

УДК 911.375:528.85(476)

Л. А. КРАВЧУК, А. А. ЯНОВСКИЙ, Н. М. БАЖЕНОВА

Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

E-mail: kravchu-k@yandex.by; yanouski@yandex.by

**ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИЯХ ЗЕЛЕННОЙ
ИНФРАСТРУКТУРЫ В ГОРОДАХ (НА ПРИМЕРЕ МИНСКА,
ВИТЕБСКА, МОГИЛЕВА)**

В городах важно формирование экологически обоснованной и социально ориентированной системы озелененных территорий. Ее роль неопределима для их устойчивого развития, учитывая выполнение насаждениями важных экосистемных функций. Вопросы управления развитием урбанизированных территорий в Беларуси решаются на различных стадиях градостроительного и детального планирования, строительства и благоустройства территорий. В стране действуют дифференцированные нормы озелененности, обеспеченности населения озелененными территориями в жилой застройке, насаждениями общего пользования, соотношения элементов озеленения и др. [1].

В урбанизированных условиях система озелененных территорий («зеленая инфраструктура») включает как благоустроенные для отдыха населения озелененные территории (парки, скверы, бульвары, насаждения в составе различных городских геотехнических систем (далее – ГТС) – жилой многоквартирной, жилой усадебной, общественной, производственно-коммунальной и специальной застройки, вдоль улиц и дорог), так и природные комплексы (леса, луга, лесо-, лугопарки и др.).

Для оценки структуры и состояния озелененных территорий, их роли в городах предложен сопряженный анализ данных дистанционного зондирования Земли (далее – ДЗЗ) и ГИС-проектов городов, дифференцированных в разрезе структурно-планировочных выделов по видам и типам ГТС.

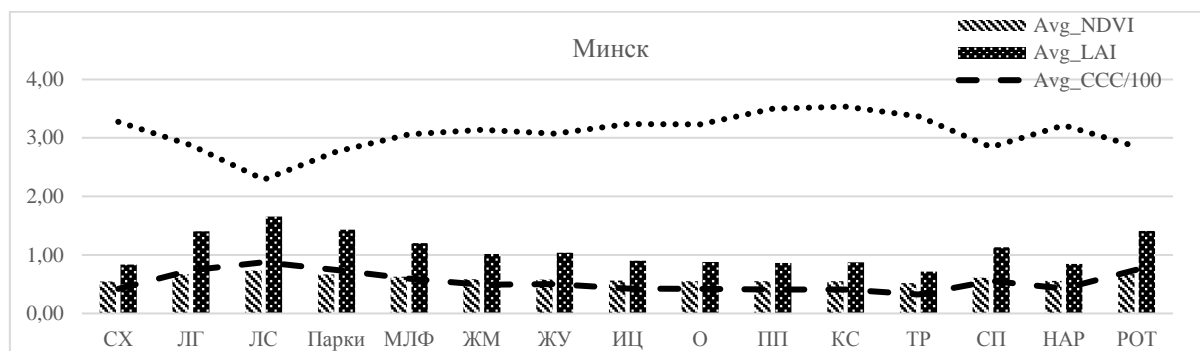
Подход апробирован на примере крупных городов Беларуси, в частности Минска, Витебска и Могилева [2–5]. В ГИС-проектах городов каждый квартал проиндексирован по виду и типу ГТС. В застроенной части идентифицировались ГТС жилой многоквартирной, усадебной, дачной, общественной, производственной и коммунальной, специализированной застройки и дорожные. В незастроенной – выделялись парки, скверы, бульвары, сады, а также леса и лесопарки, луга и лугопарки, резервные озелененные территории (РОТ – неблагоустроенные участки с древесно-кустарниковой растительностью и др.).

Для идентификации растительности по данным ДЗЗ использовались снимки Sentinel-2, при этом рассчитывались: нормализованный разностный индекс растительности (NDVI), индекс листовой поверхности (Leaf Area Index – LAI), содержание в пологе хлорофилла (Canopy chlorophyll content – CCC). При дифференцированной оценке степени озелененности по данным ДЗЗ в разрезе видов ГТС использовалось отношение числа пикселей со значениями NDVI, соответствующих растительности ($> 0,4$), к общему числу пикселей в картографируемых выделах. Определение температуры подстилающей поверхности (Land Surface Temperature – LST) проводилось по снимкам спектрорадиометров ASTER (Минск, Могилев) и Landsat 8 OLI (Витебск). Основным критерием выбора даты снимков, помимо соответствия времени формирования ГИС-проектов, являлась минимальная облачность в период наиболее активной вегетации растений. Особенности обработки снимков и расчетов приведены в [2–5].

