

Федеральный научный центр
агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения
Российской академии наук

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ СТЕПНЫХ ПОЖАРОВ В СЕВЕРНОМ ПРИКАСПИИ ПО ДАННЫМ LANDSAT И MODIS

Шинкаренко Станислав Сергеевич
н.с. лаборатории геоинформационного моделирования
и картографирования агролесоландшафтов



2 **Последствия степных пожаров 2014 года (фото - май 2015 г.)**



3 **Последствия степных пожаров 2016 года (фото - июль 2016 г.)**



Активизация дефляционных процессов после пожаров 2017 года (фото сентябрь 2017 г.)



Последствия степных пожаров 2014 года (фото - май 2015 г.)



Изменение видового состава и аспекта растительности после пожаров 2014 года (фото - май 2015 г.)

Сгоревший участок

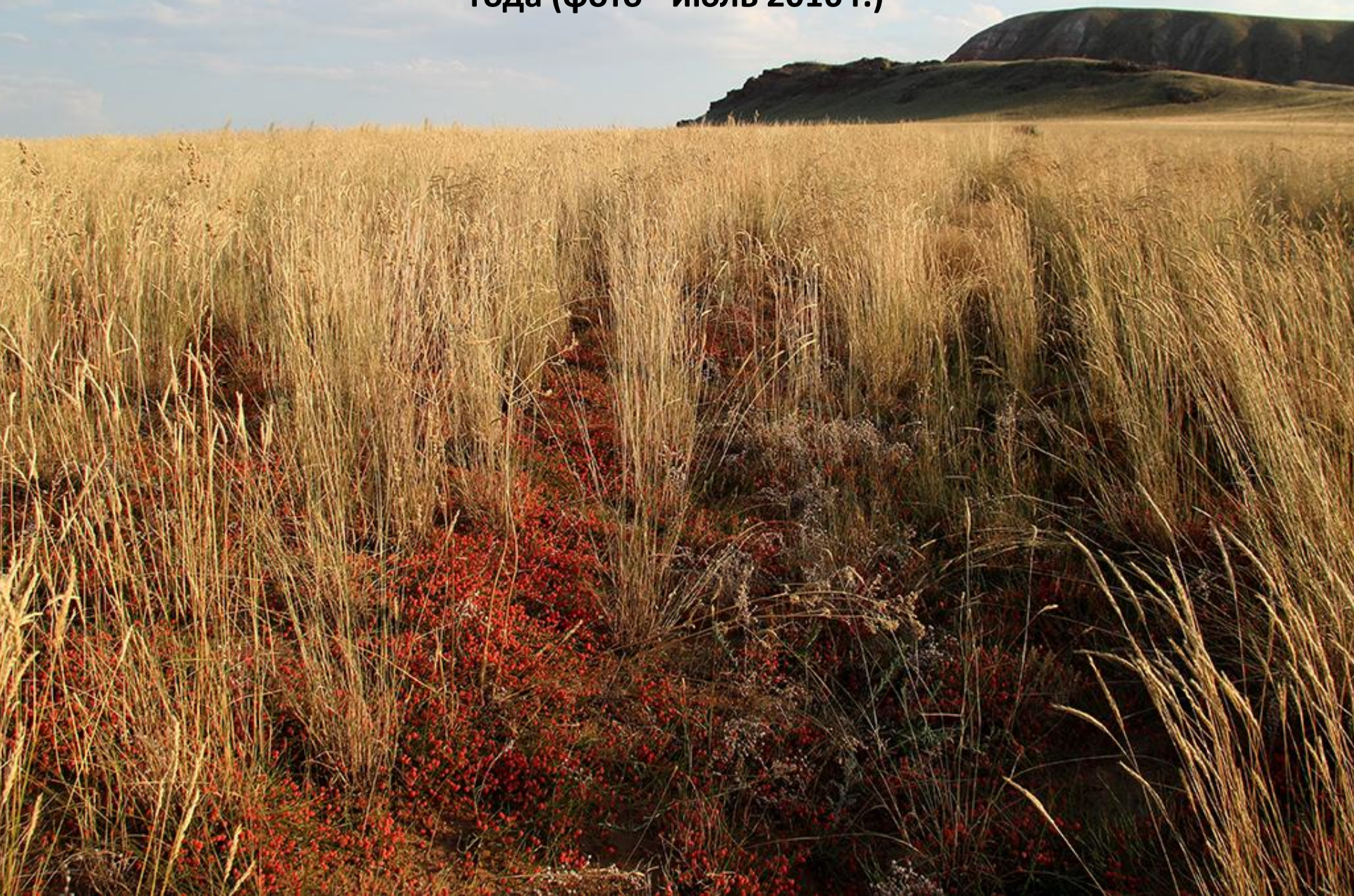
Граница пожара



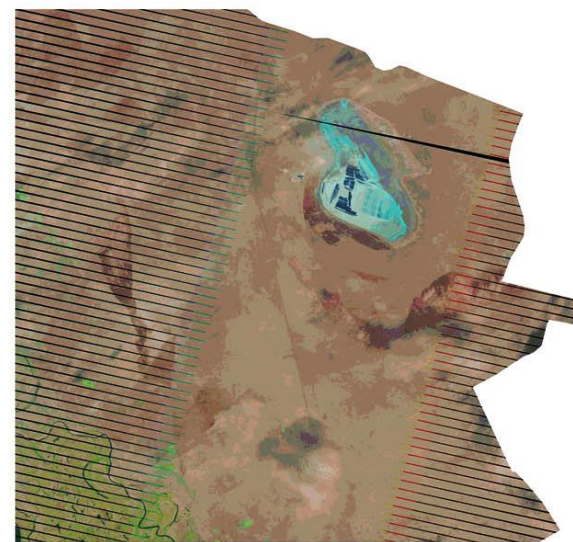
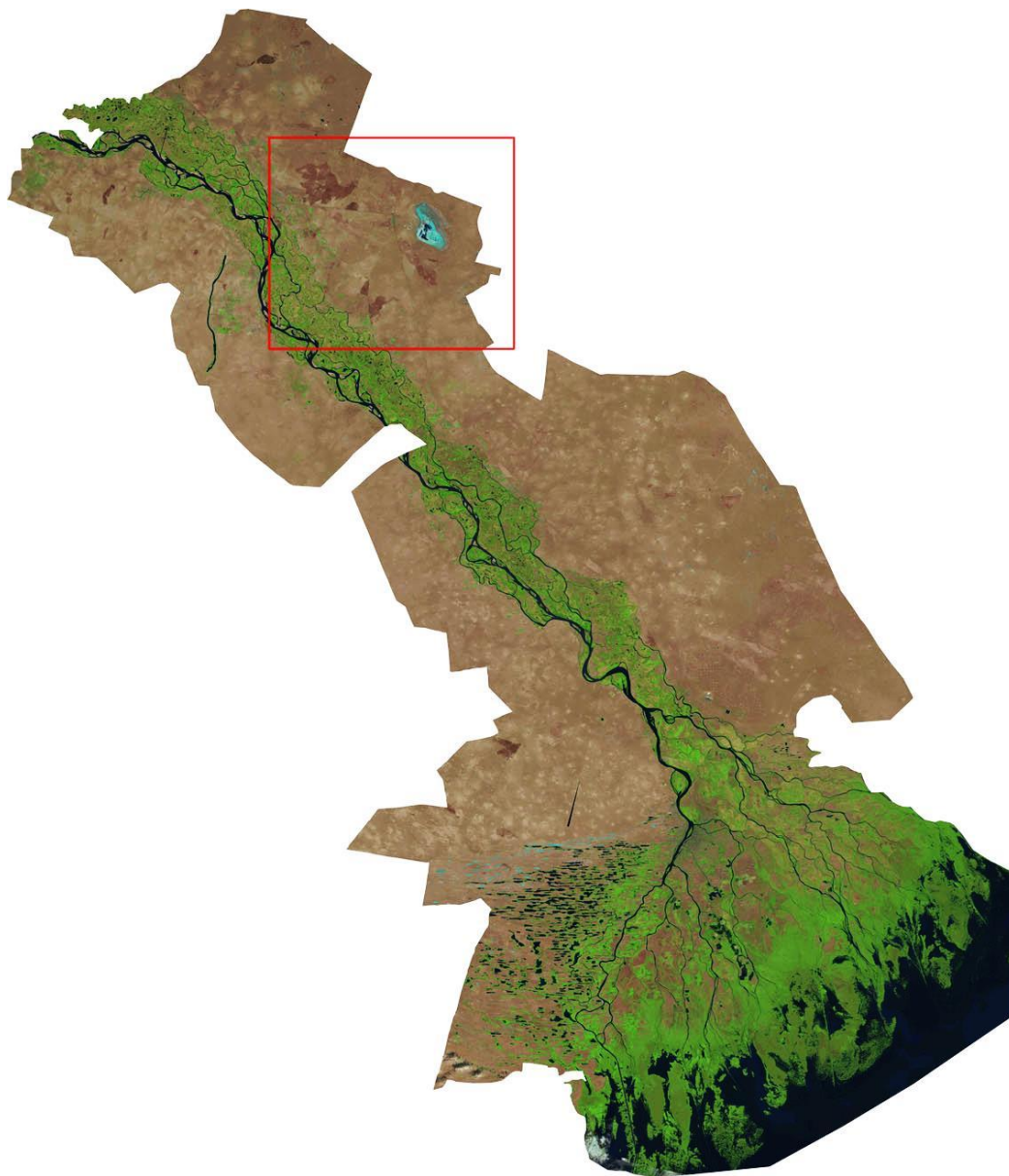
Не сгоревший участок



