анализ количества потенциальных и действительных посетителей ПАТК «Яблоневый сад» в г. Реутове. Расчет был произведен на основе расчетного значения численности населения, проживающего в зоне доступности, которая в работе была определена радиусом, равным 500 м от организованных входов [13]. Число потенциальных посетителей парка принято 10–15 % от численности населения, проживающего в зоне доступности ПАТК [14]. Таким образом, число потенциальных посетителей N_n (чел.) было рассчитано по формуле (1) и составило 1791 посетитель.

$$N_n = N_{500} / 100 \% \cdot d, \quad (1)$$

где N_{500} — численность населения, проживающего в зоне доступности ПАТК, чел.; $d = 10–15 \%$ — процент от численности населения, проживающего в зоне доступности ПАТК.

$$N_n = 17\,919 / 100 \% \cdot 10 \% = 1791 \text{ чел.}$$

Рекреационная нагрузка на территории рассматриваемого объекта R_n (чел./га) была рассчитана согласно формуле (2):

$$R_n = N_n / S, \quad (2)$$

где N_n — число потенциальных посетителей ПАТК, чел.; S — площадь ПАТК, га.

Расчетное значение рекреационной нагрузки составило 778 чел./га, что, в свою очередь, превышает нормативное значение более чем в семь раз в соответствии с СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений».

Для установления точного значения по рекреационному воздействию авторами была проведена работа по подсчету действительных посетителей [15, 16], которые осуществляли проходы через центральные организованные входы, показанные на рис. 1. Рассматриваемая территория находится в границах красных линий улично-дорожной сети, представленных дорогами местного значения, прилегающих со стороны Советской улицы (входы 1, 2), со стороны Садового проезда (входы 3, 4).

В табл. 1 представлены результаты натурного наблюдения по количеству действительных посетителей рассматриваемого объекта.

Проанализировав полученные результаты, можно сделать вывод, что максимальное количество посетителей ПАТК наблюдается через второй организованный вход, что обусловлено непосредственной близостью к жилой зоне и остановкам городского наземного пассажирского транспорта. Авторами был построен график зависимости количества посетителей по организованным входам, представленный на рис. 2 [17, 18].

На основе полученных расчетных значений был произведен расчет рекреационной нагрузки на территорию ПАТК. Уровень рекреационной нагрузки, который отражает природно-ресурсный потенциал территории в зависимости от значений предельных антропогенных нагрузок, определяется по формуле (3):

$$R = N_i / S_i, \quad (3)$$

где R — уровень рекреационной нагрузки; N_i — количество посетителей объектов рекреации; S_i — площадь рекреационной территории ПАТК.

Расчетное значение составило 55 чел./га. Далее в работе был предложен подход, который включал в себя увеличение площади рассматриваемой терри-

Табл. 1. Количество посетителей ПАТК «Яблоневый сад». Организованные входы

Номера организованных входов	Промежутки времени для подсчета количества входящих и выходящих посетителей, день – время	Количество входящих посетителей, чел.	Количество выходящих посетителей, чел.
1	22.07.2022, воскресенье Время: 15:00–16:00	25	23
2		16	10
3		7	5
4		21	19
Всего		69	57

