

# СОВРЕМЕННАЯ КЛИМАТОЛОГИЯ СМЕРЧЕЙ В ЛЕСНОЙ ЗОНЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

*А.Н. Шихов, А.В. Тарасов*  
*Пермский государственный университет*  
*Кафедра картографии и геоинформатики*

*Исследования выполнены при поддержке РФФИ*  
*проект № 16-05-00245-а*

## Проблема

- В условиях современного изменения климата, увеличиваются риски, связанные с опасными явлениями погоды, в том числе со смерчами.
- Существующие оценки повторяемости смерчей необъективны и зависят от числа наблюдателей (плотности населения).

## Пути решения

- Разработка независимой от наземных наблюдений методики оценки повторяемости смерчей, на основе идентификации смерчевых ветровалов в лесной зоне по данным космической съемки

# Существующая схема районирования по смерчеопасности, масштаб 1:50 000 000

Схема районирования территории бывшего СССР по смерчеопасности

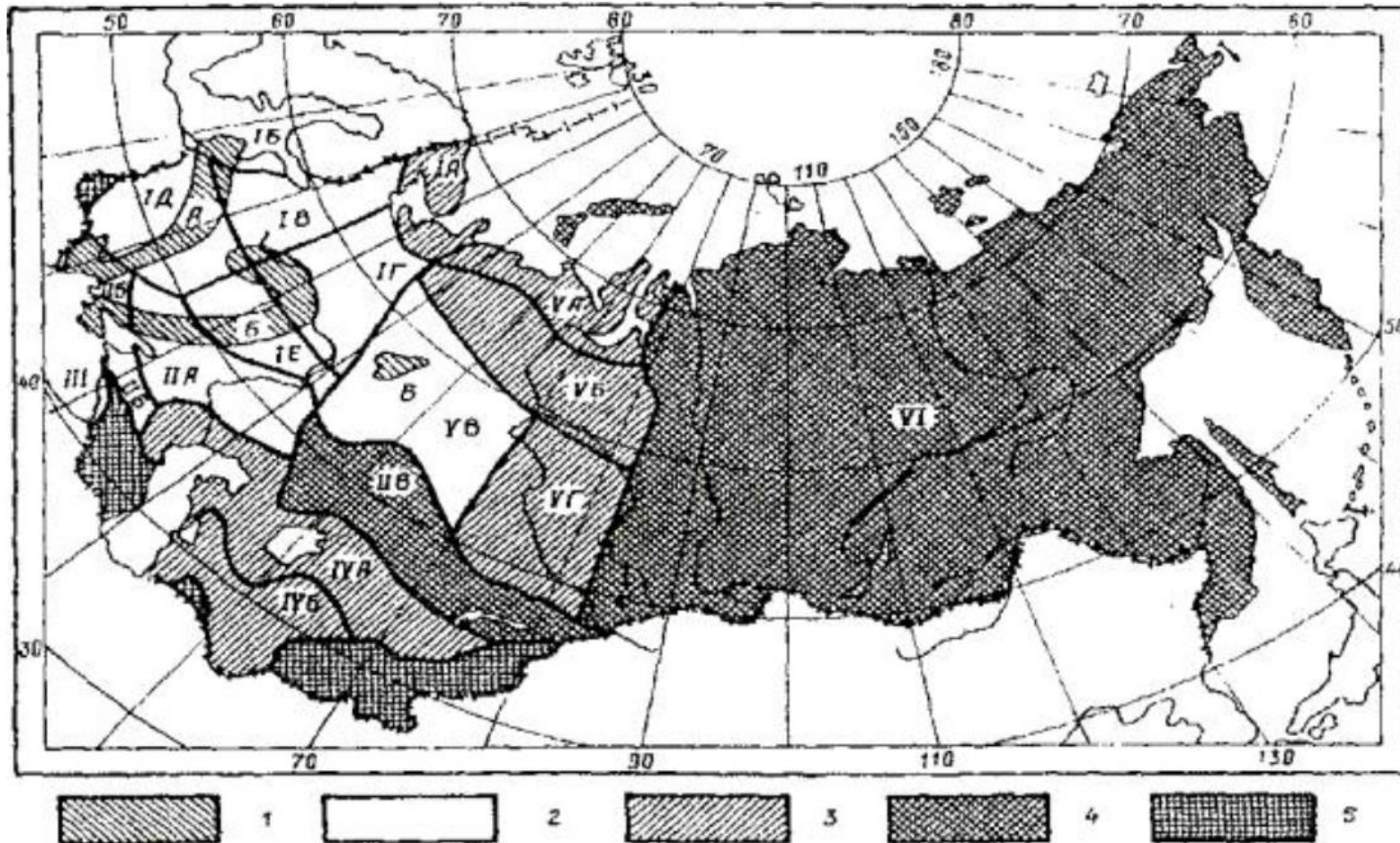


Рис. 1. Схема районирования территории бывшего СССР по смерчеопасности Масштаб 1:50 000 000:

1 - зоны повышенной смерчеопасности; 2 - смерчеопасные районы; 3 - несмерчеопасные районы; 4 - малоизученные районы; 5 - горные районы. Схема приведена из [7]

