

## ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ УРБОГЕНЕЗА

*Зимовец Пётр Александрович*, заместитель директора компании по утилизации отходов, ООО «Тора», 404104, Российская Федерация, Волгоградская область, г. Волжский, ул. Пушкина, 66, e-mail: petrzimovets@yandex.ru

*Бармин Александр Николаевич*, доктор географических наук, профессор, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: abarmin60@mail.ru

*Валов Михаил Викторович*, аспирант, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: m.v.valov@mail.ru

*Бармина Екатерина Александровна*, аспирант, Астраханский государственный университет, 414000, Российская Федерация, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1

Растительный покров, на котором отражаются все тенденции в изменении городской территории, является основным компонентом урбогеосистемы. По растительному покрову можно определить качество городского ландшафта. В связи с этим была предпринята попытка проследить динамику урбогенеза на примере крупного промышленного центра и оценить, насколько темпы роста города отражаются на темпах его озелененности. В статье представлены результаты оценки динамики площади жилой и промышленной застройки в городе Волжском. Исследование урбанизированной территории проводилось с использованием космических снимков со спутника Landsat. Последовательное составление «карт различий» для серии пар снимков 1950–1980-х гг., 1980–1990-х гг. и 1990–2000-х гг. позволило получить количественные характеристики тренда роста застройки в г. Волжском. Составлена цифровая карта пространственной динамики городской территории, анализ которой позволил установить основные тенденции в развитии процессов урбогенеза в пределах города Волжского. Данные о росте площади города Волжского сравниваются с данными численности населения и площади зеленых насаждений за этот же период. Отмечено замедление темпов роста города вширь, начиная с 1995 г. по сравнению с началом 1980-х гг. Трансформация городских экосистем, которая заключается в сокращении объема зеленых насаждений в направлении от центральной части города к его окраинам, становится следствием пространственного разрастания города вширь.

**Ключевые слова:** городские ландшафты, урбогенез, космические снимки, геоинформационное картографирование, застройка, численность населения, озеленение

## GEOINFORMATION MAPPING OF URBOGENESIS DYNAMICS

*Zimovets Petr A.*, Deputy Director of the Campaign for Waste Management Ltd "Tora", 66 Pushkin st., Volzhsky, Volgograd Region, 404104, Russian Federation, e-mail: piiiiteer@yandex.ru

*Barmín Aleksandr N.*, D.Sc. in Geography, Professor, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: abarmin60@mail.ru

*Valov Mikhail V.*, Post-graduate student, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation, e-mail: m.v.valov@mail.ru

*Barmina Yekaterina A.*, Post-graduate student, Astrakhan State University, 1 Shaumyan sq., Astrakhan, 414000, Russian Federation

Vegetation cover, which reflects all the trends in the urban area, is the main component of urboecosystems. As vegetation is possible to determine the quality of the

urban landscape. In this connection, an attempt to trace the urbogenesis dynamics for example of a large industrial center and to estimate whether the city growth rates reflected in the rates of its planting greenery. In the article results of an assessment of dynamics of the area of housing and industrial estate in the Volzhsky city are presented. Research of urbanized area were conducted using Landsat space images for different years. Consecutive drawing up "compute difference map" for a series of couples of space images of 1950–1980<sup>th</sup>, 1980–1990<sup>th</sup> and 1990–2000<sup>th</sup> years allowed to receive quantitative characteristics of a trend of growth of building in Volzhsky. The digital map of spatial dynamics of an urban area which analysis allowed establishing the main tendencies in development of processes of an urbogenesis within Volzhsky is made. The squares of the city given about growth Volzhsky are compared to data of population and the area of green plantings for the same period. It marked slowdown in the growth of the city in breadth, since 1995, compared with the beginning of the 1980<sup>s</sup>. The consequence of the spatial urban sprawl outwards becomes a transformation of urban ecosystems, which is to reduce the amount of greenery in the direction from the central part of the city to its suburbs.