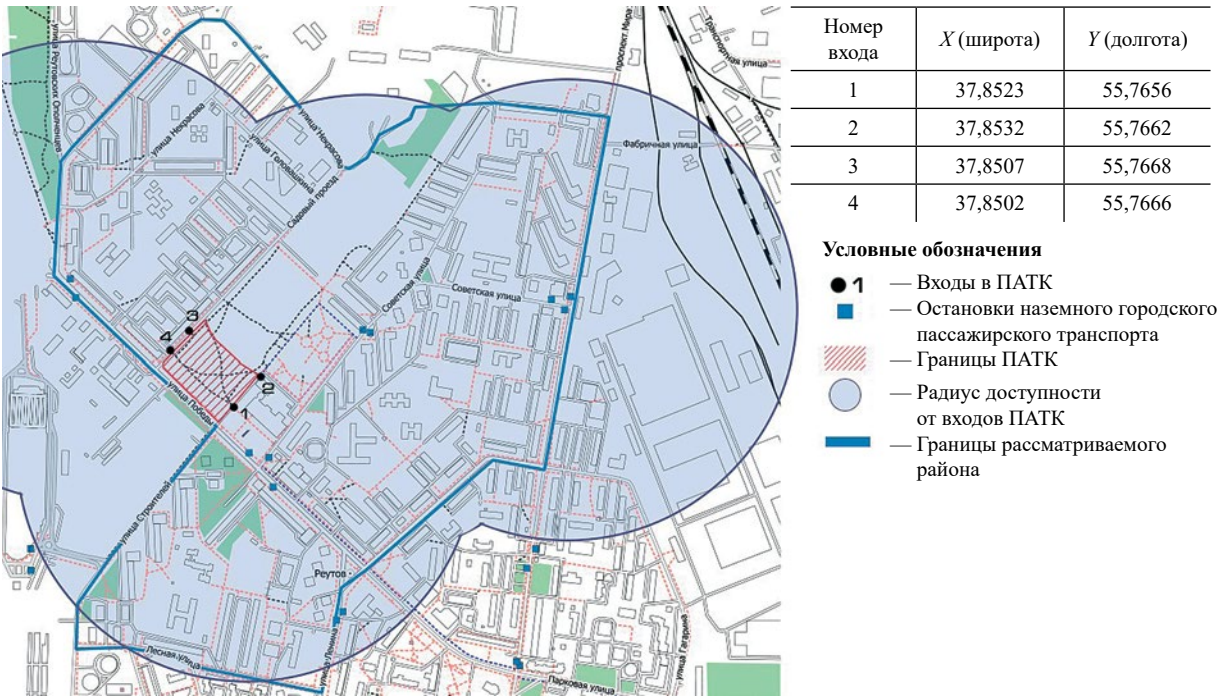


Рис. 1. Карта-схема организованных входов ПАТК «Яблоневый сад» и таблица атрибутов координатной привязки входов в ПАТК

тории за счет реорганизации зоны застройки многоквартирными жилыми домами в зону озелененной территории общего пользования [19], а также рациональное использование смежной территории бывшей ПАТК «ДК Мир». Проектом запланировано формирование трех функциональных зон: R_1 — буферная, R_2 — рекреационная, R_3 — специального назначения¹.

Рекреационные нагрузки на вышеперечисленные функциональные зоны установлены в пределах нормативных значений, а именно: по $R_1 = 100$ чел./га, $R_2 = 50$ чел./га, $R_3 = 10$ чел./га.

В соответствии с проектными площадями и установленной рекреационной нагрузкой на каждую зону по формуле (4) был проведен расчет посетителей:

$$N_i = R \cdot S_i, \tag{4}$$

где R — назначенная рекреационная нагрузка для данной зоны, чел/га; S_i — площадь зоны, га.

Итоговые расчетные параметры проектируемых функциональных зон на территории ПАТК «Яблоневый сад» приведены в табл. 2.

Количество единовременных посетителей в соответствии с проектным функциональным зониро-

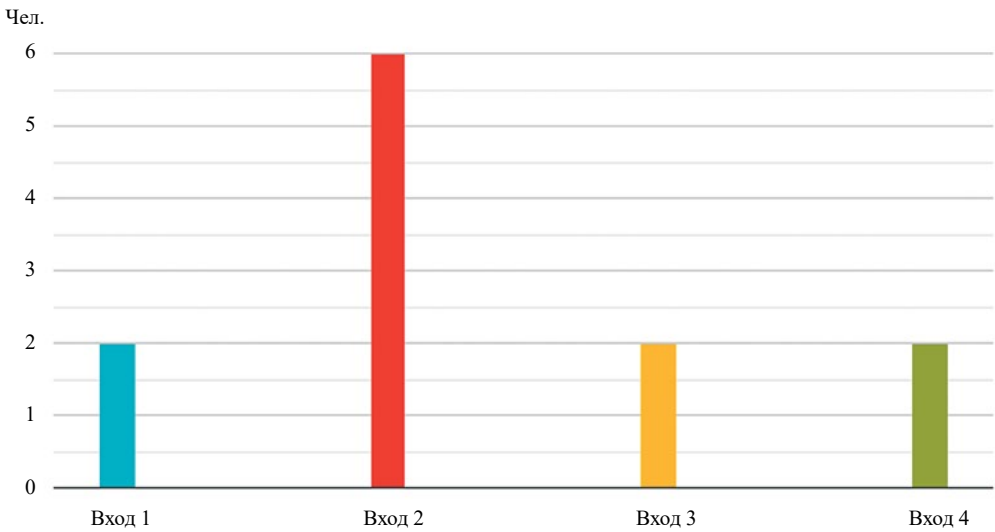


Рис. 2. Количество посетителей ПАТК «Яблоневый сад»

¹ Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 30.12.2020). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/

Табл. 2. Численные параметры проектируемых функциональных зон

Функциональная зона	Нормативная рекреационная нагрузка, чел./га	Проектная рекреационная нагрузка, чел./га	Количество посетителей, чел.	Площадь функциональной зоны, га
Буферная	более 100	100	800	8
Рекреационная	от 50 до 100	50	275	5,5
Специальная	до 50	10	20	2
Итого	до 100	до 100	1095	15,5

ванием ПАТК составит 1095 чел.

На основе полученных численных параметров проектируемых функциональных зон было разработано проектное функциональное зонирование территории ПАТК «Яблоневый сад», представленное на рис. 3.

Проектное функциональное зонирование ПАТК «Яблоневый сад» в рамках данной работы было направлено на сохранение благоприятного функционирования в системе единого каркаса города, а также формирование устойчивого развития территории города в целом.

