

Методика пространственного анализа плотности распределения озеленения при реконструкции городской застройки

С.Г. Шеина, К.В. Юдина

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: В статье рассматривается методика пространственного анализа плотности распределения городских зеленых насаждений с использованием современных геоинформационных систем на примере города Ростова-на-Дону. Пространственный анализ осуществляется в программном комплексе ESRI ArcGIS 10.1. Результатом применения методики является построение электронной карты плотности распределения озеленения на территории города, а также оценка качества среды обитания путем сопоставления с электронной картой индекса качества среды обитания по оценочным участкам.

Ключевые слова: геоинформационные системы, ГИС, пространственный анализ, геостатистический анализ, озеленение, экология, индекс качества среды обитания, электронное картирование, благоустройство территорий, экологическая комфортность проживания

Городские зеленые насаждения расположены неравномерно, с различной густотой посадки. Для городов с моноцентрической организацией, таких как Ростов-на-Дону, характерно расположение большей части озелененных территорий на периферии города, в то время как в плотно застроенном центре наблюдается нехватка зеленых насаждений, что, несомненно, сказывается на экологической комфортности проживания населения [1].

Методика пространственного анализа плотности распределения озеленения при реконструкции городской застройки базируется на использовании современных геоинформационных технологий, применении программного комплекса ESRI ArcGIS 10.1 и реализуется в несколько этапов (рис. 1).

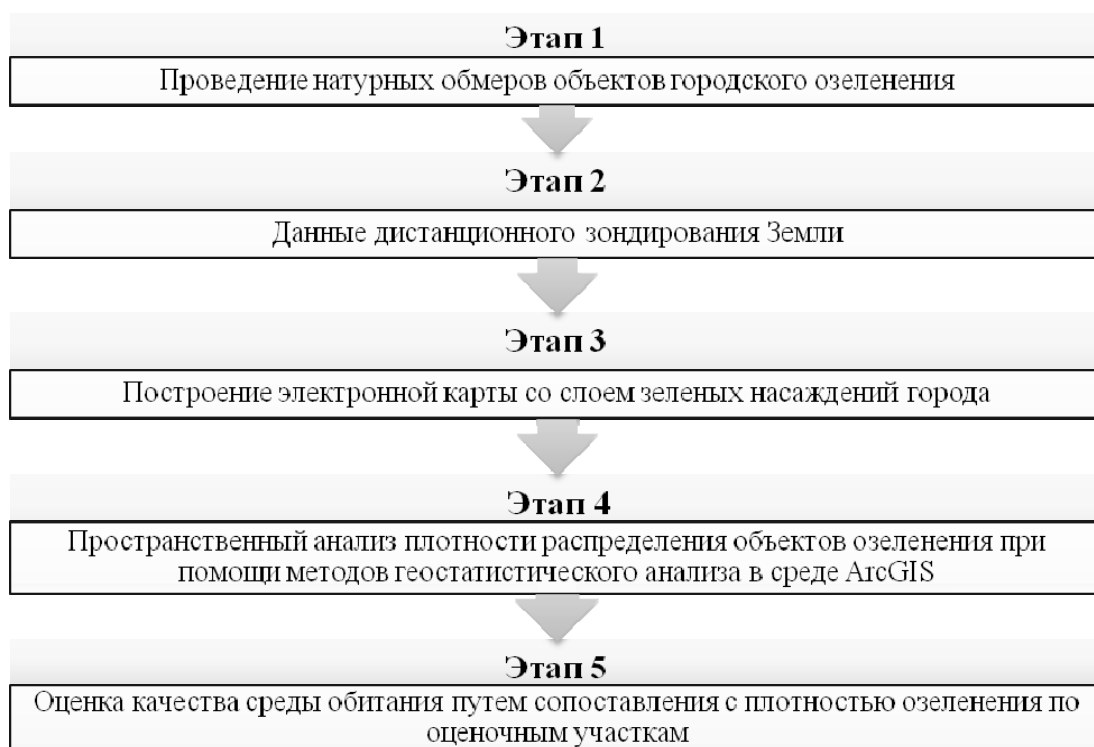


Рис. 1. – Методика пространственного анализа плотности распределения озеленения при реконструкции городской застройки

Этап 1. На первом этапе реализации методики были проведены натурные обмеры зеленых насаждений города Ростова-на-Дону. В результате были получены значения площадей и зафиксированы местоположения основных компонентов озелененных территорий – зеленых массивов, групп деревьев и кустарников, газонов и цветников, находящихся в открытом доступе.

