

2014 г., Москва

***Сопряженный анализ измерений
влажности почвы
дистанционными и наземными
методами***

к.т.н., м.н.с. Евгений Швецов¹,
к.б.н., н.с. Татьяна Пономарева²



Лаборатория мониторинга леса¹, лаборатория техногенных экосистем²,
Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН,
e-mail: bashkova_t@mail.ru

Аппарат SMOS (Soil Moisture Ocean Salinity)

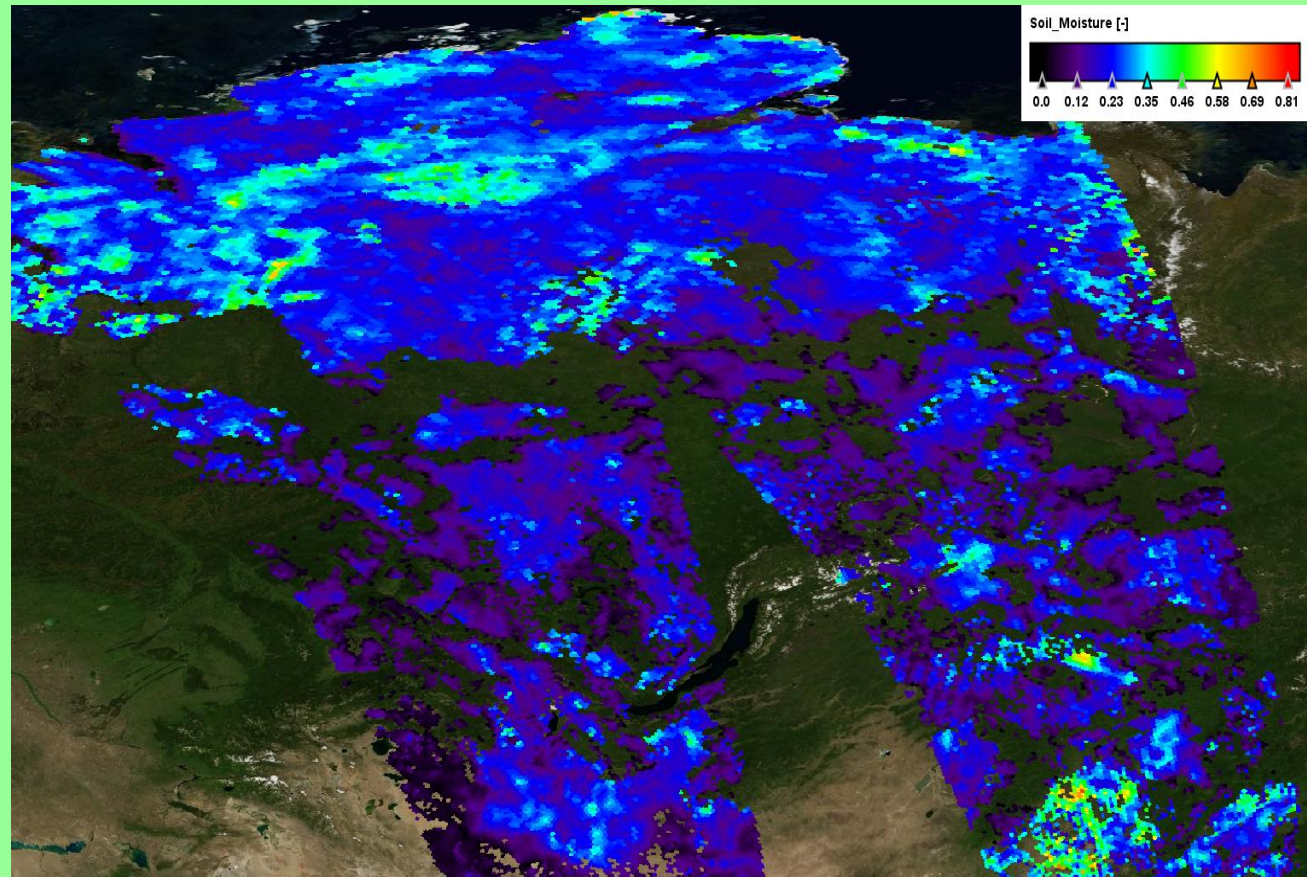
Разработан Европейским космическим агентством
И запущен в ноябре 2009. Аппарат SMOS
Производит измерения микроволнового излучения
земной поверхности в L-диапазоне (1.4 ГГц, 21см).

- Оборудование: Пассивный микроволновый 2D-интерферометр
- Пространственное разрешение: ~43 км
- Временное разрешение: 3 дня на экваторе