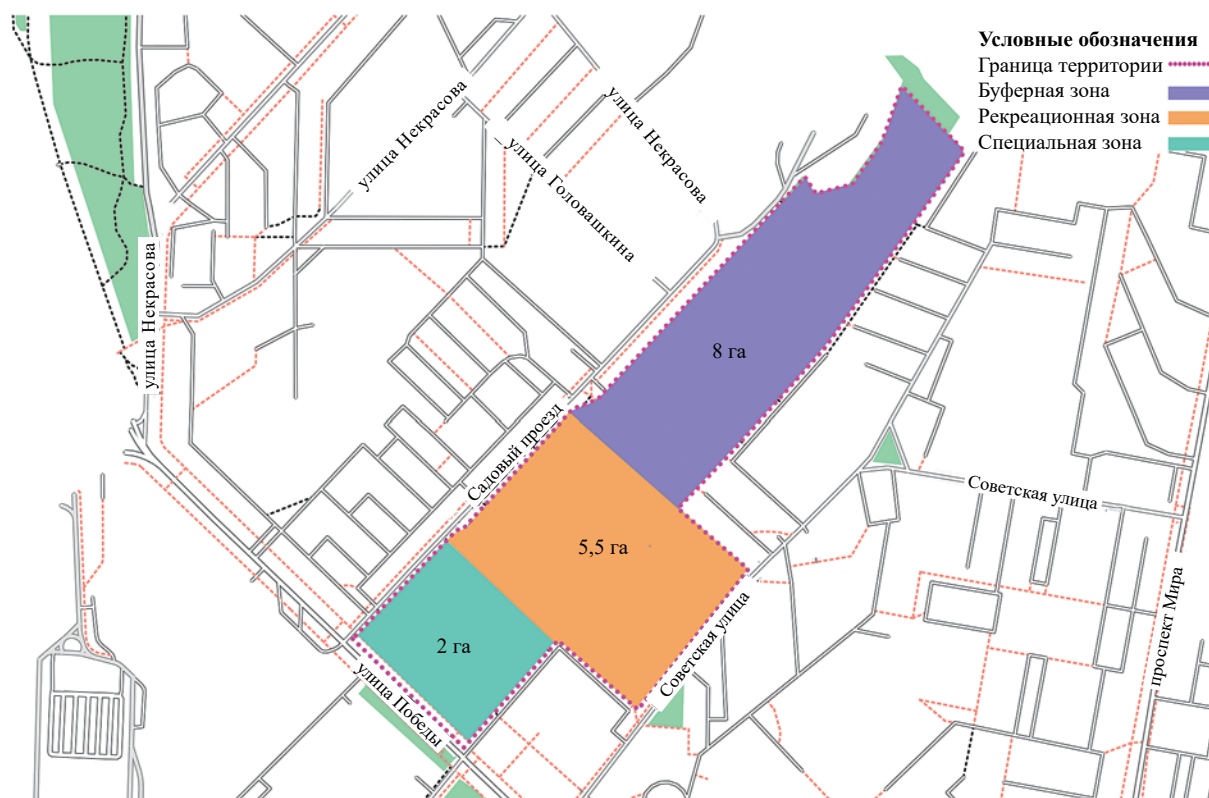


Рис. 3. Проектное предложение функционального зонирования ПАТК «Яблоневый сад». М 1:5000

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сегодня становится понятно, что функциональная трансформация природно-антропогенных территориальных комплексов, расположенных в городской черте, неизбежна, что приводит к изменению природного каркаса города. Высокий темп роста численности населения и увеличение уровня автомобилизации в городе вызывает ухудшение качества городской среды и вызывает острую потребность в увеличении рекреационных ресурсов в городе. Исследование было направлено на определение рекреационной нагрузки ПАТК «Яблоневый сад» и оценку рекреационной емкости для посетителей, проживающих в границах доступности. По результатам проведенного проектного эксперимента авторами было выявлено, что ПАТК «Яблоневый сад» испытывает потенциальные рекреационные нагрузки, превышающие нормативное значение, а режим использования территории существующих функциональных зон не соответствует заявленному. Для решения данной задачи авторы в работе рассмотрели одно из проектных предложений функционального зонирования, направленное на формирование комфортной городской среды для жителей города.

