

Учреждение Российской академии наук Санкт-Петербургский
научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН

Оценка погрешностей при спутниковом мониторинге растительности Санкт-Петербурга

*Тронин Андрей Аркадьевич
Крицук Сергей Георгиевич*

тел: 7-812-230-79-34

факс: 7-812-235-43-61

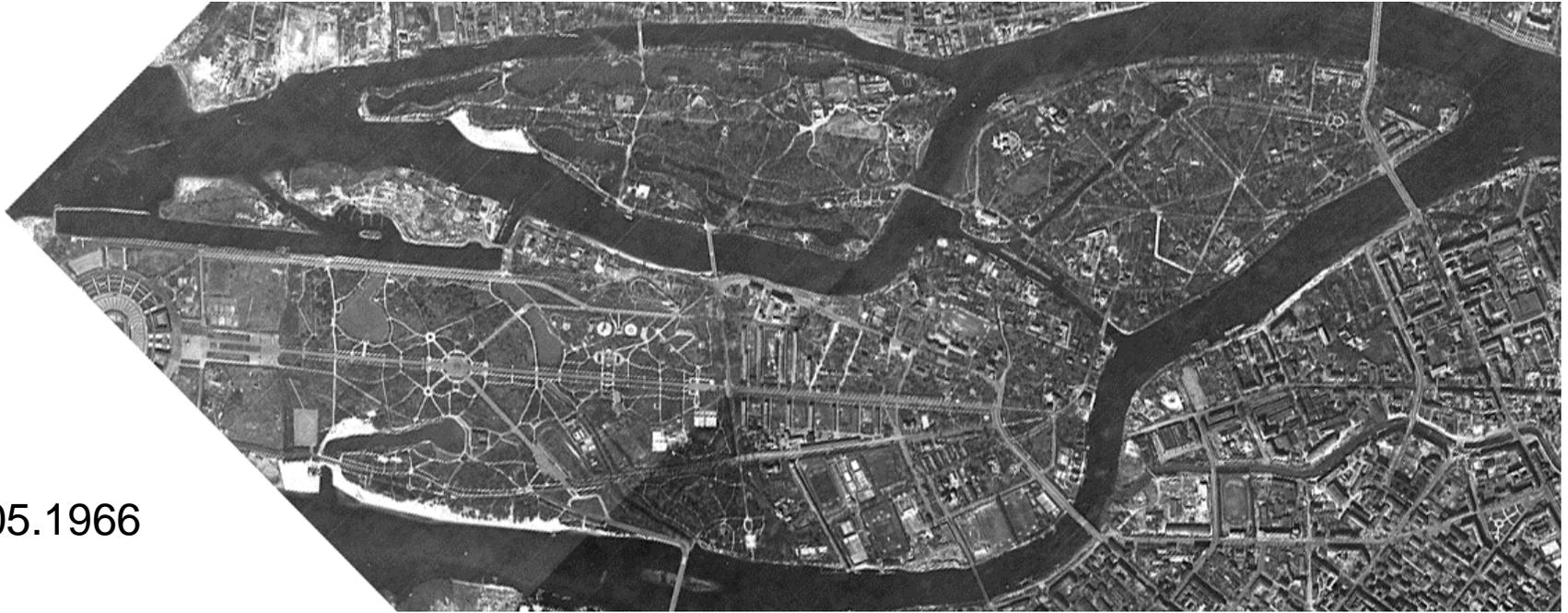
E-mail: a.a.tronin@ecosafety-spb.ru

<http://www.ecosafety-spb.ru>

Область исследования– северная и центральная часть С-Петербурга



17.05.1966



2010



Исходные данные Landsat (TM5, ETM) за период 1986 – 2009 годы (39 сцен)

Дата съемки	Время съемки, GMT	Прибор	Облачность, %
02.06.1985	7:10:00	Landsat 5 TM	0
14.06.1986	8:34:57	Landsat 5 TM	0
08.08.1986	8:33:00	Landsat 5 TM	0
16.05.1987	8:34:42	Landsat 5 TM	1
08.06.1987	8:35:32	Landsat 5 TM	5
03.07.1987	8:34:37	Landsat 5 TM	0
26.05.1988	8:32:40	Landsat 5 TM	20
15.09.1988	8:35:21	Landsat 5 TM	0
03.08.1990	8:30:51	Landsat 5 TM	0
07.05.1993	8:32:24	Landsat 5 TM	0
24.06.1993	8:33:34	Landsat 5 TM	15
19.05.1994	8:25:21	Landsat 5 TM	0
07.08.1994	8:22:27	Landsat 5 TM	30
31.08.1997	8:36:54	Landsat 5 TM	0
04.08.1999	9:04:02	Landsat 7 ETM	1
25.04.2000	9:16:42	Landsat 7 ETM	0
02.05.2000	9:16:12	Landsat 7 ETM	0
05.05.2001	9:01:10	Landsat 7 ETM	0
15.06.2001	8:54:31	Landsat 7 ETM	5
01.07.2001	8:52:27	Landsat 7 ETM	1
08.07.2001	9:00:29	Landsat 7 ETM	50
22.04.2002	9:00:40	Landsat 7 ETM	0
25.05.2002	8:41:39	Landsat 5 TM	0
02.06.2002	8:53:09	Landsat 7 ETM	0
17.06.2002	8:47:15	Landsat 5 TM	0
11.07.2002	8:59:31	Landsat 7 ETM	0
12.08.2002	8:59:18	Landsat 7 ETM	0
11.05.2003	8:59:51	Landsat 7 ETM	5 (дымка)
03.07.2005	8:56:31	Landsat 7 ETM	0
12.06.2006	8:57:01	Landsat 5 TM	0
07.07.2006	8:54:51	Landsat 5 TM	0
08.08.2006	8:52:31	Landsat 5 TM	0
24.06.2007	18:12:15	Landsat 5 TM	50
17.07.2007	9:04:47	Landsat 5 TM	1.5
10.08.2007	9:05:21	Landsat 7 ETM	0
11.08.2007	9:09:37	Landsat 5 TM	0
15.07.2009	8:53:47	Landsat 5 TM	1
07.08.2009	9:00:18	Landsat 5 TM	1