## Исходные данные

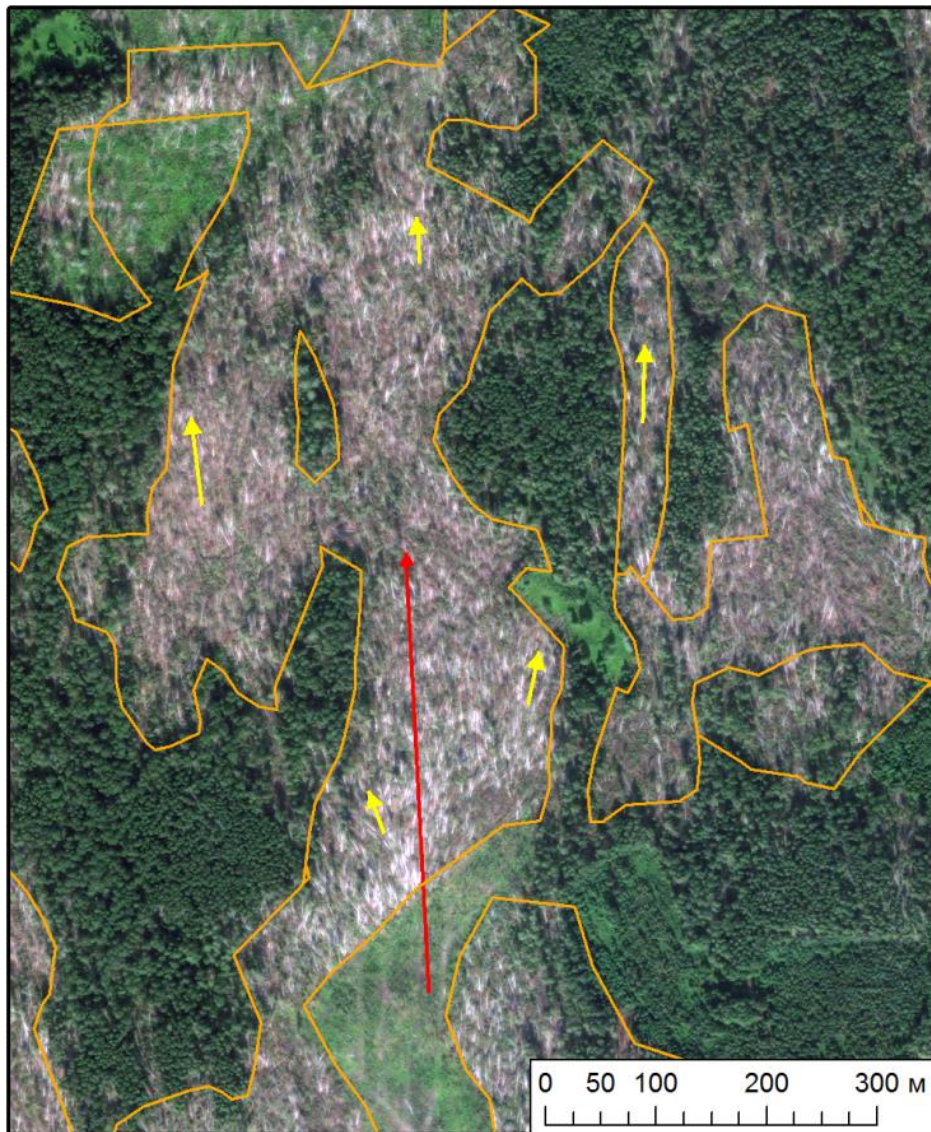
- Данные Global Forest Change (Hansen et al., 2013) о нарушениях лесного покрова по годам (Forest Loss Year).
- Снимки LANDSAT с web-ресурсов USGS
- Снимки сверхвысокого разрешения с открытых картографических сервисов
- Зимние снимки Terra/Aqua MODIS
- Данные реанализа метеорологических полей
- Данные о случаях смерчей из СМИ, из базы данных ESWD и других источников

