ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО. ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

УДК 711:72

DOI: 10.17673/Vestnik.2024.03.20

Н. В. БАКАЕВА
В. А. ГОРДОН
И. В. ЧЕРНЯЕВА

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ДОСТУПНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ МАЛОМОБИЛЬНЫМ ГРУППАМ НАСЕЛЕНИЯ

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE ACCESSIBILITY OF BUILDINGS AND STRUCTURES TO LOW-MOBILITY GROUPS OF THE POPULATION

В статье разработана и представлена универсальная систематизация нормативных требований, регламентирующих доступность объектов городской инфраструктуры маломобильным группам населения. Разработана методика оценки доступности зданий и сооружений маломобильным категориям граждан. На основе данных мониторинга общественных зданий и сооружений социального назначения в г. Орле и Орловской области выполнена численная реализация предложенной методики оценки доступности на примере структурно-функциональных зон одного из объектов здравоохранения – поликлиники г. Малоархангельска. Предложенная систематизация нормативных требований и методика позволят выявить наиболее проблемные места в обеспечении доступности городской инфраструктуры, количественно оценить критерии адаптированности городских объектов для людей с ограниченными возможностями. Результаты оценки могут служить инструментами повышения эффективности принимаемых стратегических решений по повышению уровня жизни населения на урбанизированной территории в целом.

Ключевые слова: *доступность, маломобильные группы населения, мониторинг, нормативные требования, общественные здания и сооружения, городская среда*

The article has developed and presented a universal systematization of regulatory requirements regulating the accessibility of urban infrastructure facilities to low-mobility groups of the population. A methodology for assessing the accessibility of buildings and structures to low-mobility categories of citizens has been developed. Based on the monitoring data of public buildings and social facilities in the city of Orel and the Oryol region, a numerical implementation of the proposed accessibility assessment methodology was performed using the example of structural and functional zones of one of the health facilities – the Maloarkhangelsk clinic. The proposed systematization of regulatory requirements and methodology will allow to identify the most problematic places in ensuring the accessibility of urban infrastructure, to quantify the criteria for the adaptation of urban facilities for people with disabilities. The assessment results can serve as tools for increasing the effectiveness of strategic decisions made to improve the standard of living of the population in an urbanized area as a whole.

Keywords: *accessibility, low-mobility population groups, monitoring, regulatory requirements, public buildings and structures, urban environment*

Введение

В настоящее время в России наблюдаются четко выраженные процессы так называемого старения населения, а также рост маломобильных групп населения (МГН) [1]. Согласно многочисленным исследованиям [2], проблема увеличения численности МГН в общей структуре

CC BY

жителей урбанизированных поселений является актуальной для многих регионов. На начало 2023 г. в стране насчитывалось 10,9 млн инвалидов, из них 722 тыс. детей. К регионам с наиболее высоким уровнем первичной детской инвалидности можно отнести Чечню, Ингушетию и Дагестан, с наиболее низким – Астраханскую область [3].

Создание доступной среды и безбарьерного доступа к объектам городской инфраструктуры и транспорту – одно из фундаментальных прав человека [4]. Реабилитация маломобильных групп населения является не только важнейшей проблемой для общества, но и одним из первостепенных направлений государственной социальной политики. Вследствие этого решение задач по обеспечению доступности объектов городской инфраструктуры для данной категории граждан становится перспективным и важным научным направлением.

Одной из главных причин отсутствия безбарьерной городской среды является несовершенство нормативной базы в этой сфере, в том числе недостаточность четко сформулированных критериев оценки адаптированности объектов городской инфраструктуры для наиболее незащищенных групп населения [5], а также отсутствие разработанной методики расчета оценки доступности зданий и сооружений для МГН, учитывающей состояние каждой из имеющихся функциональных зон и их элементов [6].

Недостаточная проработанность планировочных решений при обеспечении необходимого уровня доступной среды влечет за собой социально-психологическую отчужденность инвалидов и других маломобильных граждан. При этом снижается социальная, культурная и экономическая активность данной категории населения, что в дальнейшем может привести к снижению потенциала социально-экономического развития региона [7].

Проблеме обеспечения доступной среды МГН посвящено множество отечественных и зарубежных исследований [8–10]. В частности, в исследовании [11] предложены рекомендации по поэтапному преобразованию города в доступный и развивающий человека с учетом интересов маломобильных групп населения. Рональдом Мейсом [12] впервые было введено понятие «инклюзивный дизайн», основанный на беспрепятственной доступности среды для всех групп населения.

Понятие «доступность» можно трактовать в различных аспектах:

- территориальная доступность;
- временная доступность;
- персональная доступность (в том числе доступность МГН) [5, 13].

Целью данного исследования является разработка систематизации нормативных требований [14] для объектов городской инфраструктуры и их элементов, а также методики оценки доступности зданий и сооружений социального назначения для МГН.