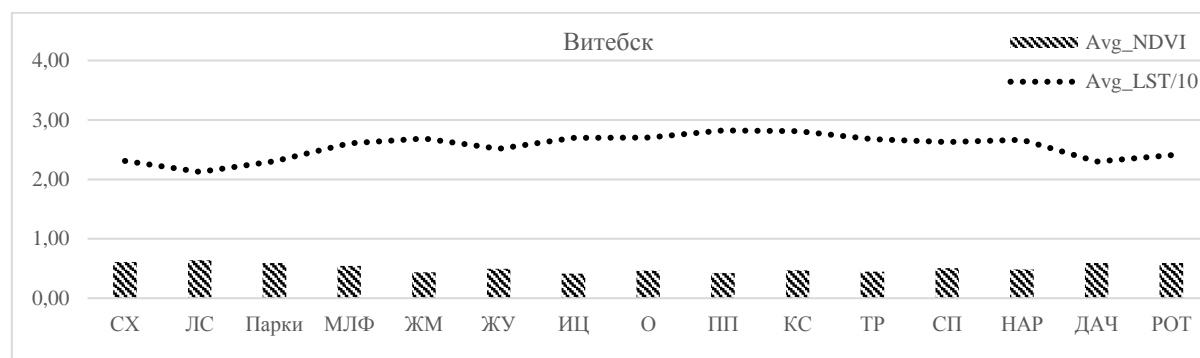
По результатам анализа построены дифференцированные картосхемы степени озелененности городских территорий, значения основных вегетационных индексов (NDVI, LAI, CCC) и LST в разрезе видов ГТС [3; 4]. Установлены особенности изменения вегетационных индексов и LST в различных видах и типах ГТС в городах и связи LST со степенью озелененности, основными вегетационными индексами как для города в целом, так и для различных видов и типов ГТС. На рисунке 1 отражены результаты анализа, которые подтверждают высокое значение насаждений в формировании микроклимата городских территорий. Полученные в разрезе видов ГТС средние показатели вегетационных индексов демонстрируют более низкие их значения для озелененных территорий в застроенной части городов по сравнению с таковыми в лесах, парках, скверах, на резервных территориях.

Выявлены значимые корреляционные связи средней температуры подстилающей поверхности (LST_{avg}) со средними значениями вегетационных индексов (преимущественно LAI и NDVI), а также со степенью озелененности (рисунок 2, а–в).

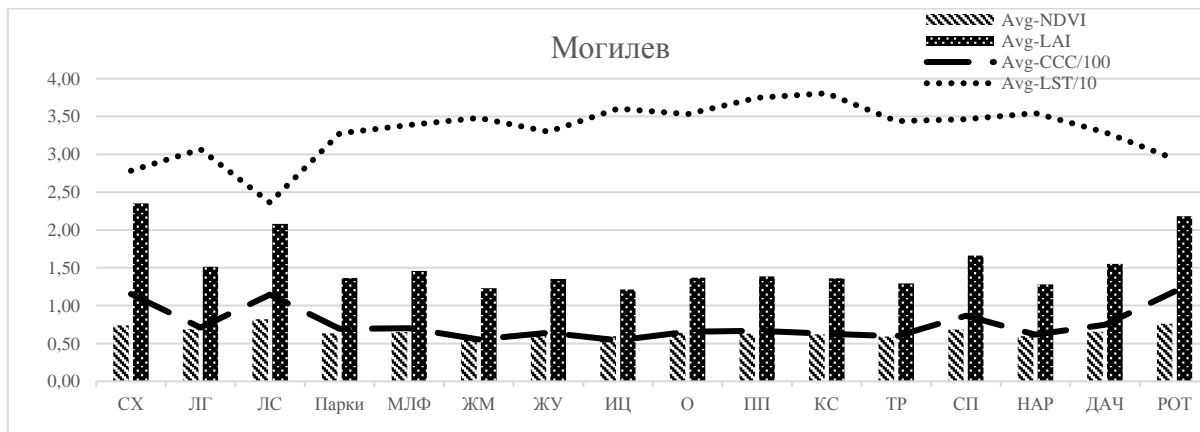
Исследования показали, что использование подхода дифференцированной оценки структуры и состояния растительного покрова в составе городов при сопряженном использовании ГИС-проектов ГТС и ДЗЗ позволяет выявлять участки с низкой озелененностью, ослабленными и низкоэффективными насаждениями, а также природные комплексы с высокими средообразующими качествами, что актуально для выделения экологического каркаса. Это также важно при контроле соблюдения норм озелененности в процессе градостроительного освоения городских территорий и для определения участков формирования городских островов тепла.



