

Л. К. Трубина^{1}, О. А. Лусакова¹, Д. А. Соколов¹*

Комплексный мониторинг зеленых насаждений городских территорий

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,
Российская Федерация
*e-mail: trubinalk@rambler.ru

Аннотация. В статье рассмотрены основные данные для проведения комплексного мониторинга зеленых насаждений городских территорий. Приведены основные характеристики насаждений, определяемые при комплексном мониторинге. Выполнена оценка состояния древесно-кустарниковой растительности городского леса с использованием NDVI-индекса, на примере городского парка города Новосибирска.

Ключевые слова: зеленые насаждения, мониторинг, нормализованный относительный вегетационный индекс, аэрофотосъемка, данные дистанционного зондирования

L. K. Trubina^{1}, O. A. Liskova¹, D. A. Sokolov¹*

Comprehensive monitoring of green spaces in urban areas

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk,
Russian Federation
*e-mail: trubinalk@rambler.ru

Abstract. The article discusses the basic data for the comprehensive monitoring of green spaces in urban areas. The main characteristics of plantings determined by complex monitoring are given. The assessment of the state of the woody and shrubby vegetation of the urban forest using the NDVI index, using the example of the urban park of the city of Novosibirsk.

Keywords: green spaces, monitoring, normalized difference vegetation index, aerial photography, remote sensing data

Введение

Одной из острых проблем современных городов является структура и функционирование экосистем урбанизированных территорий, площадь которых непрерывно растет, а антропогенная нагрузка все время усиливается.

На таких территориях значимым фактором городской среды являются городские зеленые насаждения. Их наличие и состав влияют на уровень экологической безопасности и обеспечивают устойчивое развитие городской среды.

В целях оценки состояния зеленых насаждений, их контроля и охраны необходим регулярный мониторинг, основой которого является инвентаризация зеленых зон города. В настоящее время превалирует методика инвентаризации городских зеленых насаждений, базируемая на визуальных наблюдениях и натурных измерениях. Современные возможности дистанционного зондирования Земли и ГИС-технологий позволяют реализовать комплексный мониторинг го-

родских насаждений разных категорий.

Методы и материалы

Городские зеленые насаждения классифицируют следующим образом:

- озелененные территории общего пользования – предназначены для различных форм отдыха (парки, сады, скверы, бульвары и т.д.);
- озелененные территории ограниченного пользования – территория лечебных, детских учреждений, промышленных предприятий, жилых кварталов;
- озелененная территория специального назначения – территория санитарно-защитных, водоохраных, насаждения вдоль автомобильных и железных дорог и т.д.

В работе [2] отмечается, что все перечисленные категории ГЗН испытывают достаточно интенсивное отрицательное антропогенное воздействие, при этом характер этого воздействия весьма различается. Следовательно, перечень определяемых характеристик для оценки может отличаться и инструмент их получения тоже может быть разным.

В зависимости от категории насаждений в качестве исходных данных для мониторинга можно использовать разные материалы дистанционного зондирования (ДЗЗ) и методы их обработки. В частности, для оценки ряда характеристик древесных насаждений, занимающих достаточно большую площадь, например, городских лесов или крупных парков, можно использовать космические снимки, определяя спектральные индексы. При использовании сервисов, позволяющих получать космические изображения с разными параметрами, можно подбирать оптимальные для решения данной задачи.

Если рассматривать Web-ресурсы, свободно предоставляемые космические снимки, например сервис Google Earth (Google Планета Земля), то можно отметить, что детальность изображений не всегда позволяет идентифицировать все объекты с требуемой точностью. Это связано с тем, что возможности визуального дешифрирования ограничены уровнем объектов, размеры которых в несколько раз больше разрешения (пиксела), а количественные оценки (площади, длины и т.д.) могут быть получены лишь приближенно. Детальность отображений объектов зеленых насаждений увеличивается на снимках крупномасштабной аэрофотосъемки. В некоторых случаях необходимо дополнительно полевое обследование, например, в случае участков с плотной сомкнутостью высокоствольной растительности [1].

Данные панорамной уличной съемки позволяют получить изображение с большим углом обзора. С помощью таких снимков можно идентифицировать качественный состав древостоя, породу, возраст и аварийность деревьев.

На рисунке 1 представлена схема комплексного мониторинга зеленых насаждений.

По материалам космической съемки для насаждений общего пользования определяются границы участка, занятые ГЗН, пространственная дифференциация отдельных насаждений, количество и сомкнутость деревьев, а также возможно рассчитать нормализованный относительно вегетационный индекс.

