

возможности наиболее полный массив исходных данных о характеристиках фоновых естественно-антропогенных и антропогенных условий рельефообразования. Сформированная база данных позволит оперативно решать практически любые аналитические задачи в области развития городской территории, где требуется учет особенностей рельефа, и представлять результаты таких исследований в доступной и привлекательной для заказчика форме. В настоящее время визуальными результатами работы создаваемой ГИС является ряд тематических карт для территории города (гипсометрическая, крутизны и экспозиции склонов, геоморфологическая, четвертичных отложений, морфодинамическая и т.д.), которые планируется объединить в инженерно-геоморфологический атлас Витебска.

## **SPECIAL ASPECTS OF ENGINEERING GEOMORPHOLOGICAL GIS OF VITEBSK**

**A. TORBENKO, A. GALKIN, I. KRASOVSKAYA**

*At the present stage of development of science an important place in the study of the urban environment is given to mapping, especially geoinformation methods of its provision, which offers great opportunities for an integrated and efficient visualization of information, its analysis and modeling. Poor study of the concepts and methods of geoinformation support of mapping of geomorphological environment and ecological state of urban areas raises the problem as one of the most urgent.*

**Keywords:** *Geographic Information System (GIS), GIS mapping.*

**УДК 528.9**

## **ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗОН СТАВРОПОЛЯ (ПО МАТЕРИАЛАМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ)**

**А.А. ЛЕБЕДЕВ**

*(Московский государственный университет геодезии и картографии,  
Россия)*

*На основе предложенного метода дешифрирования определены границы г. Ставрополя и проведено зонирование селитебных ландшафтов.*

*Выявлено увеличение площади селитебных территорий и изменение пространственного расположения различных городских ландшафтов.*

**Ключевые слова:** селитебные ландшафты, Ставрополь, зонирование, дистанционное зонирование земли.

Селитебные ландшафты относятся к классу антропогенных и подразделяются на 2 подкласса: городские и сельские [8]. В настоящее время интерес к селитебным ландшафтам обусловлен усилением темпов урбанизации и ростом агломераций. Рост населения обычно сопровождается ростом площади населенных пунктов и изменением плотности населения, что неблагоприятно сказывается на состоянии окружающей среды, в силу чего необходим мониторинг изменения количества населения и площади населенных пунктов. Что касается количества населения, то данные о нем обновляются систематически в ходе государственных переписей населения (примерно 1 раз в 10 лет), тогда как сведения об изменении площади населенных пунктов, или селитебных ландшафтов, обновляются эпизодически, и в настоящее время практически нет единой общей методики их учета. Необходимость мониторинга названных процессов связана с тем, что они сопровождаются ростом нагрузки на окружающую среду, в первую очередь на природные ландшафты. В этой связи принято говорить о селитебной нагрузке на естественные (коренные) ландшафты, или о селитебной освоенности ландшафтов [1–3, 5–7]. Для Юга России, где находится изучаемая территория, эти проблемы актуальны в связи тем, что в регионе отмечается положительная динамика численности населения.

Селитебные ландшафты формируются при взаимодействии географических и исторических факторов, в результате чего образуется городская территория – географическая система, основной особенностью которой является ее пространственная структура. Она характеризуется своеобразным географическим положением, рельефом, гидрографической сетью, почвенно-растительным покровом и т.п. Помимо этого, ей присущ ряд своеобразных условий, отвечающих специфическим потребностям человека, а именно: биологическим, трудовым, экономическим, социальным. В результате в пределах городских территорий возникают новые свойства, отличающие ее от природных (естественных) ландшафтов. По своему функциональному назначению городская территория делится на следующие зоны:

– селитебную зону, в которой размещаются жилые микрорайоны и кварталы; участки административно-общественных учреждений и учреждений культурно-бытового обслуживания населения;

– внеквартальные зеленые насаждения и спортивные сооружения общего пользования; улицы и площади; отдельные промышленные предприятия невредного производственного профиля, склады, устройства внешнего транспорта; неудобные для застройки и еще не использованные участки;

– промышленные зоны, в которых размещаются промышленные предприятия с обслуживающими культурно-бытовыми учреждениями, улицами, площадями и дорогами, зелеными насаждениями;

– транспортные зоны, занимаемые устройствами внешнего транспорта;

– коммунально-складские зоны;

– санитарно-защитные зоны, отделяющие промышленные предприятия и транспортные устройства от жилья [9].