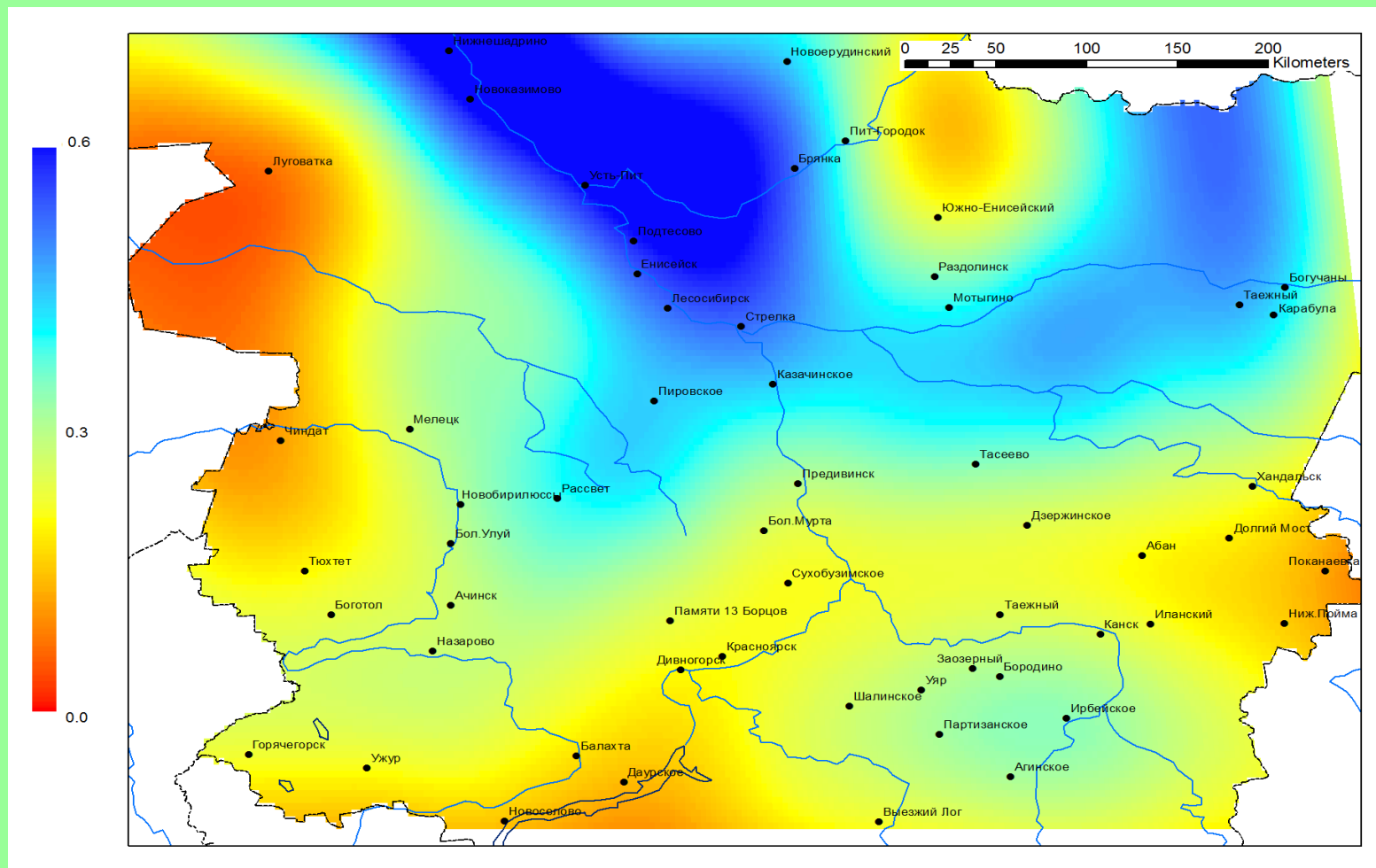


Продукт влажности почвы SMOS Уровня 2

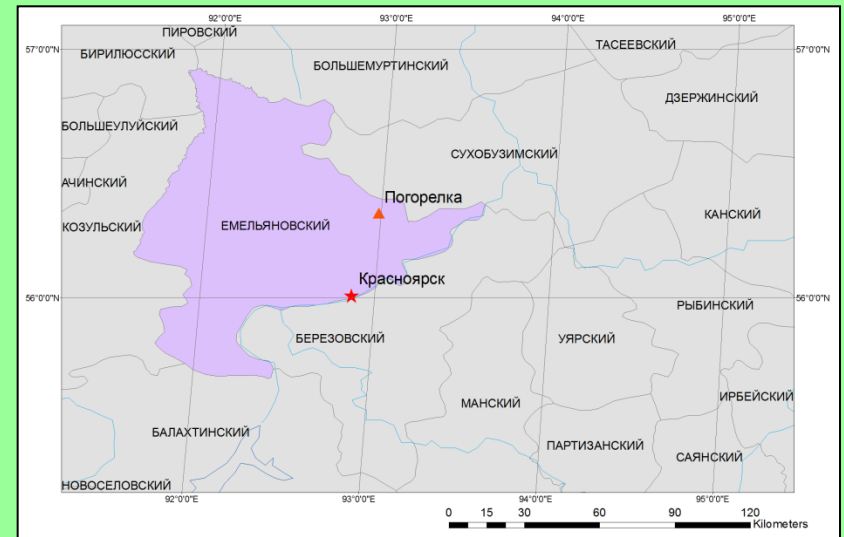
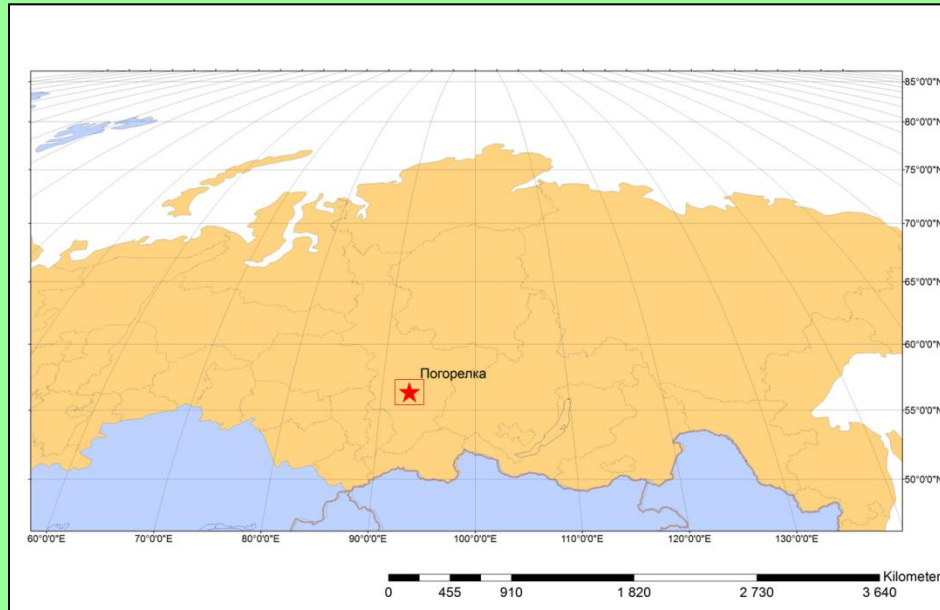
Использовался
продукт влажности
SMUDP2 за сезоны
2011 – 2014 годов