## Отличительные признаки смерчевых ветровалов

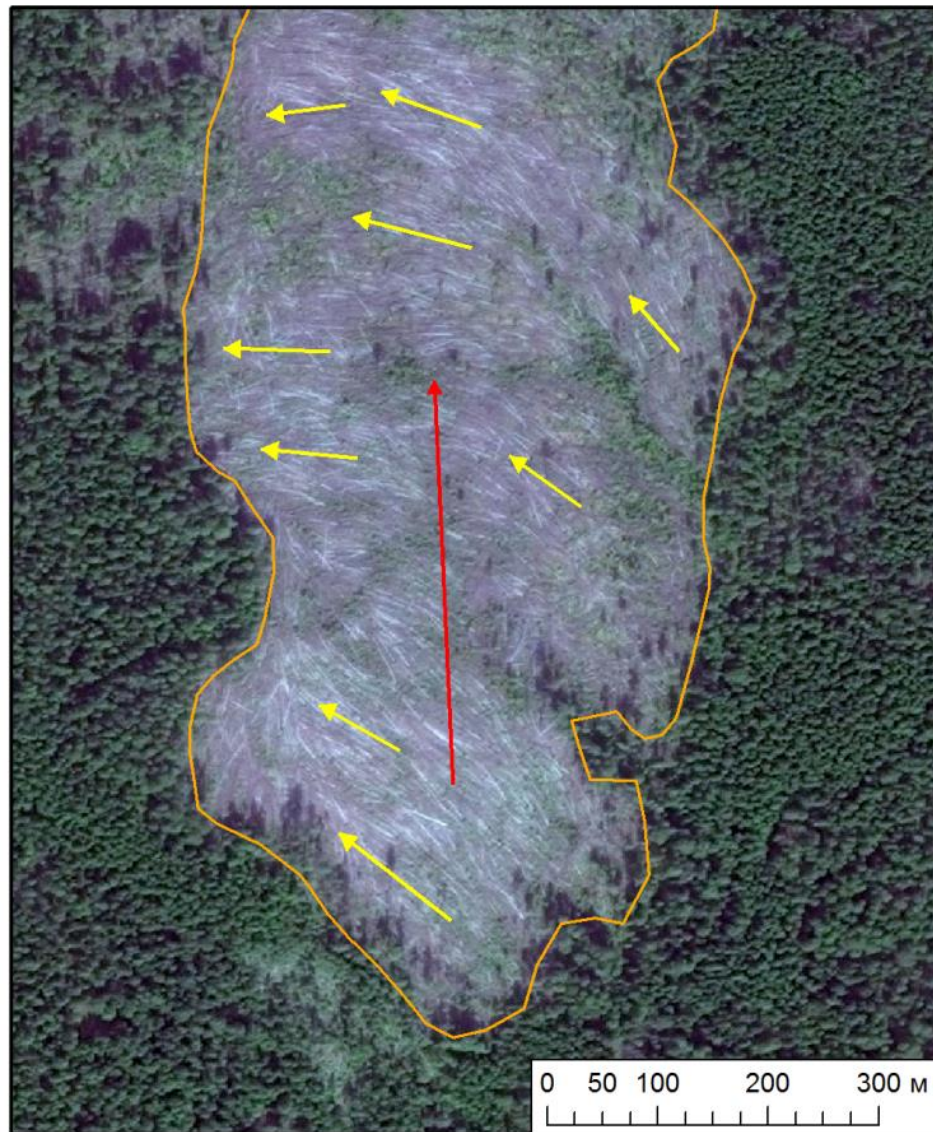
- Характерные размеры полигона  $L = 3...50$  км,  $M = 50...1000$  м,  $L \gg M$ .
- Сплошной характер повреждения древостоя.
- Линейная структура, отличающая смерчевые ветровалы от шкваловых, для которых характерна веерная структура и мозаичный характер повреждений.
- Вихревой характер повала деревьев с выраженным отклонением против часовой стрелки (в среднем на  $60-90^\circ$ ).



# Типовые отличия шквального и смерчевого ветровалов



- направление ветра при шквале
- вектор вывала деревьев
- контур ветровала



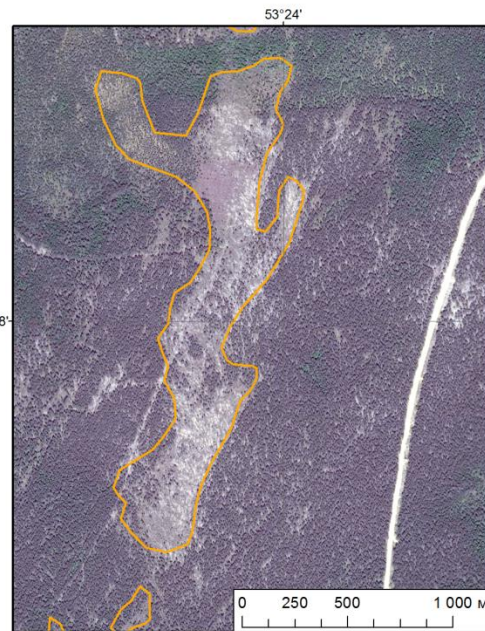
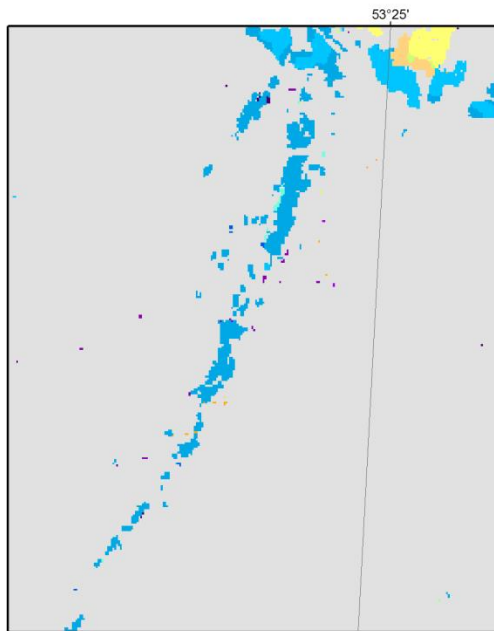
- направление движения смерча
- вектор вывала деревьев
- контур ветровала



# ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДИКИ

(случай смерча  
07.06.2009 г., Пермский  
край)

1. Снимок до смерча
2. Снимок после смерча
3. Растр Forest Loss Year
4. Снимок высокого разрешения



## Определение даты прохождения смерча

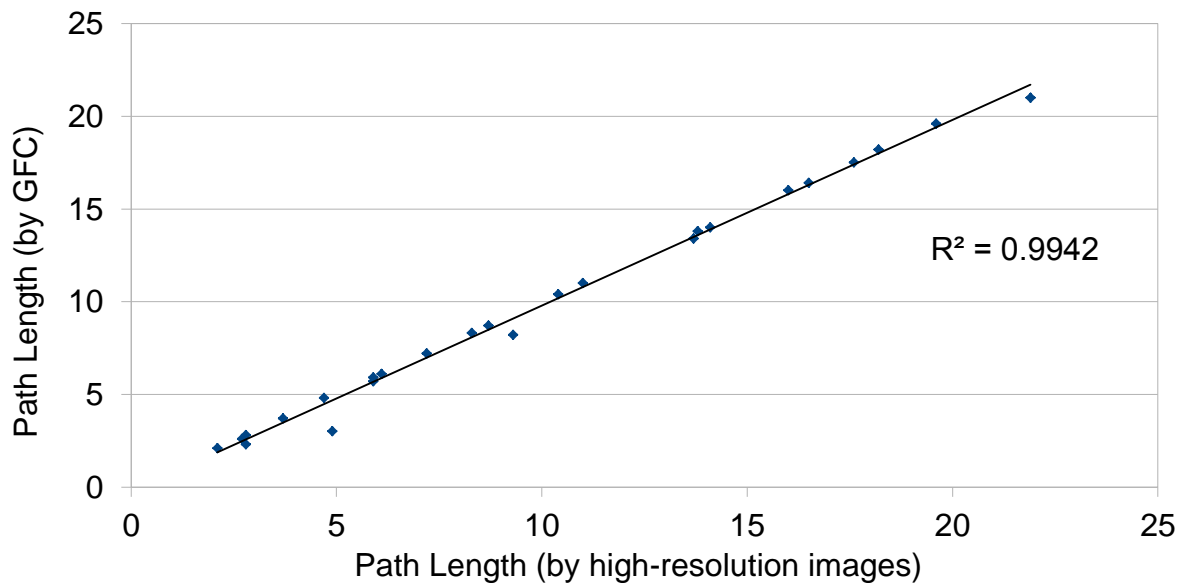
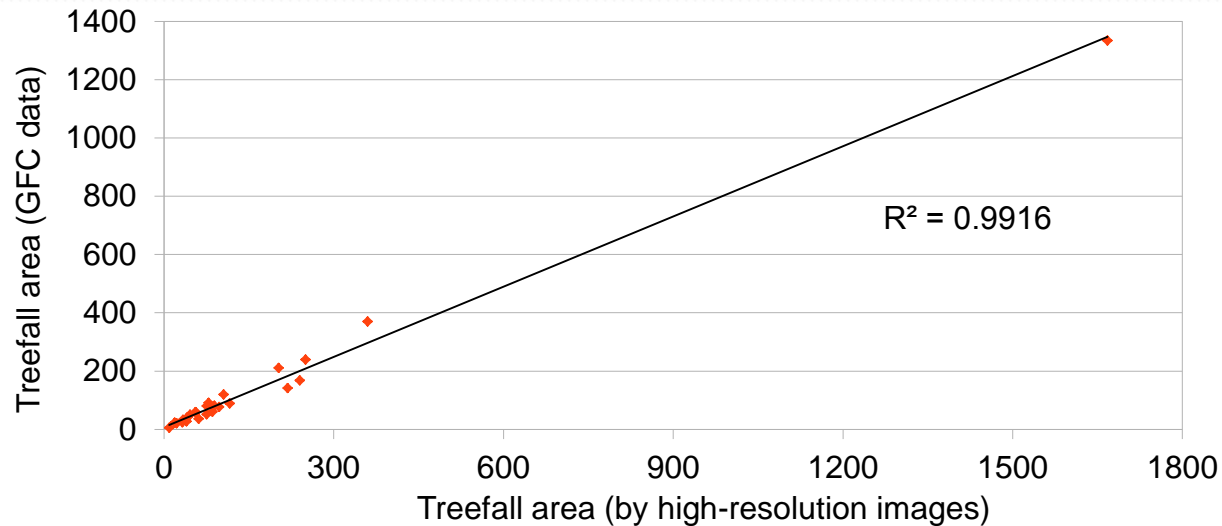
- Для определения даты (диапазона дат), когда наблюдался смерч, использованы:
- Все доступные снимки LANDSAT
- Данные реанализа метеорологических полей (для определения конкретного дня прохождения смерча из выбранного диапазона дат)
- Данные ESWD, средств массовой информации



