МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ДОСТУПНОСТИ СОЦИАЛЬНО-ЗНАЧИМЫХ ОБЪЕКТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО БИОСФЕРНО-СОВМЕСТИМОГО ГОРОДА

ПИЛИПЕНКО О.В.¹, КОЛЧУНОВ В.И.², СКОБЕЛЕВА Е.А.¹, БОРИСОВ М.В.¹

¹Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, г. Орел, Россия

²Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Россия

Аннотация. Согласно основным положениям концепции биосферной совместимости степень реализации функций города для повышения уровня человеческого потенциала можно оценить уровнем доступности этих функций для каждого его жителя. В рассматриваемой работе в качестве одной из групп показателей, количественно отражающих уровень реализации функций города, предлагается ввести оценку в виде системы количественных показателей генпланов, в числе которых – параметр времени удовлетворения потребностей жителя города как один из параметров комфортной и безопасной городской среды. Используется интегральный подход к расчету показателей доступности объектов повседневного обслуживания жителей как объектов, которые должны размещаться на территории жилой застройки в пределах пешеходной доступности. Применительно к учреждениям образования, играющих ключевую роль в формировании и развитии человеческого потенциала, на примере двух территориальных образований города Орла проведен анализ сложившейся градостроительной ситуации, определены уровни реализации функций города в обеспечении условий для дошкольного образования (с позиций территориального размещения дошкольных образовательных учреждений (ДОУ)). Зонирование территориальных образований города Орла выполнено на основе временного фактора, это позволило наглядно оценить уровень комфорта городской территории по степени реализации рассматриваемой функции города и сформулировать предложения по развитию сети рассматриваемых объектов.

Ключевые слова: урбанизированная территория, биосферная совместимость, показатели генплана, пешеходная доступность, время, функции города

ACCESSIBILITY ASSESSMENT METHODOLOGY OF SOCIALLY-VALUABLE OBJECTS OF ENVIRONMENTALLY SAFE BIOSPHERIC COMPATIBLE CITY

PILIPENKO O.V.¹, KOLCHUNOV V. I.², SKOBELEVA E.A.¹, BORISOV M.V.¹

¹Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia

²South-West State University, Kursk, Russia

Abstract. According to the main provisions of the concept of biosphere compatibility, the feasibility of city functions (in order to increase the level of human potential) can be estimated by the level of accessibility of these functions for each resident. In this work, as one of the groups of indicators that quantitatively reflect the implementation level of the functions of the city, it is proposed to introduce an assessment in the form of a system of quantitative indicators of urban plans. Among these indicators is the time parameter for satisfying the needs of a city resident as one of the parameters for a comfortable and safe urban environment. An integrated approach is used to calculate the indicators of accessibility of objects of daily services for residents as objects that should be located within walking distance. In relation to educational institutions that play a key role in the formation and development of human potential, an analysis of the current urban planning situation is carried out on the example of two territorial entities of the city of Orel. The levels of the city's functions implementation in providing conditions for preschool

education from the position of the territorial location of preschool educational institutions are also determined. The zoning of the territorial formations of the city of Orel is based on a temporary factor. This made it possible to visually assess the level of comfort of the urban territory by the degree of implementation of the considered function of the city and formulate proposals for the development of the network of the objects under consideration.

Keywords: *urban area, biosphere compatibility, urban plan indicators, pedestrian accessibility, time, city functions*

Введение

Одной из ключевых задач градостроительной деятельности на современном этапе является обеспечение высокого качества пространственной среды жизнедеятельности, определяемое степенью ее безопасности и комфорта [1-3]. В предлагаемой концепции биосферно-совместимых городов [2, 4] вводится ряд фундаментальных принципов, касающихся необходимости преодоления негативных тенденций и деградиационных процессов в жизнедеятельности современных городов, и - тем самым - повышения их духовного, физического и социального потенциала, улучшения здоровья жителей.

Применение таких принципов в практике разработки и корректировки генпланов городов, микрорайонов и кварталов позволит научно обоснованно сбалансировать антропогенную деятельность и повысить потенциал жизни Биосферы современного города.

В соответствии с [2,4] в основу количественного анализа качества городской среды заложены принципы регулирования и системного управления параметрами безопасности и общественного комфорта, базирующиеся на расчете тройственных (гуманитарных) балансов биотехносферы. Составляющими такого баланса являются интегральные относительные количественные показатели, отражающие биосферную совместимость городской территории (η) и уровень реализации функций города (ξ) [5]. В функции города согласно одного из принципов биосферной совместимости [2,4] включаются жизнеобеспечение, развлечения и отдых, власть, милосердие, знания, творчество, связь с природой. При этом уместно отметить два момента: 1) все функции, кроме функции «милосердие», - парные; 2) если хоть одна из функций не реализуется городом позитивно, то она обязательно проявляется в виде своего антипода, например, нереализованная функция «жизнеобеспечение» - в виде разрухи и т.д.