Карта влажности центральных районов Красноярского края. 01-05 июня 2012



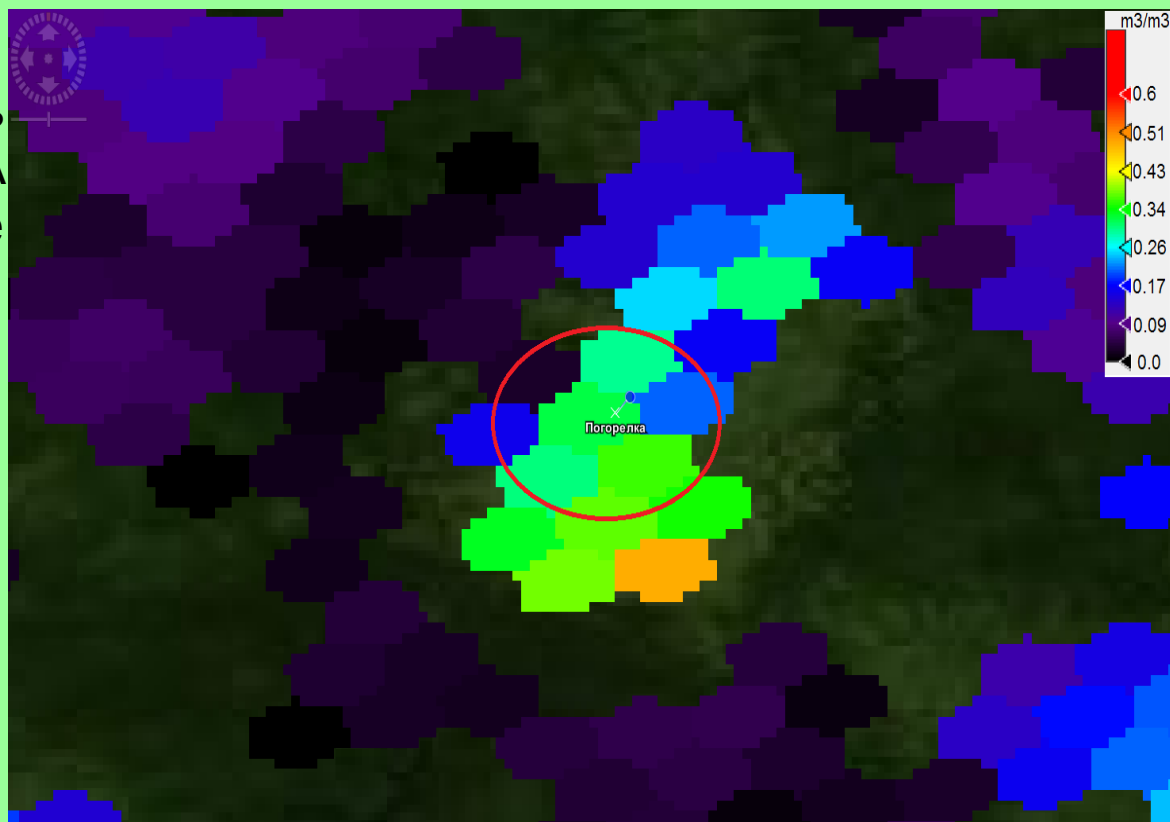
Район исследований



Тестовые участки располагались в лесостепной зоне Красноярского края (район д. Погорелка Емельяновского района).

Выбор данных SMOS

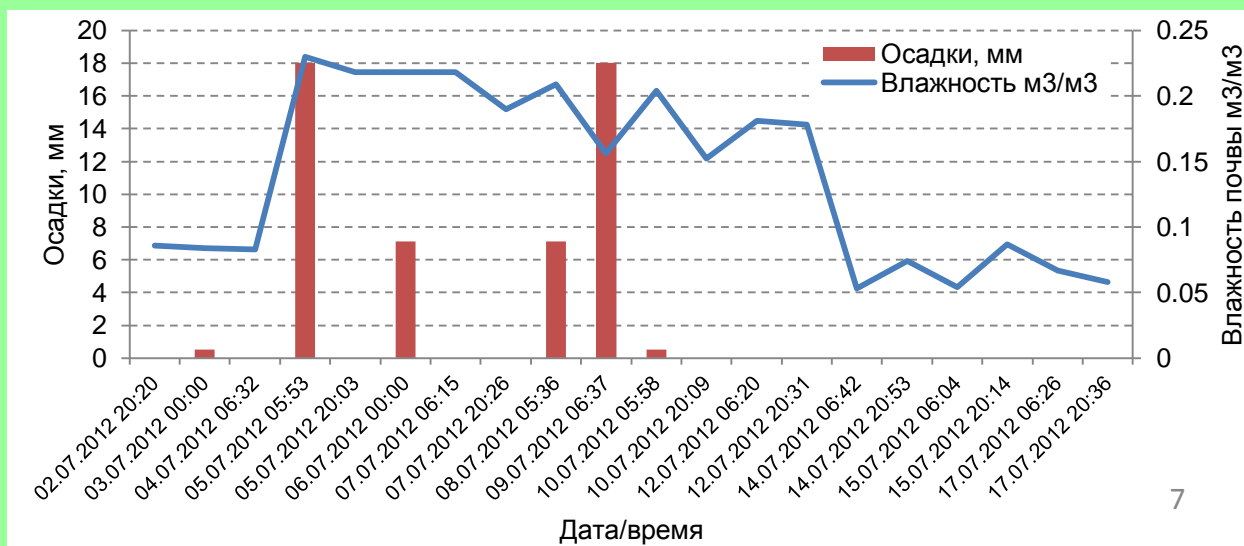
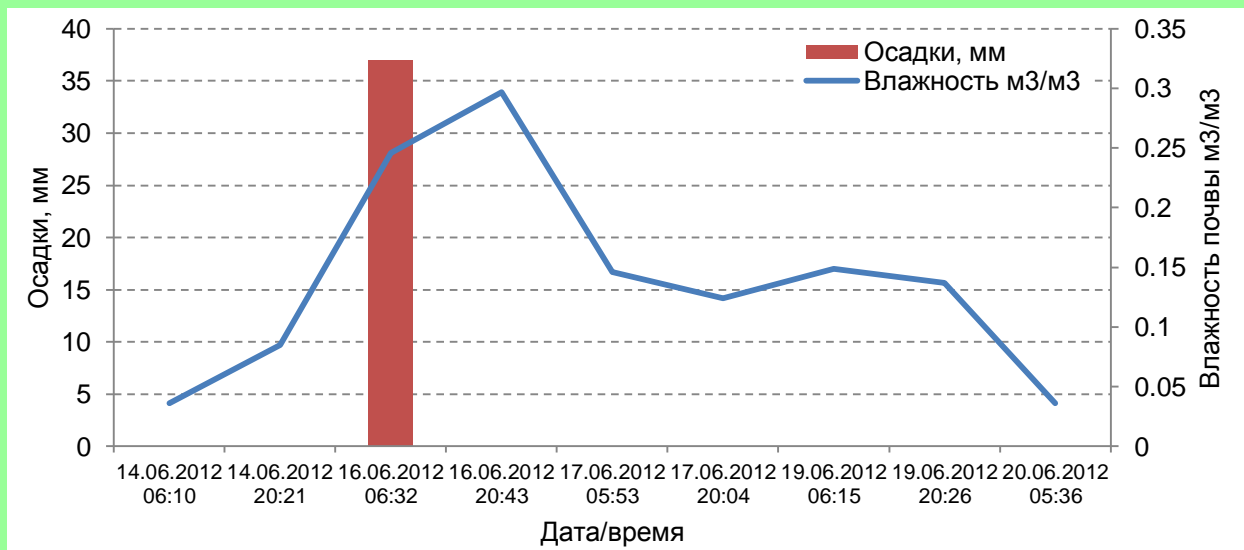
Влажность восстанавливалась по данным узла сетки ISEA 4N9, содержащего тестовые точки.