невый сад» и оценку рекреационной емкости для посетителей, проживающих в границах доступности. По результатам проведенного проектного эксперимента авторами было выявлено, что ПАТК «Яблоневый сад» испытывает потенциальные рекреационные нагрузки, превышающие нормативное значение, а режим использования территории существующих функциональных зон не соответствует заявленному. Для решения данной задачи авторы в работе рассмотрели одно из проектных предложений функционального зонирования, направленное на формирование комфортной городской среды для жителей города.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Краснощекова Н.С. Формирование природного каркаса в генеральных планах городов. М. : Архитектура-С, 2010. 183 с.
2. Курбатова А.С. Ландшафтно-экологический анализ формирования градостроительных структур. М. ; Смоленск : Манджента, 2004. 400 с.
3. Голуб А.А., Струкова Е.Б. Экономика природопользования. М. : Аспект Пресс, 2005. 345 с.
4. Кочуров Б.И., Ивашикина И.В. Урболандшафты Москвы и их пространственная трансформация // Экология урбанизированных территорий. 2015. № 2. С. 48–54.
5. Соколов Л.И., Щербина Е.В. Урбанистика и архитектура городской среды : учебник для студ. М. : Академия, 2014. 272 с.
6. Трутнев Э.К. О правовом градорегулировании // Управление развитием территорий. 2007. № 1.
7. Щербина Е.В. Развитие системы градостроительных регламентов для обеспечения устойчивого развития территорий // Евразийский союз ученых (ЕСУ). 2015. № 5. С. 166–168. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27326881>
8. Ильичев В.А., Емельянов С.Г., Колчунов В.И., Бакаева Н.В. Инновационная практика в городах и доктрина градоустройства // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2014. № 3. С. 4–5. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22294104>
9. Ильина И.Н. Качество городской среды как фактор устойчивого развития муниципальных образований // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2015. № 5. С. 69–82.
10. Щербина Е.В., Горбенкова Е.В. Современные подходы градостроительного проектирования сельских поселений и малых городов // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2018. № 4 (24). С. 105–116. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37214226>
11. Папуш П.С., Маршалкович А.С. Обеспечение экологической безопасности территории в процессе строительства и эксплуатации водных спортивных сооружений // Экология урбанизированных территорий. 2017. Вып. 1. С. 62–68.
12. Крашенинников А.В. Градостроительное развитие жилой застройки, исследование опыта западных стран : учеб. пособие. М. : Архитектура, 2005. 112 с.
13. Егорова С.П., Кротова И.Э., Маршалкович А.С. Градостроительное регулирование территорий с учетом экологических факторов // Строительство: наука и образование. 2015. № 3. Ст. 1. URL: http://www.nso-journal.ru/public/journals/1/issues/2015/03/1_Egorova.pdf
14. Правовое зонирование города. Введение в проблемы градорегулирования в рыночных условиях / под ред. Э.К. Трутнева. 2-е изд., доп. М. : Фонд «Институт экономики города», 2002. 106 с.
15. Щербина Е.В., Данилина Н.В., Маршалкович А.С. Научно-методические основы построения модуля «Проектирование устойчивой городской среды» в процессе обучения бакалавров и магистров по направлению «Градостроительство» // Экология урбанизированных территорий. 2015. № 1. С. 70–74.
16. Тарасова Н.П., Беднова О.В., Кузнецов В.А. Система городских охраняемых природных территорий и устойчивое развитие мегаполиса // Экология урбанизированных территорий. 2011. № 3. С. 12–17.
17. Щербина Е.В., Белал А.А. Особенности атрибутирования объектов исторических территорий городов, разрушенных войной // Жилищное строительство. 2020. № 4–5. С. 12–18. DOI: 10.31659/0044-4472-2020-4-5-12-18
18. Щербина Е.В., Слепнев М.А. Экологическое картографирование при градостроительном проектировании природно-антропогенных территориальных комплексов // Экология урбанизированных территорий. 2016. № 2. С. 92–97.
19. Sherbina E., Danilina N., Vlasov D. City planning issues for sustainable development // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Vol. 10. Issue 22. Pp. 43131–43138. URL: <http://www.ripublication.com>

Поступила в редакцию 13 января 2023 г.

Принята в доработанном виде 1 марта 2023 г.

Одобрена для публикации 13 марта 2023 г.

ОБ АВТОРАХ: **Михаил Алексеевич Слепнев** — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры градостроительства; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129997, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; РИНЦ ID: 710075, Scopus: 57194451734, ORCID: 0000-0001-5375-9940; SlepnevMA@mgsu.ru;

Надежда Васильевна Мозгунова — студент; **Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)**; 129997, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26; mozgynova55@icloud.com.

Вклад авторов:

Слепнев М.А. — научное руководство, концепция исследования, развитие методологии.

Мозгунова Н.В. — написание исходного текста, доработка текста, итоговые выводы.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

INTRODUCTION

One of the key approaches to the development of populated areas is the direction of sustainable development [1]. Consequently, creating a comfortable urban environment with minimal impact on the environment and human livelihood is a priority for urban planning around the world.

The efficiency of the space planning organisation of the city's green systems is ensured through the optimal ratio of built-up and green spaces, the creation of convenient pedestrian connections between green spaces and residential areas, the combination of recreational and architectural and planning functions within one area, the creation of large, spatially coherent intracity and suburban green spaces [2, 3].