Этап 2. Проведение натурных обмеров объектов озеленения зачастую затрудняется, вследствие расположения значительной их части на закрытых дворовых и частных территориях, территориях садоводческих товариществ и прочих участках местности, на которые затруднен доступ. Для решения этой проблемы в ходе исследования были использованы данные со спутникового снимка города.

Этап 3. Полученные данные об объектах озеленения были перенесены на электронную карту города Ростова-на-Дону в виде площадных объектов слоя «Зеленые насаждения» (рис. 2).



Рис. 2. – Электронная карта со слоем зеленых насаждений
города Ростова-на-Дону

Этап 4. Пространственный анализ плотности распределения городского озеленения выполнялся в программном комплексе ESRI ArcGIS 10.1 с использованием методов геостатистического анализа дополнительного модуля Geostatistical Analyst. В данном исследовании геостатистический анализ позволяет получить более точное представление о плотности распределения объектов озеленения по их площади на территории города.

Определение плотности распределения озеленения по территории города производится путем построения статистической поверхности, которая позволила бы прогнозировать местоположение и площади объектов озеленения, недоступных для обмеров. Статистическая поверхность строится на основании имеющихся данных электронной карты зеленых насаждений по исследуемому параметру – площади объектов озеленения. В целях

моделирования и картографирования подобная статистическая поверхность может считаться непрерывной [2].

Непрерывная статистическая поверхность представляет собой бесконечное число точек, для каждой из которых определено значение. Однако, проведение измерений по бесконечному количеству точек невозможно, фактически для построения непрерывных поверхностей используются данные точечных измерений, которые неравномерно распределены по исследуемой территории. Отсутствующие данные пространственно предсказываются путем использования метода интерполяции. Математические методы прогнозирования позволяют с определенной степенью достоверности характеризовать протекающие процессы и явления, однако, несомненно, каждый из данных методов имеет некоторые недостатки [3].

Модуль Geostatistical Analyst ArcGIS позволяет использовать метод интерполяции для определения недостающих значений, которые находятся в пространстве между известными точками выборки. Модуль предоставляет несколько способов построения статистической поверхности методом интерполяции (рис. 3).