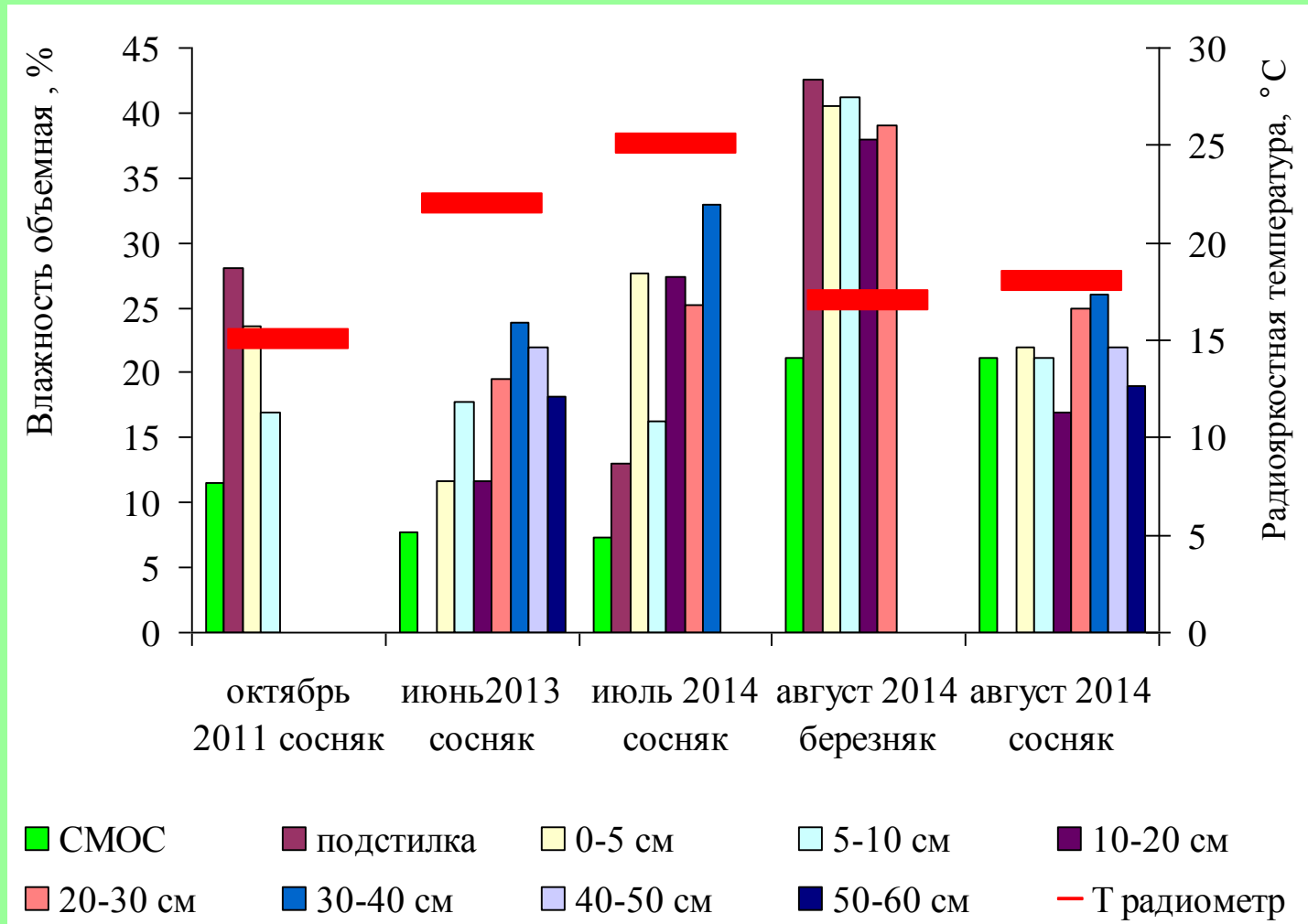
Динамика влажности и осадки

При выпадении осадков регистрировался рост влажности почвы по данным SMOS.

При отсутствии осадков наблюдалось снижение уровня влажности.