**Keywords:** urban landscapes, urbogenesis, space images, geoinformation mapping, building, population, gardening

Городские ландшафты находятся в постоянном изменении своих пространственных характеристик под действием строительных и эксплуатационных нагрузок. Следовательно, динамика урбогеосистем определяется длительностью периода их пребывания в городских условиях, характером и интенсивностью техногенного пресса [1, 5, 13]. Растительный и почвенный покровы являются основными компонентами урбогеосистемы, по которым можно определить качество городского ландшафта. Все тенденции в изменении городской территории в той или иной мере отражаются на этих двух компонентах. Попытаемся проследить динамику урбогенеза на примере крупного промышленного центра юго-востока европейской части России, города Волжского, и оценить насколько темпы роста города отражаются на темпах его озелененности.

Волжский – относительно молодой город, запроектированный в 1950 г. на месте села Безродного в связи с началом строительства мощного энергетического узла, Сталинградской (Волжской) ГЭС. Изначально город рассчитывался на 50 тыс. жителей, но уже к началу 1959 г. Волжский представлял собой город с населением 60 тыс. человек. В настоящее время население города составляет 326,8 тыс. человек (на 01.01.2014 г.) при площади в 229,1 км<sup>2</sup>. За период своего существования Волжский был известен большим количеством зеленых насаждений [2, 8, 9].

Среди существующих современных методов получения информации о городских территориях наиболее достоверным и оперативным является космическая съемка поверхности Земли [4, 6]. Создание базы разновременных снимков позволяет осуществлять непрерывный мониторинг городской территории, а также проводить оценку и прогнозирование динамики развития процессов урбогенеза [14]. Статистические данные, полученные в ходе мониторинга, могут быть преобразованы в цифровые карты и базы данных методами геоинформационного картографирования [3, 11, 12].

Динамика застройки (жилой и промышленной) города Волжского прослежена нами по космическим снимкам Landsat, начиная с 1950 г., путем составления серии «карт различий». «Карта различий» создается в программном комплексе ENVI с использованием инструментария для анализа обнаружения изменений (Change Detection Analysis). Для этого требуется любая па-

ра снимков начального и конечного состояний. В качестве входных изображений могут быть использованы любые одноканальные космические снимки, в нашем случае, космоснимки высокого разрешения Landsat [15]. Различия вычисляются путем вычитания изображения начального состояния из изображения конечного состояния. Положительные или отрицательные изменения (в данном исследовании, приращение либо сокращение площади застройки) на итоговой карте отражаются разными цветами. По умолчанию, в программе ENVI, положительные изменения показаны в красных оттенках (от серого для нулевого изменения до красного для наибольшего положительного изменения), отрицательные изменения – в синих оттенках (наибольшему отрицательному изменению присваивается ярко синий цвет) [10].

Последовательное проведение вышеописанной процедуры для серии пар снимков 1950–1980-х гг., 1980–1990-х гг. и 1990–2000-х гг. позволило получить количественные характеристики тренда роста застройки в городе Волжском. Анализ цифровой карты динамики городской застройки в Волжском (рис. 1), составленной в программном пакете MapInfo, а также сопоставление данных роста площади застройки с данными роста численности населения (рис. 2) позволяют отметить следующие особенности современной градостроительной ситуации города Волжского.

Во-первых, отмечается относительно серьезное замедление темпов роста города вширь, начиная с 1995 г. по сравнению с началом 1980-х гг. Это связано с общим экономическим кризисом народного хозяйства, затронувшим в том числе и градостроительную отрасль.

Во-вторых, намечающийся небольшой тренд расширения территории города направлен вдоль р. Ахтуба, в направлении сближения с ближайшим крупным населенным пунктом, поселком Средняя Ахтуба. Не исключено, что впоследствии данный поселок войдет в административные границы города Волжский.

И, в-третьих, медленный, но постоянный прирост жителей, при наличии благоприятных экономических тенденций, ускорит темпы градостроительства в указанном направлении. Кстати, этому будут способствовать инвестиционная привлекательность рассматриваемой территории в связи с вводом в эксплуатацию нового моста через Волгу и близостью такого крупного туристско-рекреационного объекта, как Волго-Ахтубинская пойма.

