

Вариации УЭПР L-диапазона, отражающие изменчивость лесотаксационных характеристик лесных территорий

В.П.Саворский¹, А.И.Захаров¹, Л.Н.Захарова¹, В.И.Каевицер¹, С.М.Маклаков¹,
О.Ю.Панова¹, С.И.Чумаченко², А.А.Чухланцев¹

1) Фрязинский филиал Института радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова
РАН, (ФИРЭ им.В.А.Котельникова РАН)

141190 Московская область, г. Фрязино, пл. Введенского, 1

e-mail: savor@ire.rssi.ru

2) Московский государственный университет леса (МГУЛ)

141005 Московская область, г. Мытищи, ул.1-я Институтская, 1

e-mail: chumachenko.s.i@gmail.com

В работе представлены результаты анализа наблюдений типовой лесной территории средней полосы Европейской части России радиолокатором L-диапазона с синтезированной апертурой PALSAR. Построены зависимости УЭПР на HH и HV поляризациях от породного состава, возраста и среднего запаса древостоя в летний и зимний периоды.

The paper presents results of analysis of PALSAR data registered over typical Russian European mid-latitude forest. The TRCS dependences on species content, age, and growing stock in summer and winter periods for both HH and HV modes is plotted.

Введение

Произрастающие на территории России леса включают более одной пятой (22%) мировых запасов древесины [1]. Их сохранение и рациональное использование является необходимым условием обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития всего мирового сообщества [2, 3]. При этом обеспеченность информацией о состоянии и динамике российских лесов все еще остается недостаточной, т.к. для их существенной части характерны относительно невысокая точность и периодичность получения данных лесоинвентаризации [4]. Информационная эффективность данных дистанционного зондирования со спутников для решения широкого круга задач мониторинга лесов сейчас не вызывает сомнений у большинства ученых и специалистов в этой области [5, 6]. Данная работа посвящена решению одной из наиболее актуальных проблем мониторинга лесов – исследованию применимости поляризационных радиолокационных измерений L-диапазона для оценок среднего запаса древостоя.

Данные и тестовые участки

В работе были использованы данные (2008-2010гг.) зондирования лесных полигонов радиолокатором L-диапазона с синтезированной апертурой PALSAR [7], установленном на японском спутнике исследования Земли ALOS (Advanced Land Observing Satellite). Для анализа были выбраны сеансы измерений в детальном режиме на двух поляризациях HH и HV. Для снижения спекл-шума синтез был проведен с разрешением на зондируемой поверхности порядка 25 м (при потенциально возможном порядке 10м).

Тестовый полигон - территория опытного лесного хозяйства "Русский лес" (Данковское и Отраденское участковые лесничества), расположенного в южной части Московской области вдоль левого берега реки Оки на территории двух административных районов – Серпуховского и Ступинского. Территория относится к подзоне хвойно-широколиственных лесов.

Средние значения УЭПР для типовых однородных участков полигона

Для тестирования однородных участком лесных полигонов были выбраны выделы со следующими лесотаксационными параметрами:

1. Порода - береза, сосна, ель.
2. Доля преобладающей породы в насаждении не менее 80% (чистые и условно-чистые насаждения).
3. Полнота древостоя не менее 0,8 (степень плотности стояния деревьев в древостое, характеризующая долю использования ими занимаемого пространства).
4. Возраст: первая категория - 20-60 лет, вторая категория - 60-100 лет.

Совокупность выбранных однородных участков представлена на рис.1 с наложением на детальный снимок (разрешение <1 м) Данковского лесничества в GoogleEarth. Эти снимки были использованы нами для контроля лесотаксационных данных по однородности, а также для исключения из анализа граничных пикселей, захватывающих часть соседних участков с существенно отличающимся составом лесного покрова.

