

О.В. Кузнецов (НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы», Москва)

В 1979 г. окончил МИИГАиК по специальности «прикладная геодезия». В настоящее время — главный специалист отдела тематической обработки Научного центра оперативного мониторинга Земли ОАО «Российские космические системы».

Г.Я. Маркелов (Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск)

Окончил Хабаровский государственный технический университет (ныне — Тихоокеанский государственный университет) по специальности «автомобили и автомобильное хозяйство». В настоящее время — заместитель директора НИИ компьютерных технологий и телекоммуникаций, директор центра космических технологий Тихоокеанского государственного университета.

Оценка зеленых насаждений Хабаровска с использованием материалов ДЗЗ и ГИС-технологий

Во всех развитых странах мира экологическая ситуация, складывающаяся в городах, является предметом особого внимания официальных властей всех уровней, общественных движений и средств массовой информации. Экологическая ситуация в крупном городе подобна зеркалу, в котором отражается уровень социально-экономического положения как непосредственно города, так и региона.

Не является исключением и крупный административный, промышленный и культурный центр Дальнего Востока России — Хабаровск, занимающий территорию почти 400 кв. км, с населением 585 тыс. человек.

Обладая обширным промышленным производством и протяженной сетью автомобильных дорог, Хабаровск с экологической точки зрения имеет очень сложную инфраструктуру. Большое влияние на уровень загрязнения воздушного бассейна на территории Дальнего Востока оказывают климатические условия. По общему уровню загрязнения окружающей среды Хабаровск, по данным Минприроды России, несколько лет назад был признан одним из самых неблагоприятных российских городов.

Проведенный в 2009–2010 гг. анализ экологической ситуации в городе выявил тенденцию к улучше-

нию основных показателей состояния окружающей среды: наблюдается стабильная динамика снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух города, уменьшился объем сточных вод, сбрасываемых в бассейн р. Амур, увеличился объем переработки и утилизации отходов производства и потребления. В результате Хабаровск исключен из списка городов России с наиболее высоким уровнем загрязнения окружающей среды. Тем не менее уровень загрязнения воздуха в Хабаровске продолжает оставаться достаточно высоким.

Для оценки и улучшения экологической ситуации в Хабаровске разработана долгосрочная целевая программа «Улучшение экологического состояния города Хабаровска на 2011–2015 годы». Одной из основных целей программы является не только сохранение существующего «зеленого» фонда города, но и увеличение площади озеленения территории.

С целью информационного обеспечения реализации Программы должна поддерживаться в актуальном состоянии база данных о местоположении, количестве, качестве и состоянии зеленых насаждений города.

Получение таких данных, с учетом значительной территории города, традиционными наземными методами весьма затруднительно, поэтому для

достижения указанной цели используются данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

В 2012 г. Научный центр оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ) ОАО «Российские космические системы» совместно с Хабаровским краевым центром информационных технологий и телекоммуникаций (ХКЦ ИТТ) выполнил в рамках Программы исследование по заказу администрации города Хабаровска (в рамках Программы) на тему «Оценка (определение площадей, биоморфных форм (древесные, кустарниковые, травянистые) зеленых насаждений городского округа «Город Хабаровск».

Исследования проведены с использованием материалов ДЗЗ и ГИС-технологий.

В ходе работ по проекту выполнена предварительная и тематическая обработка данных ДЗЗ и получены следующие информационные продукты:

- цифровая модель рельефа местности;
- ортофотомозаики космических изображений;
- вегетационные индексы (NDVI);
- карта-схема использования территории;
- карта-схема функционального зонирования территории;
- детальные карты-схемы особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

Полученные материалы использованы для комплексной оценки обеспеченности территории Хабаровска зелеными насаждениями и в дальнейшем могут быть применены для более эффективного планирования размещения мест новых зеленых насаждений с целью расширения зеленого фонда города, планирования и организации новых объектов рекреации.

