

Исследование влияния метеоявлений на радиолокационные изображения растительных покровов Подмоскovie

Захаров А.И.¹, Саворский В.П.^{1,2}, Захарова Л.Н.¹

ФИРЭ им. В.А. Котельникова РАН

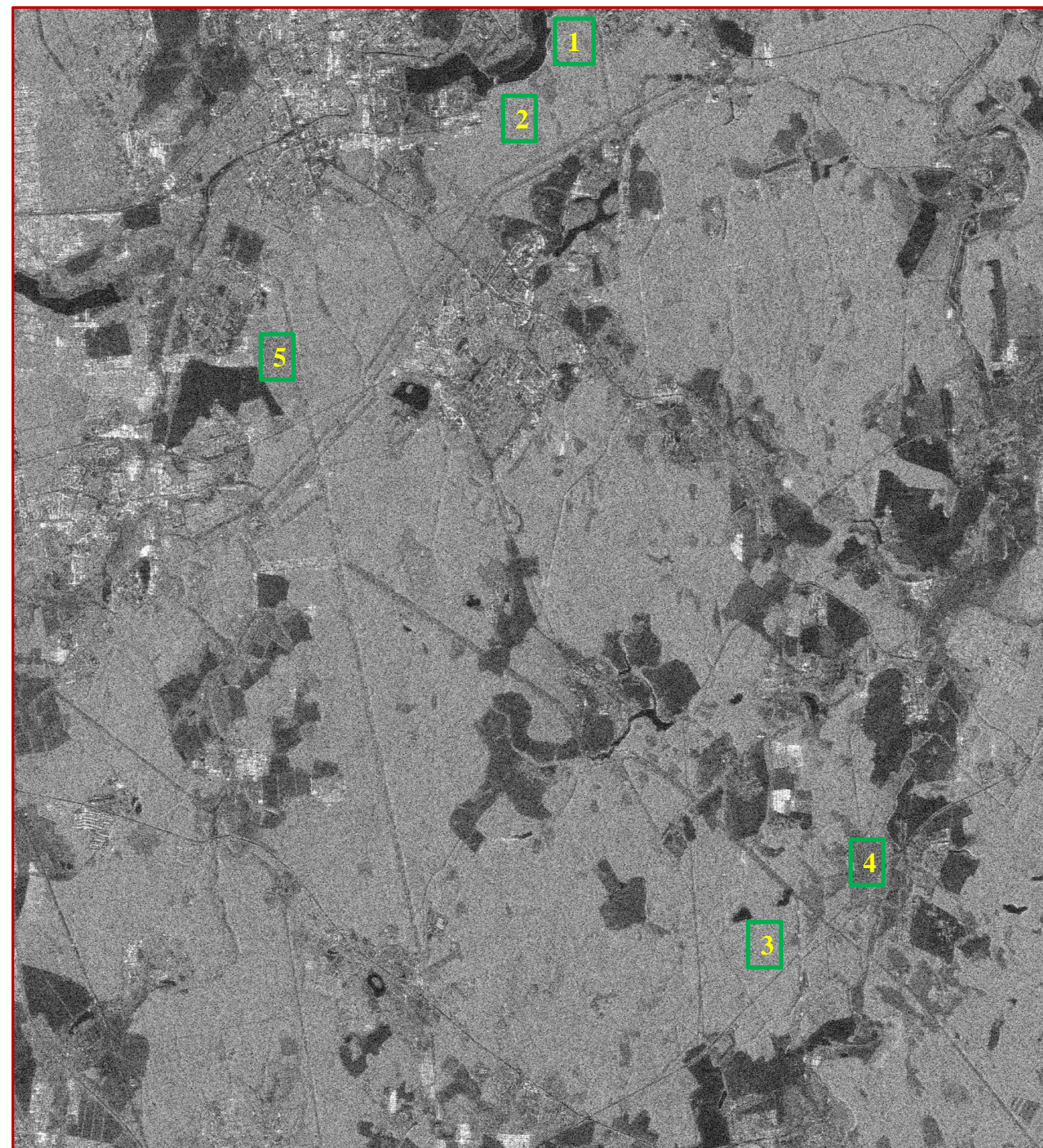
1) Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Фрязинский филиал, Фрязино, Московская обл., Россия