Методика обработки

- 1) Данные калиброваны с использованием алгоритма, учитывающего «выгорание» детекторов (Teillet and Fedosejevs, 1995, Lu et al. 2002).
- 2) Проведена атмосферная коррекция с использованием алгоритма DOS (dark object subtraction) (Chavez, 1996).
- 3) Выполнена классификация методом максимального правдоподобия с использованием обучающей выборки. Классификация выполнялась по данным 1-5 и 7 канала и по «усеченной» выборке – 2-4 каналам Landsat.
- 4) Рассчитаны NDVI.



Объекты обучающей выборки

Результаты классификации

Пример карты «зеленых насаждений» с тремя классами – парки темно-зеленые, газоны (светло-зеленые), зоны застройки (серые).

Съемка 3 июля 2005 г.



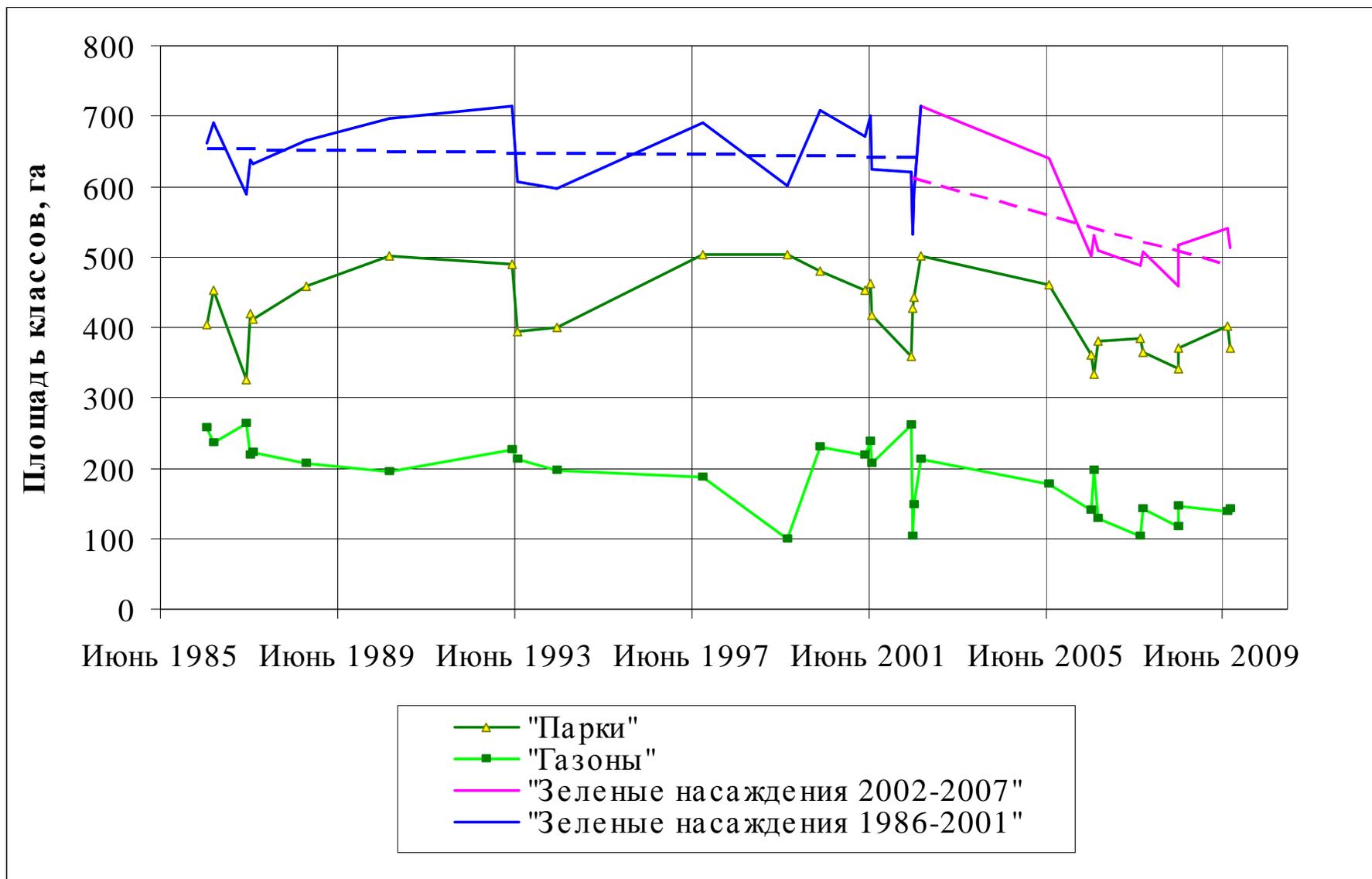
Площади классов на территории Петроградского района С-Петербурга и их вариации