1. Материалы и методы исследования

Материалы

В качестве исходных данных для настоящего исследования явились результаты мониторинга зданий и сооружений различного назначения г. Орла и Орловской области, проводимого коллективом Архитектурно-строительного института Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева [11]. В рамках мониторинга было обследовано более 500 зданий социального назначения, их отдельные элементы, территории и функционально-целевые зоны.

Эмпирическую базу исследования составили данные мониторинга, нормативные документы в области доступности среды маломобильным категориям граждан [11], а также официальные данные Федеральной службы государственной статистики РФ и территориального органа Росстата по Орловской области.

Методы

Для настоящего исследования были использованы основные методы математической статистики и эконометрики [11]. Методологической основой данного исследования является современное научное направление, разработанное в РААСН под руководством академика В.А. Ильичева. В основе концепции данной методологии лежат принципы симбиоза градостроительных систем и биосферных процессов, обеспечивающих благоприятные и безопасные условия проживания населения [15–17]. Научные труды академика В.А. Ильичева и других исследователей [18, 19, 20 и др.] посвящены проблемам гармонизации жизнедеятельности человека и его архитектурно-пространственного окружения, построению моделей симбиотического развития общества и природы.

Построение системы нормативных требований

Для решения поставленной задачи предлагается следующая многоуровневая схема зон и составляющих исследуемого объекта [21] (рис. 1).

Исследуемый объект представляется состоящим из двух зон:

- структурно-функциональной (СФ) [22], раскрывающей структуру и функцию объекта;

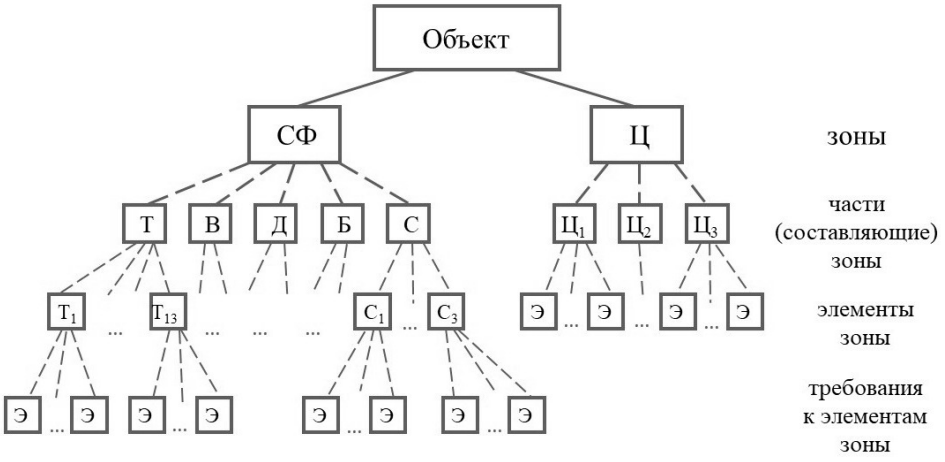

Рис. 1. Многоуровневая схема зон и составляющих исследуемого объекта
Fig. 1. Multilevel scheme of zones and components of the investigated object

▪ целевой (Ц), отражающей тип объекта [11].

Структурно-функциональная зона состоит следующих элементов: территории Т, входной группы В, путей движения в здании Д, зоны безопасности Б и санитарно-бытовых помещений С [11].

Целевые зоны объекта в зависимости от назначения различны по структуре и также состоят из нескольких частей, образованных группой элементов [11].

В свою очередь каждая часть включает также определенное количество элементов. Всего 33 элемента [11]. К каждому из элементов согласно действующим нормам [14] предъявляется ряд требований к обеспечению доступности МГН мест целевого посещения, беспрерывности и безопасности передвижения и т. д.

Каждому требованию a_{ij} (i – номер элемента, j – номер требования) экспертами назначается весовой коэффициент l_{ij}, характеризующий степень значимости требования для лица МГН. Величина коэффициентов лежит в диапазоне от 0 до 1 [22]. При этом должно выполняться следующее условие:

$$\sum_{j=1}^{n_i} l_{ij} = 1.$$

При выполнении в полной мере всех требований к элементам предполагается, что зоны и объект в целом полностью доступны МГН.

Однако проводимые мониторинги доступности зданий и сооружений для маломобильных категорий граждан часто показывают, что фактические значения параметров, содержащихся в требованиях к элементам, не совпадают с нормативными [23].

Методику построения оценки доступности МГН эксплуатируемого объекта продемонстрируем на примере оценки доступности одной из зон, а именно СФ-зоны.

С целью определения реального уровня доступности МГН эксплуатируемого объекта введем в рассмотрение отношение фактического уровня выполнения j-го требования к i-му элементу к нормативному значению этого требования:

$$t_{ij} = \frac{a_{ij}^{\text{ф}}}{a_{ij}^{\text{н}}}. \quad (1)$$

Например, $t_{11} = \frac{a_{11}^{\text{ф}}}{a_{11}^{\text{н}}}$ – отношение фактического и нормативного значений первого требования к первому элементу (калитка) части зоны «Территория объекта» (рис. 2).