Влажность почвы по данным СМОС и наземным данным

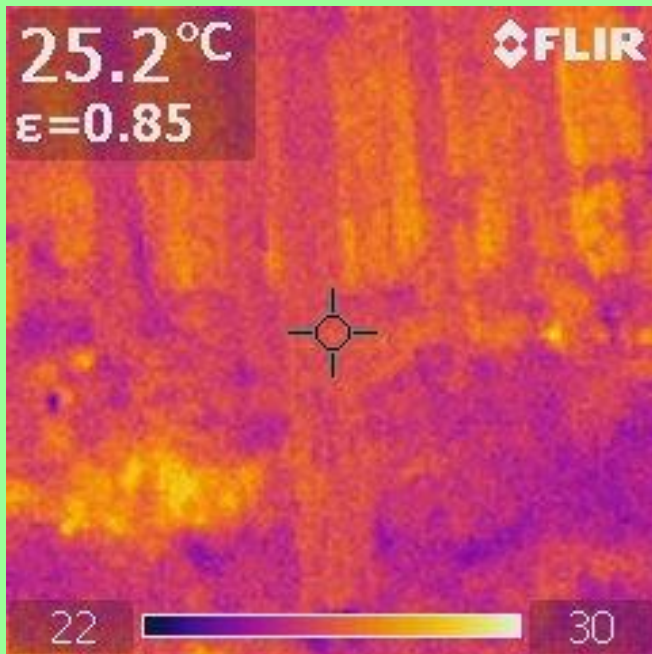


Портативная система инфракрасной съемки FLIR InfraCAM

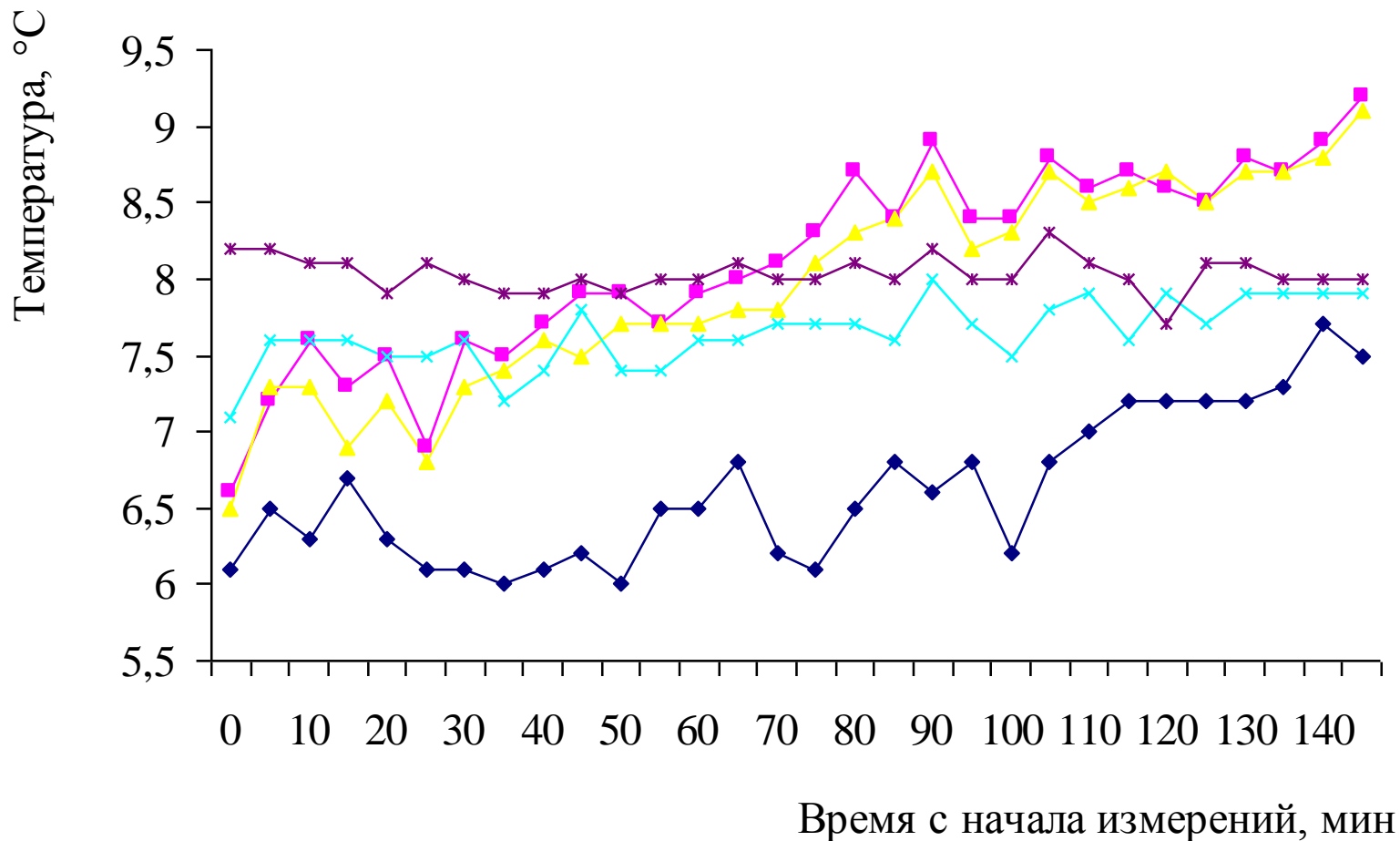


спектральный диапазон (от 7,5 до 13 мкм),
диапазон измеряемой температуры (-10°C —
 $+350^{\circ}\text{C}$), чувствительность ($0,1^{\circ}\text{C}$)

Наземная радиометрическая съемка дает дополнительную корректирующую информацию, особенно для лесных экосистем.