The lack of development dynamics and proper amount of recreational areas on par is a priority for specialists involved in the formation of urban natural areas. The population density in Reutov is 12,278 people/km². This level is higher than in St. Petersburg and Moscow. The high population density in a relatively small area inevitably affects the amount and condition of green spaces [4]. The green space standard set by the World Health Organization (WHO) of 50 m² for urban green spaces per inhabitant is not fulfilled. According to the greening conditions, cities where vegetation occupies less than 10 % of the city area are considered to be bad, while cities with good vegetation occupy 40–60 %. Normalized indices of assessment of greenery in the city as a whole include the indicator of greenery level of the development territory and the share of green areas within the limits of the city development [5, 6]. The level of greening of the built-up area should be at least 40 %. The provision of public landscaped areas for residential areas of the Moscow region — per 1 person — should be at least 14.5 m²/person. The share of large parks and forest parks in the structure of public green areas should be at least 10 % [7].

According to the registration of citizens in Reutov, the number of residents is more than 92 thousand people. Under the WHO norm of green areas availability per 1 person in the city the percentage of green areas is 26.7 %, which does not fulfil the WHO requirements.

Therefore, a task aimed at increasing the green area indicator of Reutov has been identified and solved.

MATERIALS AND METHODS

The NATC area under consideration is located in the northern part of Reutov and is contiguous with the city's "Apple Orchard" Park. The NATC is on the border of Pobeda Street, Sovetskaya Street and Sadovoy proezd. According to Rosreestr, the land category of the facility in question is defined as residential land, the permitted use is aimed at servicing

residential development. The area of the land within the boundaries under consideration is 115.8 hectares.

An analysis was made of the legal and regulatory framework governing the NATC, and various publicly available cartographic materials were analysed. A systematic approach to remote sensing was applied, using QGIS software.

The research methodology included two stages [8–10]. The first stage aimed at collecting, analysing data, and the second stage involved processing the data obtained and georeferencing the NATC area. The calculation of visitors to the NATC territory was carried out by the simple counting method [11, 12]. The fixing of visitors' passages through organized entrances was conducted on a weekend from 3 p.m. to 4 p.m. (daytime rush hour). Unorganised entrances were not considered in the calculation of the number of visitors, Microsoft Office Excel software package was used to plot the dependence of the number of visits on time.

RESEARCH RESULTS

When conducting the study of recreational load, the authors analyzed the number of potential and actual visitors to the NATC "Apple Orchard" in Reutov. The calculation was based on the estimated value of the population living in the availability zone, which in the work was defined by a radius equal to 500 m from the organized entrances [13]. The number of potential visitors to the park was assumed to be 10–15 % of the population living in the NATC availability zone [14]. Thus, the number of potential visitors N_p (people) was calculated according to the formula (1) and amounted to 1,791 visitors.

$$N_p = N_{500} / 100 \% \cdot d, \quad (1)$$

where N_{500} is the number of people living in the NATC's availability zone, people; $d = 10–15 \%$ — percentage of the population living in the NATC accessibility area.

$$N_p = 17,919 / 100 \% \cdot 10 \% = 1,791 \text{ people.}$$

The recreational load in the area under consideration R_p (people/ha) was calculated according to formula (2):

$$R_p = N_p / S, \quad (2)$$

where N_p is the number of potential visitors to the NATC, people; S — NATC area, ha.

The calculated recreational load was 778 people/ha, which in turn exceeds the normative value by more than seven times in accordance with SP 42.13330.2016 "Urban Planning, Planning and Development of Urban and Rural Settlements".

In order to establish the exact value for recreational impact, the authors carried out a count of actual visitors [15, 16], who passed through the central organized entrances shown in Fig. 1. The area under consid-

eration is located within the boundaries of the red lines of the street and road network, represented by local roads, adjacent to Sovetskaya Street (entrances 1, 2), to Sadovoy proezd (entrances 3, 4).

Table 1 presents the results of field studies on the number of actual visits to the site under consideration.

Having analysed the results obtained, it can be concluded that the maximum number of visitors to the NATC is observed through the second organised entrance, which is due to the direct proximity to the residential area and the stops of urban ground passenger transport. The authors have plotted the dependence of the number of visitors by organised entrances, shown in Fig. 2 [17, 18].

On the basis of the obtained calculated knowledge, the recreational load on the territory of the NATC was calculated. The level of recreational

load, which reflects the natural resource potential of the territory, depending on the values of the limiting anthropogenic loads, is determined by the formula (3):

R = N_i/S_i, (3)

where R is the level of recreational load; N_i is the number of visitors to recreational facilities; S_i is the area of the NATC recreational area.