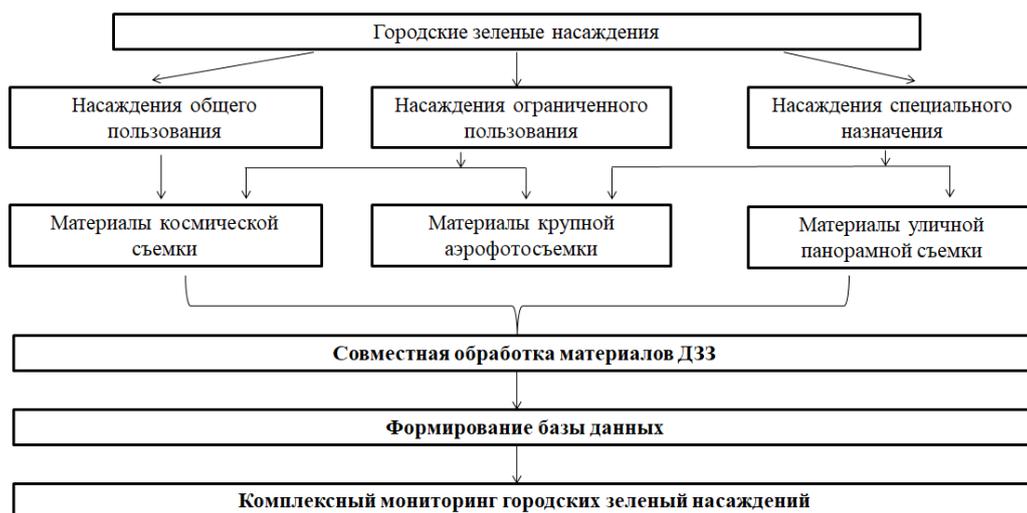


Рис. 1. Схема комплексного мониторинга зеленых насаждений

Для насаждений ограниченного пользования с помощью материалов космической и аэрофотосъемки дополнительно возможно определить местоположение каждого дерева и его породу.

Уличная панорамная съемка и аэрофотосъемка позволяет уточнить некоторые характеристики насаждений специального назначения, например, породу дерева, приблизительный возраст, некоторые характеристики его состояния (аварийность).

Результаты

Для анализа пространственной дифференциации зеленых насаждений в городе и выявления их количественных характеристик были использованы данные ДЗ – снимки Landsat, обработка была проведена в программном обеспечении QGIS. Для оценки состояния древесно-кустарниковой растительности городских лесов использован индекс NDVI – нормализованный относительный вегетационный индекс. Значения индекса находятся в пределах от -1 до 1. Чем выше значение индекса, тем больше фитомасса исследуемой территории в пределах пикселя. Для расчета использовалась традиционная формула вычисления индекса:

$$NDVI = (NIR - Red)/(NIR + Red), \quad (1)$$

где NIR – отражение в ближней инфракрасной области спектра;

RED – отражение в красной области спектра.

С помощью расчета индекса имеется возможность успешно анализировать изменения озелененных территорий и продуктивности зеленых массивов, что позволяет проводить успешный мониторинг площадей и характеристик зеленых насаждений.

В проведенном исследовании значения индекса NDVI при классификации разбиты на следующие интервалы:

- 0,2 до 0,4 – для слабой, разреженной растительности;
- 0,4 до 0,6 – для умеренной растительности;
- выше 0,6 – индекс для здоровой, густой растительности.

Для расчета вегетационного индекса рассмотрена территория Заельцовского парка города Новосибирска за август 2022 года.

На рисунке 2 представлена пространственная визуализация полученных данных на исследуемой территории.

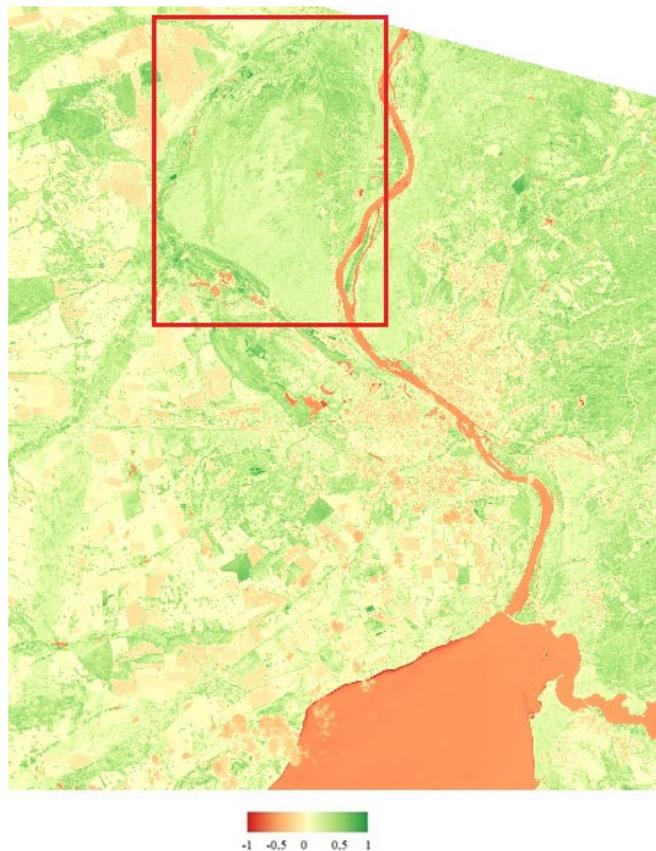


Рис. 2. Индекс NDVI в границах Заельцовского парка г. Новосибирска

Из рисунка видно, что на территории Заельцовского парка вегетационный индекс находится в пределах от 0,2 до 0,5, что говорит о разном распределении растительности, большая часть территорий представлена разреженной растительностью.

