

УДК 911.375.6.

В.А. Крюков¹, Е.И. Голубева^{2,3}

ОЦЕНКА ВКЛАДА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ В КОМФОРТНОСТЬ ПРОЖИВАНИЯ В МОСКВЕ

В современном мире с высокой активностью процессов урбанизации все большее внимание уделяется вопросам качества городской среды и комфортной жизни в городах. Комфортность проживания – это объективное состояние и субъективное ощущение физического и психологического здоровья, безопасности и удобства жителя в настоящем состоянии города. Для оценки комфортности проживания на примере модельной территории, состоящей из нескольких районов Москвы (в том числе и Новой Москвы), был применен метод анализа иерархий, широко применяемых в научных исследованиях различной тематики. Для усовершенствования методики попарного сравнения факторов комфортности проживания использовались результаты социологических опросов и натурных исследований. Шесть групп экологических и социальных факторов были ранжированы в соответствии с полученными количественными значениями их веса. В целом, жителям модельной территории более важны социальные факторы с общим весом 65,5% (транспортная доступность с весом 39,1% и доступность объектов инфраструктуры с весом 26,4%), чем экологические с общим весом 34,5% (акустическое загрязнение с весом 11,7%, доступность и качество зеленых зон с весом 11,5%, загрязнение окружающей среды с весом 8,9%, неблагоприятные геоморфологические процессы с весом 2,4%). Результаты этой оценки могут использоваться в градостроительном проектировании различных территорий. С использованием ГИС-технологий были проанализированы пространственные особенности комфортности проживания для каждого жилого дома модельной территории. С учетом рассчитанного веса факторов каждое жилое строение было оценено по комфортности проживания. Для каждого фактора комфортности проживания были построены оценочные схемы модельной территории. Новая Москва и Москва в старых границах (до 01.07.2012) имеют значительные различия: присоединенные территории менее комфортны для проживания из-за более низкой транспортной и инфраструктурной доступности, более сильного акустического воздействия и большего загрязнения компонентов окружающей среды. Исследование показало, что наиболее комфортны для проживания районы многоэтажной застройки районов Солнцево и Ново-Переделкино, в то время как участки малоэтажной застройки в окрестностях района Внуково и поселка Внуково наименее комфортны.

Ключевые слова: метод анализа иерархий, городская экология, интегральная оценка комфортности, Москва, Новая Москва

Введение. Понятия комфортности проживания в городе, качества и комфортности городской среды и устойчивого развития города довольно близки. В данной работе оценивается понятие, которое в последние годы активно используется как специалистами, так и в быту – комфортность проживания в городе. Социально-экологическая комфортность проживания в городе – это объективное состояние и субъективное ощущение физического и психологического здоровья, безопасности и удобства жителя в настоящем состоянии города, определяемом природно-экологическими и социальными факторами [Болысов, Харченко, 2016; Лободанова и др., 2013; Маслов, 2003; Реймерс, 1990].

Комфортность городской среды также можно определить как «субъективное чувство и объективное состояние полного здоровья при данных условиях окружающей человека городской среды, включая ее природные и социально-экономические показатели» [Тетиор, 2008]. Качество городской среды –

это возможности городской среды удовлетворять объективным и субъективным потребностям жителей в соответствии с установленными стандартами и нормами жизнедеятельности [Маслов, 2003], а устойчивое развитие города – совокупность процессов, благодаря которым поддерживается высокое качество городской среды [Глазычев, 2008].

Тем не менее, многие исследователи часто смешивают эти понятия, упоминая в качестве синонимов комфортность города, устойчивость его развития и качество среды, описывая всевозможные благоприятные для жизни города аспекты/элементы/характеристики (микроклиматическая обстановка, шумовое воздействие, загрязнение компонентов окружающей среды, доступность объектов инфраструктуры, транспортная обеспеченность, доступность качественного жилья, наличие и качество рабочих мест, доходы населения, безопасность, эстетические и рекреационные качества городских пространств и т. д.) [Ильина, 2015; Тетиор, 2006].

¹ Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, географический факультет, кафедра рационального природопользования, аспирант; e-mail: vitkryukov@gmail.com

² Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, географический факультет, кафедра рационального природопользования, докт. биол. н., профессор; e-mail: egolubeva@gmail.com

³ Балтийский федеральный университет им. И. Канта, докт. биол. н., профессор

Факторы, которые исследователи перечисляют в качестве определяющих то или иное вышеупомянутое понятие, часто пересекаются, хотя их итоговый набор всегда различается в зависимости от рассматриваемого понятия, цели и задач исследования, доступности данных, их актуальности, достоверности, точности и полноты. И если в рамках концепции устойчивого развития равновесность трех главных составляющих (экономической, социальной и экологической) кажется обоснованной, то при оценке комфортности проживания, учитывающей субъективное мнение самих жителей, неизбежно возникает проблема количественного определения вклада каждого фактора в интегральную комфортность проживания.

В этой связи чрезвычайно важной становится не столько проблема выбора объекта исследования – комфортности города или качества городской среды, сколько проблема выбора факторов, определяющих комфортную жизнь, и удельного веса (вклада) в комфортность проживания. Существует целый ряд попыток таких оценок, как в России, так и за рубежом, представленных в виде рейтингов [Индекс качества ..., 2019; The Global Liveability Index, 2019; Quality ..., 2019; Arcadis ..., 2018], охватывающих экономическую, социальную и экологическую составляющие с использованием различных источников информации.

Цель исследования – оценка вклада экологических и социальных факторов в комфортность проживания. Такая оценка потребовала анализа результатов научных исследований и социологических опросов, касающихся вопроса комфортности проживания в российских городах; количественного определения вклада различных факторов в комфортность проживания и ранжирование факторов по степени их приоритетности методом анализа иерархий (АНР); выделения пространственных особенностей комфортности проживания на модельной территории с использованием ГИС-технологий.

Оценка проводилась на модельной территории, включающей несколько районов города Москвы: Солнцево, Ново-Переделкино, Внуково (Западный административный округ) и поселения Московский и Внуковское (Новомосковский административный округ). Москва – крупный (>12,6 млн чел) мегаполис с расширяющейся агломерацией и высокой плотностью населения (в границах до присоединения территории Новой Москвы в 2012 г.) [Мосгорстат, 2019]. Новая Москва и Москва в старых границах значительно различаются по численности, плотности населения и техногенной нагрузке на компоненты окружающей среды. На территории Новой Москвы эти показатели заметно ниже, а темпы градостроительной деятельности – выше [Генеральный план ..., 2019].