The calculated value was 55 people/ha. Further, the work proposed an approach that included increasing the area of the territory under consideration by reorganising the development zone of apartment buildings into a zone of public greenery [19], as well as the rational use of the adjacent territory of the former NATC “DK Mir”. The project is planned to form three

Table 1. Number of visitors to the NATC “Apple Orchard”. Organised entrances

Numbers of organised entrances	Time intervals for counting the number of incoming and outgoing visitors, day – time	Number of incoming visitors, people	Number of visitors coming out, people
1	22.07.2022, Sunday Time: 15:00–16:00	25	23
2		16	10
3		7	5
4		21	19
Total		69	57

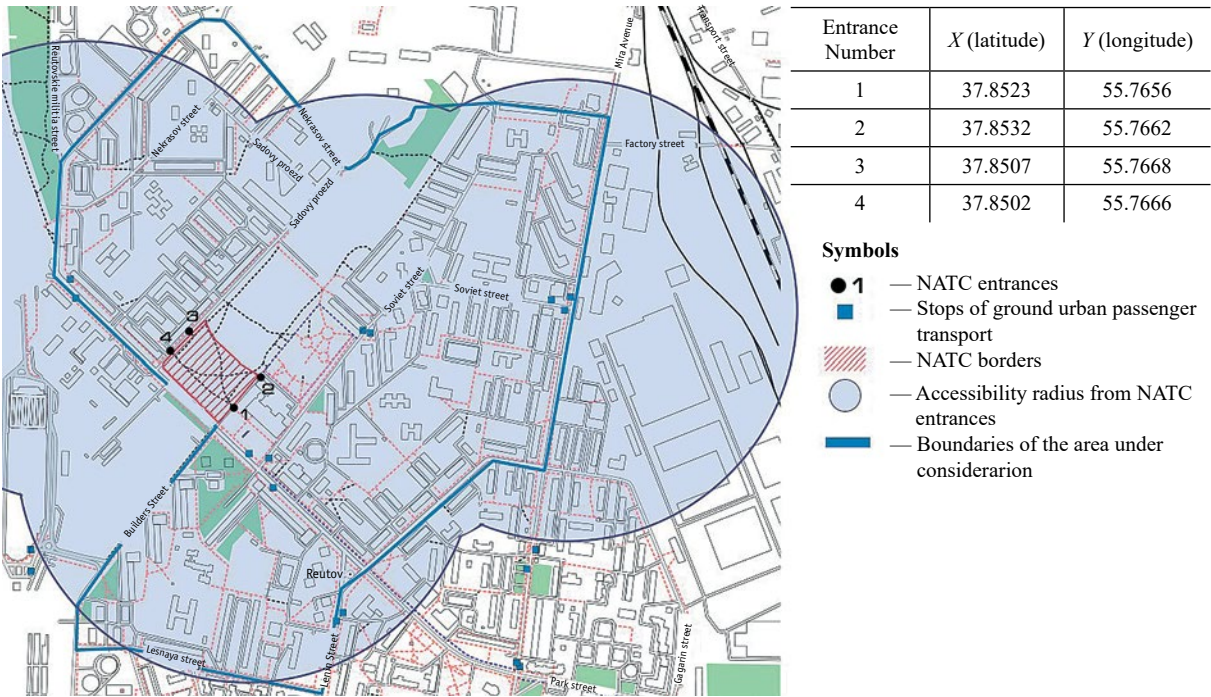


Fig. 1. Map-scheme of the organised entrances of the NATC “Apple Orchard” and the table of coordinate attributes of the entrances to the NATC

functional zones: R_1 — buffer zone, R_2 — recreational, R_3 — special purpose-zone¹.
Recreational loads on the above functional zones are set within the normative values, namely $R_1 = 100$ people/ha, $R_2 = 50$ people/ha, $R_3 = 10$ people/ha.
According to the design areas and the established recreational load for each zone, a calculation of visitors was carried out using formula (4):

$$N_i = R \cdot S_i,$$

(4)

where R — is the assigned recreational load for the area, people/ha; S_i — is the area of the zone, ha.
The final design parameters of the projected functional zones on the territory of the NATC “Apple Orchard” are shown in Table 2.
The number of one-time visitors according to the project functional zoning of the NATC will be 1,095.
Based on the obtained numerical parameters of the designed functional zones, the design functional zoning of the NATC “Apple Orchard” territory was developed, shown in Fig. 3.

The design functional zoning of the NATC “Apple Orchard” as part of this work was aimed at maintaining a favourable functioning in the city’s unified framework as well as shaping the sustainable development of the city area as a whole.

CONCLUSION AND DISCUSSION

Today it is becoming clear that the functional transformation of natural-anthropogenic territorial complexes located within the city limits is inevitable, which leads to changes in the natural framework of the city. The high rate of population growth and the increasing level of motorization in the city causes the deterioration of the quality of the urban environment and causes an urgent need to increase recreational resources in the city. The study was aimed at determining the recreational load of the NATC “Apple Orchard” and assessing the recreational capacity for visitors living within the boundaries of availability. According to the results of the design experiment, the authors revealed that NATC “Apple Orchard” is experiencing potential recreational loads exceeding the normative

Table 2. Numerical parameters of the projected functional zones

Functional area	Normative recreational load, people/hectare	Design recreational load, people/ha	Number of visitors, people	Functional area, ha
Buffer	Over 100	100	800	8
Recreational	50 to 100	50	275	5.5
Special	Up to 50	10	20	2
Total	Up to 100	Up to 100	1,095	15.5