На рис. 2 в матричном виде приведена систематизация нормативных требований $a_{ij}^{\text{н}}$ к элементам части «Территория объекта» Т и их весовые коэффициенты. Требования к элементу удобно представить в виде векторов. Так, требования к элементу из части T можно представить в виде многокомпонентного вектора

$$T_i = \{t_{i1}, t_{i2} \ldots t_{ni}\}, \quad (2)$$

где $i = 1 \div 13$; $i = 1 \div n_i$ ($n_1 = 3$, $n_2 = 2$; $n_3 = 1$; $n_4 = 2$; $n_5 = 1$; $n_6 = 5$; $n_7 = 3$, $n_8 = 2$; $n_9 = 2$; $n_{10} = 8$, $n_{11} = 10$; $n_{12} = 1$; $n_{13} = 2$).

Весовые коэффициенты к каждой компоненте вектора T_i также представлены компонентами соответствующих векторов L_i.

Совокупность векторов требований ко всем элементам части СФ-зоны «Территория объек-

j \ i	$\overline{T}_1^н$	$\overline{T}_2^н$	$\overline{T}_3^н$	$\overline{T}_4^н$	$\overline{T}_5^н$	$\overline{T}_6^н$	$\overline{T}_7^н$	$\overline{T}_8^н$	$\overline{T}_9^н$	$\overline{T}_{10}^н$	$\overline{T}_{11}^н$	$\overline{T}_{12}^н$	$\overline{T}_{13}^н$
1	да/*0,1*	да/*0,5*	да/ *1*	0,8м/ *0,5*	да/*1*	≤5%/ *0,4*	25м/ *0,4*	да/*1*	нет/ *0,5*	0,4/ *0,1*	≤9м/ *0,2*	да/*1*	≤50м/ *0,4*
2	да/*0,2*	да/*0,5*		0,6м/ *0,5*		≤10%/ *0,1*	2м/ *0,3*		да/ *0,5*	0,15/ *0,1*	$\leq\frac{1}{20}$/ *0,2*		6х3,6/ *0,6*
3	0,9м/*0,7*					≤2%/ *0,1*	1,8м/ *0,3*			да/ *0,15*	1м/ *0,05*		
4						≤1,2м/ *0,3*				да/ *0,15*	1,5м/ *0,1*		
5						да/*0,1*				3-12/ *0,1*	1,5м/ *0,1*		
6										0,9м/ *0,15*	да/ *0,05*		
7										1м/ *0,1*	0,92/ *0,1*		
8										да/ *0,15*	нет/ *0,1*		
9											да/ *0,05*		
10											да/ *0,05*		

Рис. 2. Систематизация нормативных требований $a^i_{(i)j}$,
предъявляемых к элементам структурно-функциональной зоны для «Территории объекта»
Fig. 2. Systematization of regulatory requirements,
applied to the elements of the structural and functional zone for the "Facility Territory"

та» можно представить вектором $\overline{T} = \{t_{11}; t_{12}; t_{13}; t_{21}; t_{22}; t_{31}; t_{41}; t_{42}; \ldots t_{131}; t_{132};\}^T$, а весовые коэффициенты к этим требованиям – в виде матрицы M размера 13×41:

$$M = \begin{pmatrix} l_{11} & l_{12} & l_{13} & 0 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & l_{21} & l_{22} & 0 & \ldots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & l_{31} & \ldots & 0 \\ & & & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \ldots & l_{131} & l_{132} \end{pmatrix}. \quad (3)$$

13×41

Тогда вектор доступности элементов части СФ-зоны «Территория объекта» можно представить в виде матричного уравнения

$$\overline{\eta_T} = M\overline{T}$$

или в развернутом виде

$$\begin{pmatrix} \eta_{T1} \\ \eta_{T2} \\ \ldots \\ \ldots \\ \eta_{T13} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} l_{11} & l_{12} & l_{13} & 0 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & l_{21} & l_{22} & 0 & \ldots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & l_{31} & \ldots & 0 \\ & & & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \\ & & & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \ldots & l_{131} & l_{132} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} t_{11} \\ t_{12} \\ t_{13} \\ t_{21} \\ \ldots \\ t_{132} \end{pmatrix}. \quad (4)$$

13×1 13×41 41×1

Векторы (l_{11} l_{12} l_{13}) и (t_{11} t_{12} t_{13}) соответствуют векторам $\overline{L}_1$ и $\overline{T}_1$, тогда вектор доступности элементов части СФ-зоны «Территория объекта» можно представить в следующем виде:

$$\overline{\eta_{TT}} = \begin{pmatrix} \eta_{T1} \\ \eta_{T2} \\ \ldots \\ \ldots \\ \eta_{T13} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \overline{L}_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \ldots & 0 \\ 0 & \overline{L}_2 & 0 & 0 & 0 & 0 \ldots & 0 \\ 0 & 0 & \overline{L}_3 & 0 & 0 & 0 \ldots & 0 \\ & & & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & & & \\ & & & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & & & \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \ldots & \overline{L}_{13} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \overline{T}_1 \\ \overline{T}_2 \\ \ldots \\ \ldots \\ \ldots \\ \overline{T}_{13} \end{pmatrix}. \quad (5)$$