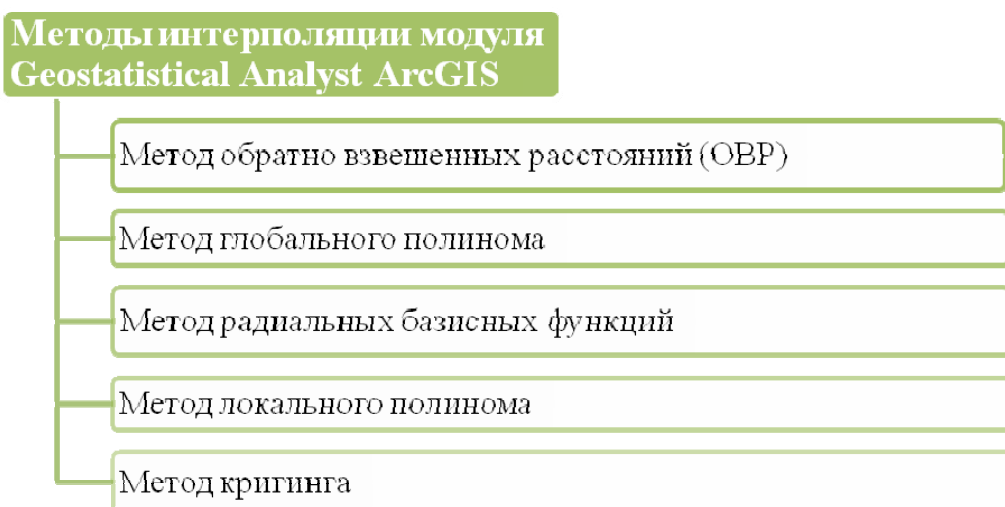


Рис. 3. – Методы интерполяции модуля Geostatistical Analyst ArcGIS

По результатам анализа среднеквадратичных и средних нормированных ошибок при использовании указанных методов было определено, что наиболее оптимальным в данном случае является метод кригинга. Кригинг используется для определения пространственной структуры данных и создания прогноза. Для расчета неизвестного значения в методе кригинга используется подобранная модель вариографии и конфигурация пространственных данных значения в точках измерения, расположенных вокруг данной территории. В методе кригинга используется идея регионализированной переменной, изменяющейся от одной точки к другой с некоторой непрерывностью, однако, не моделируемой лишь одним математическим уравнением [3]. В методе кригинга непрерывные поверхности образуются тремя независимыми величинами (рис. 4).



Рис. 4. – Составляющие статистической поверхности в методе кригинга

Дрейф или структура поверхности представляет собой общую тенденцию в определенном направлении. Далее предполагается, что имеются небольшие случайные, но пространственно коррелированные отклонения от общего тренда, а также случайный шум, не связанный с общей тенденцией.

Каждая из трех составляющих рассматривается отдельно. Структура поверхности определяется математическим уравнением, наиболее близко описывающим ее общее изменение. Затем следует процесс вариограммного

анализа данных или иными словами процесс пространственного моделирования структуры измеряемых точек (рис. 5). Вариограмма изображает пространственную автокорреляцию измеряемых точек. Моделирование вариограммы является ключевым шагом между пространственным описанием и пространственным прогнозом [4].

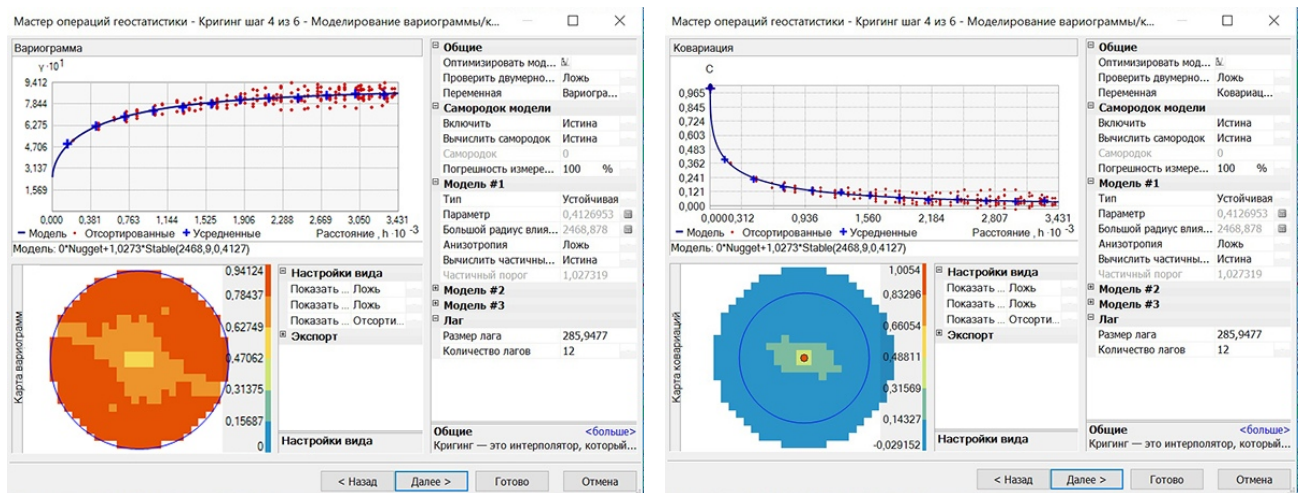


Рис. 5. – Моделирование вариограммы, подбор с учетом ковариации

Облако вариограммы/ковариации представляет собой эмпирическую вариограмму и ковариацию для всех пар опорных точек, содержащихся в наборе данных [3].