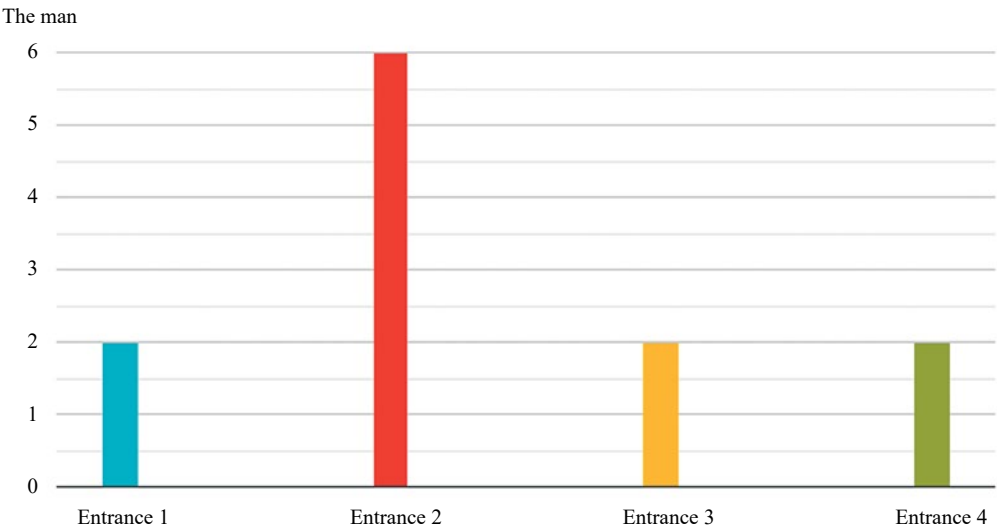


Fig. 2. Number of visitors to the NATC “Apple Orchard”

¹ Town Planning Code of the Russian Federation of December 29, 2004 No. 190-FZ (ed. December 30, 2020). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/

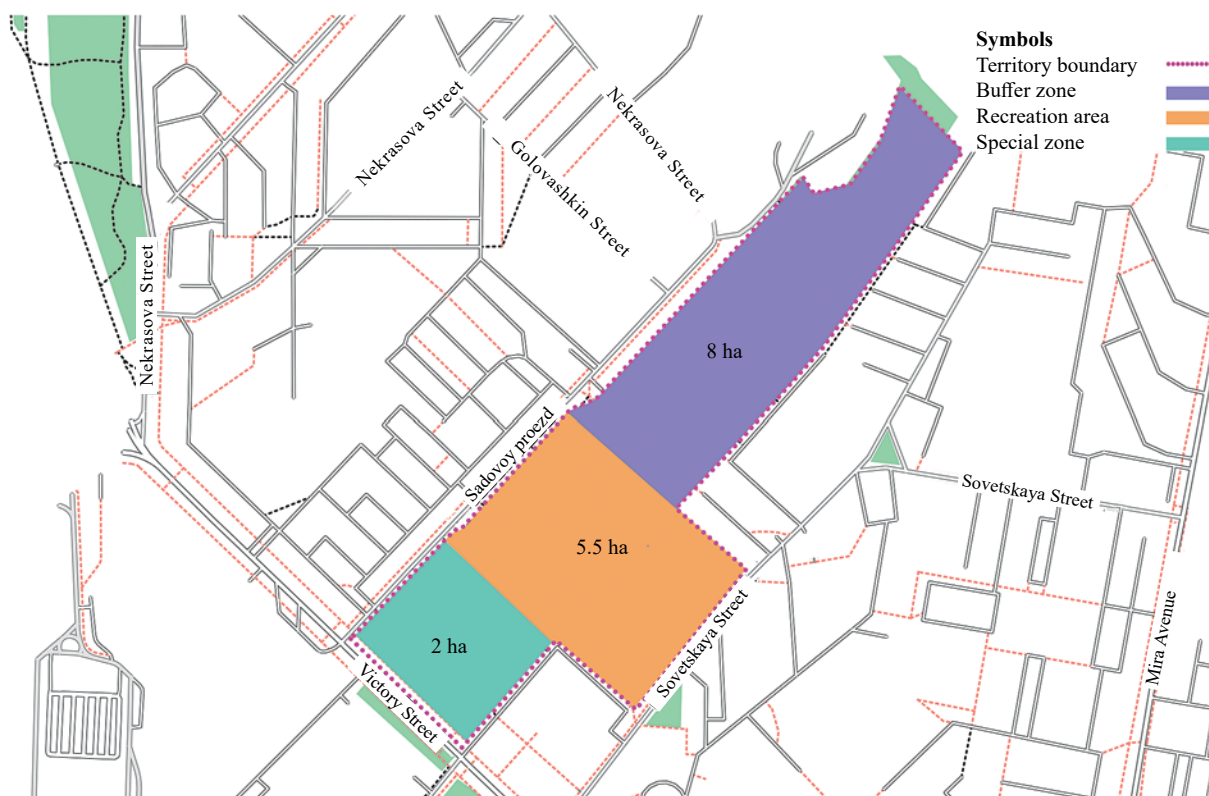


Fig. 3. Design proposal for the functional zoning of the NATC "Apple Orchard". M 1:5,000

value, and the mode of use of the territory of the existing functional zones does not correspond to the declared one. To solve this problem, the authors in their work consid-

ered one of the functional zoning design proposals aimed at the formation of a comfortable urban environment for city residents.