В первом приближении количественный анализ уровней реализации функций города можно выполнить, опираясь на имеющиеся статистические данные для конкретных городов и регионов [6]. Так, в исследованиях [7, 8] приводятся методики оценки одной из составляющих экологической безопасности города - объектов транспортного строительства и определения вклада составляющих транспортной инфраструктуры в реализацию функций биосферосовместимого города. Авторами расчетным путем получены коэффициенты реализации и доступности этих составляющих функции города исходя из анализа состояния производственной среды станций технического обслуживания автомобилей отдельно взятой территориальной автотранспортной системы. В работах [9, 10] приведен алгоритм для оценки обеспечения доступности городских объектов группам населения с ограниченными возможностями передвижения, к которым относят пожилых людей, детей дошкольного возраста, беременных женщин, людей с временной нетрудоспособностью, инвалидов и других.

Доступность общественных объектов (образовательных, культурных, развлекательных, торговых и медицинских учреждений) всем категориям населения так же, как и факторы социальной справедливости, в настоящее время во многих странах принято считать в числе приоритетов градообустройства и в рамках концепции здорового городского планирования [11]. Эта концепция была разработана в Европе как часть долгосрочной программы проекта ВОЗ «Здоровые города» в развитие программы «Здоровье для всех к 2000 году». В частности, World Health Organization в лице Barton H. & Tsourou C. [12] было предложено двенадцать ключевых аспектов здоровья в широком смысле этого слова, которые следует учитывать как детерминанты при разработке и оценке городских программ развития. При этом решение за-

дачи содействия укреплению здоровья и благополучия населения вне сектора здравоохранения было возведено в ранг приоритетных ещё на Ассамблее ВОЗ в 1979 г. [13]. На решение этой важнейшей задачи направлен и Федеральный проект «Формирование комфортной городской среды» на период до 2024 года. Охрана здоровья населения является и в России одной из стратегических приоритетных задач развития, для решения которой формирование среды жизнедеятельности должно начинаться с пространственной организации территории не только страны и регионов, но и отдельных муниципальных образований [14]. В то же время, ориентирование городских кварталов, микрорайонов на обеспечение коротких расстояний между объектами повседневного обслуживания и жильем, рабочими местами делает деятельность города более устойчивой в условиях его пространственно-экономической трансформации [15]. При этом в качестве характеристик «устойчивого» города некоторые исследователи предлагают наравне с обеспечением пространственной инклюзии также считать долговечность городской инфраструктуры в сочетании с обеспечением экономического роста и экологического равновесия [16], что полностью согласуется с концепцией создания биосферно-совместимых городов [2,4].

В свете поставленной задачи несомненный интерес представляют индикаторы, разработанные в рамках проекта San Francisco Indicator, являющиеся системой данных на уровне района, которая измеряет в восьми направлениях развитие здорового сообщества и социальную справедливость [17]. В оценке отдельных видов индикаторов участвуют и параметры доступности объектов (например, образовательных учреждений, открытых городских пространств и т.д.). Тем не менее, система таких показателей не ориентируется на конкретные расстояния между рассматриваемыми объектами и местами проживания.

Некоторые нормируемые в настоящее время в России требования и рекомендации к размещению на урбанизированной территории общественных зданий и сооружений по отношению к местам проживания приведены на рисунке 1.

Рисунок 1 – Рекомендуемые максимальные расстояния от мест проживания до общественных зданий и сооружений

В случае с размещением объектов образовательного назначения Сводом правил СП 42.13330.2016 "Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений" регламентируется только радиус их обслуживания, который зависит от климатического района и плотности застройки. В данном нормативном документе не содержатся рекомендации по определению показателей доступности таких объектов. Отдельные указания по оценке пешеходной доступности для жилых домов точек притяжения содержатся в Методике формирования индекса качества городской среды, утвержденной распоряжением Правительства Рос-

сийской Федерации от 23 марта 2019 г. № 510-р. Здесь Индекс пешеходной доступности для каждого жилого дома определяется как среднее значение величин, полученных по результатам расчета отношения длины кратчайшего пешеходного маршрута к длине предельного маршрута до точек притяжения в пределах 800-метровой зоны с учетом топологии улично-дорожной сети. Однако такой показатель ориентирован на оценку степени пешеходной доступности для города в целом безотносительно к назначению и социальной значимости объектов инфраструктуры, а также особенностей передвижения различных групп населения, определяемых возрастом и состоянием здоровья.

Таким образом, как в нашей стране, так и в зарубежных странах [18, 19], не теряют актуальности задачи, направленные на разработку расширенного набора показателей, позволяющих качественно и количественно оценить градостроительные решения с разных позиций.

Так, с целью количественной оценки планировочных решений с учетом параметра времени на основе концепции биосферной совместимости городов авторами была разработана и апробирована на примере жилого микрорайона "Ботаника" в г. Орле методика оценки доступности социально-значимых объектов с учетом скорости передвижения различных категорий населения [20, 21]. С учетом результатов этих исследований в настоящей статье приведена методика расчета показателей доступности социально значимых объектов при зонировании территориальных образований города по фактически затрачиваемому времени на получение услуг, а также сформулированы некоторые предложения к оценке эффективности территориального развития жилых микрорайонов.