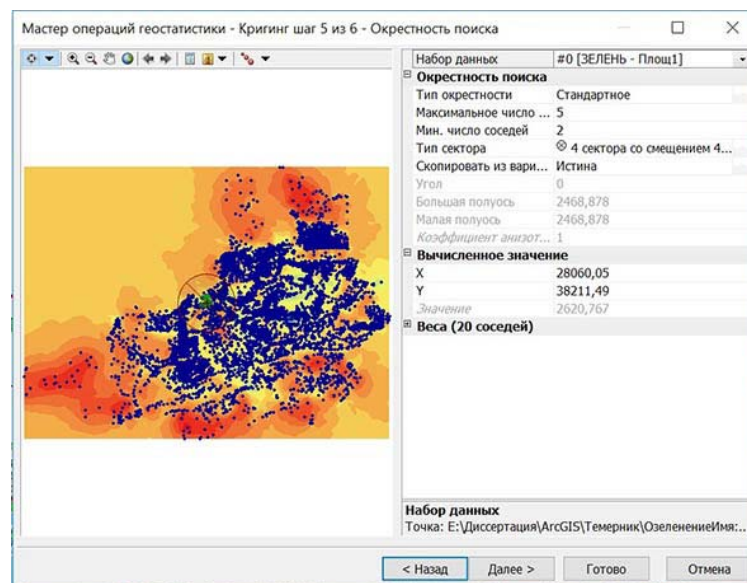


Рис. 6. – Определение окрестности поиска

Для оценки качества полученной модели используется статистический метод перекрестной проверки, который заключается в разделении исходных данных на обучающую и проверочную части. По первой части данных выстраивается модель, а вторая служит для оценки качества модели путем сравнения исходных и прогнозируемых данных (рис. 7, 8) [4].