REFERENCES

1. Krasnoshchekova N.S. *Formation of a natural frame in the General plans of cities*. Moscow, Architecture-S Publ., 2010; 183. (rus.).
2. Kurbatova A.S. *Landscape-ecological analysis of the formation of urban structures*. Moscow, Smolensk, Mandzhenta Publ., 2004; 400. (rus.).
3. Golub A.A., Strukova E.B. *Economics of Environmental management*. Moscow, Aspect Press Publ., 2005; 345. (rus.).
4. Kochurov B.I., Ivashkina I.V. Urban landscapes of Moscow and their spatial transformation. *Ecology of Urban Areas*. 2015; 2:48-54. (rus.).
5. Sokolov L.I., Shcherbina E.V. *Urbanism and architecture of the urban environment : textbook for students. Institutions of higher education*. Moscow, Academy Publ., 2014; 272. (rus.).
6. Trutnev E.K. About legal city regulation. *Management of development of territories*. 2007; 1.
7. Shcherbina E.V. Development of the system of urban planning regulations to ensure sustainable development of territories. *Eurasian Union of scientists*. 2015; 5:166-168. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27326881> (rus.).
8. Ilyichev V., Yemelyanov S., Kolchunov V., Bakaeva N. The practice of innovations in cities and urban planning and development doctrine. *Biospheric compatibility: Human, region, technologies*. 2014; 3:4-5. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22294104> (rus.).
9. Ilyina I.N. Quality of urban environment as a factor of sustainable community development. *Property Relations in the Russian Federation*. 2015; 5:69-82. (rus.).
10. Shcherbina E.V., Gorbenkova E.V. Modern approaches of urban development design o.rural settlements and small cities. *Biospheric Compatibility: Human, Region, Technologies*. 2018; 4(24):105-116. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37214226> (rus.).
11. Papush P.P., Marshalkovich A.A. Ensuring the environmental safety of the territory in the process of construction and operation of water sports facilities. *Ecology of Urban Areas*. 2017; 1:62-68. (rus.).
12. Krashennnikov A.V. *Urban development of residential development, a study of the experience*

of Western countries : a textbook. Moscow, Architecture Publ., 2005; 112. (rus.).

13. Egorova S.P., Krotova I.E., Marshal-kovich A.S. Town-Planning Management of Urban Areas with Account for Ecological Factors. *Construction: science and education*. 2015; 3:1. URL: http://www.nso-journal.ru/public/journals/1/issues/2015/03/1_Egorova.pdf

14. *Legal zoning of the city. Introduction to the problems of urban regulation in market conditions*. Ed. by E.K. Trutnev. 2nd ed., add. Moscow, Foundation “Institute of City Economics”, 2002; 106. (rus.).

15. Shcherbina E.V., Danilina N.V., Marshal-kovich A.A. Scientifically-methodical bases of the building of the module “Designing the sustainable town environment” in process of the education bachelor and master on direction “Urban planning”. *Ecology of Urban Areas*. 2015; 1:70-74. (rus.).

16. Tarasova N.P., Bednova O.V., Kuz-netsov V.A. A system of urban conservation areas, and sustainable development of a megalopolis. *Ecology of Urban Areas*. 2011; 3:12-17. (rus.).

17. Shcherbina E.V., Belal A.A. Features of attribution of territories of cities destroyed by the war. *Zhilishchnoe stroitel'stvo/Housing Construction*. 2020; 4-5:12-18. DOI: 10.31659/0044-4472-2020-4-5-12-18 (rus.).

18. Shcherbina E.V., Slepnev M.A. Ecological mapping at urban design natural-anthropogenic territorial complexes. *Ecology of Urban Areas*. 2016; 2:92-97. (rus.).

19. Shcherbina E., Danilina N., Vlasov D. City planning issues for sustainable development. *International Journal of Applied Engineering Research*. 2015; 10(22):43131-43138. URL: <http://www.ripublication.com>

Received January 13, 2023.

Adopted in revised form on March 1, 2023.

Approved for publication on March 13, 2023.

B I O N O T E S : **Mikhail A. Slepnev** — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Urban Planning; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; ID RISC: 710075, Scopus: 57194451734, ORCID: 0000-0001-5375-9940; SlepnevMA@mgsu.ru;

Nadezhda V. Mozgunova — student; **Moscow State University of Civil Engineering (National Research University) (MGSU)**; 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation; mozgynova55@icloud.com.

Contribution of the authors:

Mikhail A. Slepnev — scientific guidance, research concept, development of methodology.

Nadezhda V. Mozgunova — writing the source text, revision of the text, final conclusions.

The authors declare that there is no conflict of interest.