Известны многочисленные работы с использованием метода анализа иерархий в области геоэкологии и природопользования: оценка негативного воздействия на окружающую среду [Rezaian, Seyed, 2011; Ying et al., 2007], воздействия неблагоприят-

ных природных процессов на город [Rezaei, Tahsili, 2018], возможностей применения отдельных мер экологической политики и оптимизации природопользования [Huenner et al., 2016; Malczewski et al., 1997; Stypka et al., 2016; Ramos-Quintana et al., 2019], комфортности городской среды [Arbab, 2017; Gurram et al., 2015], «зрелости» системы экологического менеджмента [Bai et al., 2018].

Анализ литературных данных показал, что на постсоветском пространстве подобные оценки с использованием метода анализа иерархий в геоэкологических исследованиях активно не проводились, поэтому настоящее исследование имеет большое значение для апробации метода в отечественных реалиях. При наличии достаточной информации и экспертов в градостроительном планировании проведение таких оценок может стать повседневной практикой при разработке градостроительной документации.

Материалы и методы. *Интегральная оценка комфортности проживания.* Как было сказано ранее, для интегральной оценки необходимо количественно определить вклад каждого фактора или его вес. Для этого нами использовался широко применяемый в различных научных областях метод анализа иерархий Т. Саати [Saaty, 2008], который относится к группе методов мультикритериального анализа решений. Принятие определенного решения для достижения некоторой цели трактуется весьма широко. В частности, Т. Саати к этому процессу относит и выбор фактора, оказывающего наибольшее воздействие на тот или иной процесс. Процедура оценки степени важности (влияния) того или иного фактора (решения/объекта) происходит путем ряда попарных сравнений каждого фактора (решения/объекта) с другим. Существуют и другие менее популярные варианты применения метода анализа иерархий (ранжирование неограниченного количества объектов по факторам с известной относительной важностью/весом каждого из них; сопоставительный анализ всех факторов с одним). Однако в настоящем исследовании применялась первая вариация метода.

В математическом виде список факторов можно представить как матрицу, в первом столбце и первой строке которой расположены все выбранные для анализа факторы. Ячейки матрицы заполняются значениями в диапазоне от 1 до 9 или от 1/9 до 1, отражающими степень приоритетности одного фактора над другим по условной шкале сравнения.

Кроме того, использование этого метода позволяет ранжировать страны и их регионы, муниципальные образования города по тем или иным факторам для определения антропогенной нагрузки на окружающую среду, оптимизации системы природопользования, оптимизации градостроительного планирования или же ранжировать сами факторы.

В нашем исследовании анализ применялся для выявления иерархии факторов, оказывающих воздействие на комфортность проживания, по их важности. В качестве оцениваемых факторов с учетом

наличия, актуальности, достоверности, подробности информации о пространственном распространении их воздействия на комфортность проживания на территории Москвы были выбраны следующие:

- неблагоприятные геоморфологические процессы (преимущественно делювиально-солифлюкционные процессы, бороздовая эрозия и заболачивание без проявлений глубоких оползней, карстовых провалов и значительного подтопления). Такой набор геоморфологических процессов оказывает негативное воздействие на проходимость территории и ее привлекательность для жизни;

- шумовое загрязнение (автотранспортом с трех главных магистралей территории – Боровского, Киевского шоссе и МКАД; Киевского направления Московской железной дорогой; самолетами аэропорта «Внуково»);

- загрязнение компонентов окружающей среды (преимущественно учитывалось загрязнение атмосферного воздуха, в меньшей степени – поверхностных вод);

- наличие, доступность и качество зеленых зон (группа факторов, показывающих степень удовлетворения потребностей жителей в озелененных территориях, пригодных для осуществления рекреационной деятельности);

- транспортная доступность территории общественным и личным транспортом (на ключевой территории главным видом транспорта являются Солнцевская и Сокольническая линии метрополитена, вспомогательными – Киевское направление МЖД и автобусная сеть);

- доступность объектов инфраструктуры (образовательных, торговых, спортивных, медицинских, культурно-развлекательных).

Более точно оценить степень важности каждого фактора можно с помощью мнений самих жителей, т.е. специальных соцопросов, или экспертных оценок. Согласно существующим опросам, при выборе городской недвижимости, помимо характеристик дома и застройщика, покупатели уделяют большое внимание транспортной доступности территории, наличию и удаленности объектов инфраструктуры. Транспортный вопрос обычно оказывается важнее инфраструктурной обеспеченности, но оба фактора имеют значение для покупателя [Топ-5 ..., 2017; Факторы ..., 2019; Эксперты ..., 2017]. Среди факторов может упоминаться экологическая обстановка, которая в терминах настоящего исследования определяется жителями как степень загрязнения атмосферного воздуха и наличие рекреационных зеленых зон удовлетворительного качества. Фактор шумового загрязнения упоминается единично, фактор наличия проявлений неблагоприятных геоморфологических процессов не встречается. Возможная причина низкой «популярности» этого фактора связана с тем, что такие явления считаются составляющей неудовлетворительного благоустройства городской среды.

Согласно исследованию [Алексеевский, 2017], определяющим фактором для большинства покупателей является цена жилья, а социальные и экологи-

ческие аспекты второстепенны. Транспортная доступность обычно располагается на втором месте по приоритетности, наличие в пределах пешеходной доступности школ и детских садов – на третьем, медицинских учреждений – на четвертом. На экологическую обстановку обращают внимание в отдельных случаях, хотя этот фактор в последнее время вместе с доступностью и качеством зеленых зон постепенно становится более важным.

С учетом наличия крупного источника шумового загрязнения в виде аэропорта «Внуково» приоритетность этого фактора была повышена. Согласно рейтингу портала недвижимости domofond.ru [Полный рейтинг ..., 2018], обстановка с акустическим воздействием вызвала у жителей Солнцева большую, чем в целом по российским городам, обеспокоенность.

В исследовании А.А. Попова [2008] вес транспортной доступности в общей оценке комфортности проживания в Москве составил 1,31; доступности объектов инфраструктуры (за исключением культурных) – 1,03; а экологической обстановки (по данным выбросов загрязняющих веществ) – 0,94 (1 – средний показатель).