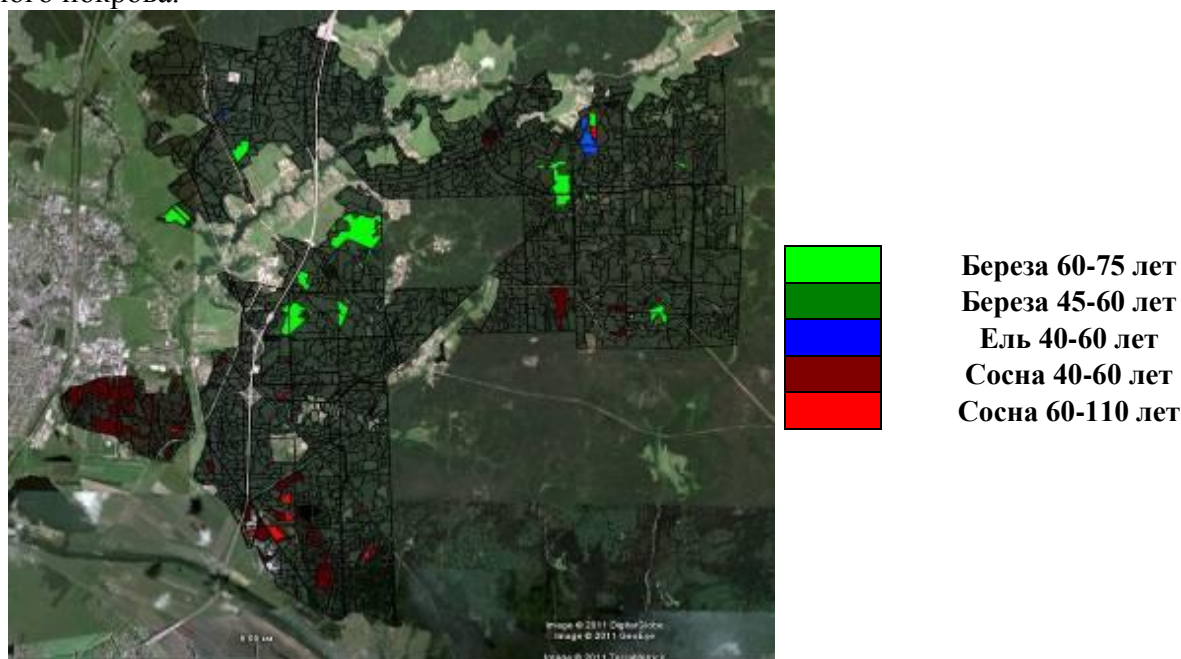


Рис.1. Тестовые участки GoogleEarth Данковского лесничества

На рисунке 2 приведены результаты анализа УЭПР различных типов леса по данным съемки, проведенной 31.08.2010, вскоре после экстремально засушливого летнего сезона 2010г. Как видно из рис.2, в летний сухой период по УЭПР легко разделяются лиственные и хвойные насаждения – с контрастом примерно в 2 dB. Между хвойными породами (сосна/ель) контраст существенно ниже - на поляризации НН он составляет около 0,5 dB. Следует отметить наличие радиолокационного контраста на НН поляризации между лиственными и хвойными участками практически для всех сеансов наблюдений, характеризующих сезонную и межгодовую изменчивость (рис.3.а). При этом максимальный межсезонный ход радиолокационного контраста на НН поляризации показали участки, занятые ельниками. Максимальный контраст на НН поляризации между разновозрастными участками одной породы дали сосняки в зимний сезон. Следует отметить стабильное (в отличие от НН поляризации) наличие радиолокационного контраста на HV поляризации между лиственными и хвойными участками (рис.3.б). Максимальный межсезонный ход радиолокационного контраста на HV поляризации имеют молодые березняки. Максимальный контраст на

НV поляризации между разновозрастными участками одной породы дали березняки в летний сезон.