13×1 13×13 13×1

Если ввести вектор $\overline{L_T}$ – весовые коэффициенты элементов части «Территория объекта»:

$$\overline{L_{TT}} = \{l_{T1}, l_{T2} \ldots l_{T13}\}, \quad (6)$$

где, например, l_{T1} – весовой коэффициент 1-го элемента «Калитка» и т. д., то показатель доступности части «Территория объекта» СФ-зоны может быть представлен скалярным произведением векторов $\overline{L_{TT}}$ и $\overline{\eta_{TT}}$:

$$\eta_T = l_{T1}\eta_{T1} + l_{T2}\eta_{T2} + \cdots + l_{T13}\eta_{T13}\ .$$

Аналогично строятся показатели доступности остальных четырех частей зоны СФ, содержащих еще 20 элементов:

$$\eta_{\text{ВВ}}, \eta_{\text{ДД}}, \eta_{\text{ББ}}, \eta_{\text{СС}}\ .$$

$$\overline{\eta_{\text{ВВ}}} = \begin{pmatrix} \eta_{\text{В1}} \\ \ldots \\ \ldots \\ \ldots \\ \eta_{\text{В5}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} l_{11}^{\text{В}} & \ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_{11} \\ V_{12} \\ \ldots \\ \ldots \\ \ldots \end{pmatrix},$$

$$\overline{\eta_{ДД}} = \begin{pmatrix} \eta_{Д1} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \\ \eta_{Д8} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} l_{11}^{Д} \ \dots \dots \dots \\ \dots \dots \dots \dots \\ \dots \dots \dots \dots \\ \dots \dots \dots \dots \\ \dots \dots \dots \dots \end{pmatrix} \begin{pmatrix} d_{11} \\ d_{12} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \end{pmatrix},$$

$$\overline{\eta_{ББ}} = \eta_{Б1} = \left(l_{11}^{Б} \dots \dots \dots\right) \begin{pmatrix} b_{11} \\ b_{12} \\ \dots \\ \dots \\ \dots \end{pmatrix},$$

$$\overline{\eta_{СС}} = \begin{pmatrix} \eta_{С1} \\ \dots \\ \eta_{С3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} l_{11}^{С} \ \dots \dots \dots \\ \dots \dots \dots \dots \\ \dots \dots \dots \dots \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_{11} \\ c_{12} \\ \dots \end{pmatrix}.$$

Векторы с двумя одинаковыми индексами – это векторы, компонентами которых являются показатели доступности соответствующих элементов частей СФ-зоны. Если ввести один вектор, компонентами которого будет совокупность показателей доступности всех элементов всех частей СФ-зоны и вектор с компонентами весовых коэффициентов всех элементов всех частей, то можно получить вектор показателей доступности частей СФ-зоны из матричного уравнения

$$\underset{5\times1}{\overline{\eta_{ZZ}}} = \begin{pmatrix} \eta_{TZ} \\ \eta_{BZ} \\ \eta_{ДZ} \\ \eta_{БZ} \\ \eta_{CZ} \end{pmatrix} = \underset{5\times5}{\begin{pmatrix} \overline{L_{ТТ}} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & L_{ВВ} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & L_{ДД} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & L_{СС} \end{pmatrix}} \underset{5\times1}{\begin{pmatrix} \eta_{ТТ} \\ \eta_{ВВ} \\ \eta_{ДД} \\ \eta_{ББ} \\ \eta_{СС} \end{pmatrix}}. \quad (7)$$

Аналогично строится вектор показателей доступности частей Ц-зоны $\eta_{зц}$.

Если ввести вектор весовых коэффициентов частей зон $\overline{L_{зсф}} = \{l_{zT}\ l_{zB} l_{zД}\ l_{zБ}\ l_{zС}\}$, то показатель доступности зоны определяется скалярным произведением векторов $\overline{\eta_{zz}}$ и $\overline{L_{зсф}}$. Аналогично поступаем с показателем доступности Ц-зоны. Показатели доступности зон определяем из матричного уравнения

$$\overline{\eta_{оо}} = \begin{pmatrix} \eta_{ЗСФ} \\ \eta_{ЗЦ} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} l_{zT}\ l_{zB}\ l_{zД}\ l_{zБ}\ l_{zС} \dots 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \dots l & l & l \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \eta_{TZ} \\ \eta_{BZ} \\ \dots \\ \dots \\ \eta_{CZ} \\ \eta \\ \eta \\ \eta \end{pmatrix}. \quad (8)$$

Если весовые коэффициенты зон ($l_{зсф}$, $l_{зц}$) = $\overline{L_{оо}}$, то показатель доступности объекта определяется скалярным произведением векторов $\overline{\eta_{оо}}$ и $\overline{L_{оо}}$:

$$\underset{1\times1}{\eta_{объекта}} = \underset{1\times2}{\left(l_{зсф} l_{зц}\right)} \underset{2\times1}{\begin{pmatrix} \eta_{зсф} \\ \eta_{ZC} \end{pmatrix}}. \quad (9)$$

2. Результаты исследования и их анализ

Выполним численную реализацию разработанной методики оценки доступности инвалидам и МГН на примере структурно-функциональных зон одного из объектов здравоохранения – поликлиники г. Малоархангельска (рис. 3).