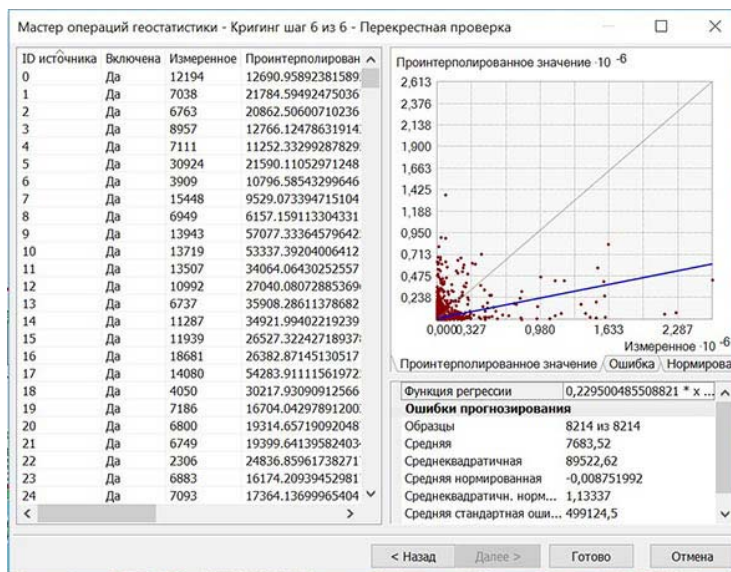


Рис. 7. – Диаграмма проинтерполированных значений метода кригинга

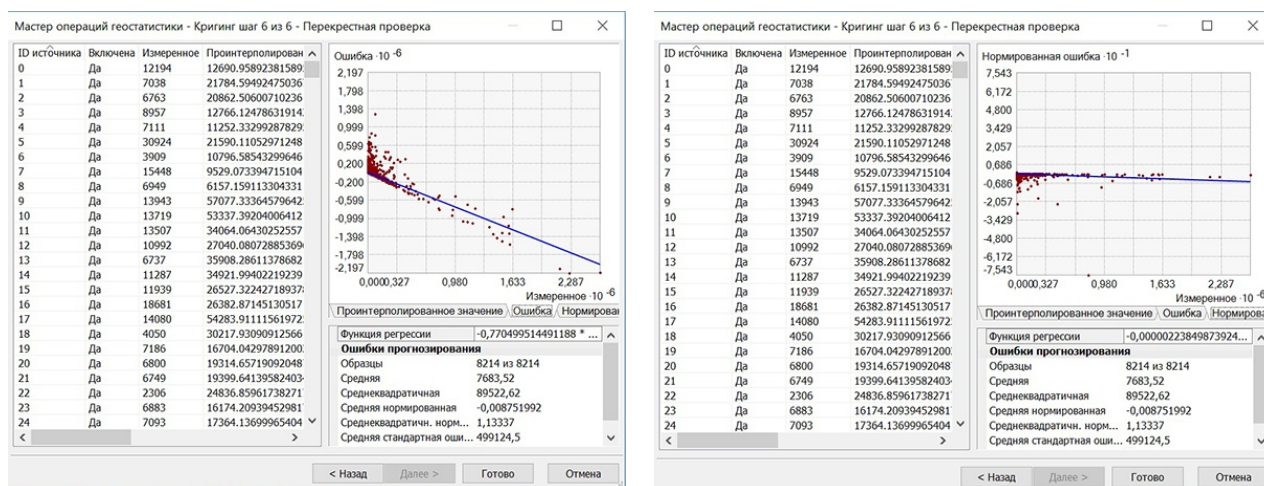


Рис. 8. – Диаграммы ошибок метода кригинга

В результате использования метода кригинга был проведен анализ электронной карты озеленения, состоящей из 8365 объектов, и построена карта плотности распределения зеленых насаждений по их площади на территории города (рис. 9).



Рис. 9. – Электронная карта плотности распределения озеленения на территории г. Ростова-на-Дону, построенная с использованием метода кригинга

Этап 5. Для дальнейшего соотнесения плотности озеленения с индексом качества среды обитания [5,6], рассчитанным для определенных оценочных участков, был использован инструмент пространственного соединения (Spatial Join), присоединяющий атрибуты одного объекта к другому на основании пространственного взаиморасположения. Таким образом, была получена электронная карта распределения площадей озеленения по 3628 оценочным участкам на территории города (рис. 10).

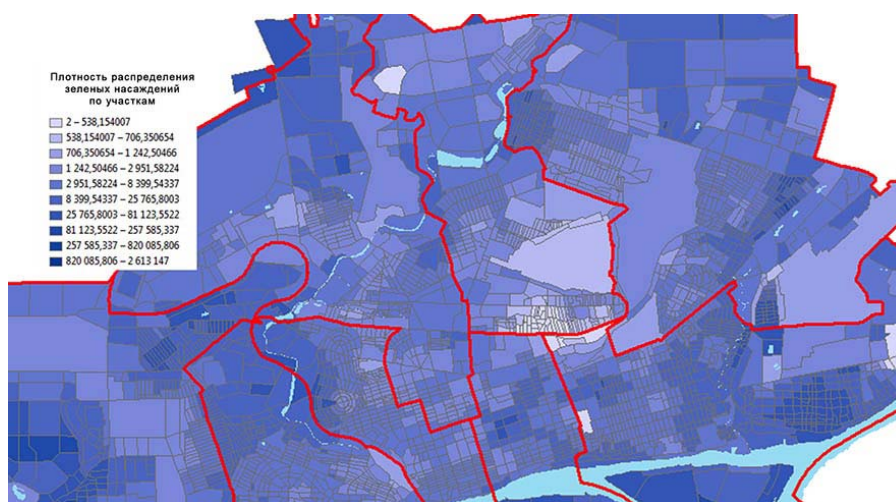


Рис.10. – Электронная карта плотности распределения зеленых насаждений по оценочным участкам г. Ростова-на-Дону

В результате дальнейшего анализа полученных данных, была обнаружена и вычислена взаимосвязь между плотностью озеленения и индексом качества среды обитания на территории (рис. 11).