	Период 1986-2002 годы (19 сцен)		
Классы	"Парки"	"Газоны"	"Зеленые насаждения"
Среднее значение площади класса за период, га	440.28	207.12	647.40
Стандартное отклонение от среднего значения площади	49.70	44.87	51.44
Коэффициент вариации, %	11	22	8

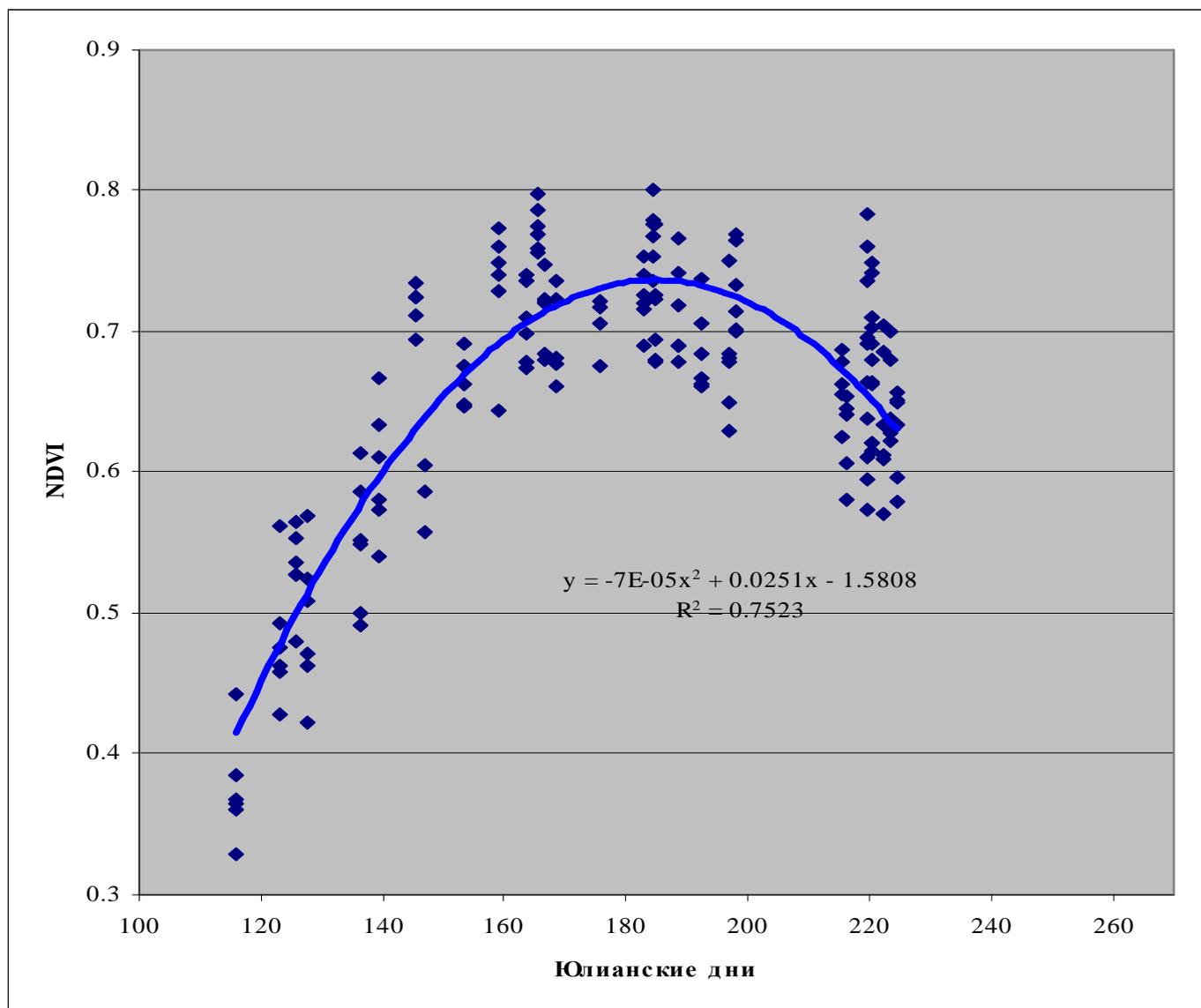
Площади классов на территории Петроградского района
 С-Петербурга и их вариации по результатам обработки данных
 двух последовательных проходов спутника
 (интервал времени между сценами < 30 суток)