Рис. 3. Здание поликлиники БУЗ Орловской области «Малоархангельская ЦРБ» https://flectone.ru/maloarxangelskom-rayone.html
Fig. 3. The building of the polyclinic BUZ Oryol region "Maloarkhangelskaya CRH" https://flectone.ru/maloarxangelskom-rayone.html

В табл. 1–3 представлены результаты обследования и ранжирования элементов функциональных частей поликлиники [11].

Таблица 1. Результаты обследования элементов функциональной части объекта (поликлиники) «Территория объекта»
Table 1. Results of inspection of the functional part of the facility (polyclinic) “Facility territory”

j \ i	$\bar{T}_1$	$\bar{T}_2$	$\bar{T}_3$	$\bar{T}_4$	$\bar{T}_5$	$\bar{T}_6$	$\bar{T}_7$	$\bar{T}_8$	$\bar{T}_9$	$\bar{T}_{10}$	$\bar{T}_{11}$	$\bar{T}_{12}$	$\bar{T}_{13}$
1	0 × 0,1	1 × 0,5	1 × 1			1 × 0,4							
2	1 × 0,2	1 × 0,5				1 × 0,1							
3	1 × 0,7					1 × 0,1							
4						1 × 0,3							
5						1 × 0,1							
6													
7													
8													
9													
10													

$\eta_{T1} = 0 \times 0,1 + 1 \times 0,2 + 1 \times 0,7 = 0,9;$
$\eta_{T2} = 1 \times 0,5 + 1 \times 0,5 = 1;$
$\eta_{T3} = 1 \times 1 = 1;$
$\eta_{T6} = 1 \times 0,4 + 1 \times 0,1 + 1 \times 0,3 + 1 \times 0,1 = 1;$
$\eta_{T} = (0,9 + 1 + 1 + 1) / 13 = 0,3;$

Таблица 2. Результаты обследования элементов функциональной части объекта (поликлиники) «Пути движения в здании»
Table 2. Results of examination of elements of the functional part of the facility (polyclinic) “Ways of movement in the building”

j \ i	$\bar{Д}_1$	$\bar{Д}_2$	$\bar{Д}_3$	$\bar{Д}_4$	$\bar{Д}_5$	$\bar{Д}_6$	$\bar{Д}_7$	$\bar{Д}_8$
1	1 × 0,5	0 × 0,25						
2	0 × 0,15	0 × 0,25						
3	1 × 0,15	1 × 0,35						
4	0 × 0,15	0 × 0,15						
5	0 × 0							
6								
7								
8								
9								
10								

$\eta_{Д1} = 1 \times 0,5 + 1 \times 0,15 = 0,65;$
$\eta_{Д2} = 1 \times 0,35 = 0,35;$
$\eta_{Д} = (0,65 + 0,35) / 8 = 0,125;$

Зона безопасности
$\eta_{Б} = 0.$

Таблица 3. Результаты обследования элементов функциональной части объекта (поликлиники) «Санитарно-бытовые помещения»
Table 3. Results of inspection of the functional part of the facility (polyclinic) "Sanitary and amenity facilities"

i / j	$\bar{C}_1$	$\bar{C}_2$	$\bar{C}_3$
1	0,7 × 0,25		
2	1 × 0,25		
3	0 × 0,25		
4	1 × 0,25		
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

$\eta_{C1} = 0,7 \times 0,25 + 1 \times 0,25 + 1 \times 0,25 = 0,675;$
$\eta_{C2} = 0;$
$\eta_{C3} = 0;$
$\eta_C = 0,675 / 3 = 0,225;$

На рис. 4 представлена диаграмма оценки доступности МГН элементов функциональных частей поликлиники в Малоархангельске.