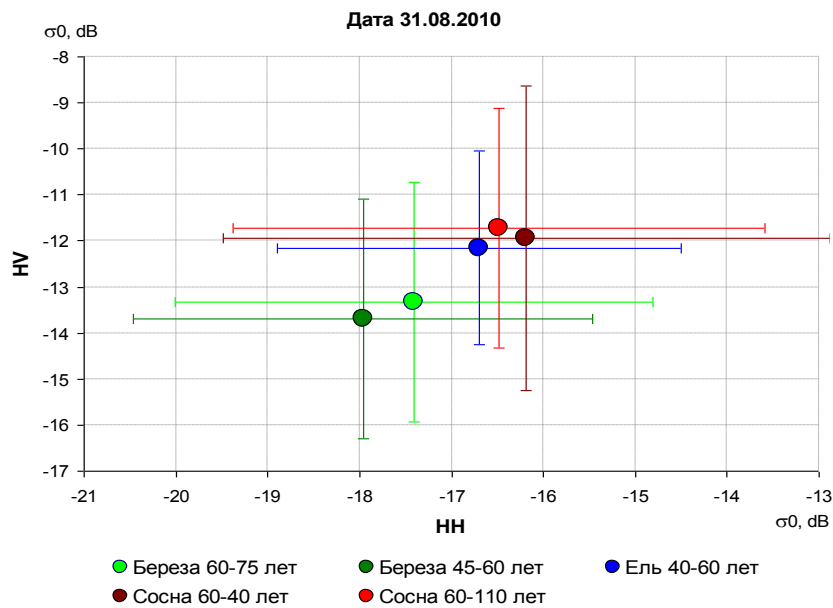


Рис. 2. Усредненные по однородным участкам Данковского лесничества УЭП на HH и HV поляризациях L-диапазона

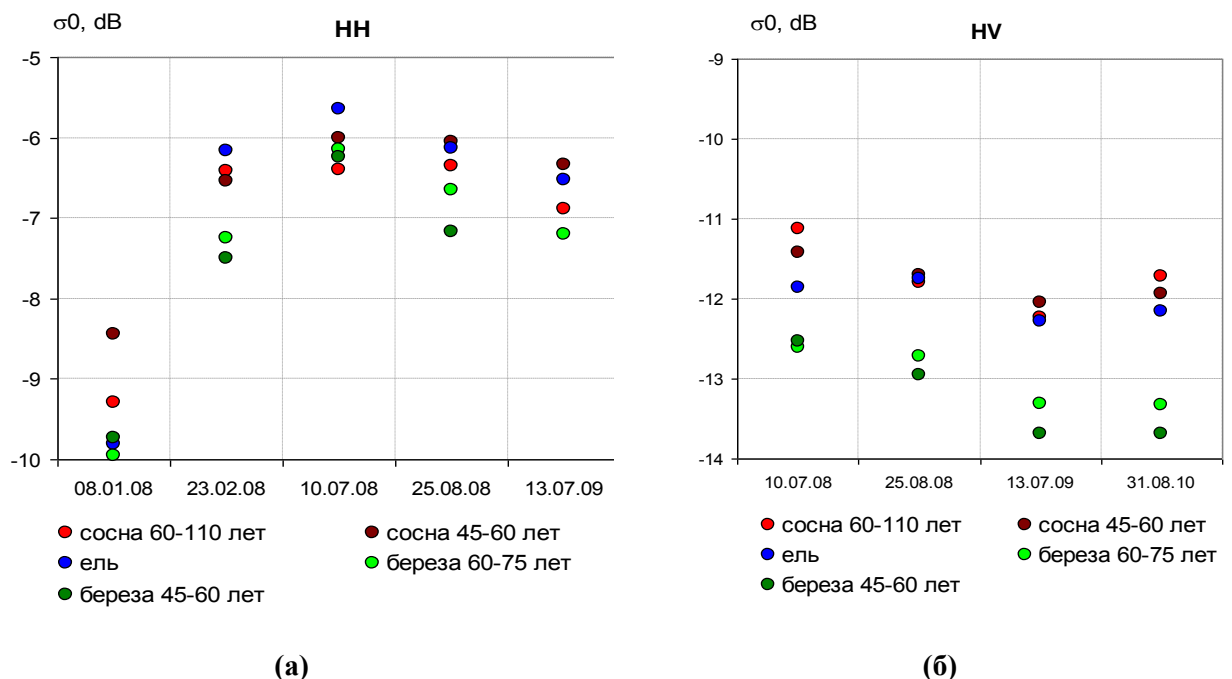


Рис. 3. Средние значения УЭП для однородных участков Данковского лесничества на HH (а) и HV (б) поляризации L-диапазона