Как следствие пространственного разрастания города вширь можно отметить одну из главных тенденций трансформации городских экосистем, которая заключается в сокращении объема зеленых насаждений в направлении от центральной части города к его окраинам. Расчеты по космическому снимку 2014 г. площадей застроенных поверхностей, поверхностей с искусственным покрытием и поверхностей с древесно-кустарниковой растительностью показали, что кварталы старой (время постройки 1950–1980-е гг.) и новой застройки (время постройки 1990–2010-е гг.) имеют примерно одинаковые площади под зданиями, сооружениями (18–25 %) и дорогами (28–35 %). Но при этом они сильно различаются по площади древесно-кустарниковой растительности. В кварталах старой застройки растительность составляет в среднем от 38 до 46 %, в кварталах новой застройки – не превышает 18–20 %, а то и просто отсутствует. Что касается травяного покрова, то здесь сохраняется аналогичная тенденция: значительные поверхности центральной части города (парки, скверы, бульвары) заняты сеянными газонами и клумбами, в то время как оголенные пространства новостроек и пустоши промышленно-транспортных зон осваивает рудеральная растительность (лебеда, марь белая, пастушья сумка, крапива и другие виды).

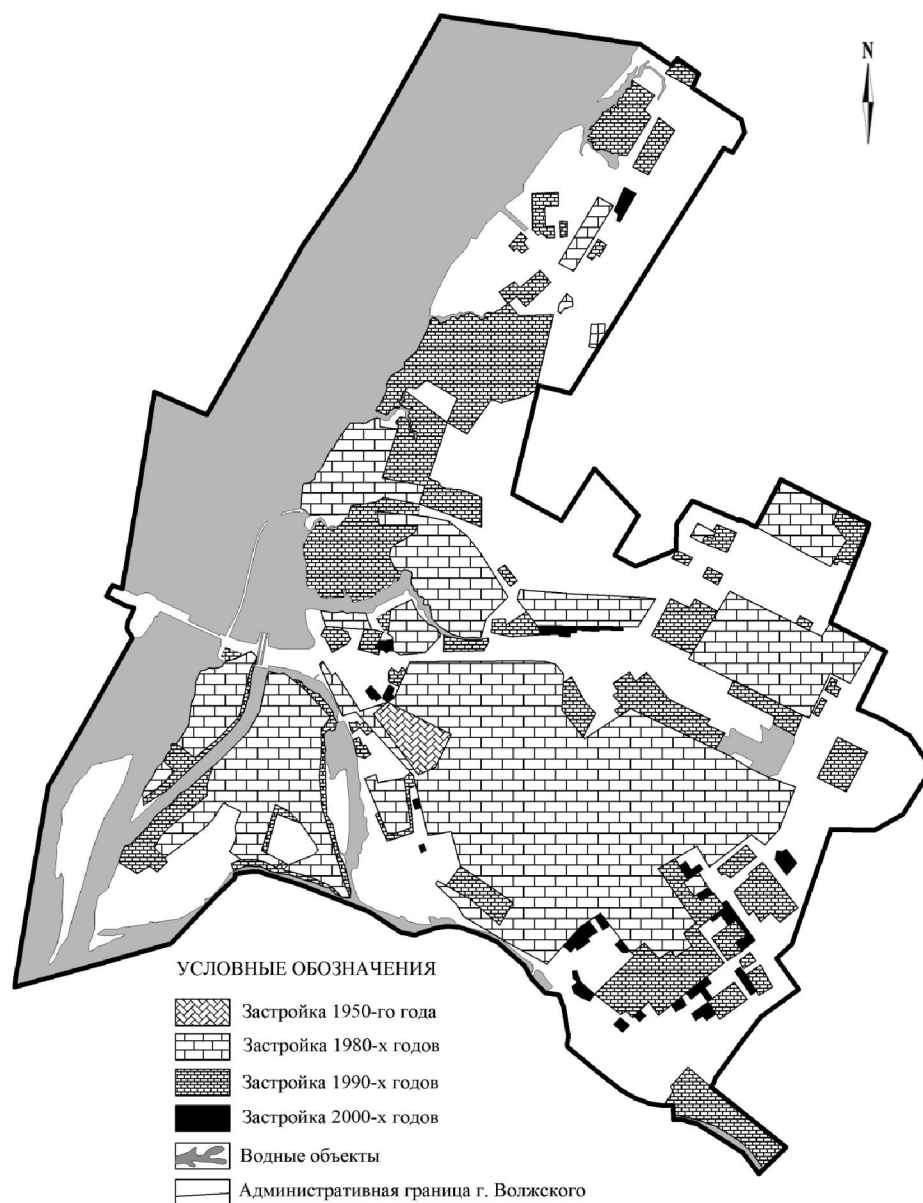


Рис. 1. Динамика застройки города Волжского  
(составлено по разновременным космическим снимкам Landsat 8)