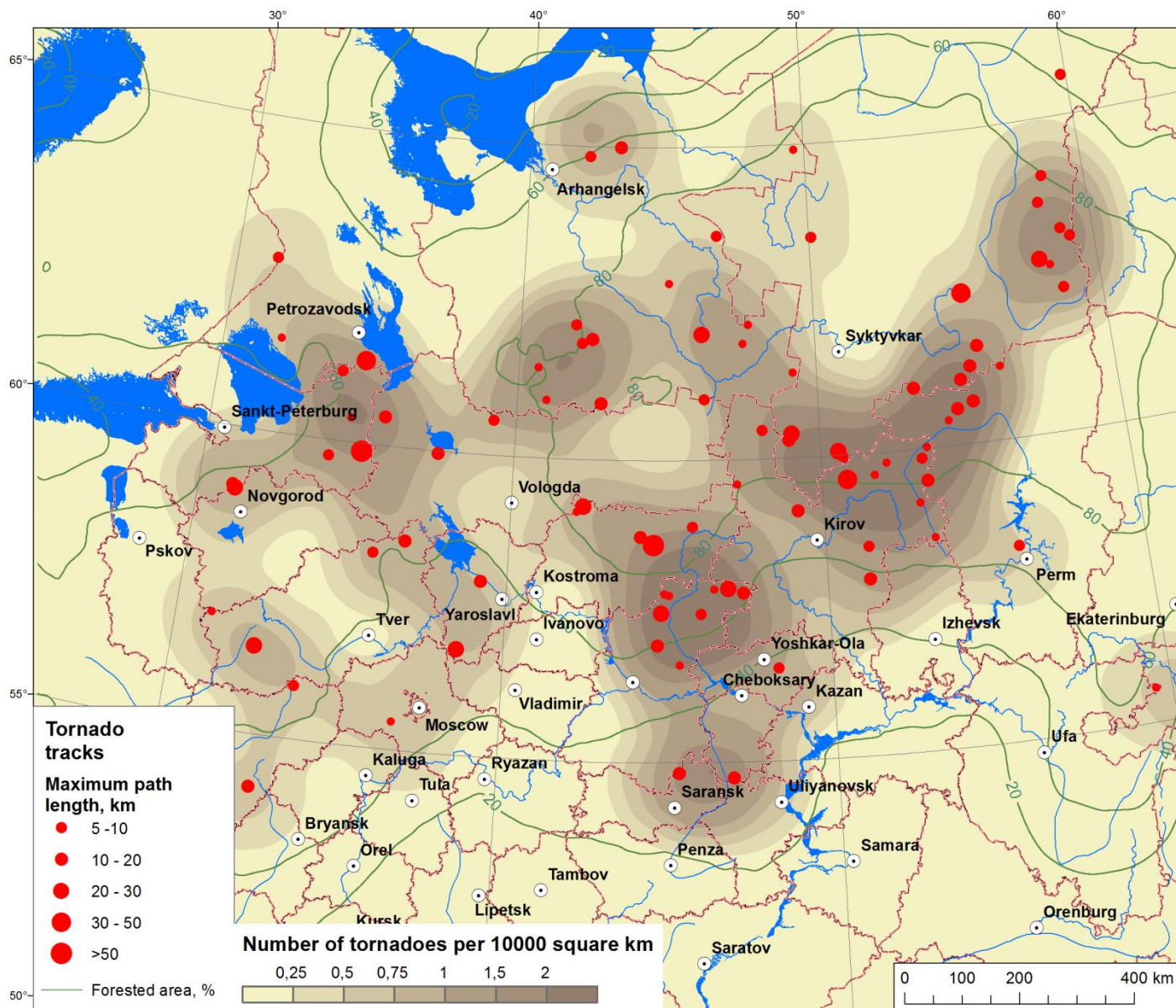
## Ограничения методики

- Методика неприменима на территориях с лесистостью менее 50%
- Не всегда удастся точно определить дату смерча (около трети случаев).
- Влияние дефекта SLC-off в данных LANDSAT-7 ETM+ - возможны пропуски ветровалов
- Пропускаются узкие ветровалы шириной менее 60 м (2 пиксела съемочной системы LANDSAT)
- Не идентифицируются ветровалы на участках, пройденных пожарами