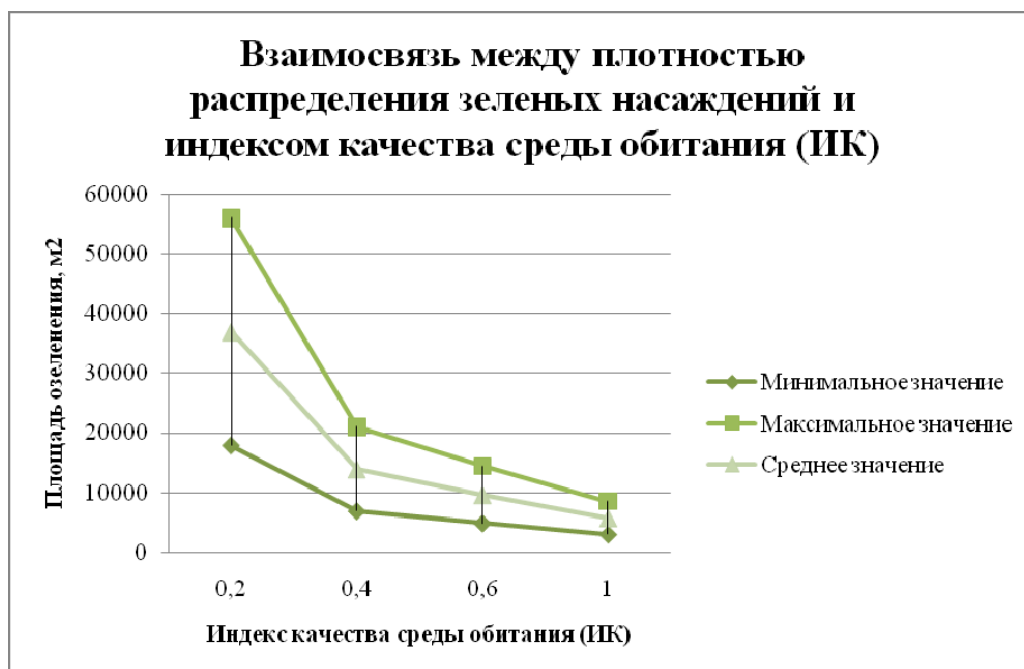


Рис. 11. – График взаимосвязи между плотностью распределения зеленых насаждений и индексом качества среды обитания

Вывод. На графике, представленном на рисунке, наглядно показано, что при снижении плотности распределения зеленых насаждений, повышается значение индекса ИК, что говорит о снижении качества среды обитания [5,6]. Таким образом, результаты пространственного анализа плотности распределения озеленения так же подтверждают наличие непосредственного влияния зеленых насаждений на индекс качества среды обитания, что в свою очередь позволяет говорить о возможности повышения экологической комфортности проживания на территории при увеличении плотности озеленения в рамках проведения комплексного благоустройства территории реконструкции.

Литература

1. Вагин В.С., Шеина С.Г., Чубарова К.В. Проблемы пространственной организации городов с ярко выраженным историческим центром (на примере города Ростова-на-Дону) // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №3 (2015) URL: naukovedenie.ru/PDF/116TVN315.pdf
 2. Геоинформационные системы. Обзорная информация. М.: ЦНИИГАиК, 1992. 52 с.
 3. Методология электронного картирования опасных геологических процессов при освоении застроенных территорий на примере г. Новочеркаска: Монография / Шеина С.Г., Гридневский А.В., Зильберова И.Ю. и др., Под ред. Шеиной С.Г. Ростов н/Д: Ростовский государственный строительный университет, 2010. – 159с.
 4. Экологическая реконструкция городской застройки: Монография / Шеина С.Г., Никульшина Л.Л., Матвейко Р.Б., Под ред. Шеиной С.Г. Ростов н/Д: Ростовский государственный строительный университет, 2009. 182 с.
 5. Sheina S.G., Fedorovskaya A.A., Yudina K.V. “Smart city”: a sustainable development concept for the built-up territories from the viewpoint of environmental comfort // 20th General Assembly of International Experts and Symposium “Heritage for Planet Earth”. Abstract Book. Florence (Italy): Istituto Internazionale Life Beyond Tourism, 2018. pp. 59-60.
 6. Шеина С.Г., Юдина К.В. Методика разработки комплексной программы повышения комфортности проживания при благоустройстве городских территорий // Строительство и архитектура 2017. Ростов н/Д: ДГТУ, 2017. С. 92-96.
 7. Приваленко В.В., Безуглова О.С. Экологические проблемы антропогенных ландшафтов Ростовской области. Том 1. Экология города Ростова-на-Дону. Ростов н/Д: СКНЦ ВШ, 2003. 290 с.
-