Тестирование применимости радиолокационных методов по контролю среднего запаса древостоя

Расчитанные по данным PALSAR показатели средних значений УЭП L-диапазона в зависимости от средних запасов древостоя приведены на рисунках 4. Рис.4.а и 4.б показывают, что УЭП на HH поляризации L-диапазона возрастает примерно на 0,75 dB в зимний период и на 1 dB в летний период при возрастании среднего запаса древесины от 0 до 400 м³. УЭП на HV L-диапазона поляризации возрастает примерно на 1,5 dB в летний период при возрастании среднего запаса

древесины от 0 до 400 м³. Важно отметить также резкое падение УЭПР на HV поляризации в диапазоне средних запасов ниже 50 м³.

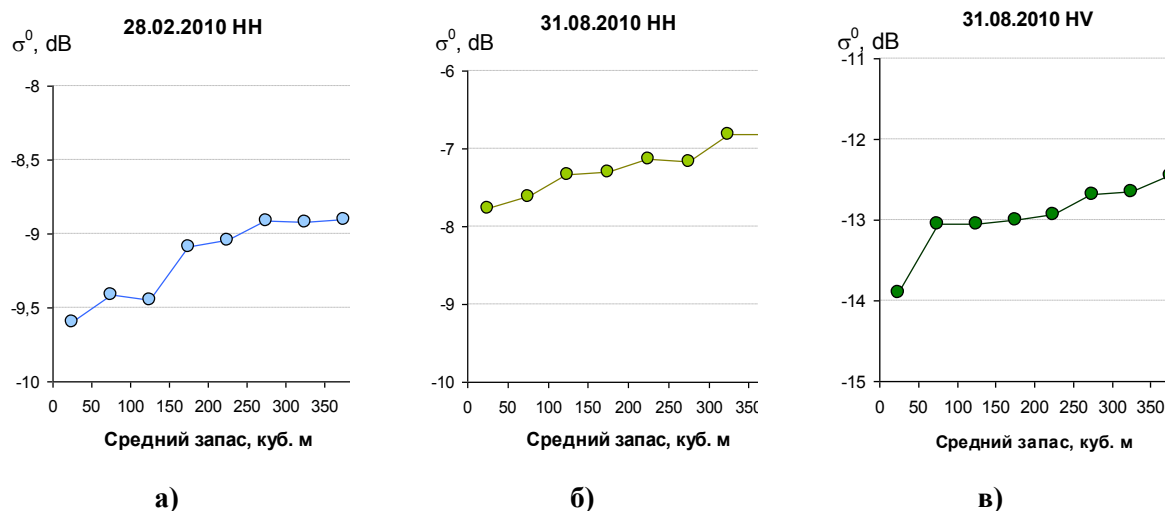


Рис. 4. Зависимость средних значений УЭПР на L-диапазона от средних запасов древостоя в зимний период на HH поляризации (а), в летний период на HH поляризации (б), в летний период на HV поляризации (в).

Восстановление линии почвы

Важным элементом тестирования является оценка среднего контраста при наблюдении контролируемого/целевого объекта по отношению к результатам наблюдения в его отсутствие. В нашем случае это наблюдения лесных участков по отношению к безлесым участкам. В качестве безлесых (а точнее участков с малыми значениями среднего запаса) мы выбрали участки со средними запасами менее 5 м³. Результаты такого анализа (рис.5) показывают наличие значимого контраста между открытыми и облесенными участками на уровне приблизительно 5 dB на обеих поляризациях L-диапазона как в зимний, так и в летний периоды. Это свидетельствует о существенном потенциале радиолокационных средств космического наблюдения за состоянием лесных покровов, типовых для центра Европейской части России.