Согласно социологическим опросам жителей Ярославля [Пасхина, 2011], комфортные условия проживания – это также, прежде всего, хорошая транспортная доступность и инфраструктурные объекты. Москвичей также инфраструктурная и транспортная обеспеченность волнуют в целом больше, чем жителей других крупных мировых мегаполисов [Пространство города ..., 2019].

Анализ исследований по рассматриваемой проблеме позволил определить приоритетность каждой группы факторов для горожан. Для этого было проведено попарное сравнение важности каждой группы факторов (всего 6). Как и в классическом методе анализа иерархий, была применена условная безразмерная шкала от 1 до 9 (табл. 1).

Результаты попарного сравнения факторов приведены в табл. 2. Значение N в строке a и столбце b равно степени важности группы факторов в строке a по сравнению со степенью важности группы факторов в столбце b . Если значение $N(a; b)$ больше 1, то вклад группы факторов в строке a в интегральную доступность выше, чем вклад группы факторов в столбце b . В противном случае роль группы факторов b выше.

Удельный вес каждой группы факторов был рассчитан как среднее геометрическое всех значений N в соответствующей группе факторов в строке:

$$W_a = \sqrt[6]{N_{a1}N_{a2}N_{a4}N_{a5}}, \quad (1)$$

где N_{a1-6} – значения степени важности группы факторов в строке a по сравнению со степенями важности остальных групп факторов.

После этого полученное значение веса для каждой группы факторов было нормализовано (с приведением суммы весов W_{1-6} к единице) путем деления среднего геометрического данной группы на сумму всех средних геометрических (2):

Т а б л и ц а 1

Шкала степеней значимости факторов при попарном сравнении [Saaty, 2008]

Степень значимости	Определение
1	Значимость факторов одинакова
3	Небольшое преобладание значимости первого фактора
5	Выраженное преобладание значимости
7	Сильно выраженное преобладание значимости
9	Максимально возможная степень преобладания значимости
Остальные значения >1	Промежуточные значения
Обратные значения степени значимости (<1)	Если группа факторов <i>a</i> значимее группы факторов <i>b</i> , то значимость группы факторов <i>b</i> по отношению к группе факторов <i>a</i> будет исчисляться значениями <1

Т а б л и ц а 2

Матрица попарного сравнения факторов, оказывающих воздействие на комфортность проживания на ключевой территории, методом АНР

Факторы	1	2	3	4	5	6	<i>W</i>	<i>W_n</i>	<i>W_n</i> , %	Ранг*
1. Неблагоприятные геоморфологические процессы	1	1/6	1/6	1/6	1/9	1/7	0,2	0,024	2,4	6
2. Шумовое загрязнение	6	1	2	1	1/4	1/3,5	0,97	0,117	11,7	3
3. Загрязнение компонентов окружающей среды	6	1/2	1	1/1,5	1/4	1/3	0,74	0,089	8,9	5
4. Доступность и качество зеленых зон	6	1	1,5	1	1/4	1/3	0,95	0,115	11,5	4
5. Транспортная доступность	9	4	4	4	1	2	3,24	0,391	39,1	1
6. Доступность объектов инфраструктуры	7	3,5	3	3	1/2	1	2,19	0,264	26,4	2
Итого:	—							1	100	—

* Примечание – место фактора в списке, проранжированном по величине вклада в комфортность проживания (от 1 – максимальный вклад до 6 – минимальный вклад).

$$W_{na} = \frac{W_a}{\sum_{W=1}^6} \quad (2)$$

Пространственный анализ факторов комфортности проживания. С помощью различных статистических данных, данных экологического мониторинга города Москвы ГПБУ «Мосэкомониторинг» о концентрациях загрязняющих веществ [Доклады о состоянии окружающей среды, 2010–2018], показателей государственных программ, нормативов доступности объектов инфраструктуры [СП 42.13330.2011, 2011], открытых данных [ИАИС ОГД, 2019; Портал открытых ..., 2019; Greenpeace ..., 2019] для каждого фактора в программной среде QGIS были построены схемы, отображающие распределение категорий комфортности проживания на модельной территории (на рис. показаны схемы для факторов 1 и 2 и интегральной

комфортности проживания). Для каждого фактора было выделено 3–4 категории: от 1 (комфортные условия) до 3 или 4 (неблагоприятные условия).

Итоговый коэффициент комфортности рассчитывался для центроидов каждого жилого здания (всего 19788) с использованием QGIS по следующей формуле:

$$K_n = W_{n1} \cdot K_1 + W_{n2} \cdot K_2 + \dots + W_{n6} \cdot K_n, \quad (3)$$

где W_n – удельный нормированный вес фактора, K_n – коэффициент комфортности проживания территории по фактору. K_n принимал разные значения в зависимости от выделенных категорий. При оценке по трем категориям: 1 – для первой категории; 0,5 – для второй; 0 – для третьей. При оценке по четырем категориям: 1 – для первой категории; 0,67 – для второй; 0,33 – для третьей; 0 – для четвертой.

Итоговые категории выделялись по равным промежуткам значений:

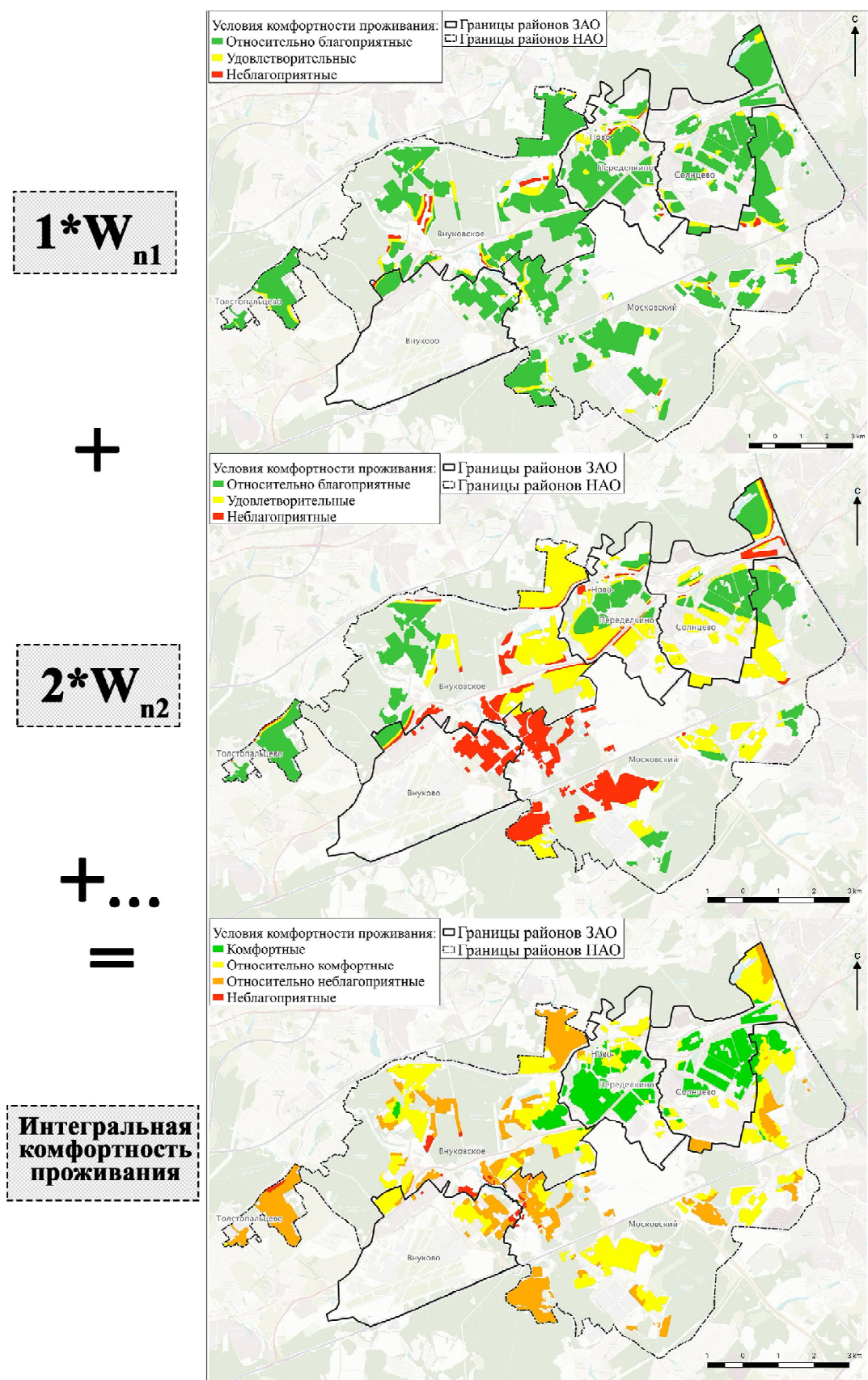


Рис. Пример картографических изображений пространственного распределения категорий комфортности проживания (НАО – Новомосковский административный округ г. Москвы)

Fig. The example of spatial distribution schemes of liveability categories (NAO – Novomoskovsky administrative okrug of Moscow)

1. Комфортные условия проживания: $K_{\text{н}} = 0,75-1$;
2. Относительно благоприятные условия проживания $K_{\text{н}} = 0,5-0,75$;
3. Относительно неблагоприятные условия проживания $K_{\text{н}} = 0,25-0,5$;
4. Неблагоприятные условия проживания ($K_{\text{н}} < 0,25$).

Результаты исследований и их обсуждение.

Итоговые значения веса каждого фактора комфортности проживания $W_{\text{н}}$ показаны в табл. 2 в дробном и процентном виде.

Дополнительной характеристикой приоритетности стало наличие или отсутствие экстремально неудовлетворительных условий на отдельных селитебных участках по тому или иному фактору. Например, группа факторов «неблагоприятные геоморфологические процессы» по имеющимся данным не имеет сильных проявлений, которые могут значительно влиять на комфортность проживания или пребывания на отдельном участке. Поэтому в ходе попарного сравнения эти факторы оценивались по приоритетности всегда низко.

Загрязнение атмосферного воздуха, наоборот, проявляется в виде конкретных экстремальных ситуаций (например, в окрестностях полигона ТБО «Саларьево»). Этот фактор получил более высокий приоритет, хотя, согласно опросам самих москвичей [Родионовская, Дорожкина, 2017], для большинства из них загрязнение атмосферного воздуха не является самым важным. Это же подтверждает и статистика жалоб на состояние атмосферного воздуха относительно многих других районов Москвы [Доклады о состоянии окружающей среды, 2010–2018].

Все факторы были ранжированы по их приоритетности в комфортности проживания (табл. 2). Наибольший вес получили социальные факторы (транспортная доступность и доступность объектов инфраструктуры). Их вклад в совокупности составляет почти 2/3 от эколого-социальной комфортности проживания. Среди экологических факторов наибольшую важность имеют акустическое загрязнение, доступность и качество зеленых зон (практически одинаковый вес), меньшую – загрязнение компонентов окружающей среды. Воздействие геоморфологических процессов было оценено ниже всего.

Безусловно, экономические факторы имеют большое значение в комфортности проживания, однако, в данном исследовании они не рассматривались.

Территория Новой Москвы по сравнению с Москвой в старых границах имеет следующие особенности:

- большая подверженность загрязнению атмосферного воздуха и акустическому воздействию (на ключевой территории), главными источниками которого являются воздушные суда;
- инфраструктурная обеспеченность присоединенных территорий ниже по причине больших нормативных значений доступности, задержке ввода объектов социальной инфраструктуры в эксплуатацию и высокой доли частной застройки;

- транспортная обеспеченность в целом ниже, как на общественном, так и на личном транспорте;
- интегральная комфортность проживания по экологическим и социальным факторам ниже.

Самые комфортные для проживания условия имеют: район Солнцево (за исключением северных и южных частей, занятых малоэтажной застройкой), район Ново-Переделкино, в том числе и дачный поселок Чоботы, ЖК «Городские истории» (частично), ЖК «Переделкино-Ближнее» (частично), ЖК «Мещерский лес» и прилегающие дачные территории (частично). Самые дискомфортные условия отмечаются на дачных участках и в деревнях в окрестностях поселка Внуково и района Внуково (поселок Писателей, Абабурово, Шельбутово, Пыхтино, Лапшинка).