8. Шеина С.Г., Гиря Л.В. Совершенствование методов организационно-технологического проектирования при реконструкции городской застройки с учетом экологических факторов // Инженерный вестник Дона, 2011, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2011/703.

9. Приваленко В.В. ГИС при эколого-геохимическом мониторинге г.Ростова-на-Дону // ArcReview. 2004. №4. С. 6-7.

10. Сурков Ф.А., Сладкова Ю.М., Лычагин А.А. Комплексный картографический анализ экологического состояния г. Ростова-на-Дону // Инженерный вестник Дона, 2007, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2007/34.

11. R. Nikolov, E. Shoikova, M. Krumova. Learning in a Smart City Environment // Journal of Communication and Computer. 2016. №13. pp. 338-350.

References

1. Vagin V.S., Sheina S.G., Chubarova K.V. Internet-zhurnal «NAUKOVEDENIE» Tom 7, №3 (2015). URL: naukovedenie.ru/PDF/116TVN315.pdf

2. Geoinformacionnye sistemy. Obzornaya informaciya [Geoinformation system. Overview]. M.: CNIIGAiK, 1992. 52 p.

3. Metodologiya elektronogo kartirovaniya opasnyh geologicheskikh processov pri osvoenii zastroennyh territorij na primere g. Novoчерkasska: Monografiya [Electronic mapping technique of dangerous geological processes in the development of built-up areas on the example of Novoчерkassk]. Sheina S.G., Gridnevskij A.V., Zilberova I.Yu. i dr., Pod red. Sheinoj S.G. Rostov n/D: Rostovskij gosudarstvennyj stroitelnyj universitet, 2010. 159 p.

4. Ekologicheskaya rekonstrukciya gorodskoj zastrojki: Monografiya [Ecological reconstruction of built-up territories]. Sheina S.G., Nikulshina L.L.,



Matvejko R.B., Pod red. Sheinoj S.G. Rostov n/D: Rostovskij gosudarstvennyj stroitelnyj universitet, 2009. 182 p.

5. Sheina S.G., Fedorovskaya A.A., Yudina K.V. 20th General Assembly of International Experts and Symposium “Heritage for Planet Earth”. Abstract Book. Florence (Italy): Istituto Internazionale Life Beyond Tourism, 2018. pp. 59-60.

6. Sheina S.G., Yudina K.V. Stroitelstvo i arhitektura 2017. Rostov n/D: DGTU, 2017. pp. 92-96.

7. Privalenko V.V., Bezuglova O.S. Ekologicheskie problemy antropogennyh landshaftov Rostovskoj oblasti. Tom 1. Ekologiya goroda Rostova-na-Donu [Ecological problems of anthropogenic landscapes of the Rostov region. Volume 1. Ecology of Rostov-on-don]. Rostov n/D: SKNC VSh, 2003. 290 p.

8. Sheina S.G., Girya L.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2011, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2011/703

9. Privalenko V.V. GIS pri ekologo-geohimicheskom monitoringe g. Rostova-na-Donu [GIS at ecological and geochemical monitoring of Rostov-on-don]// ArcReview. 2004. №4 (31). pp. 6-7.

10. Surkov F.A., Sladkova Yu.M., Lychagin A.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2007, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2007/34

11. R. Nikolov, E. Shoikova, M. Krumova. . Journal of Communication and Computer. 2016. №13.pp.338-350.