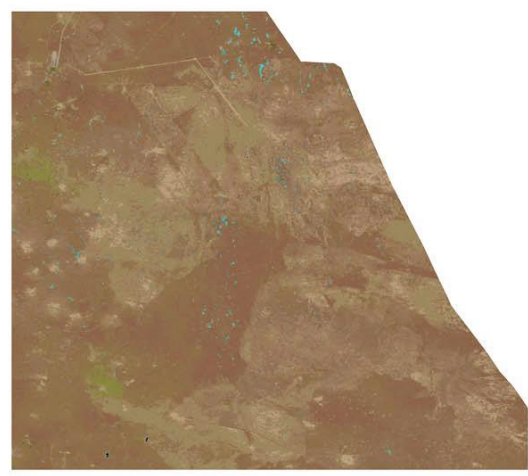
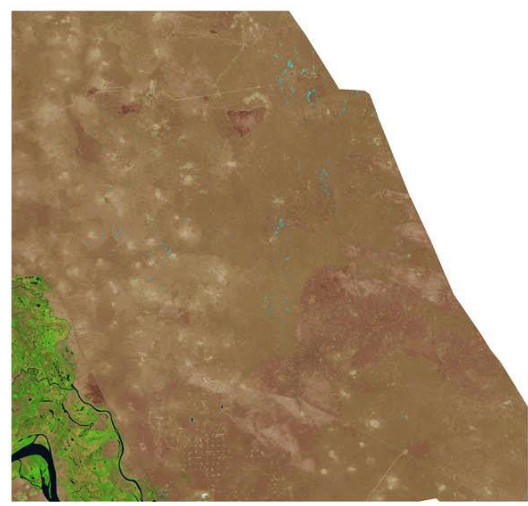
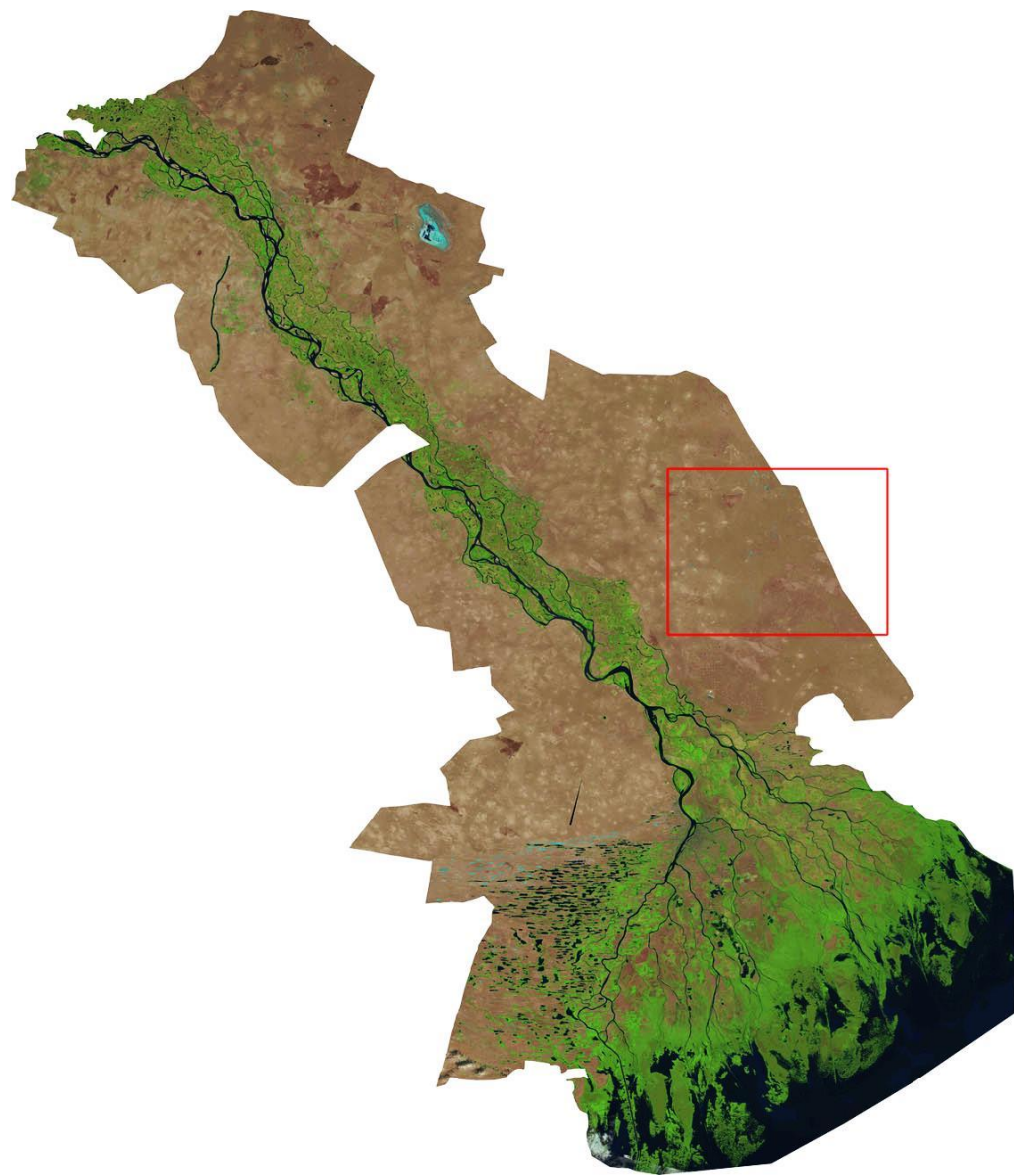
Изменение видового состава и аспекта растительности после пожаров 2014 года (фото - июль 2016 г.)



Дешифрирование космических снимков Landsat 5,7,8 за 1997-2017 гг.



Дешифрирование космических снимков Landsat 5,7,8 за 1997-2017 гг.



10 Сравнение площадей сгоревших территорий по данным MCD45A1 и результатам визуального дешифрирования снимка Landsat 5