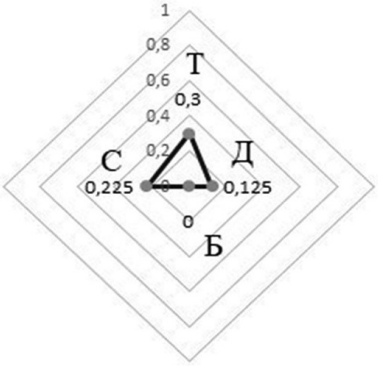

Рис. 4. Диаграмма оценки доступности МГН элементов функциональных частей поликлиники в Малоархангельске: Т – территория объекта; Д – пути движения; Б – зона безопасности; С – санитарно-бытовые помещения
Fig. 4. Diagram for assessing the availability of LMP elements of functional parts of the polyclinic in Maloarkhangelsk: T – facility territory; E – movement paths; B – safety zone; C – sanitary facilities

На основе полученных численных исследований можно сделать вывод о крайне низком показателе доступности МГН поликлиники в г. Малоархангельске. К примеру, показатель доступности путей движения объекта равен 0,125, при этом зона безопасности практически отсутствует. В целом эта проблема характерна не только для конкретного района или области, но и для каждого территориального подразделения страны [23]. Таким образом, ее необходимо решать не только на федеральном, но и на региональном уровне в комплексе с другими задачами по обеспечению комфортной и безопасной городской среды.

Вывод. Создание безопасной, комфортной и доступной городской среды для людей с ограниченными возможностями является сложной задачей, требующей комплексного системного подхода с использованием методов математического анализа и моделирования. Внедрение инклюзивного дизайна невозможно без градостроительного анализа, учитывая значимость и серьезность социальных и экономических последствий увеличения численности инвалидов и иных маломобильных граждан.

Предлагаемая систематизация нормативных требований позволит выявить проблемные места в обеспечении доступности городской инфраструктуры, количественно оценить критерии адаптированности городских объектов для людей с ограниченными возможностями, а также может служить инструментами повышения эффективности принимаемых стратегических решений в сфере градостроительной деятельности.

Разработанная методика является универсальной и может быть применена в любых областях градостроительной деятельности, а также при разработке проектов планировки территории.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Киселева Л.С.* Особенности современной социально-демографической ситуации в России // Вестник Тюменского государственного университета. 2010. № 4. С. 104–111.

2. *Колчунов В.И., Скобелева Е.А., Брума Е.В.* Методика расчета показателя доступности общественных зданий и сооружений маломобильным группам населения // Строительство и реконструкция. 2013. № 4(48). С. 60–68.

3. Статистика инвалидности в России [Электронный ресурс]. URL: https://psiola-center.ru/statistika-invalidnosti-v-rossii/ (дата обращения: 21.03.2024).

4. *Скрипкин П.Б., Шаманов Р.С., Михеева Н.А.* Существующие проблемы доступной среды маломобильных групп населения в России и странах мира и мероприятия по их устранению // Молодой ученый. 2014. № 20 (79). С. 217–220.

5. *Ильичев В.А., Колчунов В.И., Бакаева Н.В., Черняева И.В.* Количественная оценка доступности объектов инфраструктуры при реализации функций биосферосовместимого города // Строительство и реконструкция. 2017. № 2(70). С. 85–94.

6. *Брума Е.В.* Многоуровневая шкала показателей пожарной безопасности урбанизированной территории // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2013. № 3(3). С. 3–10.

7. *Курганова К.И.* Проблемы формирования доступной среды для инвалидов и маломобильных групп населения // Журнал правовых и экономических исследований. 2023. № 1. С. 230–235.

8. *Mueller J. L.* Case Studies on Universal Design: A Collection of Studies which Describe Universal Design Solutions and Demonstrate Successful Introductions of Universal Design in the Marketplace // NC State University, School of Design, Center for Universal Design. 1997

9. *Lacey A.* Designing for Accessibility // RIBA. London. 2004. 70 p.

10. *Singhal M.* Barrier Free Built Environment for the Disabled // Journal of Indian Institute of Architects. 2005. V. 70. I. 10. P. 29–30.

11. *Брума Е.В.* Технологии обеспечения экологически безопасной и доступной среды биосферно-совместимого города для маломобильных групп населения: автореф. дис. …канд. техн. наук: 05.23.19. Орел, 2014. 20 с.

12. *Schaake C., Mace R., Pace R.* Residential Remodeling and Universal Design: Making Homes More Comfortable and Accessible // DIANE Publishing. 1996. 122 p.

13. *Бакаева Н.В., Черняева И.В.* Функции биосферосовместимого города и их доступность человеку // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2016. № 3(15). С. 64–73.

14. СП 59.13330.2020. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. М., 2020. 83 с.

15. *Ильичев В.А.* Биосферная совместимость – принцип, позволяющий построить парадигму жизни в гармонии с планетой земля // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2013. № 1 (1). С. 4–5.

16. *Ильичев В.А.* Биосферная совместимость природы и человека – путь к системному решению глобальных проблем // Стратегические приоритеты. 2014. № 1 (1). С. 42–58.

17. *Ильичев В.А.* Биосферная совместимость: Технологии внедрения инноваций. Города, развивающие человека. М : ЛИБРОКОМ. 2011. 240 с.

18. *Ильичев В.А., Колчунов В.И., Бакаева Н.В.* Реконструкция урбанизированных территорий на принципах симбиоза градостроительных систем и их природного окружения // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 3. С. 4–11.