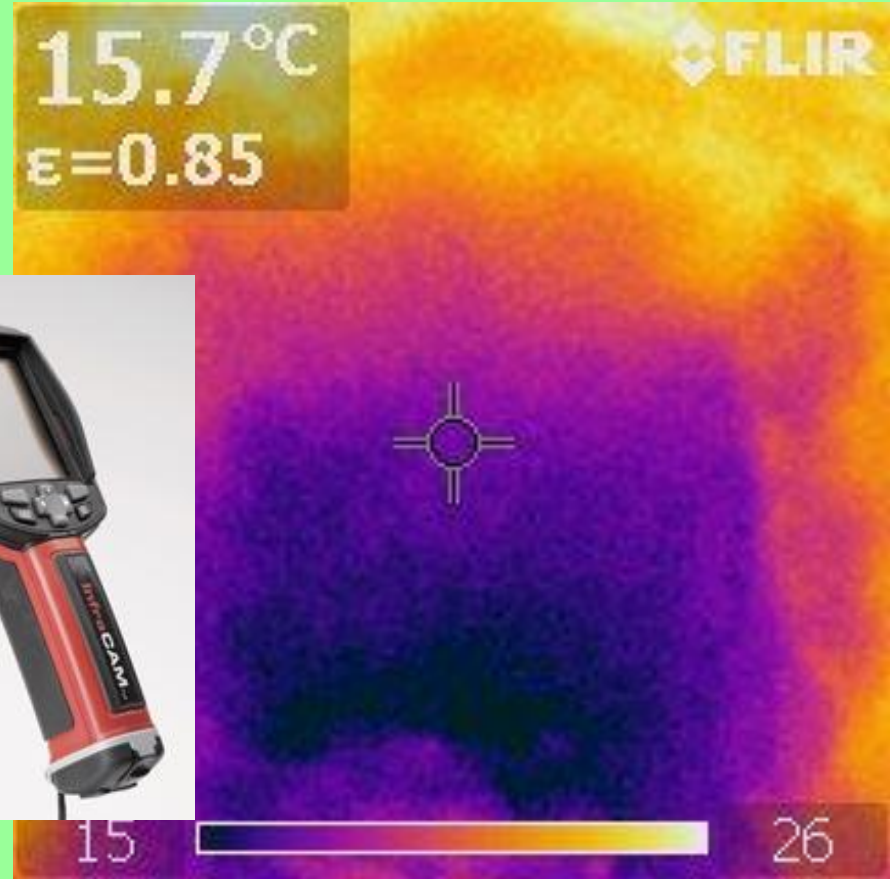


Динамика температуры почвы



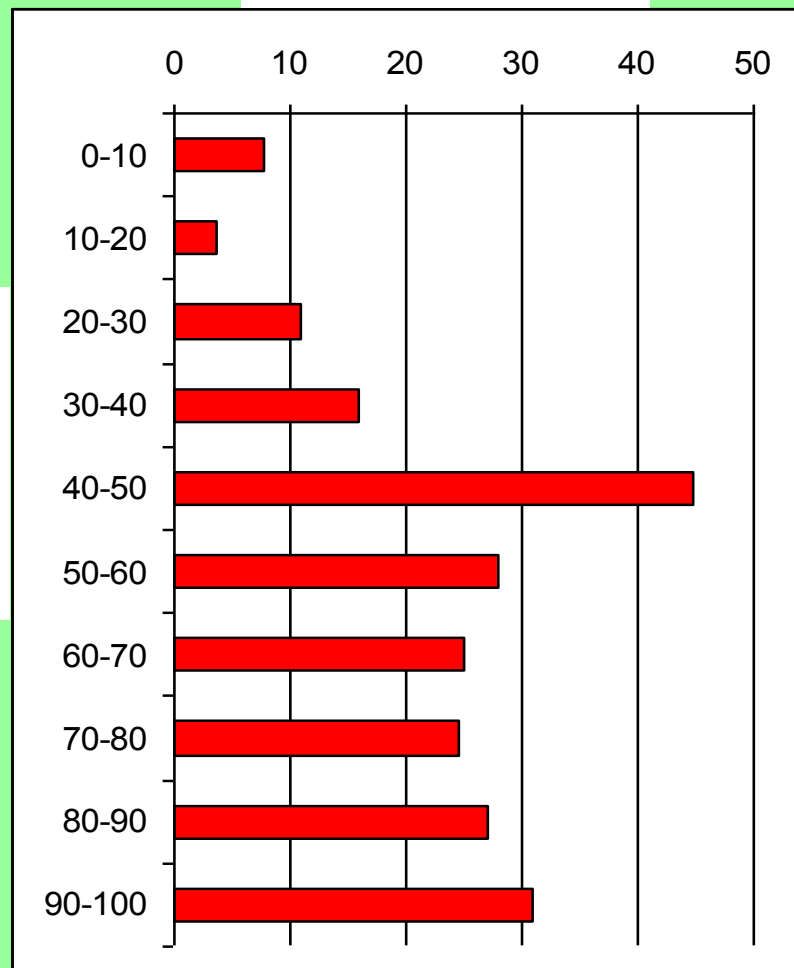
◆ t° радиометр ■ t° воздуха ▲ t° 0 см × t° 5 см * t° 10 см