Модели и методы

1. В качестве *показателей доступности* урбанизированных территорий приняты следующие:

1.1 Персональная доступность (D_i) отражает долю населения, имеющего возможность получения услуги в рассматриваемом учреждении (F_i) (при реализации i -той функции города) в общем числе нуждающихся в этой услуге жителей рассматриваемого микрорайона (P_i):

$$D_i = \frac{F_i}{P_i} \quad (1)$$

При $F_i > P_i$ принимаем $D_i = 1$.

Плотность населения может быть принята из карт функционального зонирования территории или пояснительной записки к ППТ и уточнена путем расчета по нормам заселения в зависимости от типов жилых домов по уровням комфорта.

Например, численность населения, которому должны предоставляться услуги в рассматриваемом учреждении, можно определить исходя из нормативных актов субъекта РФ в части установленной плотности населения и потребности в местах, тогда, например:

$$P_i = \rho S_j d_i / 1000, \quad (2)$$

где ρ – плотность населения участка;

S_j – площадь j -го участка;

d – потребность в местах на 1000 жителей.

1.2 Территориальная (пешеходная) доступность ($\xi_{i,j}$), определяет отношение времени, которое мог бы затратить пешеход, проживающий в j -том участке, на преодоление максимально комфортного расстояния от места проживания до проживания до объекта, реализующего i -тую функцию города ($t_{n,i}$), ко времени, которое он тратит на преодоление фактического расстояния (t_f):

$$\xi_{i,j} = \frac{t_{n,i}}{t_{i,j}} \quad (3)$$

или

$$\xi_{i,j} = \frac{S_{n,i}}{S_{i,j}} = \frac{R_{n,i}}{R_{i,j}}, \quad (4)$$

где $S_{n,i}$ и $R_{n,i}$ - комфортное расстояние от места проживания до объекта, реализующего i -тую функцию города, с учетом и без учета излома в траектории маршрута соответственно;

$S_{i,j}$ и $R_{i,j}$ - фактическое расстояние от места проживания в j -том ярусе до объекта, реализующего i -тую функцию города, с учетом и без учета излома в траектории маршрута пешеходной связи соответственно;

при этом:

$$R_{i,j} = S_{i,j} \cdot K, \quad (5)$$

$$R_{n,i} = S_{n,i} \cdot K, \quad (6)$$

где K - коэффициент непрямолинейности пешеходной связи (в первом приближении в расчетах им можно пренебречь, полагая $K=1$).

В таблице 1 представлены значения комфортных расстояний, определенных на основании исследований средней скорости пешеходов, движущихся в осенне-зимний период быстрым или спокойным шагом, по данным Ленинградского НИЛСЭ и [22].

Таблица 1 – Расстояния, преодолеваемые за расчетное время пешеходами с различной скоростью передвижения

Возраст пешеходов или возможности передвижения	Спокойный шаг				Быстрый шаг			
	V, м/мин	Расстояние S, м			V, м/мин	Расстояние S, м		
		5 мин	7 мин	10 мин		5 мин	7 мин	10 мин
3-4 года	51,0	255,0	357,0	510,0	72,0	360,0	504,0	720,0
7-8 лет	69,3	346,5	485,1	693,0	88,8	444,0	621,6	888,0
старше 70 лет	48,3	241,5	338,1	483,0	65,6	328,0	459,2	656,0
с протезом ноги*	51,0	255,0	357,0	510,0	67,5	337,5	472,5	675,0

Показатель территориальной (пешеходной) доступности $\xi_{i,j}$ является индикатором реализации функции города для жителей рассматриваемого j -го участка или яруса. Таким образом, значения $\xi_{i,j}$ могут быть равными:

- в пределах радиуса пешеходной доступности и достаточной вместимости объекта $\xi_{i,j}=1$;
- на территории, расположенной за пределами радиуса пешеходной доступности и ограниченной исчерпанием вместимости объекта $0 < \xi_{i,j} < 1$;
- в остальных случаях $\xi_{i,j}=0$.

1.3 Территориально-персональная доступность (ξ_i) является мерой оценки времени предоставления услуги (при реализации i -той функции города) для различных групп ее пользователей с учетом удаленности проживания и численности обслуживаемого населения.

* значением такой скорости предлагается руководствоваться при оценке комфортных расстояний для людей с нарушениями опорно-двигательного аппарата

Для возможности учета интересов части населения микрорайона (квартала), проживающего на различном отдалении от рассматриваемого объекта, разделим рассматриваемую территорию на несколько j -тых участков. Такое разделение может производиться путем выделения жилых групп или зон доступности, располагаемых радиально – при построении колец одинаковой толщины ΔR , центром которых явится рассматриваемый объект, реализующий i -тую функцию города (рисунок 2).

Рисунок 2 – Схема разделения рассматриваемой территории радиусами доступности

Интегральное значение рассматриваемого показателя доступности можно вычислить с помощью следующей формулы:

$$\xi_i = \frac{\sum_{j=1}^k n_j \xi_{i,j}}{P_i}, \quad (7)$$

где n_j – количество жителей, обслуживаемых в рассматриваемом микрорайоне и проживающих в его j -той зоне доступности; k – количество зон доступности, ограниченное исчерпанием фактической вместимости объекта.