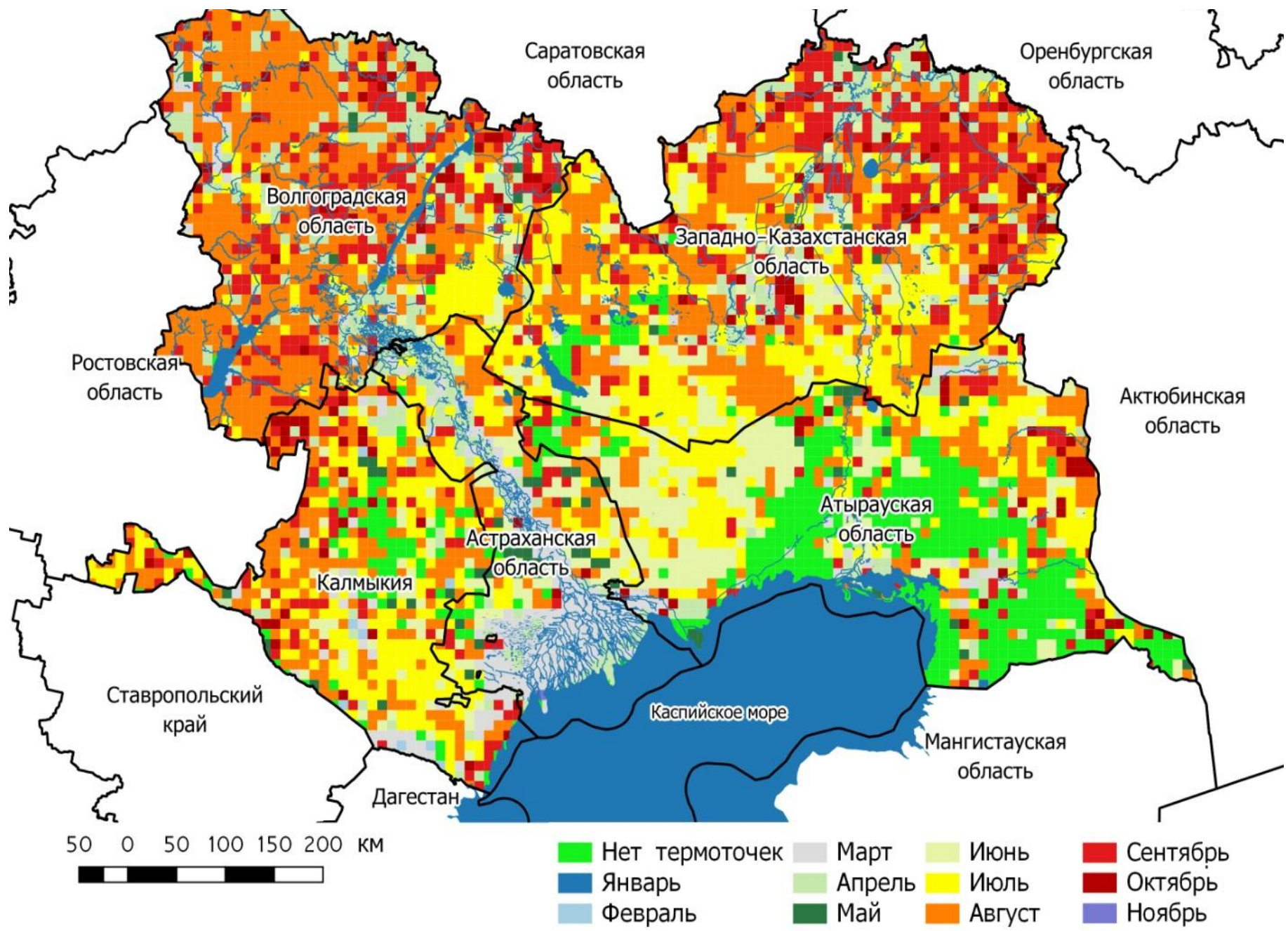
1000 0 1000 2000 3000 4000 м

* Активные очаги горения

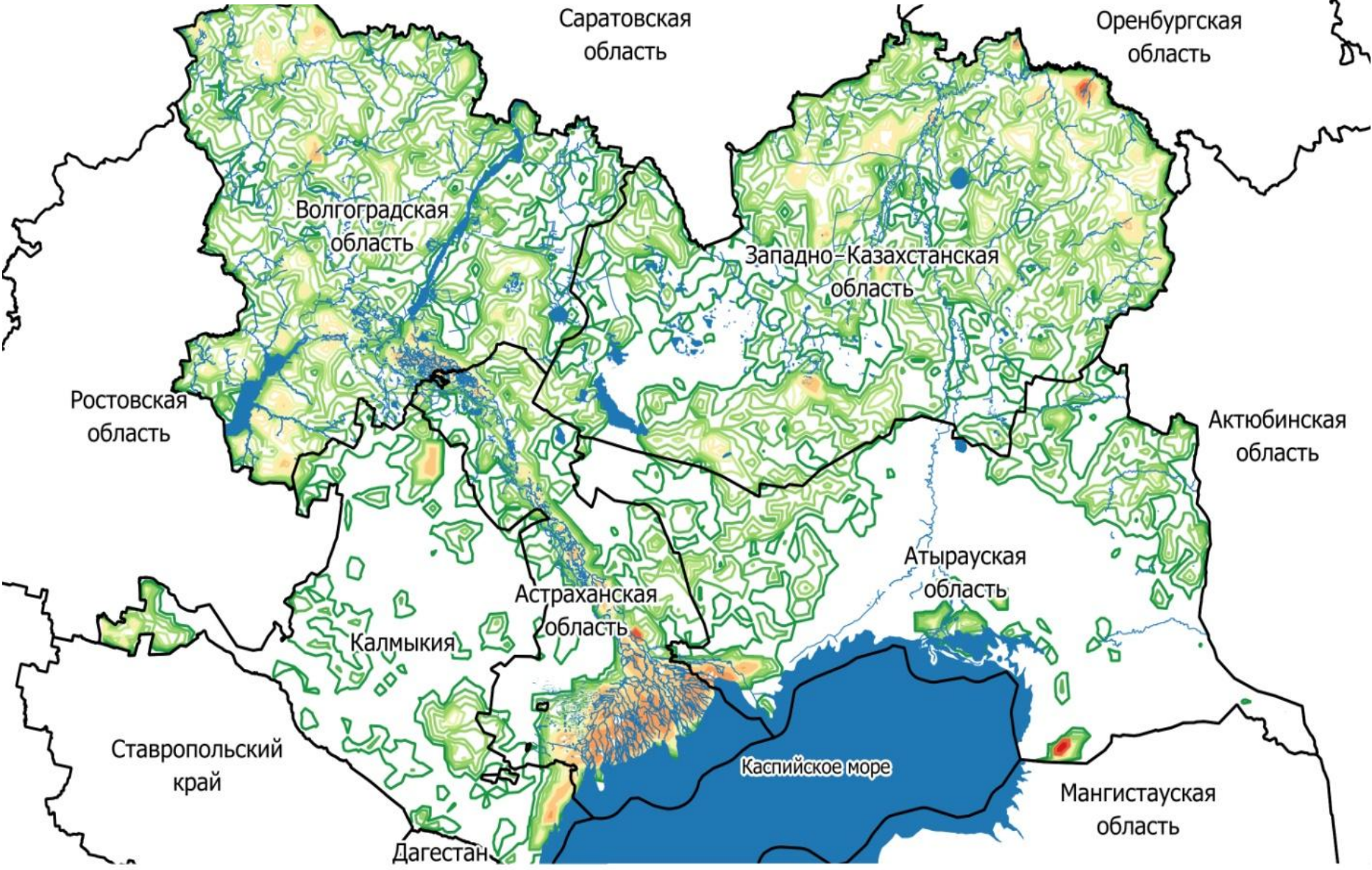
□ MODIS

□ Landsat

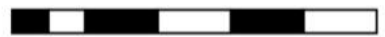
Пространственно-временное распределение очагов горения



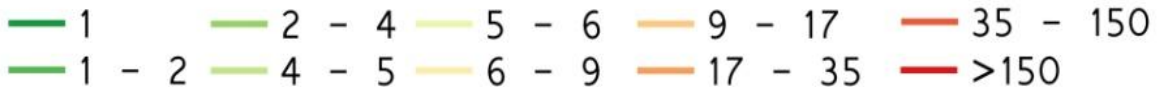
Среднегодовое количество очагов горения



50 0 50 100 150 200 км



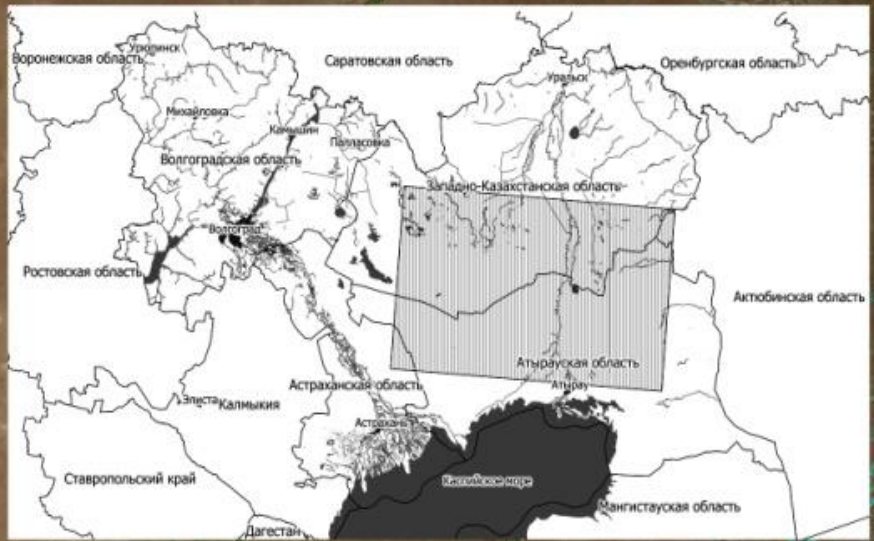
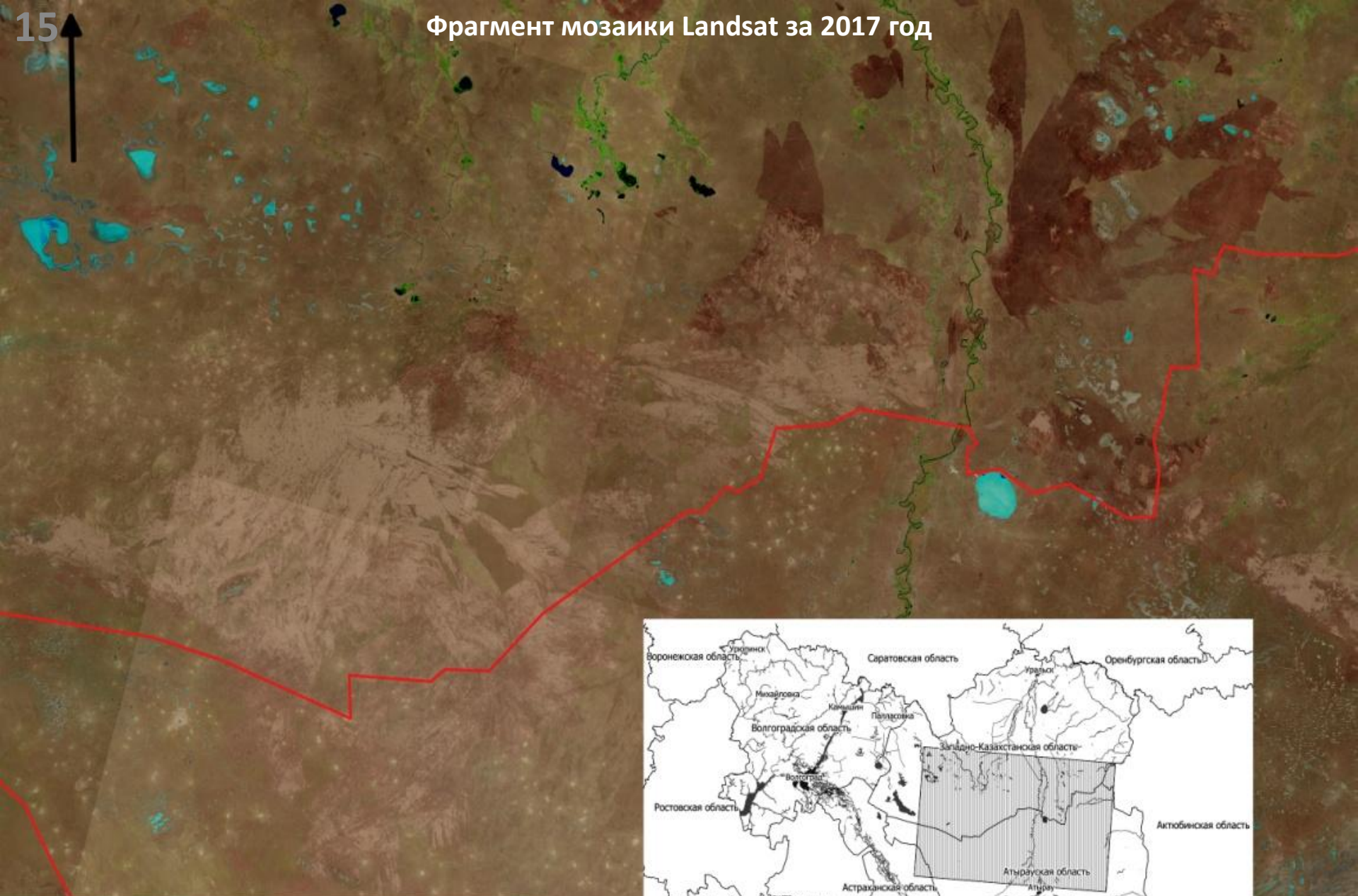
Среднегодовое количество термоточек