Радиометрический снимок почвенного профиля

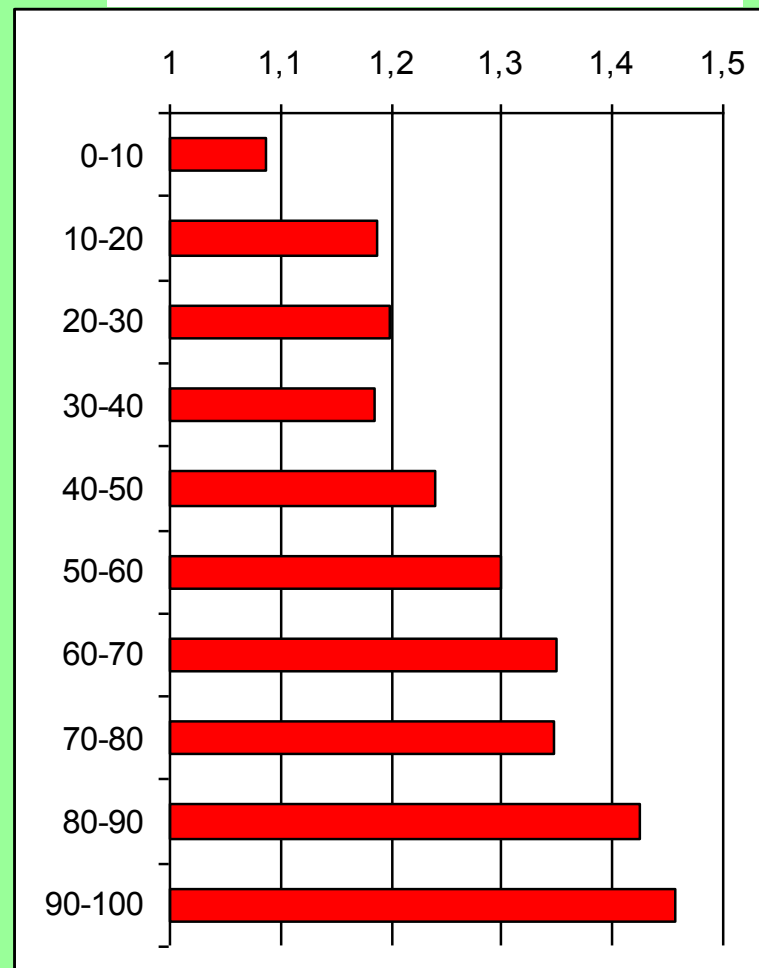


Влажность почв в профиле и радиояркие коэффициенты

Влажность в %



Коэффициент Тярк/Тконт



Глубина, см

Оценка пожарной опасности по данным SMOS

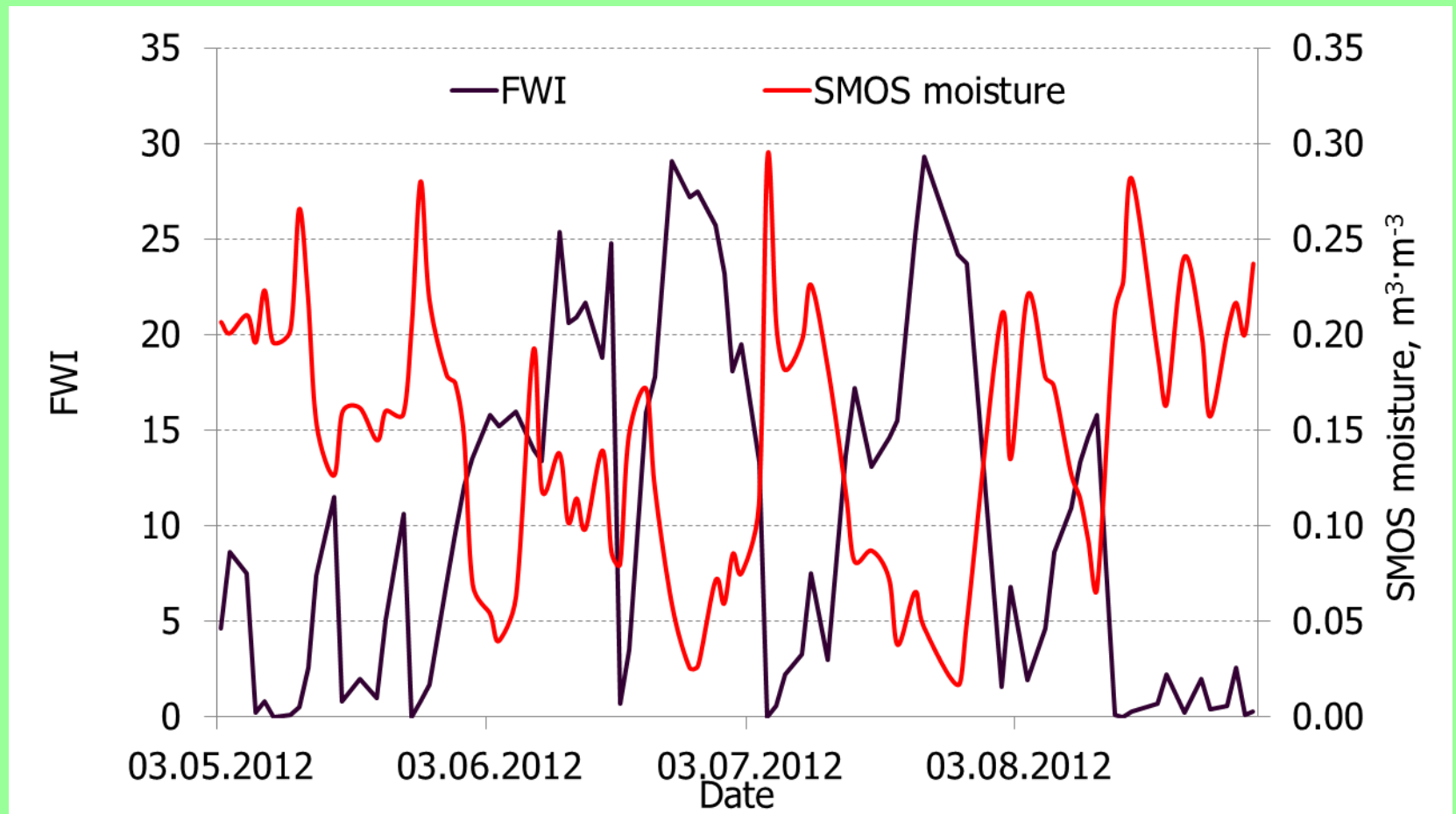
- Оценки влажности по данным продукта SMOS SMUDP2;
- Индексы пожарной опасности ПВ-1 и FWI (Fire Weather Index) вычислялись по данным наземных метеостанций.

Проведен корреляционный анализ для метеостанций, расположенных в центральных и южных районах Красноярского края.

Использовались измерения за май - август 2010 – 2012.

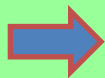
Влажность по данным SMOS и FWI

Метеостанция Ужур, Красноярский край, 2012 ($R^2 = -0.81$)



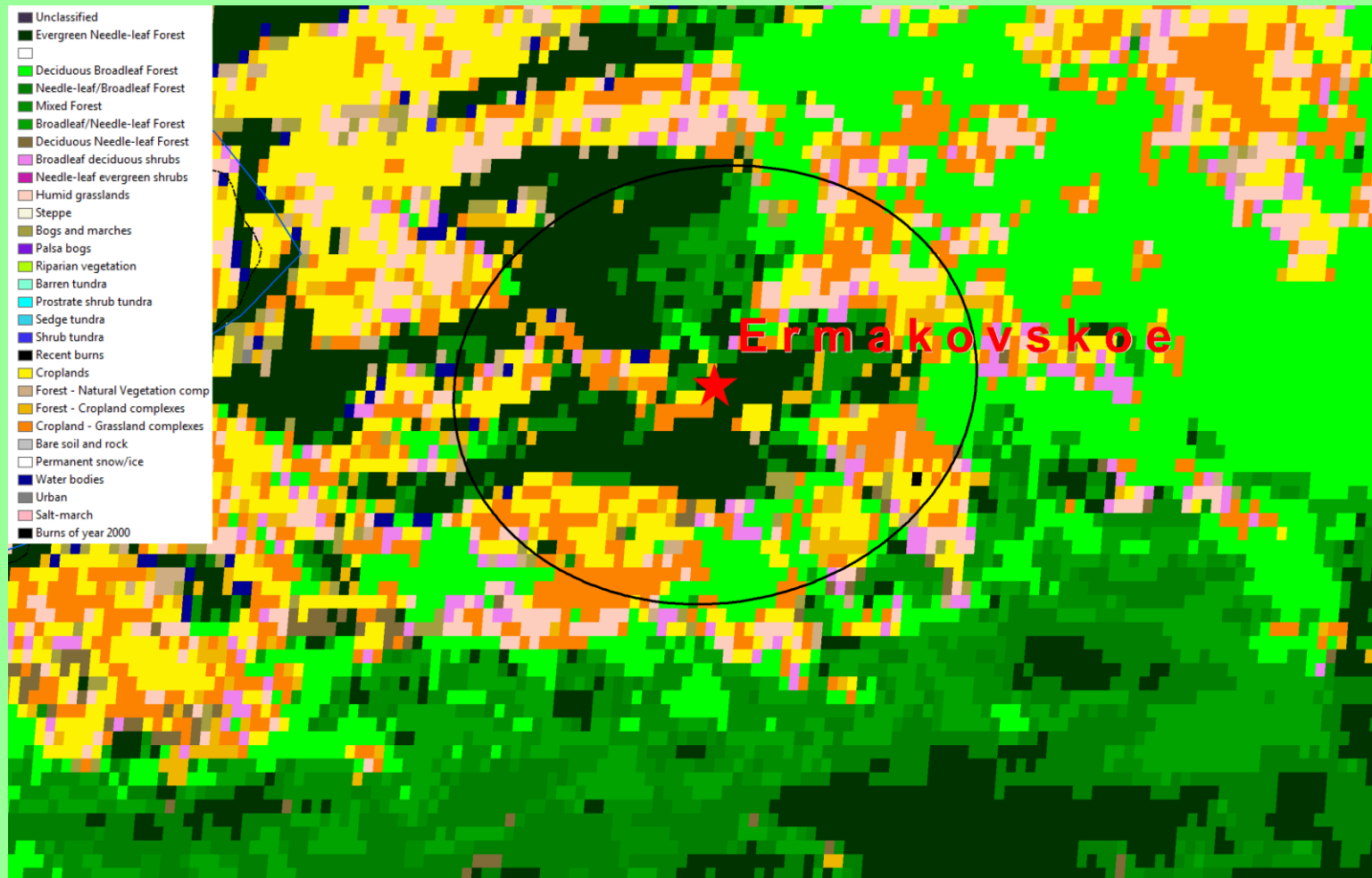
Коэффициенты корреляции для южных районов края