Введение

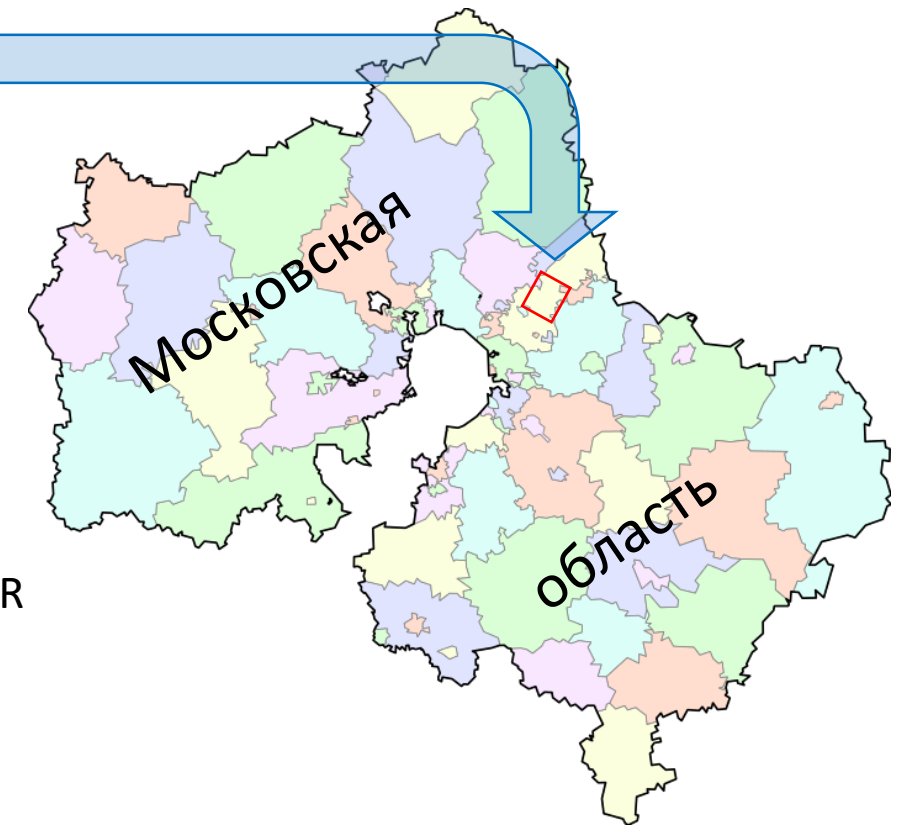
Произрастающие на территории России леса включают более одной пятой (22%) мировых запасов древесины. Их сохранение и рациональное использование является необходимым условием обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития всего мирового сообщества. При этом обеспеченность информацией о состоянии и динамике российских лесов все еще остается недостаточной, т.к. для их существенной части характерны относительно невысокая точность и периодичность получения данных лесоинвентаризации. 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. Данная работа посвящена решению одной из наиболее актуальных проблем мониторинга растительных покровов – картированию лесов, анализу их состояния и мониторингу процессов обезлесивания.

В исследовании сезонных изменений растительных покровов Подмоскovie использованы данные радиолокатора PALSAR, установленного на борту японского космического аппарата ALOS (фрагмент радиолокационного изображения Подмоскovie приведен справа в разделе «Данные»), за период с июня 2006 года по октябрь 2010. Проанализированы 49 снимков, полученных в разное время года и при разных метеорологических условиях. Данные о температуре воздуха, облачности и осадках получены из открытого интернет-архива погоды www.gr5.ru. В пределах тестового участка находятся ненарушенные лесные массивы, участки лесоповала после ураганного вывала леса, а также участки елового леса, пораженного жучком-типографом. В зоне съемки находятся также урбанизированные территории, безлесные территории с различным режимом землепользования и водоемы.

Данные



- Территория:** Подмоскovie, Щёлковский район
- Тип поверхности тестовых участков:** леса (хвойные, смешанные, лиственные), вырубки
- Изображения**
 - Инструмент: ALOS PALSAR
 - L-диапазон (1.27 ГГц, $\lambda=23.6$ см)
 - поляризация: HH
 - 49 сцен (июнь 2006 – октябрь 2010)