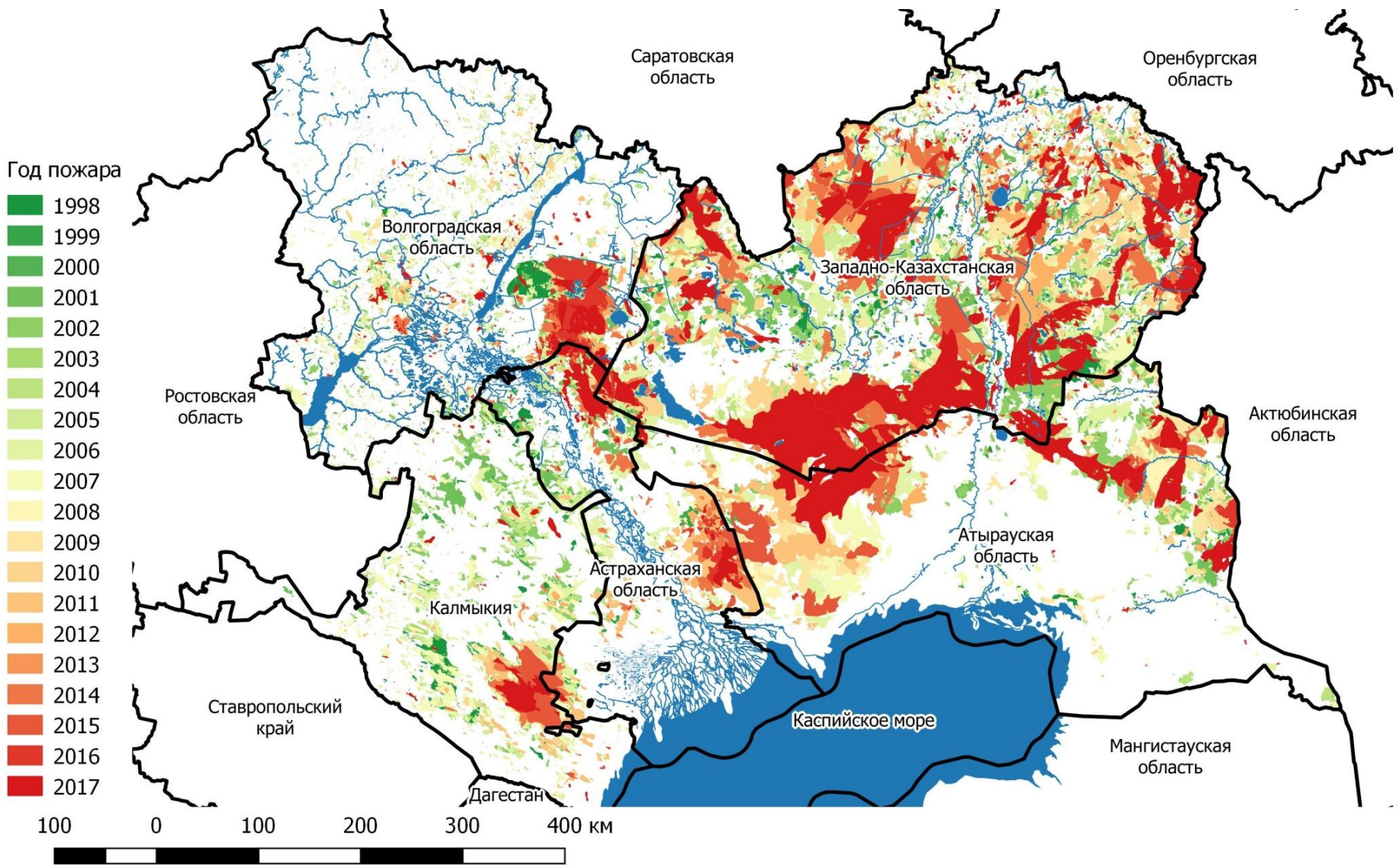
13	Ландшафты	Доля термоточек, %										Плотность в год
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Лесостепные Аллювиально-аккумулятивные	0,0	1,9	15,4	3,8	1,9	9,6	19,2	26,9	19,2	1,9	0,02	
Лесостепные Ледниковые аккумулятивные	0,2	13,3	31,2	3,1	4,7	11,1	17,0	12,2	6,5	0,8	0,03	
Полупустынные Аллювиально-аккумулятивные	0,4	0,0	22,1	0,0	17,6	0,0	48,9	0,0	10,7	0,0	0,01	
Полупустынные Дельтовые аккумулятивные	0,0	0,3	1,3	0,1	30,3	29,9	29,4	7,1	1,2	0,3	0,02	
Полупустынные Денудационные структурные	0,0	3,3	15,8	0,3	3,7	17,1	25,6	25,3	6,2	2,1	0,04	
Полупустынные Эоловые аккумулятивные	0,1	3,1	8,3	1,5	9,0	27,2	29,7	15,6	5,2	0,2	0,03	
Полупустынные Морские аккумулятивные	0,0	1,0	3,6	0,5	19,5	20,3	31,5	17,6	5,7	0,3	0,04	
Полупустынные Озерно-аллювиально аккумулятивные	0,0	0,2	11,5	2,6	5,0	16,1	22,6	31,4	10,6	0,0	0,03	
Полупустынные Речные долины	0,0	0,3	1,3	3,0	14,5	32,0	42,6	5,3	1,0	0,0	0,01	
Полупустынные Солончаковые аккумулятивные	2,1	44,0	32,9	1,8	2,5	3,1	3,5	3,5	4,3	1,9	0,04	
Северопустынные Аллювиально-аккумулятивные	0,0	5,9	23,5	0,0	0,0	0,0	5,9	17,6	47,1	0,0	0,00	
Северопустынные Аллювиально-пролювиальные аккумулятивно-денудационные	5,8	40,5	27,5	2,1	2,1	3,6	3,7	3,7	6,5	3,7	0,05	
Северопустынные Дельтовые аккумулятивные	0,0	0,0	0,0	0,0	19,8	53,4	26,7	0,0	0,0	0,0	0,02	
Северопустынные Делювиально-пролювиальные аккумулятивно-денудационные	0,0	0,0	0,0	0,0	42,9	0,0	57,1	0,0	0,0	0,0	0,00	
Северопустынные Денудационно-эрозионные стуктурные	0,0	0,0	0,1	0,7	12,9	32,2	35,1	9,0	9,8	0,2	0,01	
Северопустынные Денудационные структурные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	
Северопустынные Эоловые аккумулятивно-денудационные	0,1	1,4	1,4	3,0	32,4	31,2	22,8	6,0	1,4	0,3	0,02	
Северопустынные Эоловые аккумулятивные	0,0	4,3	17,4	8,7	17,4	15,2	10,9	17,4	8,7	0,0	0,00	
Северопустынные Морские аккумулятивно-денудационные	0,9	4,2	5,9	6,2	15,0	27,6	22,5	10,0	5,0	1,7	0,02	
Северопустынные Морские аккумулятивные	0,0	9,0	15,2	2,1	2,3	33,0	35,4	2,0	0,9	0,1	0,03	
Северопустынные Озерно-аллювиально аккумулятивные	0,0	0,0	7,1	0,0	7,1	21,4	64,3	0,0	0,0	0,0	0,00	
Северопустынные Речные долины	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	
Северопустынные Солончаковые аккумулятивно-денудационные	0,0	3,7	3,2	5,1	21,5	19,5	24,9	18,3	3,7	0,2	0,00	
Северопустынные Солончаковые аккумулятивные	0,1	6,0	23,2	3,0	1,8	9,3	20,5	21,5	14,1	0,5	0,04	
Сухостепные Аллювиально-аккумулятивные	0,0	1,3	15,3	6,8	8,0	13,4	19,2	20,8	13,8	1,1	0,07	
Сухостепные Аллювиально-пролювиальные аккумулятивные	0,0	1,0	10,6	1,3	3,8	17,2	23,4	28,8	13,7	0,1	0,03	
Сухостепные Делювиально-пролювиальные аккумулятивные	0,0	0,3	17,3	4,4	4,6	6,3	22,2	26,6	18,0	0,2	0,05	
Сухостепные Денудационно-эрозионные пластовые	0,0	7,5	18,2	2,5	1,7	11,4	27,3	24,5	6,0	0,9	0,04	
Сухостепные Денудационные структурные	0,0	4,6	8,4	0,9	0,8	11,0	38,9	24,7	10,2	0,6	0,04	
Сухостепные Лессовые аккумулятивно-денудационные	0,1	0,0	8,8	0,0	2,3	0,0	65,8	0,0	22,9	0,0	0,02	
Сухостепные Лессовые аккумулятивные	0,0	3,8	5,2	1,6	2,7	31,6	30,3	15,9	8,1	0,7	0,01	
Сухостепные Морские аккумулятивные	0,2	5,4	13,3	1,2	2,1	13,1	24,0	27,6	12,4	0,9	0,04	
Сухостепные Речные долины	0,0	2,5	12,4	2,3	4,0	12,4	29,0	25,9	11,1	0,4	0,03	
Сухостепные Смешанного происхождения аккумулятивно-денудационные	0,0	5,1	15,9	3,3	3,2	14,2	29,9	17,2	10,5	0,8	0,04	
Типично-степные Аллювиально-аккумулятивные	0,0	0,4	15,8	1,2	1,7	2,1	21,2	45,2	12,4	0,0	0,06	
Типично-степные Денудационные структурные	0,0	1,1	15,3	2,4	6,0	12,1	23,1	24,1	15,7	0,3	0,05	
Типично-степные Денудационные структурные	0,0	4,1	9,8	3,3	8,2	12,5	48,1	9,5	3,6	0,9	0,02	
Типично-степные Эоловые аккумулятивные	0,0	2,8	21,7	3,7	0,5	6,6	29,2	22,8	11,5	1,0	0,04	
Типично-степные Ледниковые аккумулятивно-денудационные	0,0	3,1	17,8	2,1	0,3	10,3	41,2	16,1	8,2	0,8	0,05	
Типично-степные Ледниковые аккумулятивные	0,2	10,2	15,3	1,3	0,3	14,0	35,9	16,8	4,7	1,3	0,03	
Типично-степные Лессовые аккумулятивно-денудационные	0,0	7,9	5,3	0,0	0,3	42,3	34,1	7,9	1,3	0,9	0,08	
Типично-степные Лессовые аккумулятивные	0,0	5,7	18,4	1,5	1,5	8,4	26,2	11,7	21,4	5,1	0,03	
Типично-степные Речные долины	0,0	7,6	16,4	1,7	0,7	10,6	33,0	20,8	8,6	0,7	0,04	
Типично-степные Смешанного происхождения аккумулятивно-денудационные	1,4	24,5	26,7	4,3	4,1	5,9	17,1	7,5	7,9	0,5	0,01	