Выводы:

- транспортная доступность и доступность объектов инфраструктуры для москвичей оказались важнее, чем экологические и природные факторы (загрязнение окружающей среды, акустическое загрязнение, доступность и качество зеленых зон, наличие проявлений геоморфологических процессов);
- исследуемые районы Новой Москвы, по сравнению с районами ЗАО, имеют более высокий уровень акустического воздействия и загрязнения атмосферного воздуха, низкую транспортную доступность и инфраструктурную обеспеченность. Как следствие, районы Новой Москвы обладают менее комфортными условиями проживания;
- итоговые значения веса относительно условны. Во-первых, трактовка степени приоритетности одного фактора над другим в методе АНР субъективна. Как следствие, оценка носит не количественный, а квазиколичественный характер.

Кроме того, нами не учитывался половозрастной состав жителей по причине отсутствия детальных данных. В зависимости от структуры населения в том или ином районе (квартале, доме) потребности горожан в чистом атмосферном воздухе, озелененных территориях удовлетворительного качества, объектах инфраструктуры и т. д. различаются.

Тем не менее, такой подход пригоден для общей оценки территории и выявления закономерностей по данному фактору.

Интегральные оценки комфортности проживания, качества городской среды, устойчивости развития города, проводящиеся любыми методами, опираются на базу статистических (в некоторых случаях, в том числе и социологических) данных и (или) результатах экспертных оценок. Сочетание обоих способов, представленное в данном исследовании, представляется наиболее объективным, т. к. эксперты могут объективно оценить приоритетность некоторых факторов, оказывающих косвенное воздействие на жителей, но ускользающих от их внимания. Однако, открытым остается вопрос о количественном определении соотношения решений экспертов и жителей при попарном сравнении факторов комфортности проживания.

Благодарности. Публикация подготовлена в рамках научных тем госзадания кафедры рационального природопользования географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова «Теория и практика рационального природопользования для устойчивого развития территорий» (№ АААА-А16-116032810096-3) и реализации Программы повышения конкурентоспособности БФУ им. И. Канта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Болысов С.И., Харченко С.В. Городской рельеф как фактор комфортности проживания населения // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2016. № 1. С. 21–28.
- Глазьев В.Л. Урбанистика. Часть 2. М.: Европа, 2008. 330 с.
- Ильина И.Н. Качество городской среды как фактор устойчивого развития муниципальных образований // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2015. № 5(164). С. 69–82.
- Лободанова Д.Л., Самсон И., Курле К. Комфортность среды как фактор инновационного развития города / Ин-т экономической политики им. Е.Т. Гайдара. М.: Дело, 2013. 180 с.
- Маслов Н.В. Градостроительная экология. М.: Высшая школа, 2003. 285 с.
- Пасхина М.В. Современные подходы к оценке комфортности городских территорий // Ярославский педагогический вестник. Том III (Естественные науки). 2011. № 2. С. 148–153.
- Попов А.А. Оценка территориальной дифференциации качества городской среды г. Москвы : автореф. дис. ... кан. геогр. наук. М., 2008. 24 с.
- Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 639 с.
- СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. 2011.
- Тетиор А.Н. Городская экология. М.: Академия, 2008. 336 с.
- Arbab P. City Prosperity Initiative Index: Using AHP Method to Recalculate the Weights of Dimensions and Sub-Dimensions in Reference to Tehran Metropolis. *European Journal of Sustainable Development*, 2017, no. 6(4), p. 289–301. DOI: 10.14207/ejsd.2017.v6n4p289.
- Bai L., Wang H., Huang N., Du Q., Huang Y. An Environmental Management Maturity Model of Construction Programs Using the AHP-Entropy Approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2018, vol. 15, p. 1317. DOI: 10.3390/ijerph15071317.
- Gurram M.K., Bulusu L.D., Kinthada N.R. Urban Environmental Quality Assessment at Ward Level Using AHP Based GIS Multi-Criteria Modeling – A Study on Hyderabad City, India. *Asian Journal of Geoinformatics*, 2015, vol. 15, no. 3, p. 16–29.
- Malczewski J., Moreno-Sanchez R., Bojorquez-Tapia L.A., Ongay-Delhumeau E. Multicriteria Group Decision-making Model for Environmental Conflict Analysis in the Cape Region. *Journal of Environmental Planning and Management*, 1997, no. 40(3), p. 349–374. DOI: 10.1080/09640569712137.
- Ramos-Quintana F., Tovar-Sánchez E., Saldarriaga-Noreña H., Sotelo-Nava H., Sánchez-Hernández J.P., Castrejón-Godínez M.-L. A CBR-AHP Hybrid Method to Support the Decision-Making Process in the Selection of Environmental Management Actions. *Sustainability*, 2019, 11, 5649. DOI: 10.20944/preprints201909.0195.v1.
- Rezaei A., Tahsili S. Urban Vulnerability Assessment Using AHP. *Advances in Civil Engineering*, 2018, vol. 2018, 20 p. DOI: 10.1155/2018/2018601.
- Rezaian S., Seyed A.J. Environmental Risk Analysis by Using Multi-Criteria Decision Making Method (Case Study: Karoon 3 Dam of Iran). *The 2^d International Conference on Environmental Engineering and Applications IPCBEE*, 2011, vol. 17, p. 159–164. DOI: 10.1080/10807039.2012.725159.
- Saaty T.L. Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*, 2008, vol. 1, no. 1, p. 83–98. DOI: 10.1504/IJSSCI.2008.017590.
- Saaty T.L. Fundamentals of the Analytic Hierarchy Process. In: Schmoldt D.L., Kangas J., Mendoza G.A., Pesonen M. / *The Analytic Hierarchy Process in Natural Resource and Environmental Decision Making. Managing Forest Ecosystems*, vol 3. Springer, Dordrecht, 2001. DOI: 10.1007/978-94-015-9799-9_2.
- Xiong Y., Zeng G.-M., Chen G.-Q., Tang L., Wang K.-L., Huang D.-Y. Combining AHP with GIS in synthetic evaluation of eco-environment quality – A case study of Hunan Province, China. *Ecological modelling*, 2007, no. 209, p. 97–109. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2007.06.007.
- Электронные ресурсы**
- Алексеевский М. Страна компромиссов: о каком жилье мечтают россияне и что они в итоге покупают // Журнал КБ «Стрелка». 2017: URL: <https://strelkamag.com/ru/article/house> (дата обращения 11.06.2019).
- Генеральный план города Москвы до 2035 года // Институт Генплана Москвы. 2019: URL: https://genplanmos.ru/project/generalnyy_plan_moskvy_do_2035_goda/ (дата обращения 16.06.2019).
- Доклады о состоянии окружающей среды в городе Москве в 2010–2018 г. Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы: URL: <https://www.mos.ru/eco/documents/doklady/> (дата обращения 14.07.2019).
- ИАИС ОГД: интегрированная автоматизированная информационная система обеспечения градостроительной деятельности города Москвы : URL: <https://isogd.mos.ru/isogd-portal/home> (дата обращения 14.06.2019).
- Индекс качества городской среды – инструмент для оценки качества материальной городской среды и условий ее формирования / Национальный проект «Жилье и городская среда»: URL: <https://индекс-городов.рф> (дата обращения 20.12.2019).
- Мосгорстат. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по городу Москве: URL: http://moscow.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/moscow/ru/statistics/population/ (дата обращения 11.06.2019).
- Эксперты выяснили три определяющих фактора при покупке квартиры / Новостной портал Рамблер/Финансы, 2017: URL: <https://finance.rambler.ru/other/38106919-eksperty-vyyasnili-tri-opredelyayuschih-faktora-pri-pokupke-kvartiry/> (дата обращения 06.04.2020).
- Полный рейтинг городов России по качеству жизни в 2018 году // Портал недвижимости «Домофонд». 21.12.2018: URL: https://www.domofond.ru/statya/polnyy_reyting_gorodov_rossii_po_kachestvu_zhizni_v_2018_godu/7679 (дата обращения 11.06.2019).
- Портал открытых данных Правительства Москвы : URL: <https://data.mos.ru/> (дата обращения 14.06.2019).
- Пространство города для человека: исследование уровня и динамики градостроительного развития крупнейших мегаполисов мира / PwC: URL: <https://www.pwc.ru/publications/city-space.html> (дата обращения 11.06.2019).
- Родионовская И.С., Дорожкина Е.А. Экология урбанизированных территорий в аспекте «зеленой архитектуры» и благоустройства // Урбанистика. 2017. № 2. С. 11–19: URL: http://www.nbpublish.com/library_read_article.php?id=22835 (дата обращения 11.06.2019).
- Топ-5 критически важных критериев при выборе новостройки // Недвижимость РИА Новости. 19.07.2017: URL: <https://realty.ria.ru/20170719/408769596.html> (дата обращения 11.06.2019).