Станция	Год					
	PV-1			FWI		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Эрзин	-0.50	-0.50	-0.40	-0.63	-0.68	-0.38
Кызыл	-0.59	-0.64	-0.39	-0.56	-0.70	-0.57
Таштып	-0.43	-0.32	-0.40	-0.26	-0.09	-0.38
Минусинск	-0.48	-0.72	-0.71	-0.46	-0.66	-0.82
Ермаковское	0.07	-0.27	-0.41	0.12	-0.05	-0.39
Ужур	-0.69	-0.71	-0.68	-0.67	-0.70	-0.81



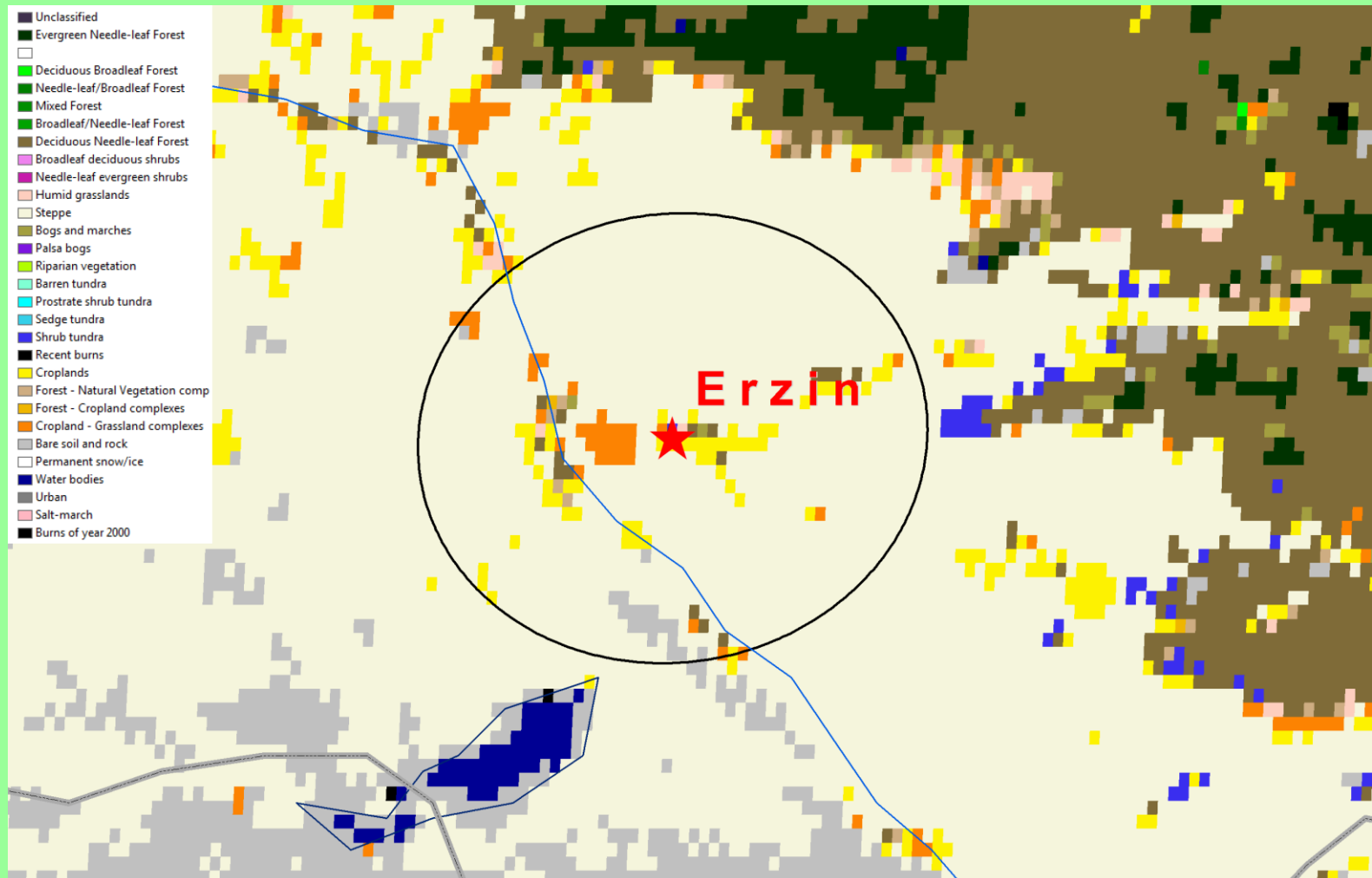
Карта растительности GLC 2000

Неоднородный растительный покров около метеостанции “Ермаковское”.



Карта растительности GLC 2000

Степные и сельхоз участки около метеостанции “Эрзин”, Тува.



Коэффициенты корреляции для центральных и северных районов

Станция	Год					
	PV-1			FWI		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Красноярск	-0.56	-0.40	-0.53	-0.53	-0.34	-0.64
Колба	0.21	0.26	0.40	0.32	0.42	0.43
Агинское	-0.13	-0.30	-0.33	0.02	-0.09	-0.15
Боготол	-0.10	-0.24	-0.56	0.13	-0.05	-0.57
Канск	-0.36	-0.67	-0.52	-0.16	-0.65	-0.61
Бол. Мурта	-0.25	-0.49	-0.45	-0.11	-0.42	-0.48
Енисейск	0.11	0.42	-0.02	0.16	0.48	0.17
Богучаны	0.20	0.39	0.01	0.27	0.56	0.20
Ярцево	0.18	0.33	-0.07	0.27	0.38	-0.01
СЫМ	-0.33	-0.04	-0.18	-0.29	0.04	-0.19

Результаты

- Дистанционно измеренная влажность почвы заметно меняется при выпадении значительных осадков (> 10 мм);
- Значения влажности почвы, полученные на тестовых участках, в большинстве случаев существенно превышали оценки, полученные с помощью спутника SMOS;
- Не обнаружено влияния влажности почвы на отношение радиояркостной температуры к термодинамической;
- Влажность по данным SMOS достаточно хорошо соотносится с уровнем пожарной опасности в районах с преобладанием нелесной растительности;