	2007 год (2 сцены интервал 1 сутки)		
Классы	"Парки"	"Газоны"	"Зеленые насаждения"
Среднее значение площади класса, га	349.79	170.42	520.20
Стандартное отклонение от среднего значения площади, га	18.05	2.93	15.12
Коэффициент вариации, %	5	2	3
	1987 год (2 сцены интервал 25 суток)		
Среднее значение площади класса, га	559.17	198.05	757.22
Стандартное отклонение от среднего значения площади, га	33.93	12.83	21.11

Временные вариации площади классов «Парки», «Газоны» и «Зеленые насаждения» Классификация по 1-5,7 каналам Landsat



NDVI

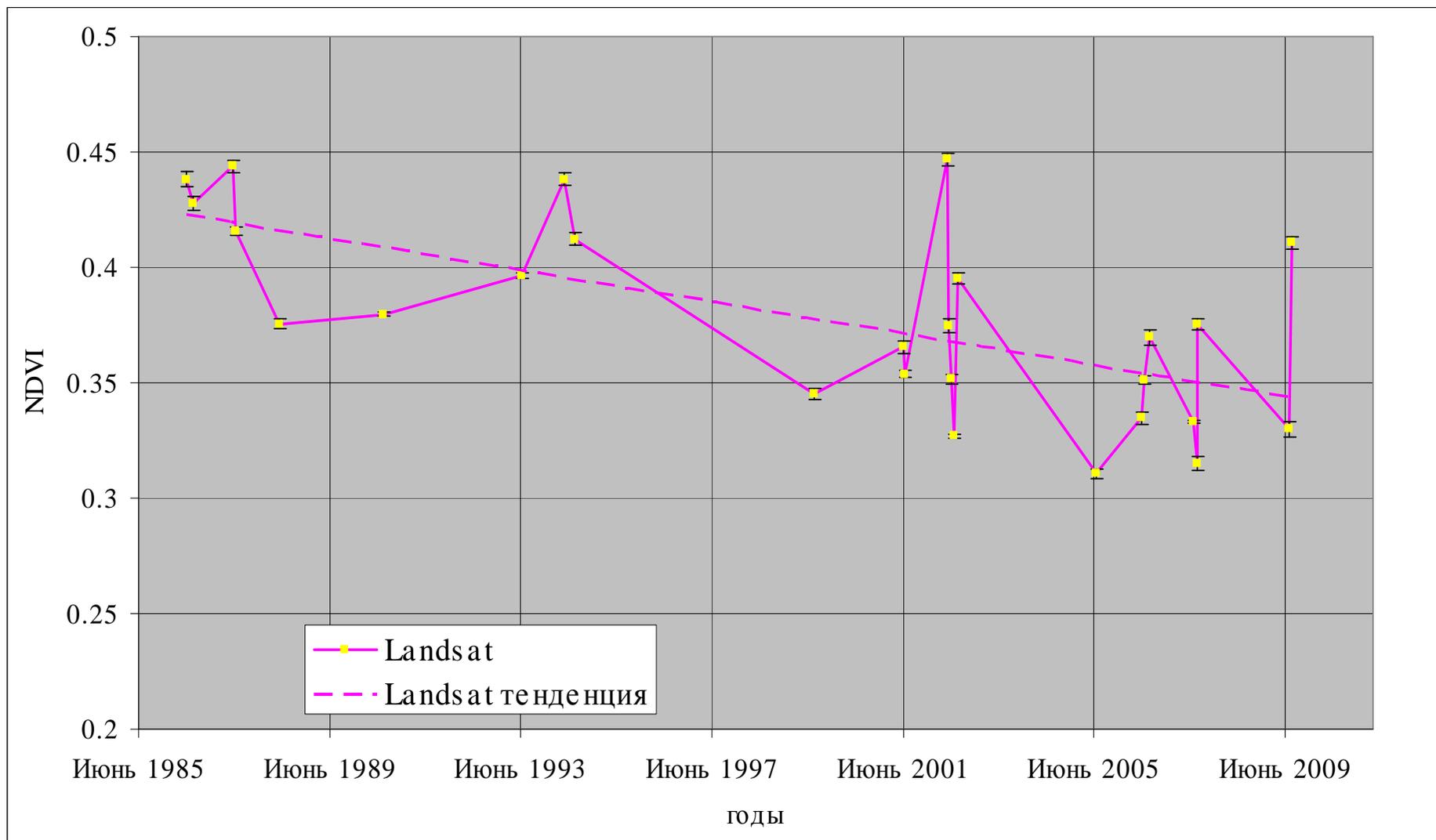


Регрессия второго порядка для исключения зависимости NDVI от дня года. Точки соответствуют средним значениям NDVI рассчитанным по 28 сценам Landsat для парковых зон в границах генерального плана С-Петербурга.