Факторы выбора жилья: приоритеты смещаются // Недвижимость&Цены. 2019: URL: <https://dmrealty.ru/rubrics/zakon-i-finansy/factory-vybora-zhilya-prioritety-smeshchayutsya/> (дата обращения 11.06.2019).

Arcadis Sustainable Cities Index // Arcadis, 2018: URL: <https://www.arcadis.com/en/global/search/?q=Arcadis+Sustainable+Cities+Index> (дата обращения 20.10.2018).

Greenpeace Global Mapping Hub: URL: <http://arcgis.greenpeace.org/air/> (дата обращения 14.06.2019).

Huennner M., Rozman Č., Pahek K. A Case Study on the Application of the Analytic Hierarchy Process (AHP) to Assess Agri-Environmental Measures of the Rural Development Programme (RDP 2007–2013) in Slovenia. *Applications and Theory of Analytic Hierarchy Process – Decision Making for Strategic Decisions*, 2016: URL: <https://www.intechopen.com/books/applications-and-theory-of-analytic-hierarchy-process-decision-making-for-strategic-decisions/a-case-study-on-the-application-of-the-analytic-hierarchy-process-ahp-to-assess-agri-environmental-measures-of-the-rural-development-programme-rdp-2007-2013-in-slovenia> (дата обращения 11.06.2019). DOI: 10.5772/63924.

Quality of living city ranking // Mercer. 2019: URL: <https://mobilityexchange.mercer.com/Insights/quality-of-living-rankings> (дата обращения 17.06.2019).

Stypka T., Flaga-Maryńczyk A., Schnotale J. Application of the AHP Method in Environmental Engineering: Three Case. *Applications and Theory of Analytic Hierarchy Process – Decision Making for Strategic Decisions*, 2016: URL: <https://www.intechopen.com/books/applications-and-theory-of-analytic-hierarchy-process-decision-making-for-strategic-decisions/application-of-the-ahp-method-in-environmental-engineering-three-case-studies> (дата обращения: 11.06.2019). DOI: 10.5772/63990.

The Global Liveability Index // The Economist. 2019: URL: <https://www.eiu.com/topic/liveability> (дата обращения 01.05.2019).

Поступила в редакцию 12.07.2019

После доработки 15.12.2019

Принята к публикации 06.03.2020

V.A. Kryukov¹, E.I. Golubeva^{2,3}

ASSESSMENT OF THE CONTRIBUTION OF ENVIRONMENTAL AND SOCIAL FACTORS TO LIVEABILITY IN MOSCOW

Liveability of cities and urban space quality are receiving the increasing attention in contemporary world. Urban liveability is an objective condition and subjective perception of physical and mental health, safety and convenience of the current state of a city by its residents. AHP method, widely used for scientific investigations, was applied to assess the liveability of a study area including several Moscow districts, of New Moscow as well. The results of opinion polls and sociological surveys were used to improve pair-wise comparison method. Six groups of environmental and social factors were ranked on the basis of calculated weights. In general, social factors, accounting for 65,5% (transport accessibility 39,1% and accessibility of infrastructure facilities 26,4% of the total) are more essential than ecological ones which account for 34,5% (environmental contamination 8,9%, green areas accessibility and quality 11,5%, noise pollution 11,7%, adverse geomorphologic processes 2,4%). The results of the assessment may be used in urban planning. The spatial features of liveability were analyzed using GIS software. Liveability of every residential building within the area under study was evaluated basing on the factors' weights. Assessment schemes of case study area were designed for each factor. New Moscow and Moscow within its old boundaries (before 01.07.2012) are considerably different: the newly-annexed territories are less comfortable because of poorer accessibility of transport and infrastructure facilities, higher noise pollution and environment contamination. It has been revealed, that multistoried buildings of Solntsevo and Novo-Peredelkino are the most liveable, while low buildings in the neighborhood of Vnukovo district and Vnukovo village are the least liveable.