Объяснить этот факт только лишь слишком быстрыми темпами городской площади не удастся, так как темпы озеленения города Волжского до 1990-х гг. соответствовали темпам роста города (рис. 3): к 1985 г. обеспеченность зелеными насаждениями в Волжском составляла 34 м<sup>2</sup> на 1 жителя, превышая существующие нормативы городского озеленения в несколько раз.

Причины кроются в резком свертывании программ по озеленению, включающих как создание новых озелененных пространств, так и уход за существующими зелеными насаждениями, начиная с 1990-х гг. в связи с экономическими реформами в России. Теперь финансирование озеленения осуществляется в большинстве случаев по остаточному принципу, что повлекло сокра-

шение площадей зеленых насаждений всех категорий. К тому же нельзя не учитывать общее старение существующих древесных насаждений и жесткий техногенный пресс, под которым им приходится существовать в условиях города. Одних только предприятий химического комплекса в городе насчитывается более 30 [7, 9]. Все эти факторы снижают естественную способность озелененных территорий противостоять неблагоприятным для человека факторам как природного, так и антропогенного происхождения.

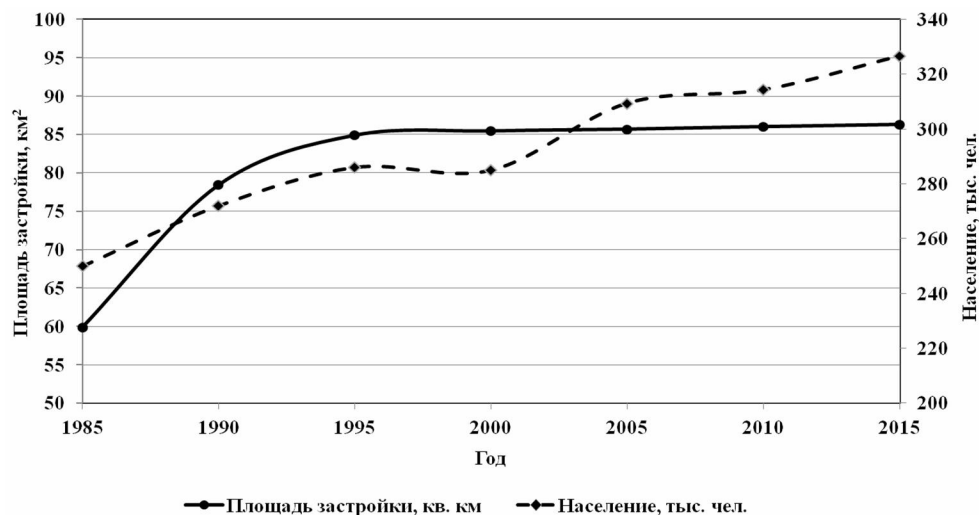


Рис. 2. Графики роста площади застройки (по данным автора) и населения в городе Волжском в период с 1985 по 2015 г. (по [2])