а



б



в

Рисунок 1 – Зависимость вегетационных индексов и температуры подстилающей поверхности (LST) от вида ГТС г. Минска (а), Витебска (б) и Могилева (в)

Условные обозначения ГТС: в незастроенной части: СХ – сельскохозяйственные, ЛГ – лугопарковые, ЛС – лесопарковые, МЛФ – малые ландшафтные формы (скверы, бульвары и др.), ПОТ – резервные озелененные территории; в застроенной части: ЖМ – жилая многоквартирная; ЖУ – жилая усадебная; ИЦ – исторический центр, О – общественная, ПП – производственная, КС – коммунально-складская, СП – специальная, ДАЧ – дачная; ТР – дорожно-транспортная; НАР – нарушенные участки

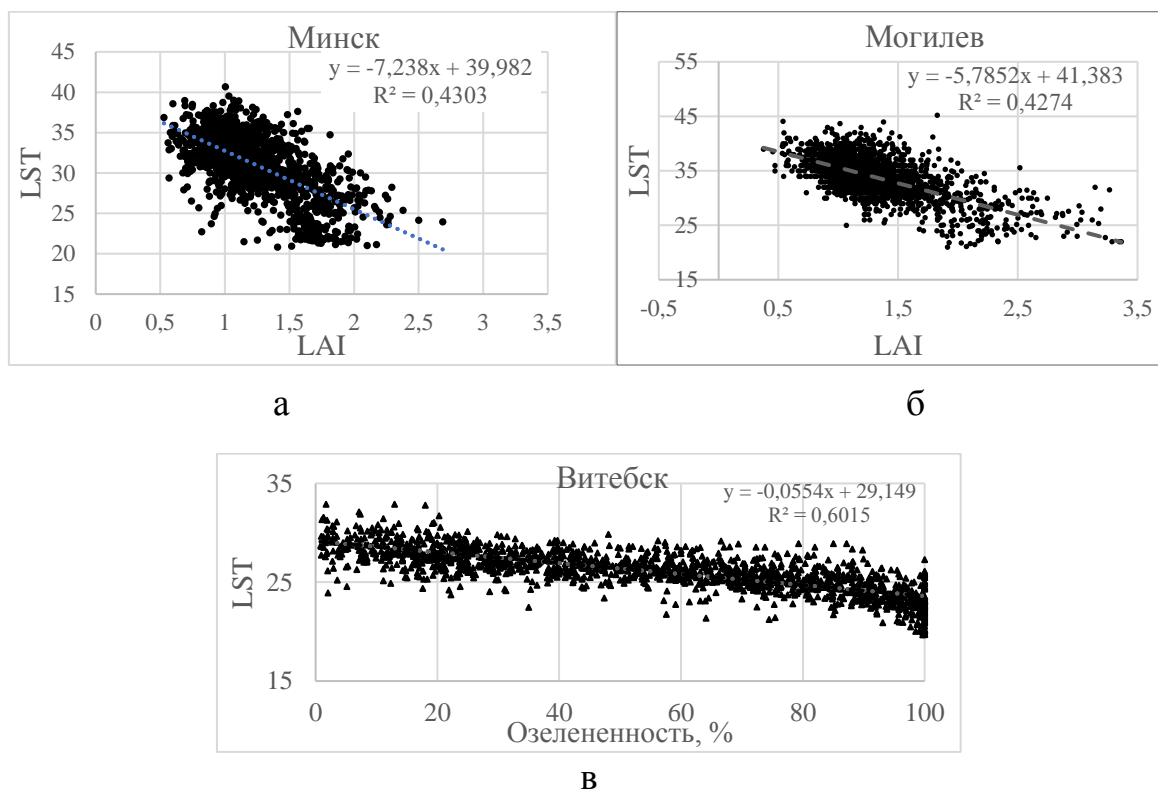


Рисунок 2 – Зависимость изменения средней температуры подстилающей поверхности (LST_{avg}) от средних значений индекса листовой поверхности (LAI_{avg}) по всем типам ГТС Минска (а), Могилева (б) и от степени озелененности ГТС Витебска (в)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Охрана окружающей среды и природопользование. Требования экологической безопасности : ЭкоНиП 17.01.06-001-2017. – Минск, 2020. – 266 с.
2. Дифференцированная оценка зеленой инфраструктуры г. Минска с использованием данных дистанционного зондирования Земли / Л. А. Кравчук [и др.] // Природопользование. – 2019. – № 2. – С. 152–167.
3. Оценка средоформирующих функций природно-экологического каркаса городской территории (на примере г. Минска) / Л. А. Кравчук [и др.] // Природопользование. – 2020. – № 1. – С. 76–85.
4. Кравчук, Л.А. Средоформирующие функции зеленой инфраструктуры города Витебска / Л. А. Кравчук, Н. М. Баженова, А. Н. Гайшун // Природопользование. – 2021. – № 1. – С. 76–85.
5. Кравчук, Л. А. Дистанционная оценка влияния растительного покрова на температуру подстилающей поверхности основных геотехнических систем крупного города (на примере Минска) / Л. А. Кравчук, А. А. Яновский, Н. М. Баженова // Природопользование. – 2022. – № 1. – С. 71–82.