Применение крупномасштабной аэрофотосъемки позволяет определить достаточное количество характеристик для мониторинга городских зеленых насаждений. Крупномасштабные снимки обеспечивают возможность определения разных таксационных показателей древесных насаждений, особенно при совместном использовании с материалами панорамной уличной съемки.

В результате комплексного исследования (рис.3) построена карта расти-

тельности вдоль автодороги по ул. Троллейной города Новосибирска. Анализ показал, что посадки отличаются не структурированностью. По материалам уличной панорамной съемки и при дополнительном полевом обследовании выявлено, что большинство деревьев на исследуемой территории находится в аварийном состоянии.

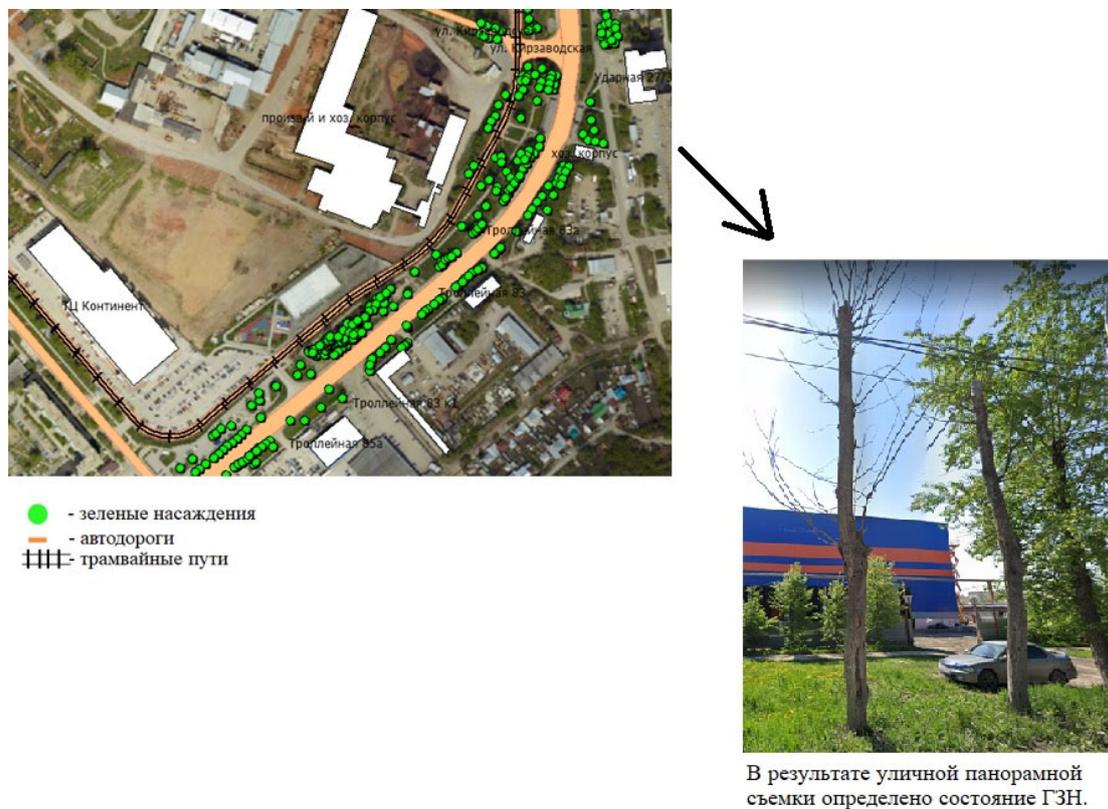


Рис. 3. Зеленые насаждения вдоль автодороги (ул. Троллейная)

Заключение

В настоящее время комплексный мониторинг городских зеленых насаждений невозможен без применения данных ДЗ и современных информационных технологий. Они позволяют систематизировать информацию о состоянии озеленений в целом, площадях и структуре озеленённых объектов. Преимуществом таких технологий является оперативность обработки информации, удобство ее использования, хранения и воспроизведения, что повышает эффективность управления зеленым фондом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильева, Е. А. Опыт подеревной инвентаризации и картографирования городских зеленых насаждений общего пользования // Е.А.Васильева, О.Н.Николаева, Л.К.Трубина – ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. М.: Географический факультет МГУ, 2021. Т. 27. Ч. 3. – с. 274 – 284.
2. Муллаярова, П. И. Геоэкологическая оценка и картографирование состояния озелененных территорий специального назначения // П.И.Муллаярова, О.Н.Николаева, Л.К.Трубина. – Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и техноло-

гий). 2018. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geoekologicheskaya-otsenka-i-kartografirovanie-sostoyaniya-ozelenennyh-territoriy-spetsialnogo-naznacheniya> (дата обращения: 26.04.2023).

© Л. К. Трубина, О. А. Лисакова, Д. А. Соколов, 2023