Другим вариантом методики расчета рассматриваемого показателя является вариант расчета для всех ярусов, жители которых могут получить услуги в данном объекте, т.е. без ограничения исчерпанием фактической вместимости объекта. Тогда:

$$\xi_i = \frac{D_i \sum_{j=1}^m n_j \xi_{i,j}}{P_i}, \quad (8)$$

где m – количество ярусов, жители которых могут получать услуги в рассматриваемом объекте, реализующем i -тую функцию города.

Показатель территориально-персональной доступности ξ_i позволяет оценить уровень реализации i -той функции города жителями рассматриваемого территориального образования с учетом численности населения участков (зон доступности), для которых характерны различные значения $\xi_{i,j}$.

2. Под **показателем удаленности участка (r)** будем понимать расстояние между фокусами тяготения района и рассматриваемого участка.

С учётом распределения плотности населения координаты фокуса тяготения района в целом и участка района в частности определяются по известной формуле для графоаналитического метода [23], согласно которому на рассматриваемую территорию наносится координатная сетка с произвольным числом квадратов. Фокусы тяготения населения представляют собой точки, в которых обеспечивается минимальная затрата времени на транспортное и пешеходное передвижение в пределах района или участка. Координаты фокусов тяготения можно определить с помощью следующих формул:

$$X_o = \frac{\sum_1^n n_j x_j}{N}; Y_o = \frac{\sum_1^n n_j y_j}{N}, \quad (9)$$

где N – численность населения микрорайона; n_j – количество жителей в каждом квадрате координатной сетки; $x_j; y_j$ – координаты центров тяжести квадратов координатной сетки.

Показатель удаленности участка r определяется как расстояние между фокусами тяготения района и рассматриваемого участка.

Результаты исследования и их анализ

В качестве примера приведем оценку градостроительных решений по расширению охвата обслуживания дошкольными образовательными учреждениями в условиях сложившейся застройки с помощью предложенных показателей доступности дошкольных образовательных учреждений (ДОУ): $i=3$ (согласно классификации функций города, «Знания» [2, 4]). Используя нормативы Орловской области от 1 августа 2011 года № 250 «Об утверждении региональных нормативов градостроительного проектирования Орловской области» [24], потребность в местах ДОУ принимаем $d=42$ места на 1000 жителей. Нормативный радиус обслуживания ДОУ определен в соответствии с СП 42.13330.2011 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» и составляет 300 м.

В качестве объектов исследования приняты два административных района города Орла: Заводской район как самый крупный по численности населения и Северный район города, образованный значительно позже других административных районов (таблица 2).

Заводской административный район города Орла располагается между левым берегом реки Оки, правым берегом реки Орлик и южной окраиной города. На его территории располагается 28 дошкольных образовательных учреждений общей вместимостью 5820 мест при потребности 6750 мест. На территории Северного района города Орла располагается 10 дошкольных образовательных учреждений общей вместимостью 2910 мест при потребности 3220 мест.

Таблица 2 – Характеристика плотности населения в Северном и Заводском районах города Орла

Плотность населения	Северный район			Заводской район		
	Площадь ² , га	Население, тыс.чел	%	Площадь ⁴ , га	Население, тыс.чел	%
Dn1 (365 чел/га)	113,6	32,94	49	283,4	69,02	65
Dn2 (225 чел/га)	158,4	28,23	42	166,6	24,42	23
Dn3 (40 чел/га)	172,8	6,05	9	477,3	12,74	12
Итого:	444,8	67,22	100	927,3	106,18	100

² - здесь понимается площадь селитебной территории районов

Жилые зоны Заводского района условно разбиваем на 30 участков, разделенных между собой уличными магистралями и зонами другого назначения, Северного района – на 13 участков (рисунок 3а и 3б соответственно).

Определим для двух районов местоположение фокусов тяготения населения по плотности и фокусов тяготения по вместимости ДОУ. Несмотря на существенные различия в струк-

туре и планировочной организации рассматриваемых территориальных образований, установленные фокусы тяготения района и ДОУ в пределах каждого района практически совпадают (расстояние между ними $\Delta < 200$ м) (рисунок 4).

Рисунок 3 – Схема зонирования по плотностям населения для Заводского (а) и Северного (б) районов города Орла

Рисунок 4 - Определение фокусов тяготения для Заводского (а) и Северного (б) районов города Орла

Это вызвано тем, что, как видно из рисунка 3, ДОУ в обоих районах размещены повсеместно (за редким исключением) в зонах застройки с высокой плотностью населения и практически отсутствуют в зонах застройки с низкой плотностью населения. Таким образом, можно сделать вывод о том, что территориальная доступность объектов ДОУ выше в кварталах с высокой плотностью населения.

Выполним расчет показателей доступности D_3 , $\xi_{3,j}$, ξ_3 и показателей удаленности территории r для каждого участка жилой зоны рассматриваемых районов. При этом определение средних значений территориально-персональной доступности ξ_3 для района в целом ограничим вместимостью ДООУ.