Для решения поставленных задач использовались архивные мультиспектральные космические изображения сверхвысокого разрешения, полученные с космических аппаратов QuickBird и WorldView-2 компании DigitalGlobe (США), на периоды активной вегетации (июнь–август) 2002–2007 и 2010–2011 гг. (рис. 1).

Картографическая основа в виде растровых изображений отдельных геопривязанных листов карт масштаба 1:10 000 была предоставлена заказчиком и использовалась для трансформирования космических изображений в местную систему координат.

В качестве цифровой модели рельефа для создания ортоисправленных космических изображений выбрана находящаяся в свободном доступе модель ASTER GDEM, составленная по стереопарам космических снимков Terra/ASTER (рис. 2, 3).

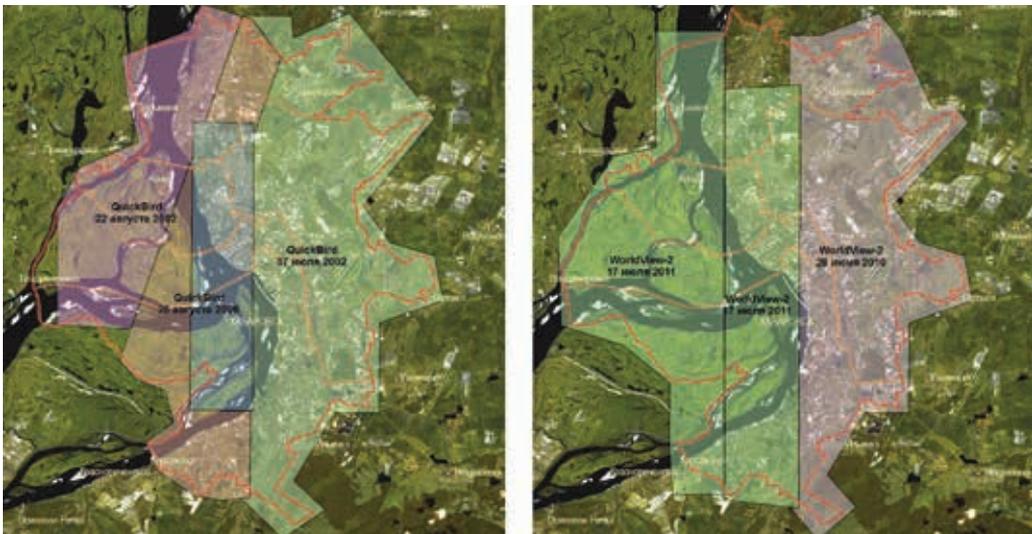


Рис. 1. Схема покрытия территории г. Хабаровска данными QuickBird за период 2002–2007 гг. (слева) и WorldView-2 за период 2010–2011 гг. (справа)

Кроме перечисленных выше исходных данных, в работе использовались данные генерального плана Хабаровска и статистические данные, содержащие общую информацию по городу.

В результате обработки мультиспектральных изображений (построение NDVI, классификация; рис. 4) получены картографические материалы, отражающие состояние зеленого фонда города (рис. 5):

- тематический слой зеленых насаждений за период 2002–2007 гг.;

- тематический слой зеленых насаждений за период 2010–2011 гг.;
- тематический слой изменений зеленых насаждений за период 2002–2011 гг.

В результате дешифрирования космических изображений составлена карта-схема Хабаровска, актуализированная на период 2010–2011 гг. и адаптированная к выполнению работ по оценке зеленых насаждений города.