Даты использованных снимков Landsat (dd.m)

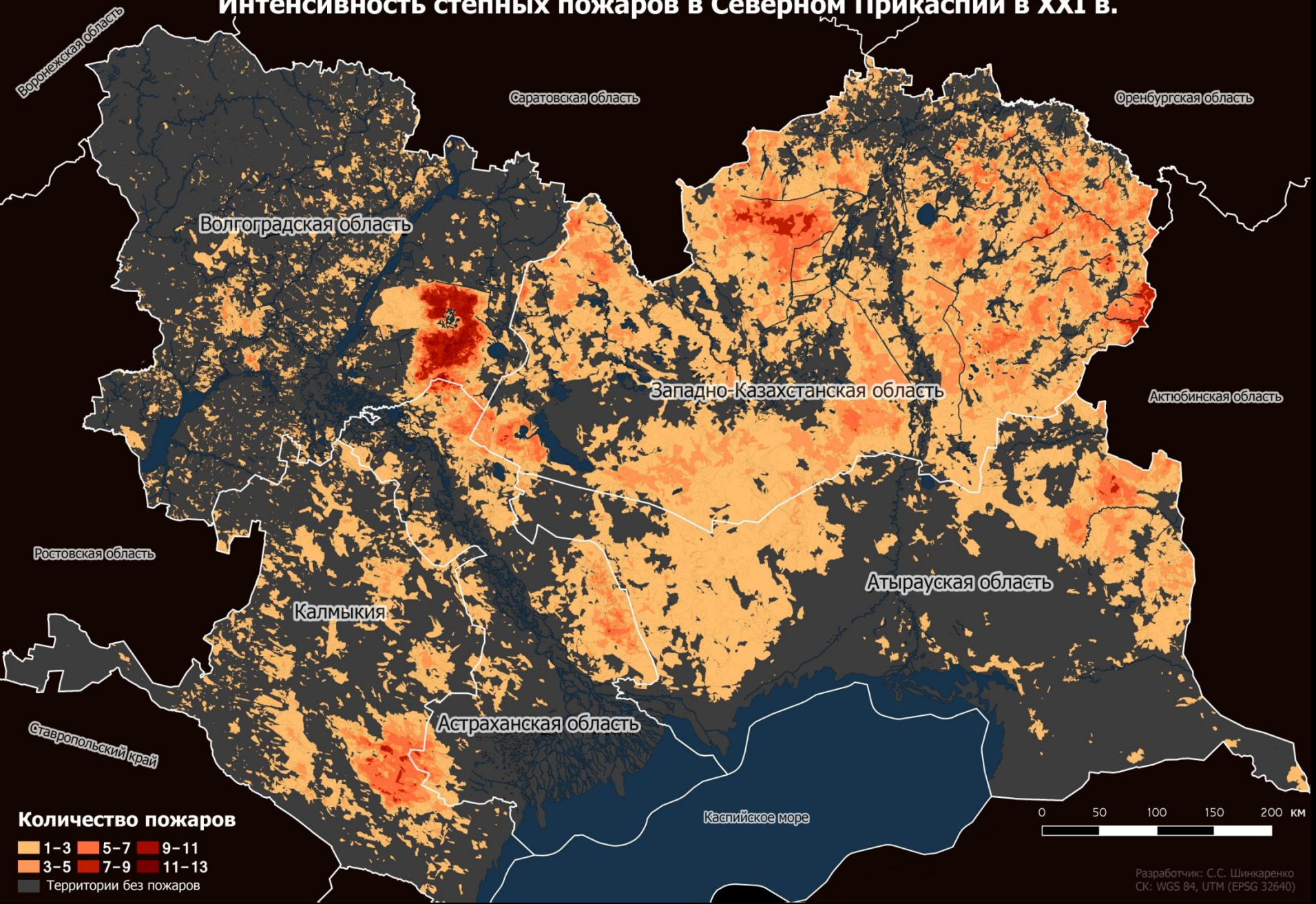
Path	Row	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
164	27		23.9	9.8	11.8	7.9	26.9	29.9	15.9	18.9	29.9	16.9	4.10	5.9	16.9	11.9	21.9	31.8	3.9	22.9	x	11.9
	28		23.9	9.8	11.8	7.9	10.9	29.9	15.9	18.9	29.9	16.9	4.10	5.9	16.9	11.9	21.9	31.8	3.9	22.9	24.9	11.9
165	25		14.9	x	2.8	x	x	20.9	x	25.9	4.9	23.9	x	28.9	15.9	x	28.9	7.9	25.8	29.9	30.8	18.9
	26		14.9	16.8	x	14.9	31.7	x	8.10	25.9	20.9	23.9	1.9	28.9	15.9	26.9	28.9	7.9	25.8	29.9	30.8	18.9
	27		14.9	16.8	x	14.9	1.9	x	22.9	25.9	20.9	23.9	1.9	15.11	15.9	26.9	28.9	7.9	25.8	29.9	30.8	18.9
	28		14.9	16.8	18.8	14.9	1.9	x	22.9	25.9	20.9	23.9	1.9	28.9	15.9	26.9	28.9	7.9	25.8	29.9	30.8	18.9
166	24		21.9	23.8	x	x	24.9	27.9	x	2.10	27.9	14.9	18.10	3.9	x	1.9	19.9	13.8	17.9	x	6.9	x
	25		21.9	x	x	20.8	24.9	27.9	28.8	2.10	27.9	30.9	18.10	3.9	6.9	1.9	19.9	13.8	17.9	4.9	6.9	25.9
	26		21.9	23.8	18.9	21.9	24.9	27.9	29.9	16.9	27.9	30.9	8.9	3.9	6.9	1.9	19.9	14.9	17.9	4.9	6.9	25.9
	27		21.9	23.8	26.9	21.9	24.9	27.9	29.9	16.9	19.9	30.9	8.9	3.9	6.9	9.9	19.9	14.9	17.9	20.9	x	25.9
167	24		28.9	30.8	9.9	28.9	15.9	2.9	20.9	9.10	2.9	21.9	30.8	13.11	21.9	31.8	25.8	29.9	24.9	27.9	28.8	16.9
	25		28.9	30.8	9.9	28.9	15.9	2.9	20.9	9.10	2.9	21.9	30.8	13.11	21.9	31.8	26.9	29.9	24.9	27.9	28.8	16.9
	26		28.9	30.8	9.9	28.9	30.8	2.9	20.9	7.9	2.9	21.9	30.8	13.11	21.9	31.8	26.9	29.9	8.9	27.9	28.8	16.9
	27		28.9	x	x	28.9	30.8	2.9	20.9	10.11	2.9	21.9	30.8	13.11	21.9	31.8	26.9	29.9	8.9	27.9	28.8	16.9
	28		28.9	x	9.9	20.9	x	2.9	20.9	x	2.9	5.9	30.8	2.9	21.9	31.8	x	13.9	x	27.9	13.9	16.9
168	24		19.9	21.8	x	19.9	6.9	25.9	27.9	30.9	25.9	28.9	30.9	17.9	20.9	x	16.8	11.8	x	x	4.9	23.9
	25		2.8	x	x	3.9	6.9	28.11	27.9	30.9	25.9	28.9	30.9	17.9	20.9	23.9	3.10	11.8	x	18.9	4.9	23.9
	26		19.9	x	x	3.9	6.9	25.9	27.9	30.9	25.9	28.9	30.9	17.9	20.9	23.9	3.10	11.8	15.9	18.9	4.9	22.8
	27		19.9	x	23.8	3.9	20.7	25.9	27.9	14.9	25.9	28.9	30.9	25.9	20.9	23.9	1.9	27.8	15.9	18.9	4.9	22.8
	28		19.9	x	23.8	3.9	x	25.9	27.9	14.9	9.9	28.9	30.9	9.9	20.9	23.9	17.9	27.8	15.9	18.9	4.9	23.9
169	25		10.9	x	x	x	13.9	31.8	17.8	3.7	31.8	3.9	21.9	8.9	27.9	14.9	8.9	18.8	6.9	25.9	3.9	29.8
	26		26.9	x	x	17.8	12.8	31.8	17.8	3.7	31.8	19.9	29.9	24.9	27.9	14.9	8.9	3.9	6.9	25.9	3.9	14.9
	27		26.9	x	x	17.8	29.9	2.10	18.9	20.8	16.9	19.9	5.9	24.9	27.9	22.9	24.9	2.8	6.9	25.9	3.9	14.9
	28		26.9	x	x	17.8	29.9	15.8	18.9	23.10	24.9	19.9	21.9	24.9	27.9	29.8	24.9	19.9	6.9	25.9	3.9	14.9
	29		26.9	x	x	2.9	29.9	2.10	x	23.10	16.9	19.9	x	24.9	27.9	6.9	24.9	19.9	6.9	25.9	11.9	14.9
170	25		17.9	19.8	14.9	17.9	4.9	23.9	25.9	28.9	23.9	2.9	4.9	15.9	18.9	x	15.9	2.9	29.9	x	25.8	21.9
	26		17.9	19.8	14.9	17.9	4.9	x	25.9	14.10	23.9	25.8	4.9	15.9	18.9	21.9	15.9	2.9	x	16.9	4.10	21.9
	27		17.9	19.8	14.9	17.9	3.8	23.9	25.9	30.10	23.9	25.8	4.9	15.9	10.9	21.9	15.9	2.9	x	16.9	2.9	21.9
	28		17.9	19.8	14.9	x	3.8	23.9	25.9	x	23.9	18.9	4.9	15.9	10.9	21.9	15.9	2.9	x	16.9	2.9	22.9
171	25		8.9	3.9	5.9	x	11.9	30.9	16.9	21.10	30.9	1.9	27.9	6.9	25.9	20.9	6.9	16.8	4.9	7.9	24.8	12.9
	26		24.9	x	5.9	15.8	11.9	30.9	16.9	21.10	30.9	1.9	27.9	22.9	25.9	28.9	6.9	16.8	4.9	23.9	24.8	28.9
	27		8.9	x	5.9	16.9	11.9	22.9	16.9	3.9	30.9	1.9	10.8	22.9	25.9	28.9	8.10	16.8	x	23.9	24.8	12.9
	28		8.9	10.8	x	31.8	27.9	22.9	16.9	3.9	29.8	1.9	10.8	21.8	25.9	28.9	6.9	16.8	x	23.9	24.8	12.9
172	25		15.9	x	x	x	1.8	29.9	7.9	26.9	21.9	8.9	2.9	29.9	16.9	19.9	13.9	23.8	27.9	14.9	31.8	19.9
	26		15.9	17.8	x	6.8	18.9	28.8	7.9	26.9	21.9	23.8	2.9	29.9	16.9	19.9	13.9	23.8	27.9	30.9	31.8	19.9
	27		15.9	x	x	6.8	18.9	28.8	7.9	26.9	21.9	8.9	2.9	13.9	31.8	19.9	13.9	23.8	11.9	30.9	31.8	19.9
	28		15.9	17.8	12.9	6.8	x	28.8	7.9	26.9	x	8.9	2.9	x	31.8	19.9	13.9	23.8	x	30.9	31.8	19.9
173	24		22.9		3.9	22.9	x	20.9	x	17.9	28.9	x	9.9	20.9	23.9	x	20.9	14.8	x	21.9	x	x
	25		22.9		3.9	22.9	9.9	20.9	x	3.10	28.9	14.8	9.9	20.9	7.9	x	20.9	14.8	18.9	21.9	25.10	x
	26		21.8	1.9	x	22.9	x	20.9	14.9	3.10	28.9	14.8	9.9	20.9	7.9	18.9	20.9	30.8	18.9	5.9	25.10	x
	28		5.8	1.9	19.9	6.9	25.9	20.9	14.9	1.9	28.9	x	9.9	12.9	23.9	26.9	20.9	14.8	18.9	5.9	7.9	26.9
174	24		13.9	8.9	x	x	x	27.9	21.9	24.9	19.9	6.9	x	27.9	14.9	x	27.9	24.10	x	28.9	29.8	17.9
	25		13.9	8.9	x	x	x	27.9	21.9	24.9	19.9	6.9	x	27.9	14.9	17.9	27.9	24.10	x	28.9	29.8	17.9
	26		28.8	x	10.9	x	x	27.9	21.9	24.9	19.9	6.9	x	27.9	14.9	17.9	27.9	24.10	x	12.9	29.8	x