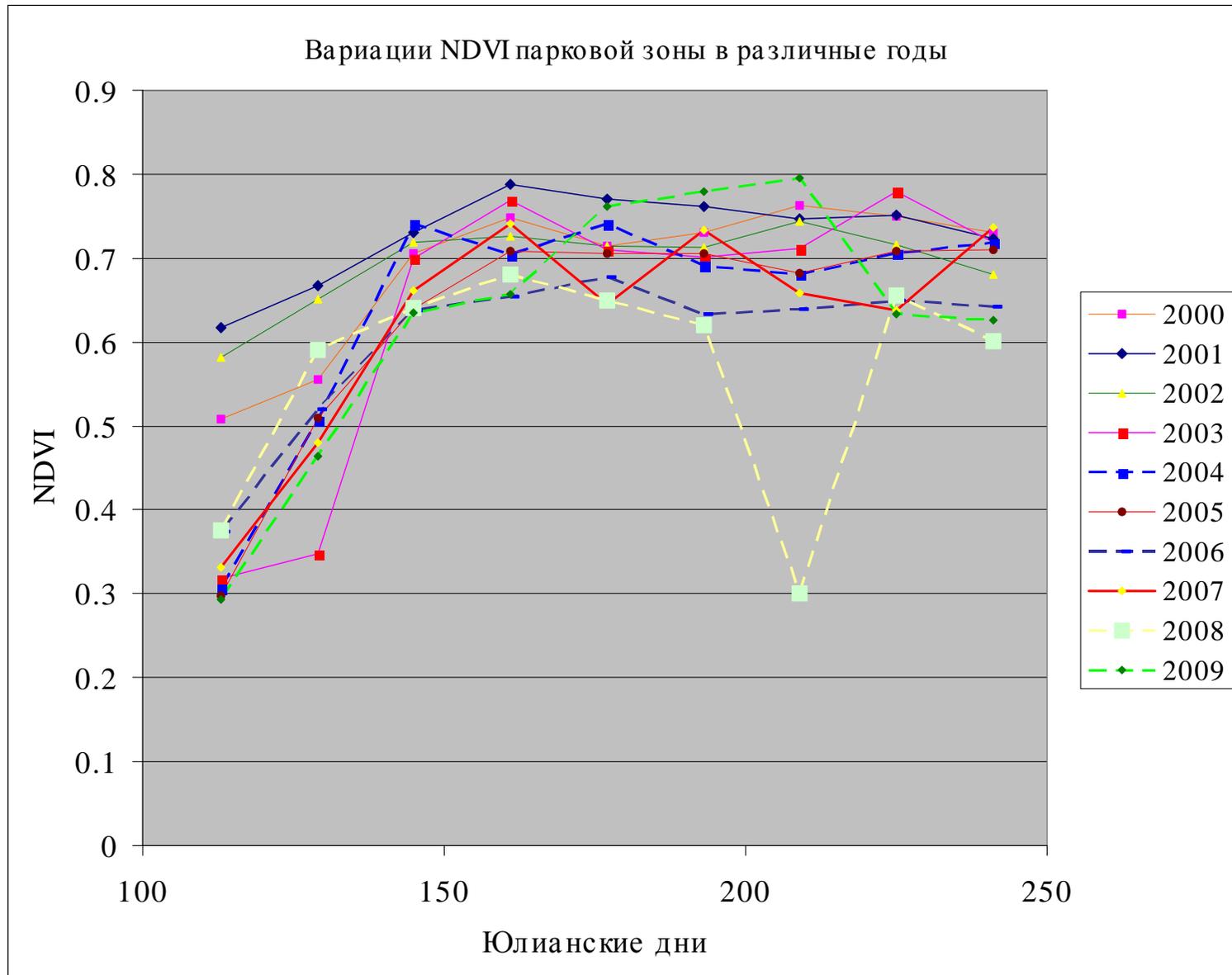
Средние значения NDVI Петроградского района С-Петербурга за 1986-2009 годы и их вариации

	Период 1986-2002 годы (17 сцен)	Период 2005-2009 годы (9 сцен)
Среднее значение NDVI	0.390	0.348
Стандартное отклонение от среднего значения	0.037	0.032
Коэффициент вариации, %	9	9

Средние значения NDVI Петроградского района С-Петербурга за 1986-2009 годы «откорректированные» за фенологические фазы растительности