Сочетание различных элементов городской среды в конечном итоге и составляют совокупную территорию города.

Цель работы – провести зонирование территории города Ставрополя и проследить изменения, произошедшие в течение 15 лет (с 2000 по 2015 гг.). Под зонированием в данном случае понимается выделение на территории города участков:

I. Естественная лесная растительность (парки, старые кладбища).

II. Техногенные объекты, со значительной площадью искусственного покрытия, участки сплошного искусственного покрытия («асфальто-бетон»: промышленные площадки, внутриквартальная высотная застройка, зоны ведения строительных работ).

III. Участки переходного типа (малоэтажная застройка, кварталы с многоэтажной застройкой, имеющие древесно-кустарниковые насаждения внутри дворов).

В начале работы возникла необходимость в определении сезона года, дешифрирование которого позволило бы получить необходимые результаты. Экспериментальным методом было установлено, что оптимальный результат для территории города Ставрополя получается при обработке снимков, полученных в августе и сентябре. В связи с чем дальнейшая работа проводилась со снимками, датированными 29.02.2015 и 12.09.2000 г.

Перед тем как приступить к дешифрированию территории города необходимо установить его границы. Для этого нами была проведена работа по дешифрированию (определению границ) селитебной застройки.

Собственно процессу дешифрирования предшествовала радиометрическая коррекция снимка (Radiometric Correction), а именно тепловая атмосферная коррекция (Thermal Atmospheric Correction). Проведение коррек-

ции необходимо для устранения контрастного выделения на снимке более теплых участков поверхности, в частности, участков селитебной застройки. Далее для получения менее детального изображения использовалась фильтрация снимка (Co-occurrence measures), после которой выбирался наиболее точный результат. После проведения фильтрации проводилось преобразование спектрального канала (с длиной волны 0,4826–0,4850 нм в зависимости от даты снимка).

После подготовки изображения (коррекция, фильтрация, преобразование) было осуществлено дешифрирование снимка с целью выявления площади селитебной застройки. Для этого применялся рабочий набор Classification Workflow (неуправляемая классификация). Экспериментально установлено, что оптимальный результат получается при проведении классификации по 5 классам одного из 3-х слоев преобразованного канала. Полученные результаты сохранялись в виде векторного изображения для дальнейшей обработки в программном комплексе MapInfo. Полученные результаты не были подвергнуты последующей постклассификационной обработке, так как данная операция существенно огрубляла точность полученных результатов (укрупнению ошибочных полигонов и изменение их границ). К тому же данную операцию можно провести с не меньшей эффективностью в программном комплексе MapInfo без изменения и сглаживания границ интересующих полигонов (рис. 1) [4].