# Оценка точности данных Global Forest Change



# Пространственное распределение случаев смерчей с учетом лесистости, 2001-2015 гг.

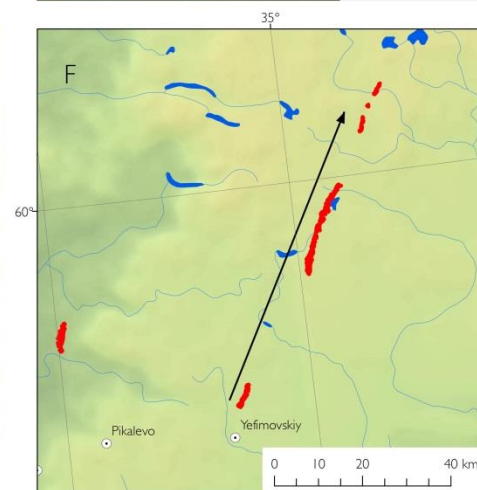
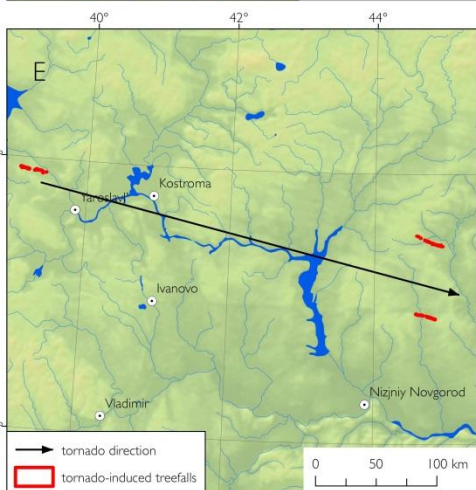
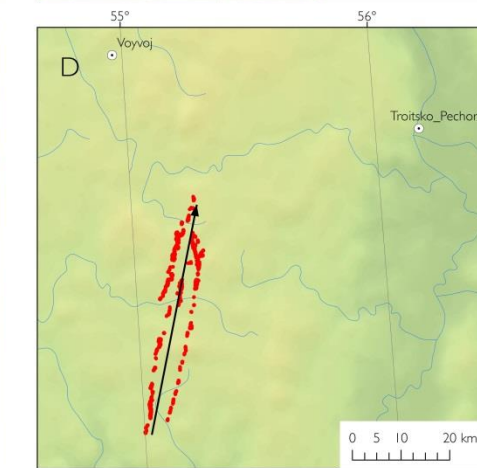
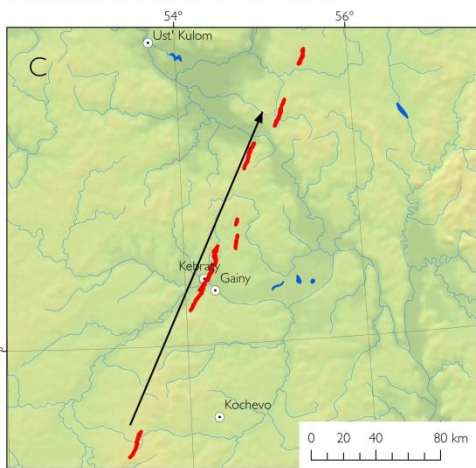
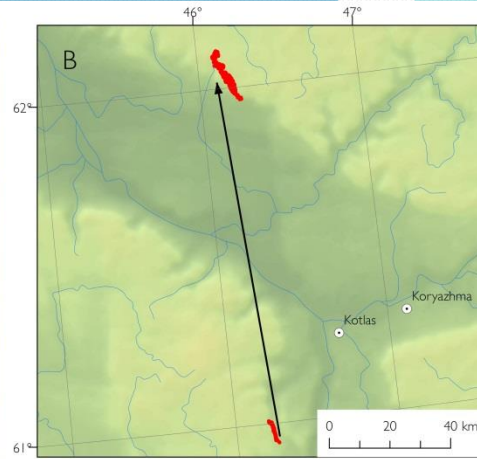
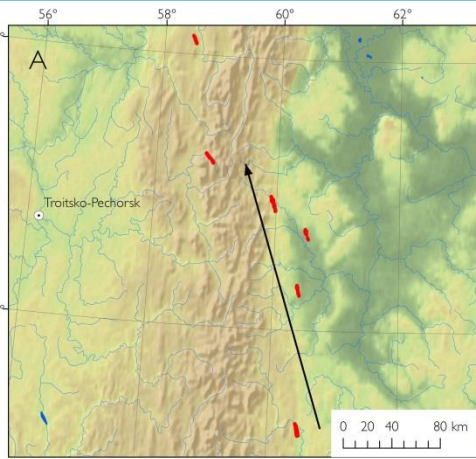