Интерес представляет сопоставление рассчитываемых показателей D_3 и ξ_3 для участков жилой застройки двух районов, отражающих доступность ДООУ во взаимосвязи с параметрами вместимости учреждения и удаленностью проживания населения (рисунок 5). Для анализа этих зависимостей немаловажным является назначение критериальных значений D_{3cr} и ξ_{3cr} . В первом приближении в качестве таких критериев можно принять значения показателей, определенных для района в целом: $D_{3cr} = \bar{D}_3$ и $\xi_{3cr} = \bar{\xi}_3$. Средние значения показателей доступности ДООУ Заводского района города Орла составили: $\bar{D}_3 = 0,86$, $\bar{\xi}_3 = 0,72$; Северного района - $\bar{D}_3 = 0,90$, $\bar{\xi}_3 = 0,82$.

Рисунок 5 – Распределение участков жилых зон Заводского (а) и Северного (б) районов в теоретическом пространстве $R^{D_3 \xi_3}$ (номера участков соответствуют принятой нумерации на рисунке 3)

В принятой системе относительных координат рисунка 5 по уровню доступности ДООУ условно выделены три однородные группы участков (таблица 3). Так, для **группы I** характерны низкие значения показателей D_3 и ξ_3 , свидетельствующие о том, что значительная часть населения не имеет доступа к ДООУ как на своем, так и на смежных участках. Ситуация имеет кризисный характер и требует первоочередного решения. Участки **II группы** имеют более широкие интервалы значений D_3 и ξ_3 и существенно превосходят уровень доступности, характерный для группы I. **III группа** выделяется высокими (выше средних по району) значениями рассматриваемых показателей.

Сопоставляя анализируемые показатели двух районов, можно видеть, что в Заводском районе прослеживается близкая к линейной зависимости между показателями D_3 и ξ_3 , свидетельствующая о том, что мощность ДООУ обеспечивает предоставление услуг, значительно не превышая нормативный радиус доступности $R_f \approx R_n$. Для ДООУ Северного района характерна большая вместимость ДООУ, в которых производится обслуживание населения за пределами нормативного радиуса доступности $R_f > R_n$.

Таблица 3 – Сопоставительный анализ показателей доступности для групп однородных участков территории Заводского и Северного районов города Орла

№ группы участков	Значения показателей D_3 и ξ_3		Характеристика группы
	Заводской район	Северный район	
Группа I	$D_3 \leq 0,24$ $\xi_3 \leq 0,24$	$D_3 \leq 0,19$ $\xi_3 \leq 0,11$	Общий дефицит мест ДООУ в районе
Группа II	$D_3=0,37..0,76$ $\xi_3=0,36..0,73$	$D_3=0,47..0,88$ $\xi_3=0,26..0,5$	Значения показателей D_3 и ξ_3 для участков не превышают средних значений по району
Группа III	$D_3=0,87..1,0$ $\xi_3=0,85..1,0$	$D_3=1,0$ $\xi_3=0,82..0,99$	Все участки группы III расположены предельно близко к нормативному фокусу тяготения района.

С использованием описанной методики рассмотрим варианты размещения новых ДООУ в Заводском и Северном районах с позиций определения и количественного обоснования их оптимального местоположения (рисунок 6).

Рисунок 6 – Схема зонирования территориальных образований города Орла по фактически затрачиваемому времени на получение услуг в дошкольных образовательных учреждениях до (а, б) и после (в, г) строительства новых ДООУ в Заводском и Северном районах соответственно

Согласно сложившейся ситуации с охватом обслуживания в ДООУ жителей Заводского района (рисунок 6, а) население трети территории района не может получать услуги в ДООУ в пределах рассматриваемого территориального образования. В настоящее время планируется строительство здания дошкольного учреждения вместимостью 320 мест на участке 5 (см. рисунок 3, а). Этот этап строительства является оптимальным, необходимым, первоочередным, но, учитывая острый дефицит мест в учреждениях рассматриваемого типа, недостаточным: $\bar{D}_3 = 0,90$, $\bar{\xi}_3 = 0,84$. В этой связи предлагается для обеспечения 100%-го покрытия рассматриваемой территории жилой застройки радиусами обслуживания ДООУ ($\bar{D}_3 = 1,0$) разместить такие объекты вместимостью по 280 мест дополнительно на участках 23 и 27 (см. рисунок 6, а). Это позволит не только решить вопрос с дефицитом мест на этих участках, но и за счет перераспределения зон обслуживания существующих ДООУ значительно повысить показатели доступности этих объектов. В этом случае площадь территории, для которой характерно $\xi_3=0$, будет стремиться к нулю. При этом в целом по району значение показателя территориально-персональной доступности ДООУ и, соответственно, уровень реализации функции города в получении дошкольного образования жителями рассматриваемого территориального образования составят $\bar{\xi}_3 = 0,87$ при $\bar{D}_3 = 1,0$.