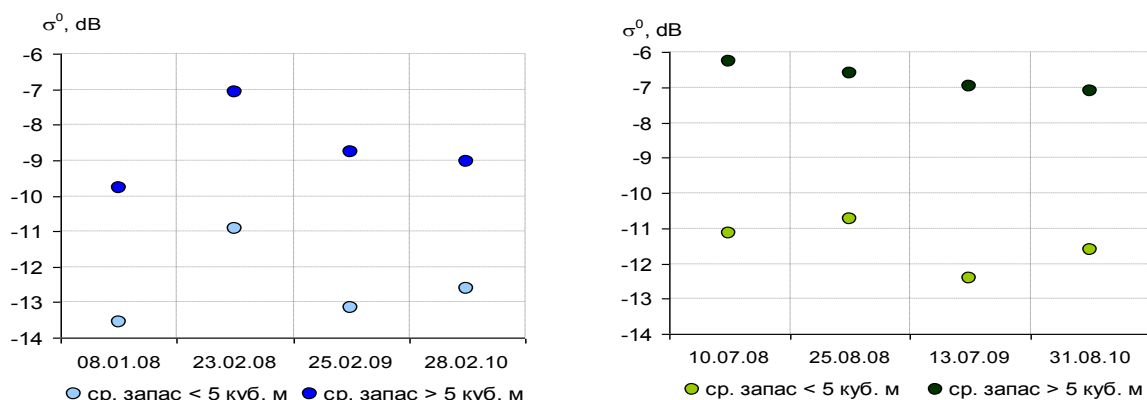


Рис. 5. Средние значения УЭПР на HH поляризации в зимний сезон (а) и летний (б) сезоны выделов с малыми (< 5 м³) и значимыми (> 5 м³) средними запасами древостоя

Заключение

Показано, что по данным поляриметрической радиолокационной съемки Земли в L-диапазоне возможно надежное разделение таких типов подстилающей поверхности как поле и лес. Кроме того, возможно разделение лесов по преобладающим породам деревьев на хвойные или лиственные леса и выделение редколесья, заросшего кустарником. Для классификации типов лесов перспективным представляется

одновременное использование данных L-диапазона на согласованной и ортогональной поляризациях. Для определения запаса древостоя необходимо использовать как данные на HH, так и данные на HV поляризации. Методы определения параметров лесных экосистем (вид растительного покрова, запас древостоя, возрастной состав и др.) по уровню УЭПР, как показали результаты тестирования на опытном полигоне, могут успешно применяться для картирования индикативных характеристик леса.

Работа выполнена при поддержке с Министерства Образования и Науки Российской Федерации (гос. контракт 02.740.11.0881.). Авторы признательны JAXA за данные PALSAR, предоставленные по проекту RA3 № 570.

Литература

1. Forest resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and New Zealand. UN-ECE/FAO contribution to the Global forest resources Assessment 2000. Main report. New York - Geneva: UN, 2000. - 445p.
2. Исаев А.С., Коровин Г.Н. Устойчивое управление лесами России: проблемы и решения // Научные аспекты экологических проблем: Труды Всероссийской конференции. В 2 т. Т. 1. М.: Наука, 2002. С. 75-88.
3. Швиденко А. З., Нильссон С. Экологические проблемы перехода к устойчивому управлению лесами России // Устойчивое лесопользование, №1, 2003, С. 6-9.
4. Государственный доклад о состоянии и использовании лесных ресурсов Российской Федерации в 2002 г. - М.: МПР РФ, 2003. - 154с.
5. Савиных В.П., Малинников В.А., Сладкопевцев С.А., Цыпина Э.М. География из космоса. Изд-во "Московский государственный университет геодезии и картографии". - М.: 2000.- 224 с.
6. Сухих В.И., Сеницын С.Г., Апостолов Ю.С. и др. Аэрокосмические методы в охране природы и в лесном хозяйстве. М.: Лесная промышленность, 1977 – 288 с.
7. PALSAR Reference Guide. 3rd Edition. Earth Remote Sensing Data Analysis Center (ERSDAC), March 2006.