# Случаи

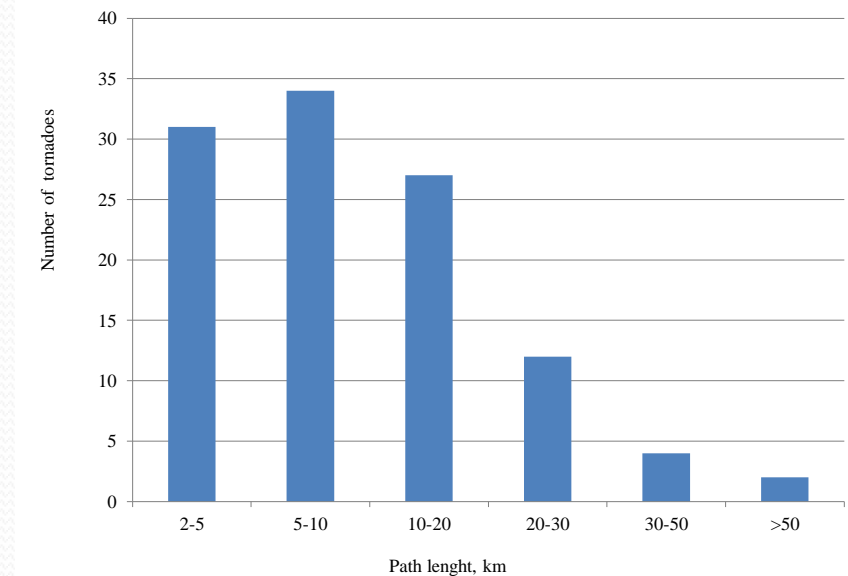
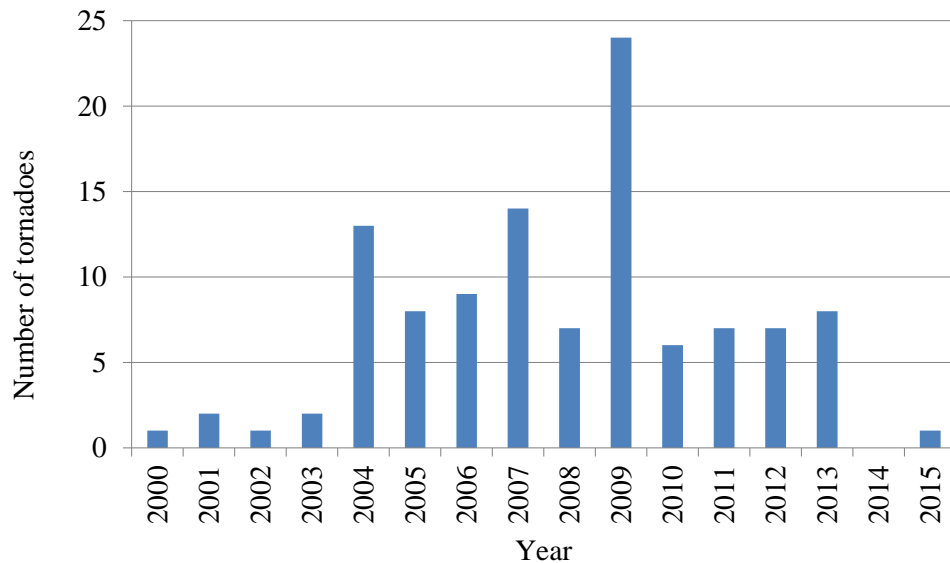
## Tornado Outbreak