В Северном районе решение проблемы повышения обеспеченности населения местами в дошкольных образовательных учреждениях властями города планируется выполнить за счет строительства здания ДООУ вместимостью 320 мест на пятом участке (см. рисунок 3, б). Этот район характеризуется высокой плотностью населения, поэтому при строительстве на его территории здания ДООУ уровень реализации функции города в обеспечении дошкольного образования на рассматриваемом территориальном образовании повысится до $\bar{\xi}_3 = 0,88$. Минимальное значение показателя пешеходной доступности при этом составит $\xi_{3,j,min} = 0,25$, что соответствует 40 минутам фактически затрачиваемого времени на получение услуг в ДООУ для части жителей, проживающих на участках 2, 11-13 (см. рисунок 3, б). Повысить этот показатель можно при условии строительства в первую очередь здания ДООУ на участке 12, в этом случае $\bar{D}_3 = 1,0$, $\xi_{3,j,min} = 0,33$ (30 минут), $\bar{\xi}_3 = 0,84$.

Выводы

Предложенная методика оценки и анализа доступности социально значимых объектов биосферно-совместимого города позволит количественно оценить уровень реализуемости рассматриваемой функции города и обосновать расчетом целесообразность и эффективность развития сети объектов соответствующего назначения, территориальное расположение и мощность.

Методика может быть использована для более расширенного анализа эффективности градостроительных решений при проектировании различных объектов городской инфраструктуры, направленных на обеспечение реализуемости функций биосферно-совместимого города с целью удовлетворения общественных интересов его населения, и, соответственно, повышения уровня человеческого потенциала каждого жителя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьмин А.В., Юсин Г.С. Качество жизни и качество пространственной среды - социальные стандарты и нормативы в градостроительстве, архитектуре, строительстве // Градостроительство. 2011. №4. С. 16-19.
2. Ильичев В.А., Каримов А.М., Колчунов В.И. [и др.] Предложения к проекту доктрины градостроительства и расселения (стратегического планирования городов – city-planning) // Жилищное строительство, 2012. № 1. С. 2-11.
3. Klopp JM, Petretta DL. The urban sustainable development goal: indicators, complexity and the politics of measuring cities // Cities. 2017. 63. 92–7. doi.org/10.1016/j.cities.2016.12.019.

4. Ильичев В.А., Емельянов С.В., Колчунов В.И., Гордон В.А., Бакаева Н.В. Принципы преобразования города в биосферосовместимый и развивающий человека. М.: АСВ, 2015. – 184 с.
5. Ильичев В.А., Колчунов В.И., Берсенев А.В., Поздняков А.Л. Некоторые вопросы проектирования поселений с позиции концепции биосферной совместимости // Academia. Архитектура и строительство. 2009. № 1. С. 74-80.
6. Ильичев В.А., Колчунов В.И., Скобелева Е.А., Ключева Н.В. Методика расчета показателя уровня реализации функций биосферосовместимого поселения для удовлетворения рациональных потребностей человека // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. ЮЗГУ, 2013. №2. С. 40-45
7. Пилипенко О.В., Бакаева Н.В., Матюшин Д.В. Численные исследования показателя биосферной совместимости объектов городского транспортного строительства (на примере улично-дорожной сети) // Строительство и реконструкция. 2014. №1. С. 59-67.
8. Бакаева Н.В., Шишкина И.В. Оценка вклада транспортной инфраструктуры в реализацию функций биосферосовместимого города // Градостроительство. 2012. №1. С. 51-59.
9. 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. С. 60-68.
10. Колчунов В.И., Брума Е.В. Предложения по количественной оценке соответствия элементов городской среды потребностям маломобильных групп // Строительство и реконструкция. 2012. №5(43). С. 35-38.
11. Barton, H. and Tsourou C. Healthy Urban Planning. London & New York: Spon Press, 2000.
12. Global strategy for health for all by the year 2000. Geneva, World Health Organization (Health for All Series, No. 3).
13. Barton, H. and Grant, M. (2011). Urban Planning for Healthy Cities. A Review of the Progress of the European Healthy Cities Programme. Journal of Urban Health: Bulletin of the New York Academy of Medicine, Vol. 90 , Suppl. 1
14. Федеральный проект «Формирование комфортной городской среды» на период до 2024 года. URL: <http://government.ru/projects/selection/735/35560/> (дата обращения: 10.08.2019).
15. Bächtold Peter (2013) The Space-Economic Transformation of the City. Towards Sustainability. Springer Dordrecht Heidelberg New York London. ISBN 978-94-007-5251-1. DOI 10.1007/978-94-007-5252-8
16. Andersson D.E., Andersson Å.E. Sustainability and the Built Environment: The Role of Durability // Sustainability. 2019. 11. 4926. doi:10.3390/su11184926
17. San Francisco Indicator Project developed by the SF Department of Public Health and the City and County of San Francisco [Электронный ресурс]. <http://www.sfindicatorproject.org/> accessed 29 Mar 2016 (дата обращения: 03.07.2019).
18. Pineo H., Glonti K., Rutter H. [et al.] Characteristics and use of urban health indicator tools by municipal built environment policy and decision-makers: a systematic review protocol // BioMed Central. 2017. №6. 2
19. Pineo H., Glonti K., Rutter H. [et al.] Use of urban health indicator tools by built environment policy- and decision-makers: a systematic review and narrative synthesis // Urban Health, doi.org/10.1007/s11524-019-00378-w
20. Пилипенко О.В., Скобелева Е.А. К оценке безопасности и комфортности пространственной среды жилых микрорайонов биосферосовместимых городов с позиций повышения человеческого потенциала // Экология урбанизированных территорий. 2016. № 1. С. 73-80
21. Pilipenko O., Skobeleva E., Bulgakov A. Methodology for assessing the comfort of an urban environment in terms of availability analyzing. Proceedings of the Creative Construction Conference (2018). PP. 914-921
22. Степина П.А. Создание методики моделирования дорожно-транспортных происшествий при производстве автотехнических экспертиз // Автотранспортное предприятие. 2009. №10. С. 38 40.
23. Сосновский В.А., Русакова Н.С. Прикладные методы градостроительных исследований. М.: Архитектура-С, 2006. 112 с.
24. Постановление Правительства Орловской области от 1 августа 2011 года № 250 «Об утверждении региональных нормативов градостроительного проектирования Орловской области» [Электронный ресурс] <http://docs.cntd.ru/document/473703049> (дата обращения: 05.07.2019)