Картографическая основа включает в себя базовые картографические и тематические слои, кото-



Рис. 2. Цифровая модель рельефа местности, слой горизонталей, схема уклонов и схема экспозиций склонов

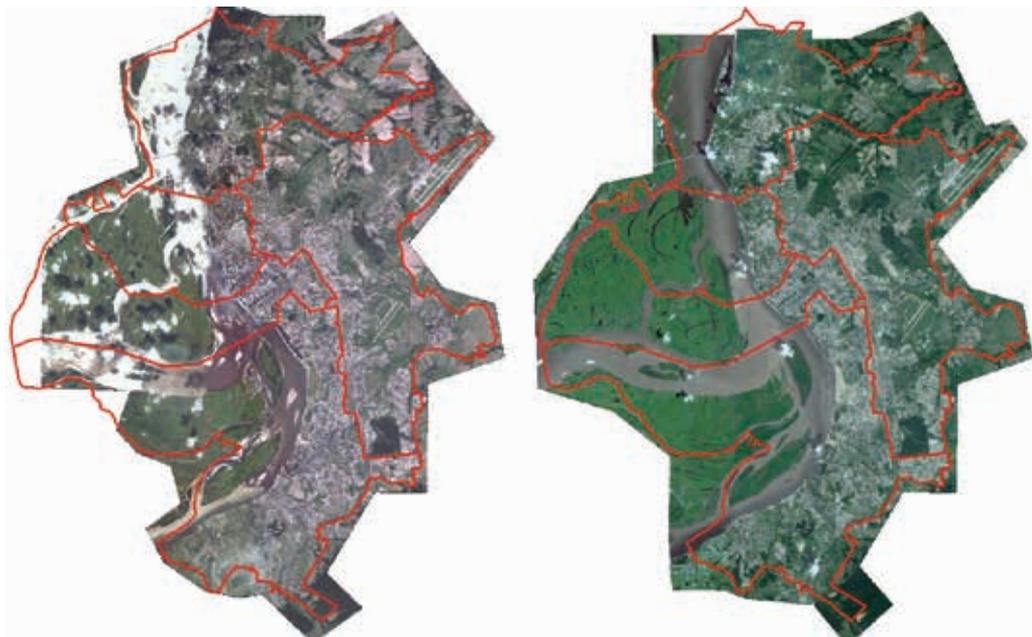


Рис. 3. Мозаики космических изображений на территорию г. Хабаровска за периоды 2002–2007 и 2010–2011 гг.



Рис. 4. Вегетационные индексы NDVI за периоды 2002–2007 и 2010–2011 гг. (фрагменты)



Рис. 5. Тематические слои зеленых насаждений города за периоды 2002–2007 (слева) и 2010–2011 гг. (справа)

рые содержат схемы функционального зонирования и использования территории, карты-схемы городских зеленых насаждений по состоянию на 2002–2007 и 2010–2011 гг., а также слой изменений в

городских зеленых насаждениях за период 2002–2007 и 2010–2011 гг.

Выполнен сравнительный (за период 2002–2007 и 2010–2011 гг.) экспресс-анализ территории горо-



Рис. 6. Тематический слой изменений насаждений за период 2002–2011 гг. и урбанизированные территории на правом берегу Амура, выделенные для оценки зеленых насаждений

да по определению площадей и обеспеченности зелеными насаждениями как в масштабе города, так и по отдельным районам. Кроме того, выполнен анализ обеспеченности зелеными насаждениями населения микрорайонов города, проведена оценка ООПТ города.

Широкий диапазон возможностей современных ГИС-технологий для решения прикладных задач позволил определить различные показатели озелененности города:

- общая площадь зеленых насаждений города;
- площадь зеленых насаждений по административным районам;
- определение процентного соотношения «растительность/городская среда» в масштабе всего города, по административным районам и по территориям различного назначения (территории жилых, общественно-деловых и других городских зон);
- обеспеченность зелеными насаждениями на душу населения в целом по городу и по административным районам.

Оценка обеспеченности города зелеными насаждениями выполнена дважды (рис. 6):

- с оценкой в пределах административных границ районов;
- с оценкой в пределах границ урбанизированных территорий.