Пространственно-временное распределение гарей



Интенсивность степных пожаров в Северном Прикаспии в XXI в.



Количество пожаров

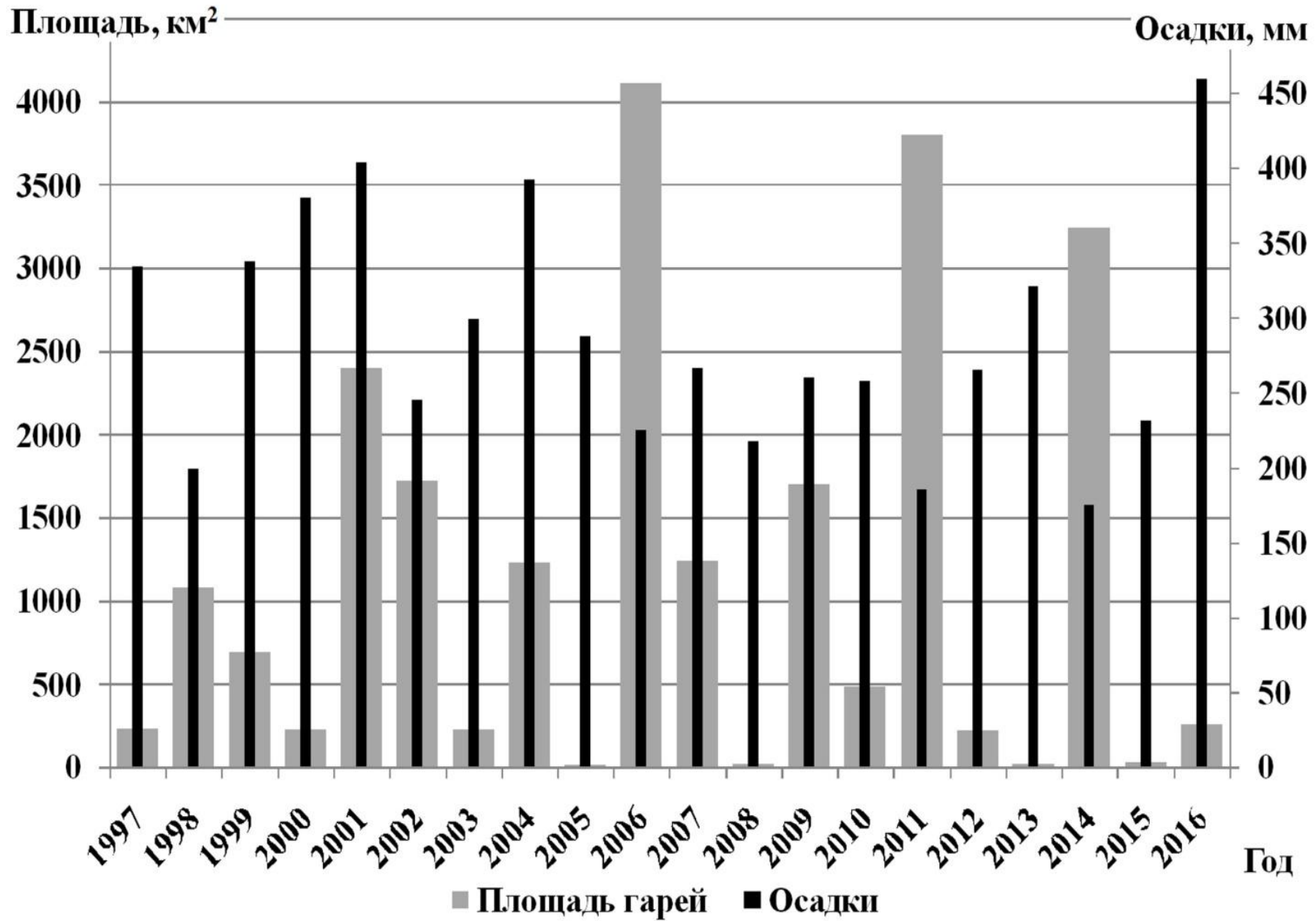
1-3	5-7	9-11
3-5	7-9	11-13
Территории без пожаров		