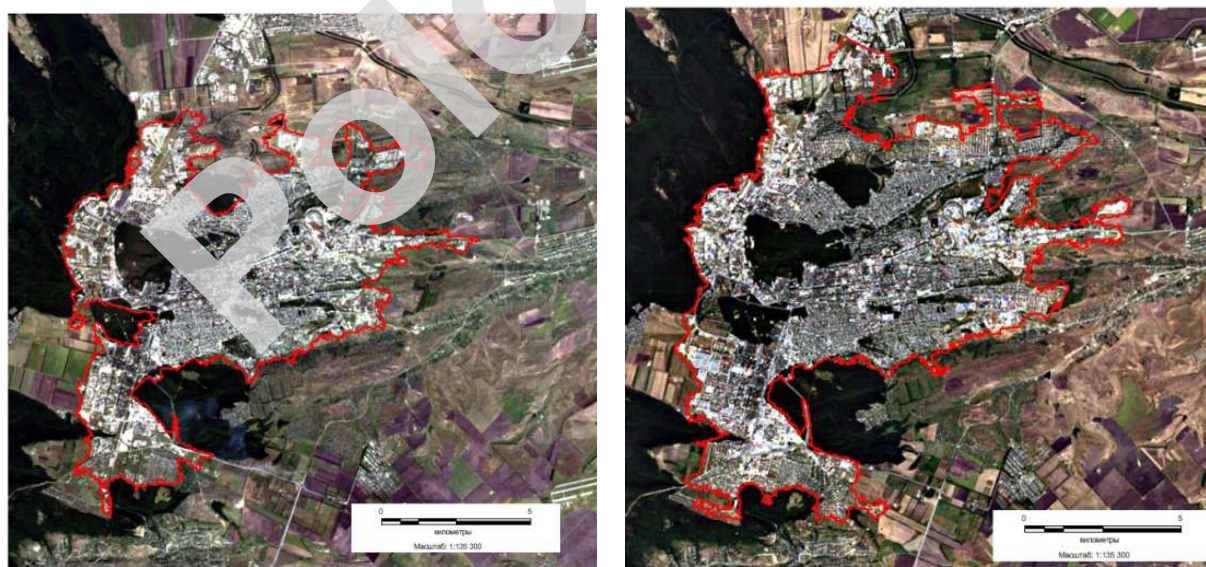


Рис. 1. Границы селитебной застройки г. Ставрополя, по состоянию: *a* – на 2000 г.; *б* – на 2015 г.



Получив границы селитебной застройки, стало возможным провести зонирование территории непосредственно внутри границ города. Был вырезан его участок по линии полученной границы (Apply Mask) и проведена его атмосферная коррекция (FLAASH).

В нашем случае наличие растительности является основным критерием, установленным нами для отнесения исследуемого участка к той или иной зоне, поэтому дальнейшее дешифрирование снимка проведено на основании результатов, полученных после применения индекса Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Непосредственно процесс дешифрирования проводился в программном комплексе ArcGis (рис. 2).

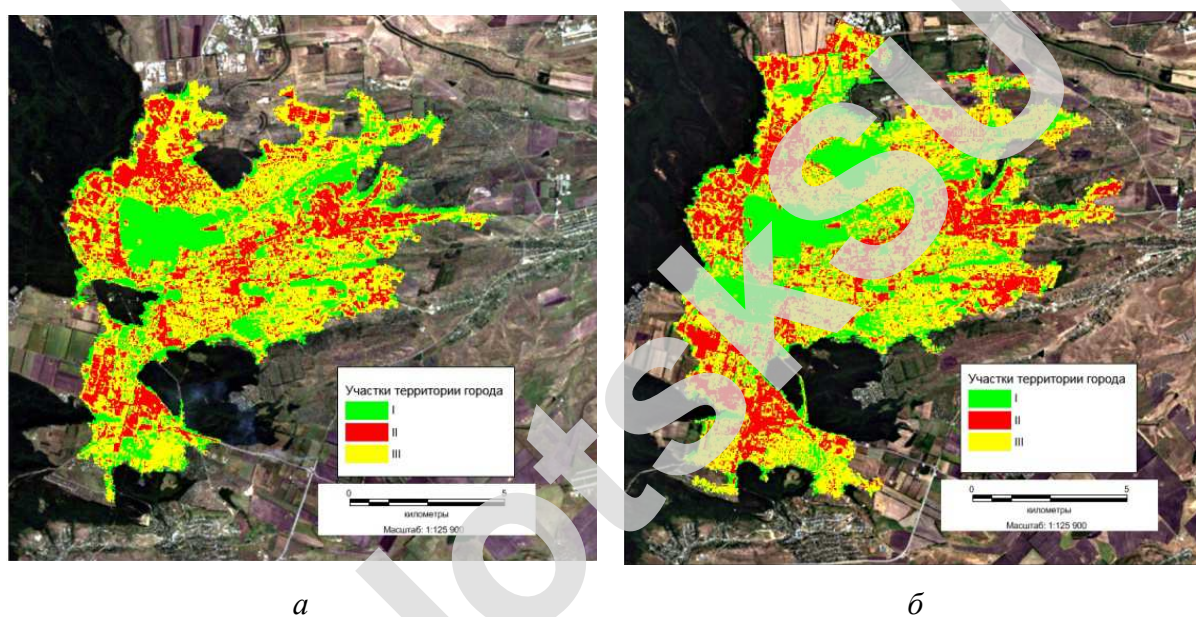


Рис. 2. Зонирование территории г. Ставрополя, по состоянию: *а* – на 2000 г.; *б* – на 2015 г.