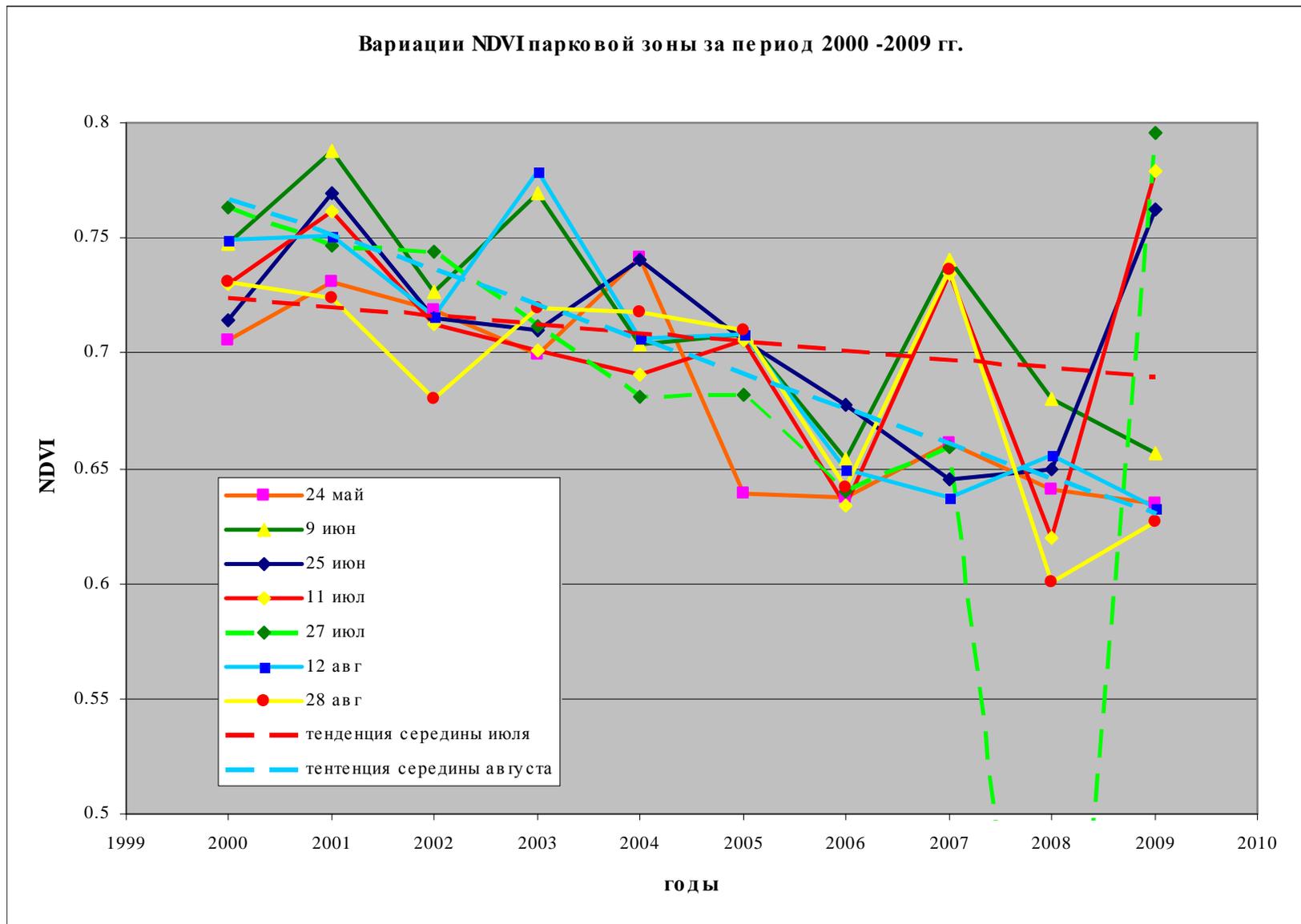


MODIS

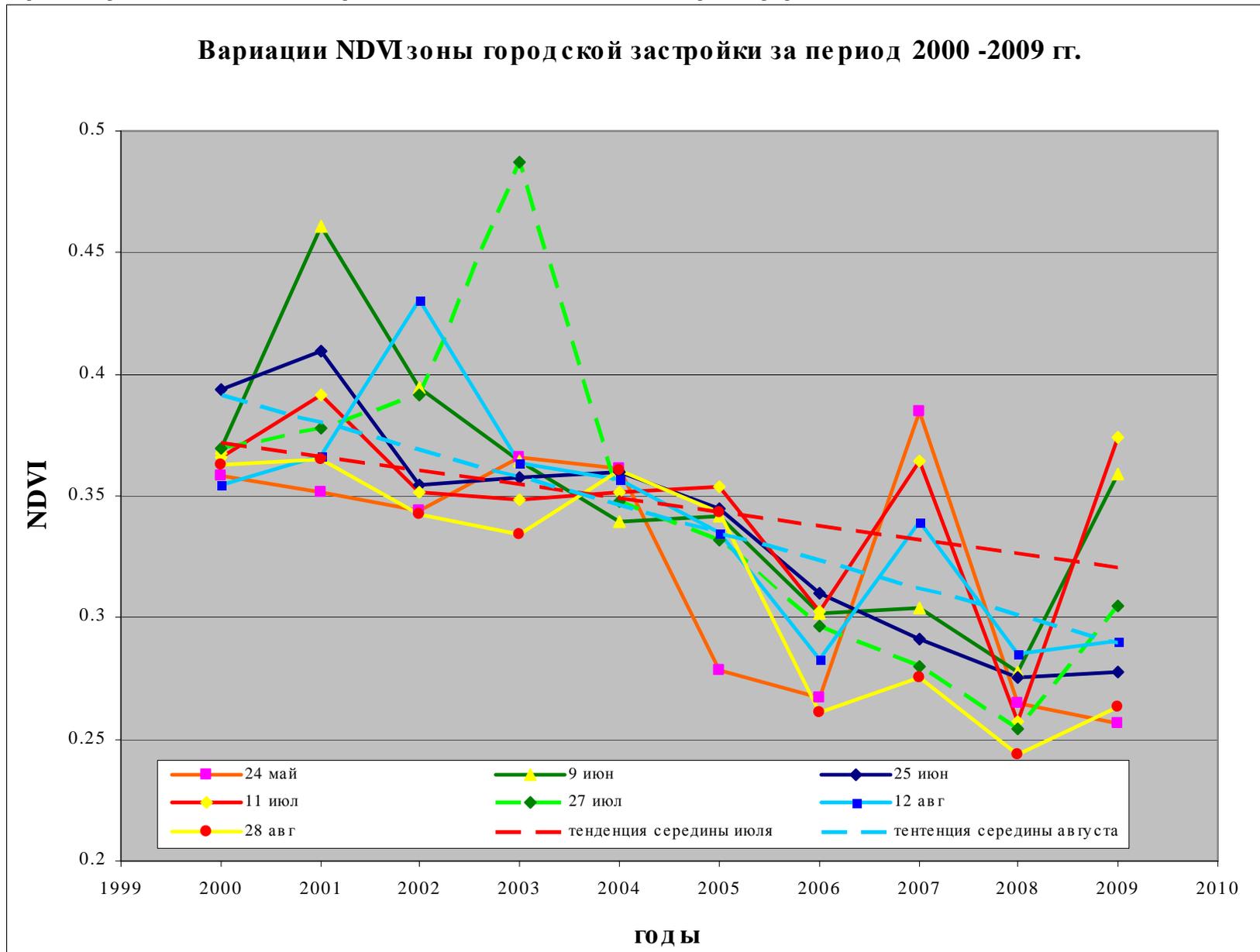


Сезонные вариации NDVI парковой зоны Петроградского района С-Петербурга (Елагин, Крестовский, Каменный острова) в