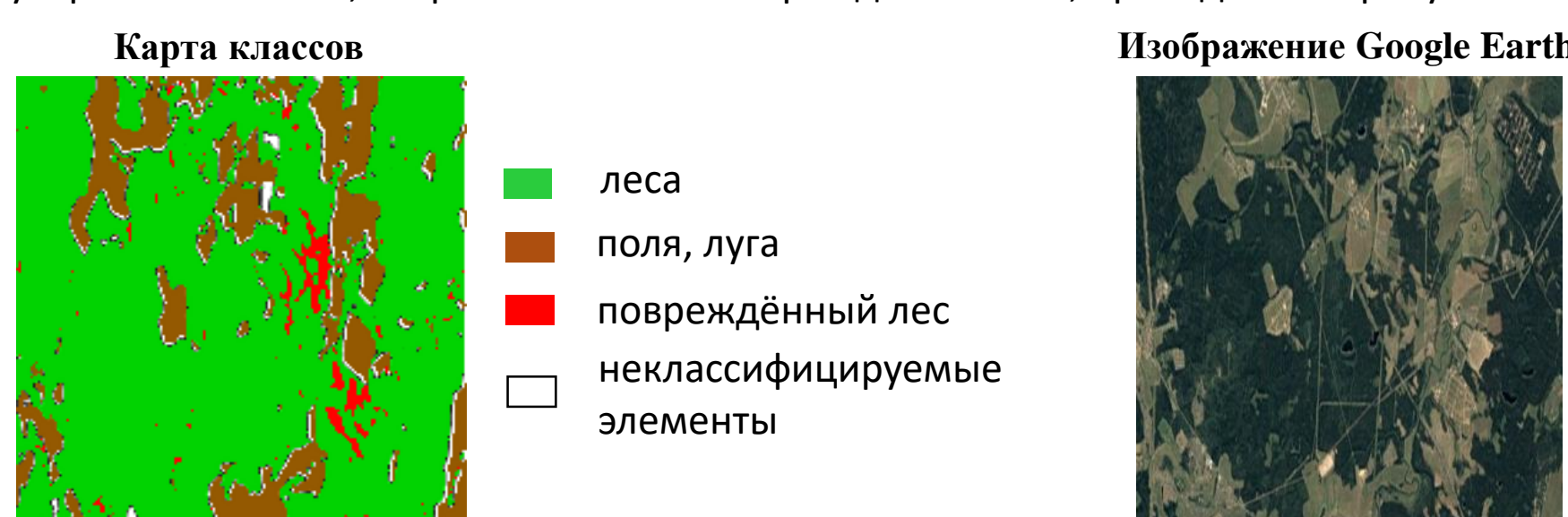
- 1 — хвойный лес вблизи Фрязино
- 2 — смешанный лес вблизи Фрязино
- 3 — хвойный лес у автодороги А107 (Малое Московское Кольцо)
- 4 — хвойный лес и вырубка (с 2008 г.) у автодороги А107
- 5 — лиственный лес вблизи города Фрязино.