Из полученных данных (таблица) видно, что за последние 15 лет произошел значительный рост селитебной территории, но отношение площадей различных типов городских территорий практически не изменились. Колебания площадей составляют менее 1%. Рост зоны II произошел из-за постепенной застройки частного сектора многоэтажными домами, а так же начала строительства новых микрорайонов за границами селитебной застройки, определенной по состоянию на 2000 год. Увеличение площади естественных лесов – участков переходного типа – проходило в основном за счет «окружения» городом естественных лесов: Члинского и Кругленького, а также постепенным разрастанием города за счет дачных поселков. Кроме того, небольшой процент изменения связан с переходом

одной и той же территории в другой тип, не изменяя непосредственно тип самой застройки. Данный факт (погрешность) возникает из-за увеличения количества зеленых (древесных) насаждений на приусадебных участках в частном секторе, разрастания древесной растительности во дворах многоэтажных домов.

Таблица

Дата снимка	Общая площадь участка		I		II		III	
	км <sup>2</sup>	%	км <sup>2</sup>	%	км <sup>2</sup>	%	км <sup>2</sup>	%
12.09.2000 г.	78,06	100,00	19,43	24,89	19,34	24,78	39,29	50,33
29.02.2015 г.	102,89	100,00	25,85	25,12	25,19	24,48	51,85	50,39

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Атаев, З. В. Динамика селитебной освоенности ландшафтов формирующейся Махачкалинско-Каспийской агломерации (на основе данных дистанционного зондирования) / З. В. Атаев, В. В. Братков // Мониторинг. Наука и технологии. – 2013. – № 4. – С. 11–16.
2. Селитебная нагрузка на ландшафты Северного Кавказа / З. В. Атаев [и др.] // Юг России: экология, развитие. – 2012. – № 4. – С. 100–107.
3. Атаев, З. В. Современная селитебная освоенность ландшафтов Северо-Восточного Кавказа / З. В. Атаев, Ш. Ш. Заурбеков, В. В. Братков // Известия Дагестан. гос. пед. ун-та. Естественные и точные науки. – 2010. – № 1 (10). – С. 71–74.
4. Лебедев, А. А. Изменение селитебной освоенности Ставропольской возвышенности по данным дистанционного зондирования (на примере г. Ставрополя) / А. А. Лебедев // ИнтерКарто/ИнтерГИС-21 Устойчивое развитие территорий: картографо-геоинформационное обеспечение : материалы Междунар. науч. конф., Краснодар, Сочи, Сува (Фиджи), 12–19 нояб. 2015 г. – Краснодар, 2015. – С. 213–216.
5. Мамонов, А. А. Тенденции изменения селитебной освоенности ландшафтов Дагестана / А. А. Мамонов, З. В. Атаев, В. В. Братков // Известия Дагестан. гос. пед. ун-та. Естественные и точные науки. – 2013. – № 3 (24). – С. 99–105.
6. Мамонов, А. А. Оценка изменения площади города Махачкала на основе данных дистанционного зондирования / А. А. Мамонов, В. В. Братков // Современные проблемы геологии, географии и геоэкологии (секция географии) : всероссийская науч.-практ. конф., посвященная 150-летию со дня рождения В. И. Вернадского, Грозный, 25–28 марта 2013 г. – Махачкала : АЛЕФ, 2013. – С. 126–128.
7. Мамонов, А. А. Оценка изменения селитебной освоенности ландшафтов контактной полосы Терско-Сулакской и Приморской низменностей Дагестана на основе данных дистанционного зондирования / А. А. Мамонов, В. В. Братков, З. В. Атаев // Известия Дагестан. гос. пед. ун-та. Естественные и точные науки. – 2013. – № 1 (22). – С. 84–89.

8. Мильков, Ф. Н. Человек и ландшафты: очерки антропогенного ландшафтоведения / Ф.Н. Мильков. – М. : Мысль, 1973. – 224 с.
9. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений : строительные нормы и правила СНиП 2.07.01-89. – утв. пост. Госстроя СССР от 16 мая 1989 г. № 78 ; с изм. от 13 июля 1990 г., 23 дек. 1992 г., 22 июля 1993 г. – Режим доступа: <http://capitalstroy-74.ru/snp/233-snip-20701-89>.

**ASSESSMENT OF CHANGES  
OF FUNCTIONAL AREAS OF STAVROPOL  
(BASED ON THE MATERIALS OF REMOTE SENSING)**

**A. LEBEDEV**

*Based on the proposed method of photointerpretation the border of Stavropol is determined and zoning of residential landscapes is conducted. An increase of residential areas as well as changing of spatial location of different urban landscapes are detected.*