период 2000-2009 гг. по данным MODIS

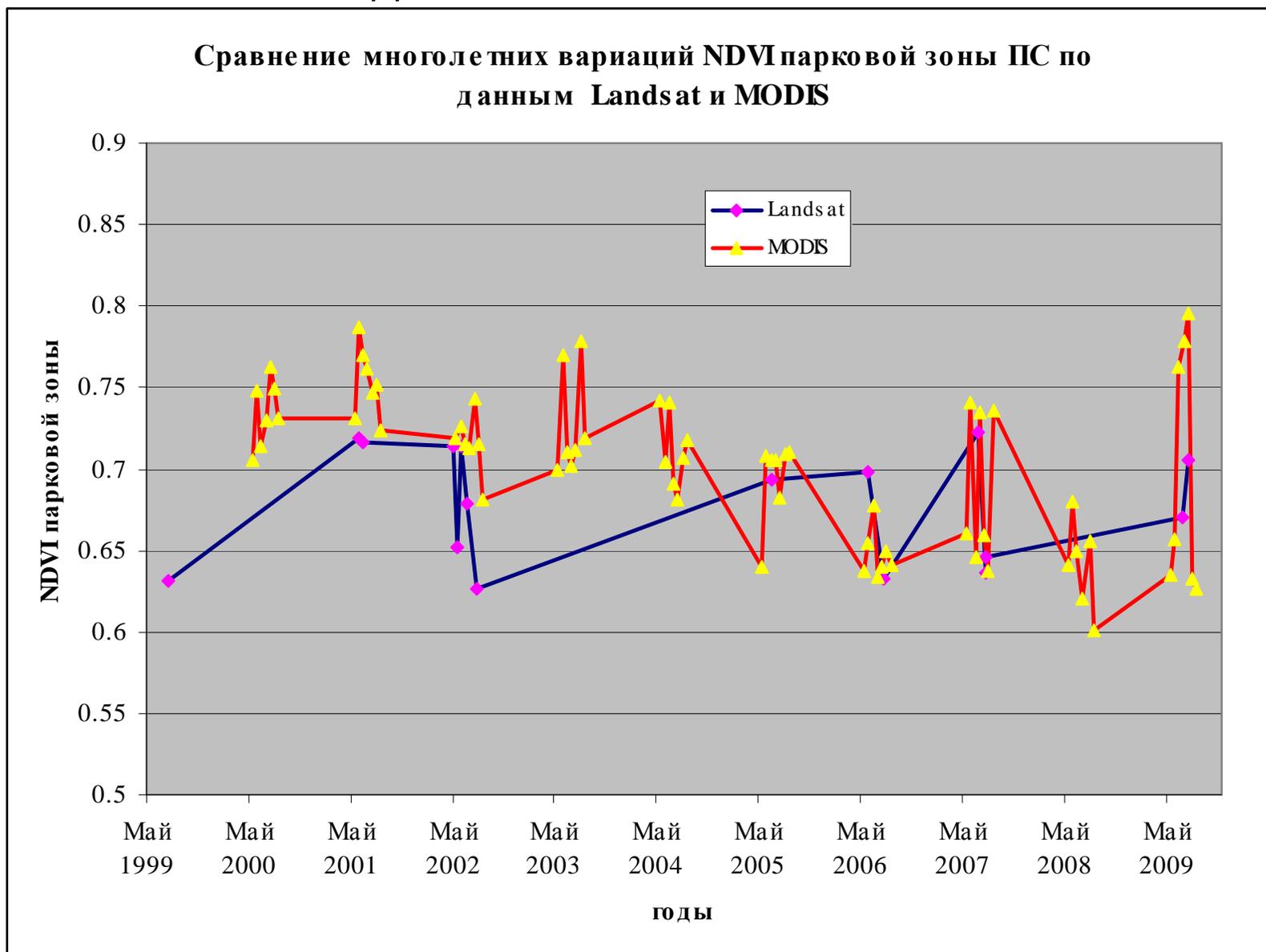
Многолетние вариации NDVI парковой зоны Петроградского района С-Петербурга (Елагин, Крестовский, Каменный острова) по данным MODIS