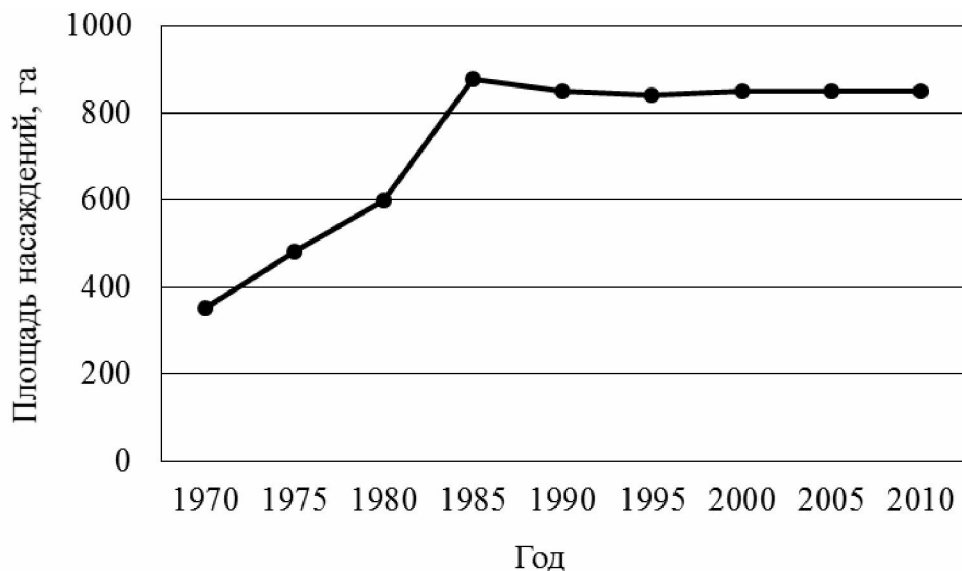


Рис. 3. Динамика площадей зеленых насаждений г. Волжского в период с 1970 по 2010 г. [8]

Таким образом, реконструкция городских ландшафтов по материалам компьютерного дешифрирования космических снимков позволяет получить наиболее полную картину ландшафтной мозаики города, а геоинформационное картографирование динамики роста городской застройки – выявить основные тенденции градостроительного развития территории и оценить существующее экологическое состояние урбогеосистем.

#### Список литературы

1. Владимиров В. В. Город и ландшафт (проблемы, конструктивные задачи и решения) / В. В. Владимиров, Е. М. Микулина, З. Н. Яргина. – Москва : Мысль, 1986. – 238 с.
2. Волжский. Население // Википедия. – Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Волжский, свободный](https://ru.wikipedia.org/wiki/Волжский_свободный). – Заглавие с экрана. – Яз. рус.
3. Жуков В. Т. Компьютерное геоэкологическое картографирование / В. Т. Жуков, Б. А. Новаковский, А. Н. Чумаченко. – Москва : Научный мир, 1999. – 128 с.
4. Книжников Ю. Ф. Аэрокосмические методы географических исследований / Ю. Ф. Книжников, В. И. Кравцова, О. В. Тутубалина. – Москва : Издательский центр «Академия», 2004. – 336 с.
5. Колбовский Е. Ю. Ландшафтное планирование / Е. Ю. Колбовский. – Москва : Издательский центр «Академия», 2008. – 336 с.
6. Лабутина И. А. Дешифрирование аэрокосмических снимков / И. А. Лабутина. – Москва : Аспект Пресс, 2004. – 184 с.
7. О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2013 году : доклад. – Волгоград : «СМОТРИ». 2014. – 300 с. – Режим доступа : <http://oblkompriroda.volganet.ru/upload/iblock/9f9/doklad-o-sostoyanii-okruzhayushchey-sredy-volgogradskoy-oblasti-v-2013-godu.pdf>, свободный. – Заглавие с экранга. – Яз. рус.
8. Подколзин М. М. Особенности озеленения крупных городов Нижнего Поволжья в условиях техногенной нагрузки (на примере г. Волжского) : автореф. дисс. ... канд. сельскохоз. наук / М. М. Подколзин. – Волгоград : Волгоградский государственный университет, 2011. – 27 с.
9. Подколзин М. М. Функционирование системы озелененных территорий крупных городов Нижнего Поволжья в условиях техногенной нагрузки / М. М. Подколзин. – Москва : Lennex Corp., 2013. – 152 с.
10. Программный комплекс ENVI : учебное пособие. – Москва : Совзонд, 2007. – 265 с.
11. Соколовская А. В. Использование космической информации для оценки состояния городских территорий (на примере города Киева) / А. В. Соколовская // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2014. – Т. 11, № 1. – С. 256–266.
12. Bolstad P. GIS fundamentals: a first text on geographic information systems / P. Bolstad. – Eider Press, 2002. – 412 p.
13. Childers D. L. Advancing urban sustainability theory and action: challenges and opportunities / D. L. Childers, S. T. A. Pickett, J. M. Grove, L. Ogden, A. Whitmer // Landscape and urban planning. – 2014. – Vol. 125. – P. 320– 328. – Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.022>.
14. Rashed T. Remote sensing of urban and suburban areas / T. Rashed, C. Jurgens. – Springer Netherlands, 2010. – 352 p.
15. Roy D. P. Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research / D. P. Roy, M. A. Wulder, T. R. Loveland, et al. // Remote Sensing of Environment. – 2014. – Vol. 145. – P. 154–172. – Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2014.02.001>.