Key words: analytic hierarchy process (AHP), urban ecology, integral assessment of liveability, Moscow, New Moscow

Acknowledgements. The paper was prepared within the scientific theme № AAAA-A16-116032810096-3 at the Lomonosov Moscow State University and the Russian Academic Excellence Project at the Immanuel Kant Baltic Federal University.

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Environmental Management, postgraduate student; e-mail: vitkryukov@gmail.com

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Environmental Management, Professor, D.Sc. in Biology; e-mail: egolubeva@gmail.com

³ I. Kant Baltic Federal University, Professor, D.Sc. in Biology

REFERENCES

- Arbab P. City Prosperity Initiative Index: Using AHP Method to Recalculate the Weights of Dimensions and Sub-Dimensions in Reference to Tehran Metropolis. *European Journal of Sustainable Development*, 2017, no. 6(4), p. 289–301. DOI: 10.14207/ejds.2017.v6n4p289.
- Bai L., Wang H., Huang N., Du Q., Huang Y. An Environmental Management Maturity Model of Construction Programs Using the AHP-Entropy Approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2018, vol. 15, p. 1317. DOI: 10.3390/ijerph15071317.
- Bolysov S.I., Kharchenko S.V. Gorodskoj rel'ef kak faktor komfortnosti prozhivaniya naselenija [Urban topography as a factor of comfortable living of the population]. *Vestn. Mosk. un-ta, Ser. 5, Geogr.*, 2016, no. 1, p. 21–28. (In Russian)
- Glazychev V.L. *Urbanistika* [Urban studies], Chast' 2. Moscow, Evropa Publ., 2008, 330 p. (In Russian)
- Gurram M.K., Bulusu L.D., Kintada N.R. Urban Environmental Quality Assessment at Ward Level Using AHP Based GIS Multi-Criteria Modeling – A Study on Hyderabad City, India. *Asian Journal of Geoinformatics*, 2015, vol. 15, no. 3, p. 16–29.
- Il'ina I.N. Kachestvo gorodskoj sredy kak faktor ustojchivogo razvitiya municipal'nyh obrazovanij [Urban environment quality as a factor of sustainable development of municipalities]. *Imushchestvennyye otnoshenija v Rossijskoj Federacii*, 2015, no. 5(164), p. 69–82. (In Russian)
- Lobodanova D.L., Samson I., Kurle K. *Komfortnost' sredy kak faktor innovacionnogo razvitiya goroda* [Urban environment liveability as an innovative development factor]. E.T. Gajdar Institute of Economic Politics, Moscow, Delo Publ., 2013, 180 p. (In Russian)
- Malczewski J., Moreno-Sanchez R., Bojorquez-Tapia L.A., Ongay-Delhumeau E. Multicriteria Group Decision-making Model for Environmental Conflict Analysis in the Cape Region. *Journal of Environmental Planning and Management*, 1997, no. 40(3), p. 349–374. DOI: 10.1080/09640569712137.
- Maslov N.V. *Gradostroitel'naja ekologija* [Urban planning ecology], Moscow, Vysshaja shkola Publ., 2003, 285 p. (In Russian)
- Pashkina M.V. Sovremennyye podhody k ocenke komfortnosti gorodskih territorij [Modern approaches to estimate comfort of city territories]. *Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik*, vol. III, (Estestvennyye nauki), 2011, no. 2, p. 148–153. (In Russian)
- Popov A.A. *Ocenka territorial'noj differenciacii kachestva gorodskoj sredy g. Moskvy* [An assessment of the territorial differentiation of Moscow urban environment liveability]. Extended abstract of PhD Thesis in Geography, Moscow, 2008, 24 p. (In Russian)
- Ramos-Quintana F., Tovar-Sánchez E., Saldarriaga-Noreña H., Sotelo-Nava H., Sánchez-Hernández J.P., Castrejón-Godínez M.-L. A CBR–AHP Hybrid Method to Support the Decision-Making Process in the Selection of Environmental Management Actions. *Sustainability*, 2019, 11, 5649. DOI: 10.20944/preprints201909.0195.v1.
- Rejmers N.F. *Prirodopol'zovanie. Slovar'-spravochnik* [Environmental management. Reference dictionary]. Moscow, Mysl' Publ., 1990, 639 p. (In Russian)
- Rezaei A., Tahsili S. Urban Vulnerability Assessment Using AHP. *Advances in Civil Engineering*, 2018, vol. 2018, 20 p. DOI: 10.1155/2018/2018601.
- Rezaian S., Seyed A.J. Environmental Risk Analysis by Using Multi-Criteria Decision Making Method (Case Study: Karoon 3 Dam of Iran). *The 2^d International Conference on Environmental Engineering and Applications IPCBEE*, 2011, vol. 17, p. 159–164. DOI: 10.1080/10807039.2012.725159.
- Saaty T.L. Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*, 2008, vol. 1, no. 1, p. 83–98. DOI: 10.1504/IJSSCI.2008.017590.
- Saaty T.L. Fundamentals of the Analytic Hierarchy Process. In: *The Analytic Hierarchy Process in Natural Resource and Environmental Decision Making. Managing Forest Ecosystems*, vol. 3, Schmoltd D.L., Kangas J., Mendoza G.A., Pesonen M. (Eds.), Springer, Dordrecht, 2001. DOI: 10.1007/978-94-015-9799-9_2.
- SP 42.13330.2011 *Gradostroitel'stvo. Planirovka i zastrojka gorodskih i sel'skih poselenij* [Code of practice 42.13330.2011. Urban planning. Planning and housing in urban and rural settlements], 2011. (In Russian)
- Tetior A.N. *Gorodskaja ekologija* [Urban ecology]. Moscow, Akademiya Publ., 2008, 336 p. (In Russian)
- Xiong Y., Zeng G.-M., Chen G.-Q., Tang L., Wang K.-L., Huang D.-Y. Combining AHP with GIS in synthetic evaluation of eco-environment quality – A case study of Hunan Province, China. *Ecological modelling*, 2007, no. 209, p. 97–109. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2007.06.007.
- Web resources*
- Alekseevskij M. Strana kompromissov: o kakom zhil'e mechtajut rossijane i chto oni v itoge pokupajut, zhurnal KB «Strelka», 2017 [The country of compromises: what housing are Russians dreaming of and what are they buying eventually, the journal of design office «Strelka», 2017], URL: <https://strelkamag.com/ru/article/house> (access date 11.06.2019) (In Russian)
- Arcadis Sustainable Cities Index, Arcadis, 2018, URL: <https://www.arcadis.com/en/global/our-perspectives/sustainable-cities-index-2018/citizencentric-cities/> (access date 20.12.2019).
- Doklady o sostojanii okruzhajushhej sredy v gorode Moskve v 2010–2018 g. Departament prirodoopol'zovanija i ohrany okruzhajushhej sredy goroda Moskvy [State of the Moscow Environment report, 2010–2018. The Department of environmental management and protection], URL: <https://www.mos.ru/eco/documents/doklady/> (access date 14.06.2019). (In Russian)
- Faktory vybora zhil'ja: priority smeshhajutsja [The factors in choosing real estate: priorities redirection], Nedvizhimost' & Ceny [Real estate & Prices], URL: <https://dmrealty.ru/rubrics/zakon-i-finansy/factory-vybora-zhilya-priority-smeshchayutsya/> (access date 11.06.2019). (In Russian)
- General'nyj plan goroda Moskvy do 2035 goda. Institut Genplana Moskvy [General Plan of Moscow until 2020. General Plan Institute of Moscow], URL: https://genplanmos.ru/project/generalnyj_plan_moskvy_do_2035_goda/ (access date 16.06.2019). (In Russian)
- Greenpeace Global Mapping Hub, URL: <http://arcgis.greenpeace.org/air/> (дата обращения 14.06.2019) (access date 14.06.2019).
- Huennner M., Rozman Č., Pahek K. A Case Study on the Application of the Analytic Hierarchy Process (AHP) to Assess Agri-Environmental Measures of the Rural Development Programme (RDP 2007–2013) in Slovenia. *Applications and Theory of Analytic Hierarchy Process – Decision Making for Strategic Decisions*, 2016, URL: <https://www.intechopen.com/books/applications-and-theory-of-analytic-hierarchy-process-decision-making-for-strategic-decisions/a-case-study-on-the-application-of-the-analytic-hierarchy-process-ahp-to-assess-agri-environmental-m> (access date 11.06.2019). DOI: 10.5772/63924.
- IAIS OGD: Integrirovannaja avtomatizirovannaja informacionnaja sistema obespechenija gradostroitel'noj dejatel'nosti goroda Moskvy [IAIS OGD: Integrated automated information system supporting the Moscow City urban planning processes], URL: <https://isogd.mos.ru/isogd-portal/home> (access date 14.06.2019). (In Russian)
- Indeks kachestva gorodskoj sredy – instrument dlja ocenki kachestva material'noj gorodskoj sredy i uslovij ejo formirovaniya [Urban environment liveability index – a tool to assess the urban environment quality and conditions of its formation], Nacional'nyj proekt «Zhil'e i gorodskaja sreda» [National Project «Housing and urban environment»], URL: <https://индекс-городов.pdf> (access date 20.12.2019) (In Russian)
- Eksperty vyjasnili tri opredelajushhih faktora pri vybore novostrojki [Experts have identified three crucial factors when