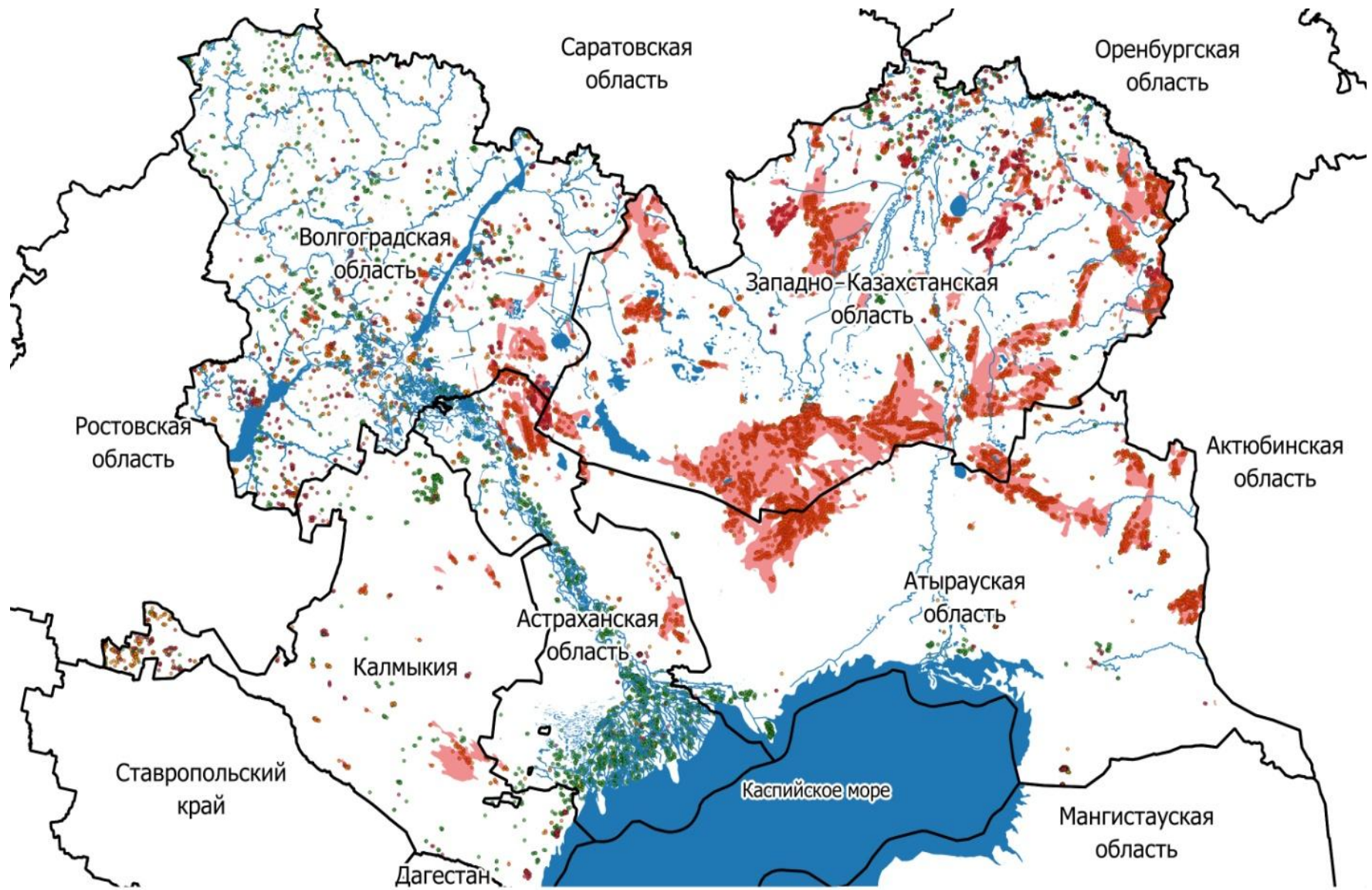
Разработчик: С.С. Шинкаренко
 СК: WGS 84, UTM (EPSG 32640)

18 Год	Количество гарей					Площадь гарей, км²				
	Астраханская	Волгоградская	Калмыкия	Атырауская	ЗКО	Астраханская	Волгоградская	Калмыкия	Атырауская	ЗКО
1998	28	37	108	45	312	2212,6	4572,9	5623,5	2134,0	23918,2
1999	18	2	5	5	25	832,6	7,5	238,5	72,9	475,0
2000	11	3	30	8	23	1062,2	34,3	2983,0	594,9	600,3
2001	26	280	55	37	158	3406,6	6380,1	3150,3	5716,9	30715,7
2002	144	402	164	81	450	2918,5	4368,2	6437,9	7364,1	22273,7
2003	16	51	25	19	230	216,6	231,1	533,0	562,9	9565,1
2004	46	209	45	34	198	1341,7	2762,2	1576,5	1635,4	14176,4
2005	39	757	184	48	455	1679,2	4510,2	2888,1	3231,8	16444,9
2006	153	485	257	81	401	5612,3	3355,5	7334,4	8192,9	26581,7
2007	71	343	154	88	306	1814,3	2780,4	5695,8	7077,1	12664,5
2008	29	357	36	35	151	898,4	2240,0	352,9	3697,9	10479,7
2009	17	92	15	33	213	1367,7	2103,1	174,5	6782,0	10943,9
2010	29	260	59	51	434	840,5	4095,6	1156,1	2680,7	19826,9
2011	54	28	63	26	53	4035,9	945,1	3616,8	4568,0	4415,9
2012	31	36	13	26	110	1053,6	2812,9	219,9	1230,5	12186,0
2013	1	10	2	4	38	2,5	21,3	43,0	137,6	1603,2
2014	77	113	38	33	240	3674,9	3952,9	985,4	2445,4	15496,6
2015	13	94	3	14	93	934,6	485,2	2402,7	3426,6	7776,7
2016	43	43	11	10	51	772,1	3236,2	48,5	131,4	1120,0
2017	39	105	27	42	240	2492,5	2641,8	1529,4	9048,0	27341,5
Среднее	44	185	65	36	209	1858,5	2576,8	2349,5	3536,5	13430,3

Площади гарей в зональных ландшафтах Астраханской области и годовые суммы осадков по данным метеостанции "Астрахань"



Контура гарей и «термоточки» за 2017 год



Термоточки

- Гари
- Весна
- Лето
- Осень

Распределение гарей в регионах по размерным классам

Регион	Размерные классы, км ²					
	<2	2-6	6-10	10-20	20-50	>50
Астраханская область	18%	18%	15%	23%	13%	13%
Волгоградская область	31%	23%	17%	10%	9%	10%
Калмыкия	15%	19%	19%	22%	19%	7%
Атырауская область	16%	20%	14%	18%	9%	23%
ЗКО	36%	21%	9%	9%	9%	17%
Всего	30%	22%	12%	12%	10%	14%