#### References

1. Vladimirov V. V., Mikulina Ye. M., Yargina Z. N. *Gorod i landschaft (problemy, konstruktivnye zadachi i resheniya)* [City and landscape (problems, constructive tasks and decisions)], Moscow, Mysl Publ., 1986. 238 p.
2. Volzhskiy. Naseslenie [Volzhsky city. Population]. *Vikipediya* [Wikipedia]. Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Volzhskiy>.
3. Zhukov V. T., Novakovskiy B. A., Chumachenko A. N. *Kompyuternoe geoekologicheskoe kartografirovaniye* [Computer geoecological mapping], Moscow, Nauchnyy mir Publ., 1999. 128 p.
4. Knizhnikov Yu. F., Kravtsova V. I., Tutubalina O. V. *Aerokosmicheskie metody geograficheskikh issledovaniy* [Aerospace methods of geographical researches], Moscow, Izdatelskiy tsentr «Akademiya» Publ., 2004. 336 p.

5. Kolbovskiy Ye. Yu. *Landshaftnoe planirovanie* [Landscape planning], Moscow, Izdatelskiy tsentr «Akademiya» Publ., 2008. 336 p.
6. Labutina I. A. *Deshifirovanie aerokosmicheskikh snimkov* [Aerospace images interpretation], Moscow, Aspekt Press Publ., 2004. 184 p.
7. *O sostoyanii okruzhayushchey sredy Volgogradskoy oblasti v 2013 godu : doklad* [On the state of the environment of the Volgograd region in 2013. Proceedings], Volgograd, «SMOTRI» Publ., 2014. 300 p. Available at: [www.oblkompriroda-old.volganet.ru/export/sites/oblkompriroda/folder\\_3/folder\\_6/folder\\_1/downloads/Doklad\\_minprirody\\_2013.pdf](http://www.oblkompriroda-old.volganet.ru/export/sites/oblkompriroda/folder_3/folder_6/folder_1/downloads/Doklad_minprirody_2013.pdf).
8. Podkolzin M. M. *Osobennosti ozeleneniya krupnykh gorodov Nizhnego Povolzhya v usloviyakh tekhnogennoy nagruzki (na primere g. Volzhskogo)* [Features of large cities greenery in the Lower Volga Region in conditions of anthropogenic impact (on an example of Volzhsky city)], Volgograd, Volgograd State University Publ. House, 2011. 27 p.
9. Podkolzin M. M. *Funktsionirovanie sistemy ozelenennykh territoriy krupnykh gorodov Nizhnego Povolzhya v usloviyakh tekhnogennoy nagruzki* [Operation of the system of green areas of major cities in the Lower Volga region in the conditions of anthropogenic impact], Moscow, Lennex Corp. Publ., 2013. 152 p.
10. *Programmy kompleks ENVI* [Software package ENVI], Moscow, Sovzond Publ., 2007. 265 p.
11. Sokolovskaya A. V. *Ispolzovanie kosmicheskoy informatsii dlya otsenki sostoyaniya gorodskikh territoriy (na primere goroda Kieva)* [Using space information for estimation of urban territories state]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Modern problems of remote sensing of the Earth from space], 2014, vol. 11, no. 1, pp. 256–266.
12. Bolstad P. *GIS fundamentals: a first text on geographic information systems*, Eider Press Publ., 2002. 412 p.
13. Childers D. L., Pickett S. T. A., Grove J. M., Ogden L., Whitmer A. Advancing urban sustainability theory and action: challenges and opportunities. *Landscape and urban planning*, 2014, vol. 125, pp. 320–328. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.022>.
14. Rashed T., Jurgens C. *Remote sensing of urban and suburban area*, Springer Netherlands, 2010. 352 p.
15. Roy D. P., Wulder M. A., Loveland T. R., et al. Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research. *Remote Sensing of Environment*, 2014, vol. 145, pp. 154–172. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2014.02.001>.