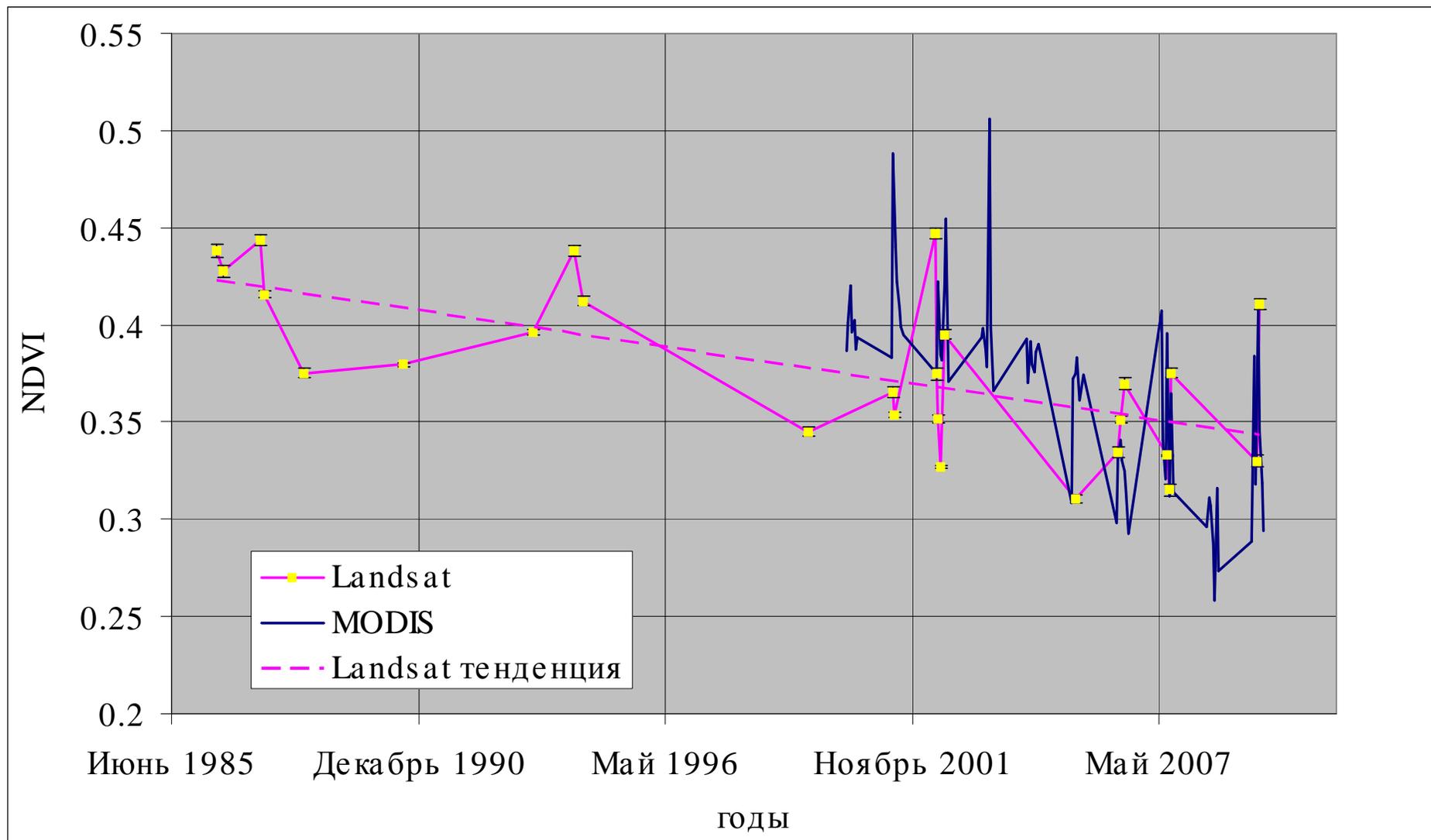
Многолетние вариации NDVI зоны городской застройки Петроградского района С-Петербурга по данным MODIS



Многолетние вариации NDVI парковой зоны Петроградского района С-Петербурга (Елагин, Крестовский, Каменный острова) по данным Landsat и MODIS



Многолетние вариации NDVI Петроградского района С-Петербурга по данным Landsat и MODIS



ВЫВОДЫ

- Спутниковые данные (Landsat, MODIS) пригодны для мониторинга растительности крупных городов
- Абсолютно необходима калибровка и атмосферная коррекция данных
- При расчётах вегетационных индексов необходимо учитывать сезонную динамику
- Методы классификации «лучше» NDVI
- Коэффициент вариации при мониторинге растительности в городах не превышает 10%