Зависимость от температуры и классификация

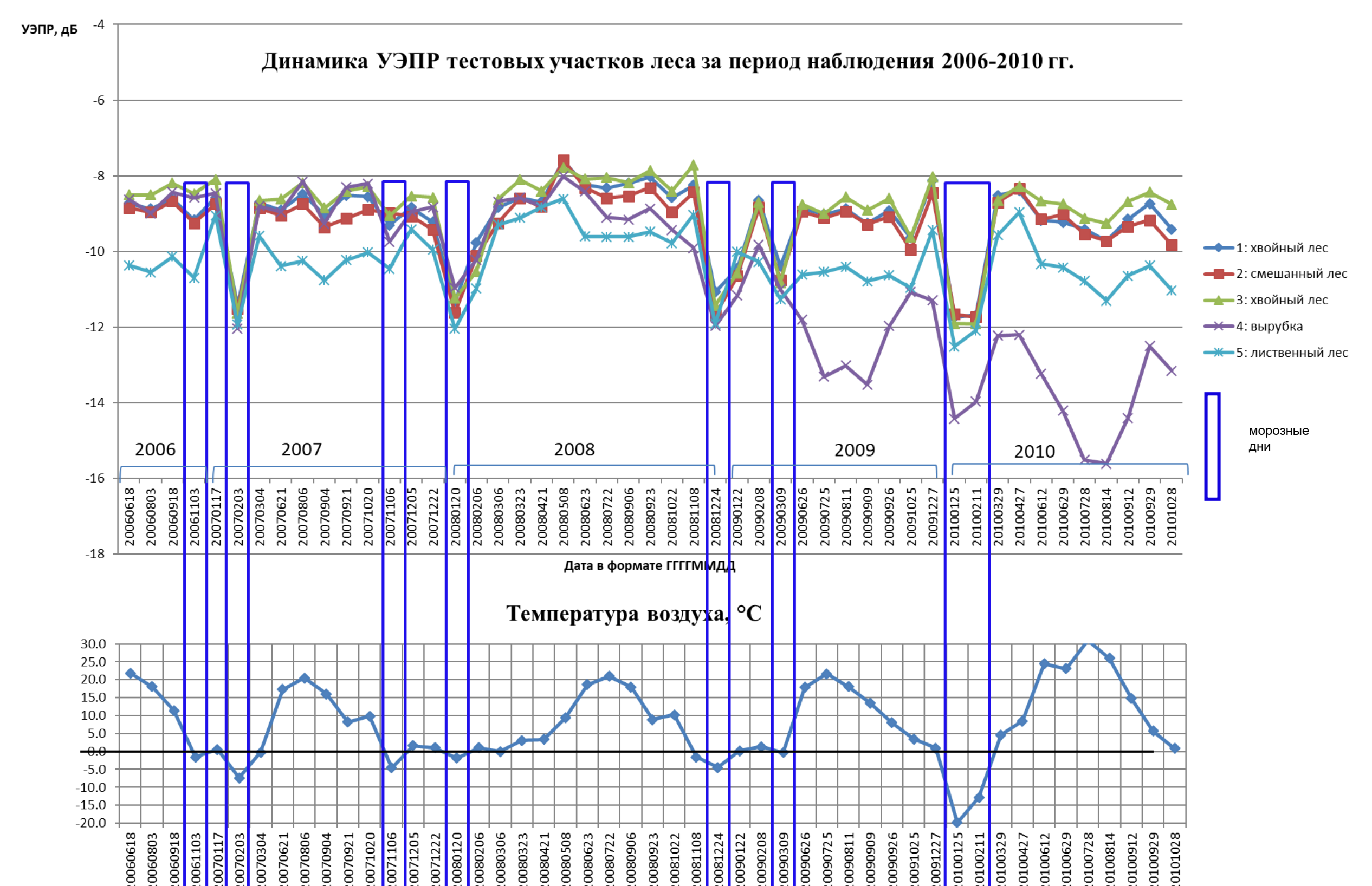
На графиках видна зависимость сезонной динамики УЭПР в течение нескольких лет от преимущественного видового состава леса (сосна — хвойный лес, берёза — лиственный), а также отмечено заметное снижение УЭПР во время зимних морозов для всех типов леса (морозные даты заключены в синие прямоугольники). Снижение величины УЭПР в зимний период по сравнению с летним составляет 1.5–2 дБ, при этом наибольшая разница между зимними и летними показателями отмечается у хвойных лесов. При этом во время зимних оттепелей (температура около 0 градусов) УЭПР возрастает снова почти до летних значений. Снижение УЭПР в начале зимы, как правило, выражено в меньшей степени по сравнению с уровнем его падения в середине и конце зимнего периода, что позволяет связать это с более глубоким промерзанием почвы и древесины. Таким образом, можно сказать, что снижение температуры до отрицательных значений приводит к снижению УЭПР только в случае наступления суровых морозов (как зимой 2009–2010 года) или в случае длительного воздействия даже небольших отрицательных температур на растительные покровы и почву. Из десяти дат съёмки при отрицательной температуре воздуха только в пяти случаях имеется снижение величины УЭПР до уровня -11...-12 дБ на всех тестовых участках.

Измеренные временные зависимости УЭПР использованы для распознавания трёх типов подстилающих покровов путем сравнения временных вариаций УЭПР в каждом пикселе изображения с эталонными вариациями в течение года. Решение о принадлежности к одному из трёх классов принималось на основе близости временной зависимости УЭПР к эталонной зависимости по критерию наименьших квадратов.

Построенные в результате карты классов подстилающих покровов, включающие лесную растительность, открытые почвы и повреждённый лес, приведены на рисунке.