Анализ полученных данных показал, что ситуация в городе в целом улучшилась. Общая площадь зеленых насаждений увеличилась, и, поскольку число жителей возросло незначительно, обеспеченность зелеными насаждениями на душу населения также возросла. Необходимо отметить, что большим преимуществом Хабаровска перед другими городами



Рис. 7. Космическое изображение и карта-схема ООПТ «Стадион имени Ленина». Зонирование и баланс территории

является все еще сохранившаяся достаточно обширная территория лесов, именуемая зеленой зоной города, что благотворно сказывается на оздоровлении городской атмосферы. Огромные площади зеленых насаждений на левом берегу Амура оказывают благотворное влияние на экологическую ситуацию в черте города. Преобладающий юго-западный ветер приносит чистый воздух с левого берега в застроенные урбанизированные районы правого берега. Для более разносторонней оценки количества зеленых насаждений на душу населения рассчитаны те же численные показатели, но только для зеленых насаждений в урбанизированных районах, расположенных на правом берегу Амура.

Дифференцированный подход к подсчету показателей позволяет увидеть реальную картину изменения площадей зеленых насаждений на урбанизированных территориях.

В рамках работ по проекту выполнена классификация ООПТ по типу использования территории с расче-

том площадей, занимаемых различными классами объектов, и их процентного соотношения, а также классификация растительности по видам (рис. 7).

Также выполнена классификация территорий микрорайонов по типу использования территории с расчетом площадей, занимаемых различными классами объектов, и их процентного соотношения.

Кроме того, в масштабах города выполнена оценка обеспеченности зелеными насаждениями территорий многоэтажной жилой застройки и промышленных районов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые в истории Хабаровска проведено комплексное обследование территории города с использованием материалов ДЗЗ.

В результате проведенных работ составлены карты-схемы и определены площади городских зеленых насаждений за периоды 2002–2007 и 2010–2011 гг.

Проведен сравнительный анализ зеленого фонда за указанные периоды времени как по городу в целом, так и по отдельным административным районам. Получены данные по обеспеченности города и административных районов зелеными насаждениями, рассчитана обеспеченность жителей города зелеными насаждениями.

Выполнена оценка обеспеченности зелеными насаждениями территории отдельных исторически сложившихся районов города и микрорайонов нового жилищного строительства (рис. 8).

Составлены подробные карты-схемы ООПТ города с расчетом баланса территорий, проведена классификация зеленых насаждений по типам растительности.

Полученные данные о количественных и качественных характеристиках зеленых насаждений на территории Хабаровска позволяют сделать выводы об общей положительной динамике в зеленом фонде города и обеспеченности жителей зелеными насаждениями. В частности, общая площадь зеленых насаждений города увеличилась по отношению к периоду 2002–2007 гг. на 14 кв. км, а обеспеченность жителей зелеными насаждениями возросла на 23,8 кв. м на душу населения.

Оценка территорий отдельных районов города показала соответствие обеспеченности жилых районов зелеными насаждениями требованиям СНиП 2.07.01.89 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений». Обеспеченность территорий зелеными насаждениями составляет более 40% площади, за исключением некоторых микрорайонов нового жилищного строительства.

Важным показателем является величина обеспеченности жителей города зелеными насаждениями на душу населения. В результате проведенного исследования установлено, что количество озелененных территорий общего пользования — парков, лесопарков, садов, скверов, бульваров и др., приходящихся на душу населения, не противоречит нормам, установленным для крупнейших, крупных и больших городов и составляет в среднем по городу 58,8 кв. м на человека.

Хорошее соответствие количественных характеристик зеленого фонда города, полученных в

результате обработки материалов ДЗЗ, данным наземных наблюдений и статистическим данным показывает высокое качество выполненных работ и достоверность информации, получаемой космическими методами.

Проведенные работы позволили оценить динамику развития фонда зеленых насаждений и существующее положение. Кроме того, предоставленные материалы могут использоваться при планировании и размещении новых зеленых насаждений, выявлении проблемных территорий и т. д., в общем случае, способствовать реализации долгосрочной целевой программы «Улучшение экологического состояния города Хабаровска на 2011–2015 годы».



Рис. 8. Оценка территории микрорайонов Флегонтова и Строитель (в южной части микрорайона наблюдается явный недостаток зеленых насаждений)