19. *Ильичев В.А., Колчунов В.И., Гордон В.А.* Методика прогнозирования показателей биосферосовместимости урбанизированных территорий // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2010. № 2. С. 52–57.

20. *Ильичев В.А. Колчунов В.И., Гордон В.А., Бакаева Н.В., Кормина А.А.* Модель демографического прироста населения региона // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2021. № 3 (35). С. 3–13.

21. *Ильичев В.А., Колчунов В.И., Бакаева Н.В.* Вопросы комфортности и безопасности городской среды и их решение в рамках законодательных и нормативных документов // Строительство и реконструкция. 2021. № 2(94). С. 74–85.

22. *Пилипенко О.В., Брума Е.В., Скобелева Е.А.* Результаты численных исследований доступности общественных зданий и сооружений маломобильным группам населения (на примере Орловской области) // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2014. № 4. С. 37–44.

23. *Гордон В.А., Бакаева Н.В., Черняева И.В.* Количественная оценка доступности зданий и сооружений маломобильным группам населения // Доступная среда – маршрут для каждого: сборник трудов Всероссийского научно-практического форума. Тула: Тульский государственный университет, 2023. С. 8–15.

REFERENCES

1. Kiselyova L.S. Features of the current socio-demographic situation in Russia. *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Tyumen State University], 2018, no 4, pp. 104–111. (in Russian)

2. Kolchunov V.I., Skobeleva E.A., Bruma E.V. The methodology for calculating the indicator of accessibility of public buildings and structures to low-mobility groups of the population. *Stroitel'stvo i rekonstrukciya* [Construction and reconstruction], 2013, no 4(48), pp. 60–68. (in Russian)

3. Disability statistics in Russia. Available at: https://psiola-center.ru/statistika-invalidnosti-v-rossii/ (accessed 21 March 2024).

4. Skripkin P.B., Shamanov R.S., Mikheeva N.A. Existing problems of the accessible environment of low-mobility groups of the population in Russia and countries of the world and measures to eliminate them. *Molodoj uchenyj* [Young Scientist], 2014, no 20(79), pp. 217–220. (in Russian)

5. Ilyichev V.A., Kolchunov V.I., Bakaeva N.V., Chernyaeva I.V. Quantitative assessment of the accessibility of infrastructure facilities in the implementation of the functions of a biosphere-compatible city. *Stroitel'stvo i rekonstrukciya* [Construction and reconstruction], 2017, no 2(70), pp. 85–94. (in Russian)

6. Bruma E. V. Multilevel scale of fire safety indicators of an urbanized territory. *Biosfernaya sovmestimost': chelovek, region, tekhnologii* [Biosphere compatibility: man, region, technologies], 2013, no 3(3), pp. 3–10. (in Russian)

7. Kurganova K.I. Problems of formation of an accessible environment for the disabled and low-mobility groups of the population. *Zhurnal pravovyh i ekonomicheskih issledovanij* [Journal of Legal and Economic research], 2023, no 1, pp. 230–235. (in Russian)

8. Mueller J. L. Case Studies on Universal Design: A Collection of Studies which Describe Universal Design Solutions and Demonstrate Successful Introductions of Universal Design in the Marketplace. NC State University, School of Design, Center for Universal Design. 1997

9. Lacey A. Designing for Accessibility. RIBA. London. 2004. 70 p.

10. Singhal M. Barrier Free Built Environment for the Disabled. Journal of Indian Institute of Architects. Vol 70. Issue 10. 2005. pp. 29–30.

11. Bruma E.V. Technologies for ensuring an environmentally safe and accessible environment of a biosphere-compatible city for low-mobility groups of the population: abstract of the dissertation of the Candidate of Technical Sciences: 05.23.19 / Bruma Ekaterina Vladimirovna. Orel, 2014, 20 p.

12. Schaake C., Mace R., Pace R. Residential Remodeling and Universal Design: Making Homes More Comfortable and Accessible. DIANE Publishing. 1996. 122 p.

13. Bakaeva N.V., Chernyaeva I.V. Functions of a biosphere-compatible city and their accessibility to humans. *Biosfernaya sovmestimost': chelovek, region, tekhnologii* [Biosphere compatibility: man, region, technologies], 2016, no 3(15), pp. 64–73. (in Russian)

14. Code of rules 59.13330.2020 "Accessibility of buildings and structures for low-mobility groups of the population". Moscow, 2020. 83 p.

15. Ilyichev V.A. Biospheric compatibility is a principle that allows you to build a paradigm of life in harmony with the planet earth. *Biosfernaya sovmestimost': chelovek, region, tekhnologii* [Biosphere compatibility: person, region, technology], 2013, no (1), pp. 4–5. (in Russian)

16. Ilyichev V.A. Biospheric compatibility of 'nature and man – the way' to the systemic solution of global problems. *Strategicheskie prioritety* [Strategic priorities], 2014, no (1), pp. 42–58. (in Russian)

17. Ilyichev V.A. *Biosfernaya sovmestimost': Tekhnologii vnedreniya innovacij. Goroda, razvivayushchie cheloveka* [Biosphere compatibility: Technologies of innovation implementation. Cities that develop people]. Moscow, LIBROKOM, 2011. 240 p.