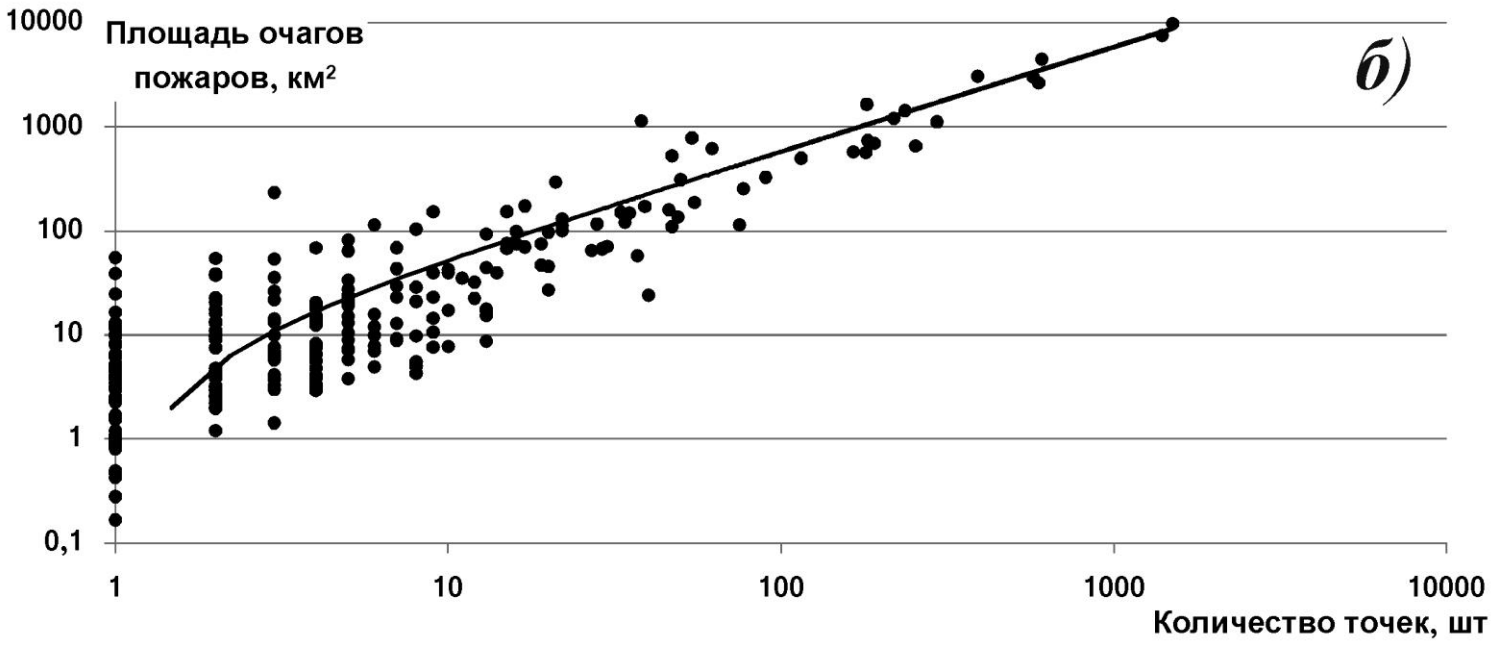
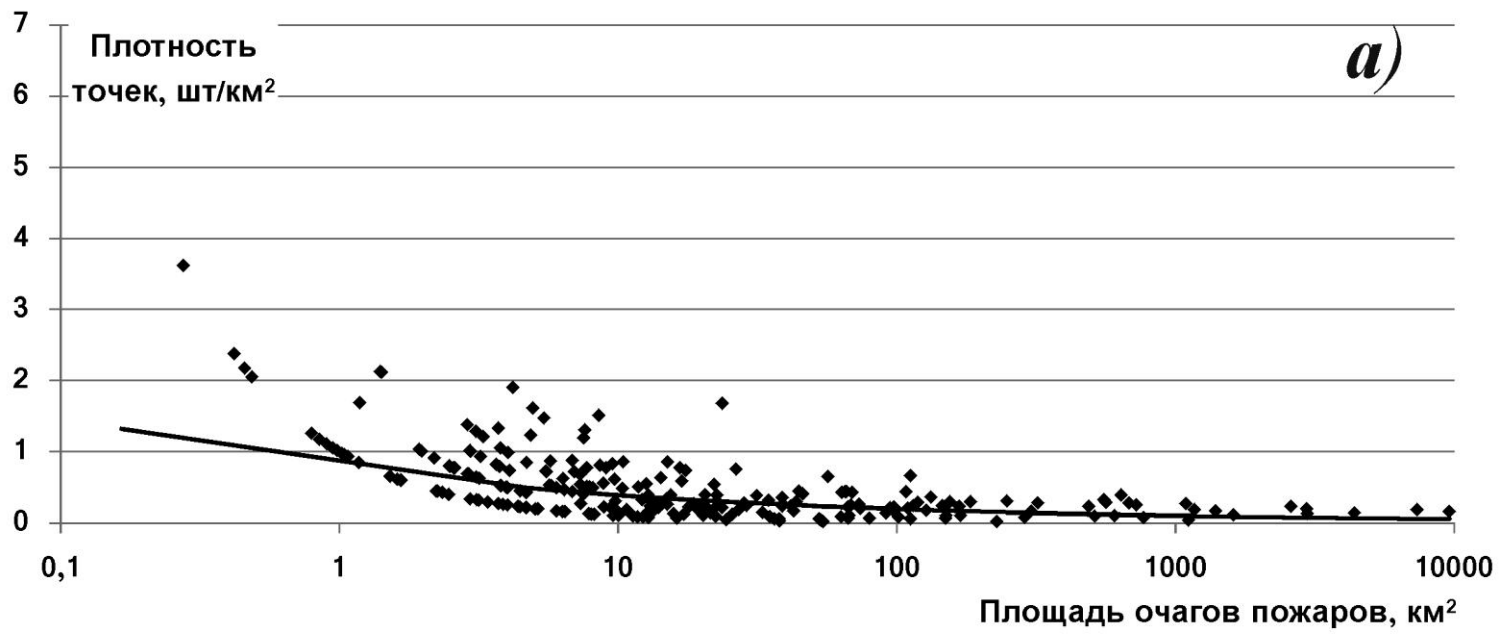
Распределение гарей разных размерных классов между регионами

Регион	Размерные классы, км ²					
	<2	2-6	6-10	10-20	20-50	>50
Астраханская область	5,07%	7,37%	10,71%	16,67%	11,11%	7,14%
Волгоградская область	23,91%	25,26%	32,14%	18,52%	20,00%	15,71%
Калмыкия	2,90%	5,26%	8,93%	11,11%	11,11%	2,86%
Атырауская область	5,07%	9,47%	10,71%	14,81%	8,89%	14,29%
ЗКО	63,04%	52,63%	37,50%	38,89%	48,89%	60,00%

Распределение сгоревших площадей в регионах по размерам гарей

Регион	Размерные классы, км ²					
	<2	2-6	6-10	10-20	20-50	>50
Астраханская область	0,3%	1,2%	1,7%	5,1%	5,2%	86,5%
Волгоградская область	0,9%	3,5%	5,3%	5,5%	9,4%	75,4%
Калмыкия	0,4%	1,4%	2,4%	5,2%	11,0%	79,6%
Атырауская область	0,1%	0,4%	0,6%	1,3%	1,0%	96,7%
ЗКО	0,2%	0,5%	0,5%	0,9%	1,9%	96,0%
Всего	0,2%	0,7%	0,8%	1,5%	2,6%	94,3%

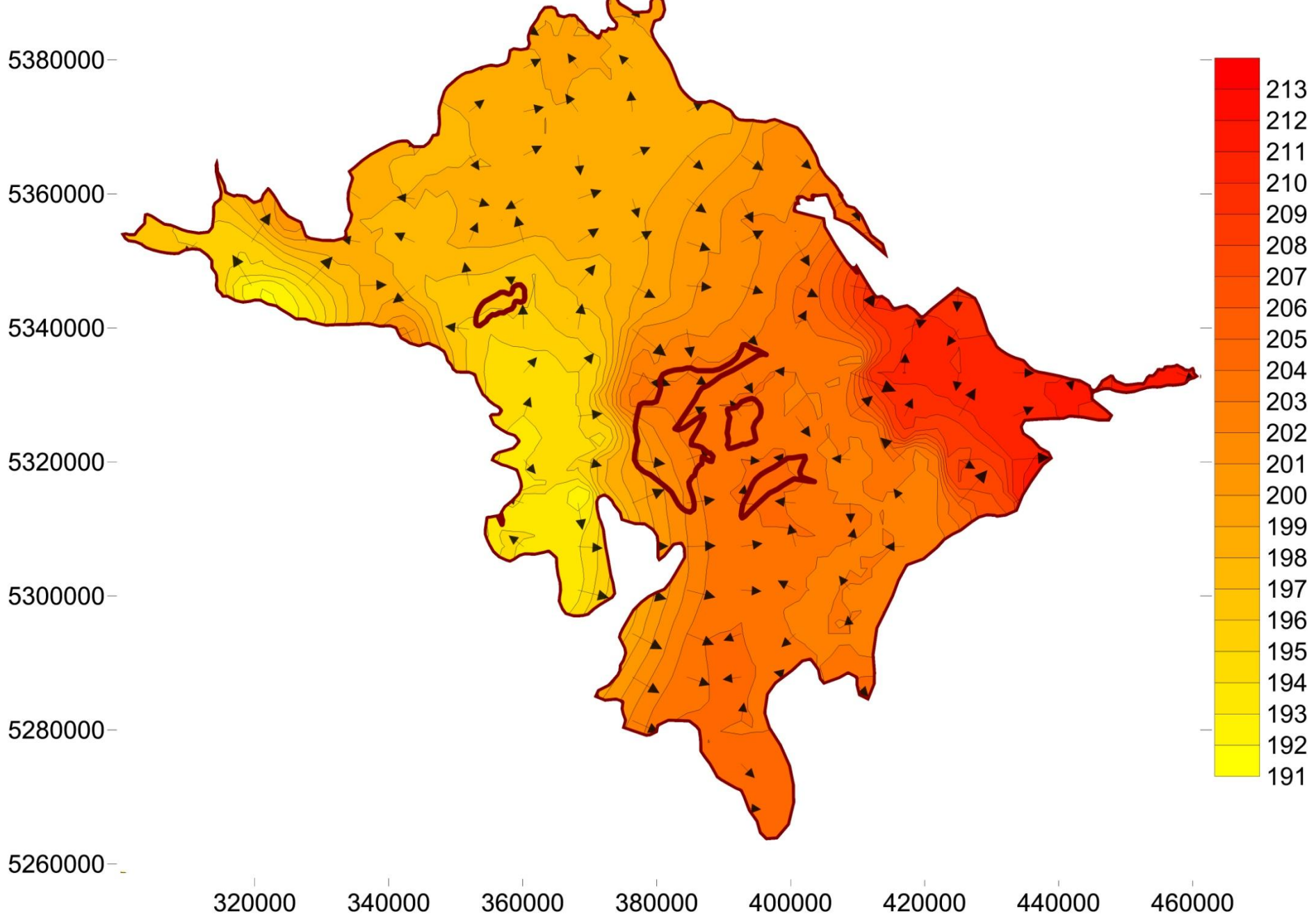
Связь площадей контуров гарей и количества «термоточек» внутри контура



Направления развития

- разработка и/или верификация моделей распространения природных пожаров;
- мониторинг пирогенных сукцессий;
- изучение динамики спектральных отражательных свойств гарей;
- разработка противопожарных мероприятий с учетом полученных данных.

24 Определение сгоревших площадей за конкретную дату на основе алгоритма универсального кригинга, в легенде - номер дня в году, стрелки – направление движения фронта пожара.



Спасибо за внимание!