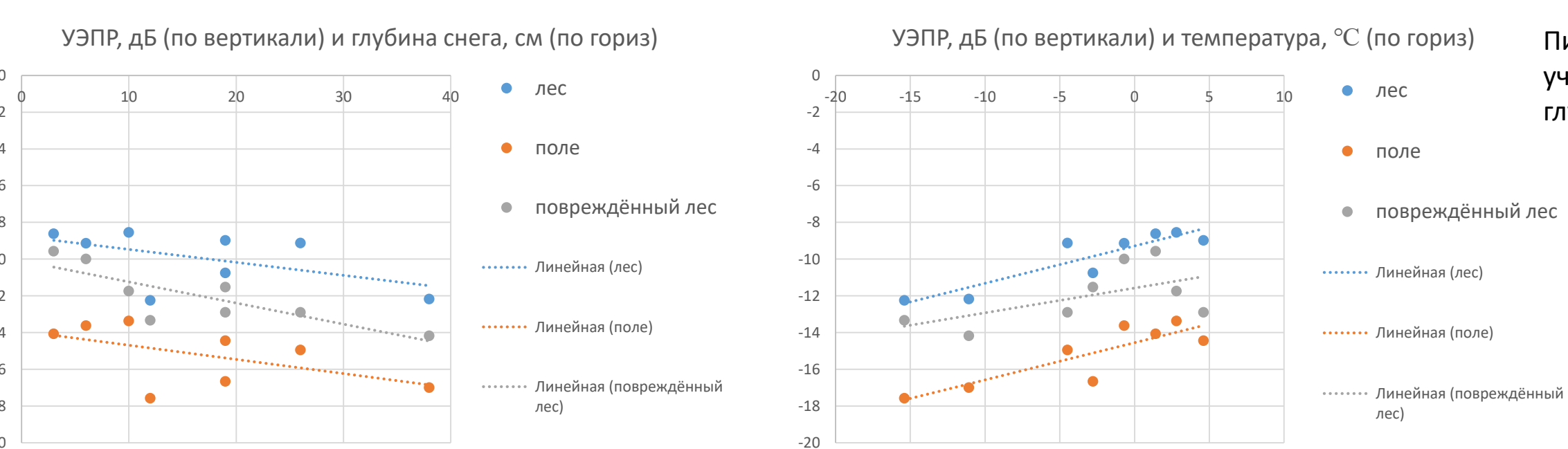


№ п/п	Даты съёмки	Среднесуточная температура, осадки	№ п/п	Даты съёмки	Среднесуточная температура, осадки
1	18.06.2006	+20	15	23.09.2008	+8
2	03.08.2006	+18, дождь	16	08.11.2008	-1
3	18.09.2006	+10,8	17	24.12.2008	-5, снег
4	03.11.2006	-4, морось	18	08.02.2009	+0, туман
5	03.02.2007	-12	19	26.06.2009	+15, дождь
6	21.06.2007	+16	20	11.08.2009	+18
7	06.08.2007	+20	21	26.09.2009	+9, дождь
8	21.09.2007	+9	22	27.12.2009	+2, мокрый снег
9	06.11.2007	-4, мокрый снег	23	11.02.2010	-11
10	22.12.2007	+1, дождь	24	29.03.2010	+4
11	06.02.2008	-1, мокрый снег	25	29.06.2010	+20
12	23.03.2008	+2	26	14.08.2010	+25
13	08.05.2008	+5	27	29.09.2010	+6
14	23.06.2008	+17	28	30.12.2010	-7



Зависимость от глубины снежного покрова

Участок леса (отмечен «3» на изображении в разделе «Данные»), повреждённый лес, впоследствии вырубленный (4), а также открытый участок вблизи них (поле) были выбраны для оценки влияния снежного слоя на УЭПР естественных покровов. Изображения в 8 дат съёмки на протяжении периода 2006–2010, в которые, по свидетельству метеостанции, снежный покров присутствовал, были подвергнуты обработке. Как показано на рисунке ниже, уровень УЭПР леса держится около -9...-12 дБ. УЭПР поля всюду ниже и составляет -14...-17 дБ. График повреждённого участка на раннем этапе наблюдений (до весны 2008 года) повторяет график леса, затем значения начинают снижаться, приближаясь к типичным УЭПР для поля (-12...-14 дБ).



Коэффициент корреляции Пирсона УЭПР тестовых участков с температурой (Т) и с глубиной снежного покрова (S):

$$r_{лес,Т} = 0.91$$

$$r_{лес,S} = -0.52$$

$$r_{поле,Т} = 0.86$$

$$r_{поле,S} = -0.54$$

$$r_{повр.лес,Т} = 0.58$$

$$r_{повр.лес,S} = -0.81$$

Выводы

Обработка серии из 49 изображений с 2006 по 2010 год, полученных радиолокатором с синтезированной апертурой PALSAR, выявила:

- ✓ различия в уровне УЭПР берёзового и соснового леса в летнее время;
- ✓ резкое падение уровня УЭПР тестового лесного участка после вырубки;
- ✓ устойчивое снижение уровня УЭПР в течение засушливого жаркого периода для всех типов тестовых участков;
- ✓ снижение уровня УЭПР при морозной погоде для всех тестовых участков;
- ✓ корреляцию УЭПР леса и поля с температурой воздуха зимой (0.9) и заметно меньшую обратную корреляцию с глубиной снежного покрова (-0.5); худшую (по сравнению со здоровым лесом и полем) корреляцию УЭПР повреждённого леса с температурой (0.6) и лучшую — со снегом (-0.8).

Таким образом, данные PCA L-диапазона позволяют проводить надёжную классификацию растительных покровов, однако при классификации и оценке биофизических свойств леса следует учитывать сезонные наблюдения и метеосостояние в день съёмки.