REFERENCES

1. Kuz'min A.V., Yusin G.S. Kachestvo zhizni i kachestvo prostranstvennoy sredy - sotsial'nyye stan-darty i normativy v gradostroitel'stve, arkhitekture, stroitel'stve [The quality of life and the quality of the spatial environment - social standards and norms in urban planning, architecture, construction]. *Gradostroitel'stvo*. 2011. No 4. Pp. 16-19.
2. Il'ichev V.A., Karimov A.M., Kolchunov V.I. and etc. Predlozheniya k proyektu doktriny grado-ustroystva i rasseleniya (strategicheskogo planirovaniya gorodov – city-planning) [Proposals for the draft doctrine of urban planning and resettlement (strategic city planning - city-planning)]. *Zhilishchnoye stroitel'stvo*. 2012. No 1. Pp. 2-11.
3. Klopp JM, Petretta DL. The urban sustainable development goal: indicators, complexity and the politics of measuring cities. *Cities*. 2017; 63:92–7. doi.org/10.1016/j.cities.2016.12.019.

4. Il'ichev V.A., Yemel'yanov S.V., Kolchunov V.I., Gordon V.A., Bakayeva N.V. Printsipy preobrazova-niya go-roda v biosferosovmestimyy i razvivayushchiy cheloveka [The principles of the transformation of the city into a bio-sphere-compatible and developing person]. Moscow: ASV, 2015. 184 p.
5. Il'ichev V.A., Kolchunov V.I., Bersenev A.V., Pozdnyakov A.L. Nekotoryye voprosy proyektirovaniya pose-leniy s pozitsii kontseptsii biosfernoy sovmestimosti [Some issues of settlement design from the perspective of the con-cept of biosphere compatibility]. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo*. 2009. No 1. Pp. 74-80.
6. Il'ichev V.A., Kolchunov V.I., Skobeleva Ye.A., Klyuyeva N.V. Metodika rascheta pokazatelya urovnya real-izatsii funktsiy biosferosovmestimogo poseleniya dlya udovletvoreniya ratsional'nykh potrebnoy cheloveka [Method-ology for calculating the indicator of the level of implementation of the functions of a biosphere-compatible settlement to meet the rational needs of a person]. *Biosfer'naya sovmestimost': chelovek, region, tekhnologii*. 2013. No 2. Pp. 40-45
7. Pilipenko O.V., Bakayeva N.V., Matyushin D.V. Chislennyye issledovaniya pokazatelya biosfernoy sovmes-timosti ob'yektov gorodskogo transportnogo stroitel'stva (na primere ulichno-dorozhnoy seti) [Numerical studies of the biosphere compatibility indicator of urban transport construction objects (using the example of a street-road network)]. *Stroitel'stvo i rekonstruktsiya*. 2014. No 1. Pp. 59-67.
8. Bakayeva N.V., Shishkina I.V. Otsenka vklada transportnoy infrastruktury v realizatsiyu funk-tsiy biosferoso-vmestimogo goroda [Assessment of the contribution of transport infrastructure to the implementation of the functions of a biosphere-compatible city]. *Gradostroitel'stvo*. 2012. No 1. Pp. 51-59.
9. Kolchunov V.I., Skobeleva Ye.A., Bruma Ye.V. Metodika rascheta pokazatelya dostupnosti obshche-stvennykh zdaniy i sooruzheniy malomobil'nykh gruppam naseleniya [Methodology for calculating the accessibility indi-cator of public buildings and structures for people with limited mobility]. *Stroitel'stvo i rekonstruktsiya*. 2013. No 4. Pp. 60-68.
10. Kolchunov V.I., Bruma Ye.V. Predlozheniya po kolichestvennoy otsenke sootvetstviya elementov go-rodskoy sredy potrebnoy malomobil'nykh grupp [Proposals for a quantitative assessment of the correspondence of the elements of the urban environment to the needs of mobility groups]. *Stroitel'stvo i rekonstruktsiya*. 2012. No 5(43). Pp. 35-38.
11. Barton H. and Tsourou C. Healthy Urban Planning. London & New York: Spon Press, 2000.
12. Global strategy for health for all by the year 2000. Geneva, World Health Organization (Health for All Se-ries, No. 3).
13. Barton H. and Grant M. Urban Planning for Healthy Cities. A Review of the Progress of the European Healthy Cities Programme. Journal of Urban Health: Bulletin of the New York Academy of Medicine. 2011. Vol. 90. Suppl. 1
14. Federal'nyy proyekt "Formirovaniye komfortnoy gorodskoy sredy" na period do 2024 goda [Federal project "Formation of a comfortable urban environment" for the period until 2024]. <http://government.ru/projects/selection/735/35560/> (data obrashcheniya: 10.08.2019).