18. Ilyichev V.A., Kolchunov V.I., Bakaeva N.V. Reconstruction of urbanized territories based on the principles of symbiosis of urban planning systems and their natural environment. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [Industrial and civil construction], 2018, no 3, pp. 4–11. (in Russian)

19. Ilyichev V.A., Kolchunov V.I., Gordon V.A. Methodology of forecasting indicators of biospheric compatibility of urbanized territories. *Sejsmostojkoe stroitel'stvo. Bezopasnost' sooruzhenij* [Earthquake-resistant construction. Safety of structures], 2010, no 2, pp. 52–57. (in Russian)

20. Ilyichev V.A., Kolchunov V.I., Gordon V.A., Bakaeva N.V., Kormina A.A. The model of demographic growth of the region's population. *Biosfernaya sovmestimost': chelovek, region, tekhnologii* [Biosphere compatibility: person, region, technology], 2021, no 3 (35), pp. 3–13. (in Russian)

21. Ilyichev V.A., Kolchunov V.I., Bakaeva N.V. Issues of comfort and safety of the urban environment and their solution within the framework of legislative and regulatory documents. *Stroitel'stvo i rekonstrukciya* [Construction and reconstruction], 2021, no 2(94), pp. 74–85. (in Russian)

22. Pilipenko O.V., Bruma E.V., Skobeleva E.A. Results of numerical studies of accessibility of public buildings and structures to low-mobility groups of the population (on the example of the Orel region). *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Tekhnika i tekhnologii* [News of the Southwestern State University], 2014, no. 4, pp. 37–44. (in Russian)

23. Gordon V.A., Bakaeva N.V., Chernyaeva I.V. Quantitative assessment of accessibility of buildings and structures to low-mobility groups of the population. *Sbornik trudov Vserossijskogo nauchno-prakticheskogo foruma «Dostupnaya sreda – marshrut dlya kazhdogo»* [Proceedings of the All–Russian scientific and practical Forum "Accessible environment – a route for everyone"]. Tula, Tula State University, 2023, pp. 8–15. (in Russian)

Об авторах:

БАКАЕВА Наталья Владимировна
профессор кафедры градостроительства
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
доктор технических наук, профессор,
советник РААСН, главный научный сотрудник
Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук
129337, Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26
E-mail: natbak@mail.ru

BAKAEVA Natalya V.
Doctor of Engineering Science, Professor of the Urban Planning Chair
Professor, Advisor to RAASN, Chief Scientist
Moscow State University of Civil Engineering
Research Institute of Construction Physics of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences
129337, Russia, Moscow, Yaroslavskoye av, 26,
tel. (495)287-49-14
E-mail: natbak@mail.ru

ГОРДОН Владимир Александрович
профессор кафедры технической физики и математики
Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева
доктор технических наук, профессор,
советник РААСН, главный научный сотрудник
Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук
302020, Россия, г. Орёл, Наугорское шоссе, 40
E-mail: gordon@ostu.ru

GORDON Vladimir Al.
Doctor of Engineering Science, Professor of the Technical Physics
and mathematics Chair, Professor, Advisor to RAASN, Chief Scientist
I.S. Turgenev Oryol State University
Research Institute of Construction Physics of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences
302020, Russia, Orel, Naugorskoe h., 40,
tel. (4862)41-98-48
E-mail: gordon@ostu.ru

ЧЕРНЯЕВА Ирина Викторовна
доцент кафедры проектирования городской среды
Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева
кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник
Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук
302030, Россия, г. Орел, ул. Московская, 77
E-mail: schunya87@yandex.ru

CHERNYAEVA Irina V.
PhD in Engineering Science, Associate Professor,
Associate Professor of the Urban Environment Design Chair
Chief Scientist
I.S. Turgenev Oryol State University
Research Institute of Construction Physics of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences
302030, Russia, Orel, Moscow st., 77
E-mail: schunya87@yandex.ru

Для цитирования: *Бакаева Н.В., Гордон В.А., Черняева И.В.* Методика оценки доступности зданий и сооружений маломобильным группам населения // Градостроительство и архитектура. 2024. Т. 14, № 3. С. 157–166. DOI: 10.17673/Vestnik.2024.03.20.
For citation: Bakaeva N.V., Gordon V.A., Chernyaeva I.V. Methodology for assessing the accessibility of buildings and structures to low-mobility groups of the population. *Gradostroitel'stvo i arhitektura* [Urban Construction and Architecture], 2024, vol. 14, no. 3, pp. 157–166. (in Russian) DOI: 10.17673/Vestnik.2024.03.20.