acquiring new real estate], Novostnoj portal Rambler/Finansy[Rambler/Finances News], 2017, URL: <https://finance.rambler.ru/other/38106919-eksperty-vyyasnili-tri-opredelyayuschih-faktora-pri-pokupke-kvartiry/> (access date: 06.04.2020). (In Russian)

Mosgorstat. Territorial'nyj organ Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po gorodu Moskve [Mosgorstat. The territorial Moscow City unit of Federal State Statistic Service], URL: http://moscow.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/moscow/ru/statistics/population/ (access date 11.06.2019). (In Russian)

Polnyj rejting gorodov Rossii po kachestvu zhizni v 2018 godu [Life quality rating of all Russian cities, 2018], Portal nedvizhimosti «Domofond» [Real estate portal «Domofond»], URL: https://www.domofond.ru/statya/polnyy_reyting_gorodov_rossii_po_kachestvu_zhizni_v_2018_godu/7679 (access date 11.06.2019). (In Russian)

Portal otkrytyh dannyh Pravitel'stva Moskvy [Moscow City Government open-access data portal], URL: <https://data.mos.ru/> (access date 14.06.2019). (In Russian)

Prostranstvo goroda dlja cheloveka: issledovanie urovnja i dinamiki gradostroitel'nogo razvitiya krupnejshih megapolisov mira [Urban space for humans: an investigation of urban development level and dynamics in the largest world metropolises], PwC, URL: <https://www.pwc.ru/ru/publications/city-space.html> (access date 11.06.2019). (In Russian)

Quality of living city ranking, Mercer, 2019, URL: <https://mobilityexchange.mercer.com/Insights/quality-of-living-rankings> (access date 17.06.2019).

Rodionovskaja I.S., Dorozhkina E.A. Ekologija urbanizirovannyh territorij v aspekte «zeljonoj arhitektury» i blagoustrojstva [Urban areas ecology in terms of green architecture and land improvement]. *Urbanistika*, Moscow, 2017, no. 2, p. 11–19, URL: http://www.nbpublish.com/library_read_article.php?id=22835 (access date 11.06.2019). (In Russian)

Stypka T., Flaga-Maryaczek A., Schnotale J. Application of the AHP Method in Environmental Engineering: Three Case. *Applications and Theory of Analytic Hierarchy Process – Decision Making for Strategic Decisions*, 2016, URL: <https://www.intechopen.com/books/applications-and-theory-of-analytic-hierarchy-process-decision-making-for-strategic-decisions/application-of-the-ahp-method-in-environmental-engineering-three-case-studies> (access date 11.06.2019). DOI: 10.5772/63990.

The Global Liveability Index, The Economist, 2019, URL: <https://www.eiu.com/topic/liveability> (access date 11.06.2019).

Top-5 kriticheski vazhnyh kriteriev pri vybore novostrojki [Top-5 extremely important criteria when choosing new real estate], Nedvizhimost' RIA Novosti [Real estate RIA News], URL: <https://realty.ria.ru/20170719/408769596.html> (access date: 11.06.2019). (In Russian)

Received 12.07.2019

Revised 15.12.2019

Accepted 06.03.2020