15. Bächtold Peter (2013) The Space-Economic Transformation of the City. Towards Sustainability. Springer Dordrecht Heidelberg New York London. ISBN 978-94-007-5251-1. DOI 10.1007/978-94-007-5252-8
16. Andersson D.E., Andersson Å.E. Sustainability and the Built Environment: The Role of Durability // *Sustain-ability*. 2019. 11. 4926; doi:10.3390/su11184926
17. San Francisco Indicator Project developed by the SF Department of Public Health and the City and County of San Francisco. <http://www.sfindicatorproject.org/> accessed 29 Mar 2016 (available on: 03.07.2019).
18. Pineo H., Glonti K., Rutter H. [et al.] Characteristics and use of urban health indicator tools by munici-pal built environment policy and decision-makers: a systematic review protocol. *BioMed Central*. 2017. No 6. Pp. 2
19. Pineo H., Glonti K., Rutter H. [et al.] Use of urban health indicator tools by built environment policy- and decision-makers: a systematic review and narrative synthesis. *Urban Health*. doi.org/10.1007/s11524-019-00378-w
20. Pilipenko O.V., Skobeleva Ye.A. K otsenke bezopasnosti i komfortnosti prostranstvennoy sre-dy zhilykh mikrorayonov biosferosovmestimyykh gorodov s pozitsiy povysheniya chelovecheskogo potentsiala [To the assessment of the safety and comfort of the spatial environment of residential microdistricts of biosphere-compatible cities from the standpoint of increasing human potential]. *Ekologiya urbanizirovannykh territoriy*. 2016. No 1. Pp. 73-80
21. Pilipenko O., Skobeleva E., Bulgakov A. Methodology for assessing the comfort of an urban environ-ment in terms of availability analyzing. Proceedings of the Creative Construction Conference. 2018. Pp. 914-921
22. Stepina P.A. Sozdaniye metodiki modelirovaniya dorozhno-transportnykh proisshestviy pri proizvodstve avtotekhnicheskikh ekspertiz [Creation of a methodology for modeling traffic accidents in the production of automotive technical examinations]. *Avtotransportnoye predpriyatiye*. 2009. No 10. Pp. 38 – 40.
23. Sosnovskiy V.A., Rusakova N.S. Prikladnyye metody gradostroitel'nykh issledovaniy [Applied methods of urban research]. Moscow: Arkhitektura-S, 2006. 112 p.
24. Postanovleniye Pravitel'stva Orlovskoy oblasti ot 1 avgusta 2011 goda № 250 «Ob utverzhde-nii region-al'nykh normativov gradostroitel'nogo proyektirovaniya Orlovskoy oblasti» [Decree of the Government of the Oryol Re-gion dated August 1, 2011 No. 250 "On the Approval of Regional Standards for Urban Planning of the Oryol Region"] <http://docs.cntd.ru/document/473703049> (data obrashcheniya: 05.07.2019)

Информация об авторах:

Пилипенко Ольга Васильевна

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, г. Орел, Россия,
ректор, д-р техн. наук, профессор,
E-mail: rektor@ostu.ru

Колчунов Виталий Иванович

Юго-западный Государственный университет, г. Курск, Россия,
Академик РААСН, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой УЗС
E-mail: asiorel@mail.ru

Скобелева Елена Анатольевна

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, г. Орел, Россия,
канд. тех. наук, директор архитектурно-строительного института
E-mail: asi.gu-unpk@mail.ru

Борисов Михаил Владимирович

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, г. Орел, Россия,
старший преподаватель кафедры строительных конструкций и материалов
E-mail: wmisher@gmail.com

Information about authors:

Pilipenko Olga Vasilievna

Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia,
Rector, Dr. Tech. sciences, professor,
E-mail: rektor@ostu.ru

Kolchunov Vitaliy Ivanovich

South-West State University, Kursk, Russia,
Academician of RAACS, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Unique Buildings and Structures
E-mail: asiorel@mail.ru

Skobeleva Elena Anatolyevna

Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia,
Cand. Tech. Sciences, Director of the Institute of Architecture and Civil Engineering
E-mail: asi.gu-unpk@mail.ru

Borisov Mikhail Vladimirovich

Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel, Russia,
Senior Lecturer, Department of Building Structures and Materials
Email: wmisher@gmail.com