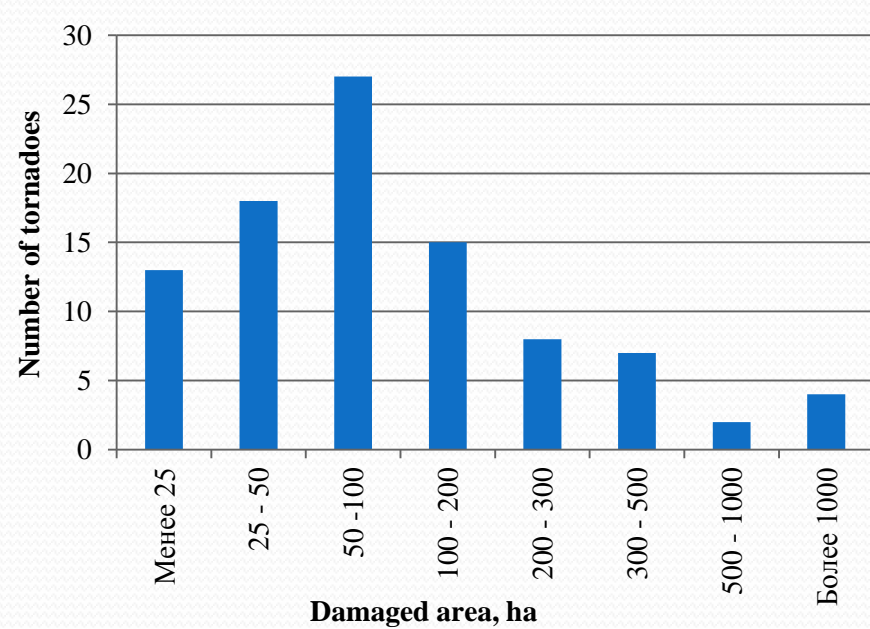
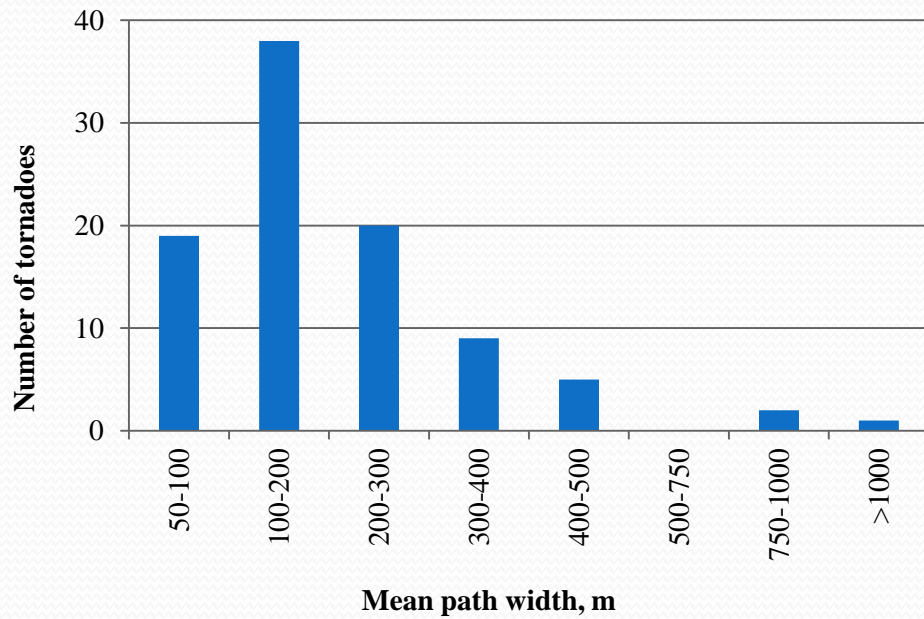
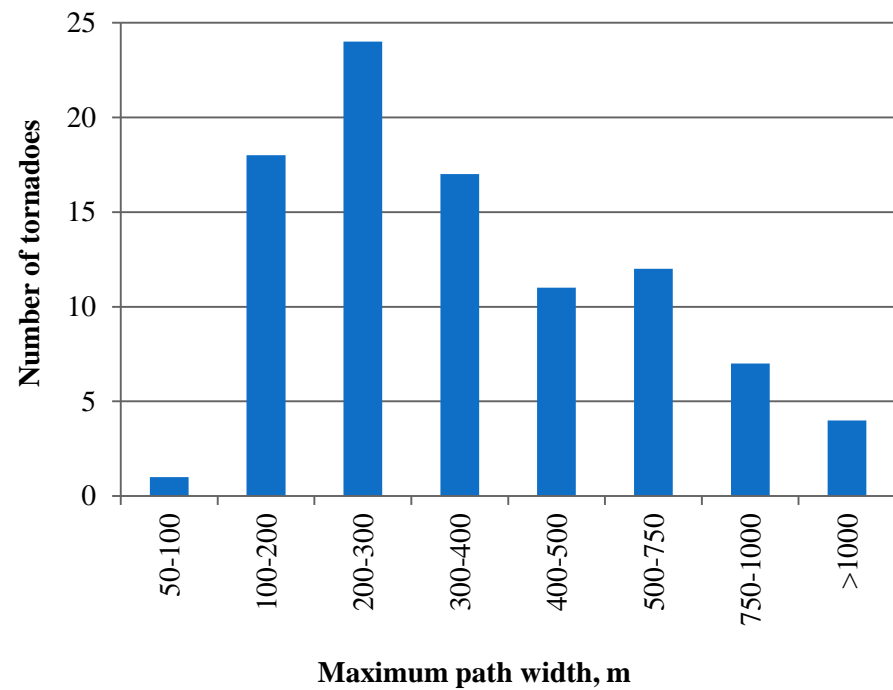
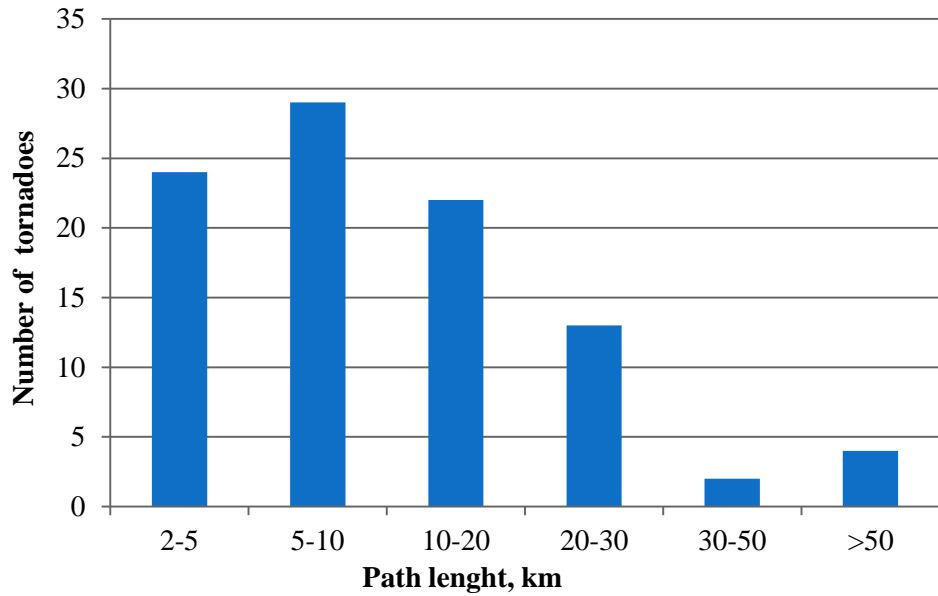
- А) 23.об.2007, ХМАО и Республика Коми
- В) 26.об.2008, Архангельская область
- С) 07.об.2009, Пермский край и Коми
- D) Июнь 2009 г., Республика Коми
- E) 12.об.2010, Нижегородская область
- F) 07.08.2012, Ленинградская область



# Основные характеристики смерчей

- Всего выделено 103 случая смерчей, в том числе 11 случаев Tornado Outbreak (2-6 случаев смерчей за 1 день).
- 3 случая смерчей с длиной пути 50 км и более
- 4 случая смерчей с максимальной шириной ветровала более 1000 м





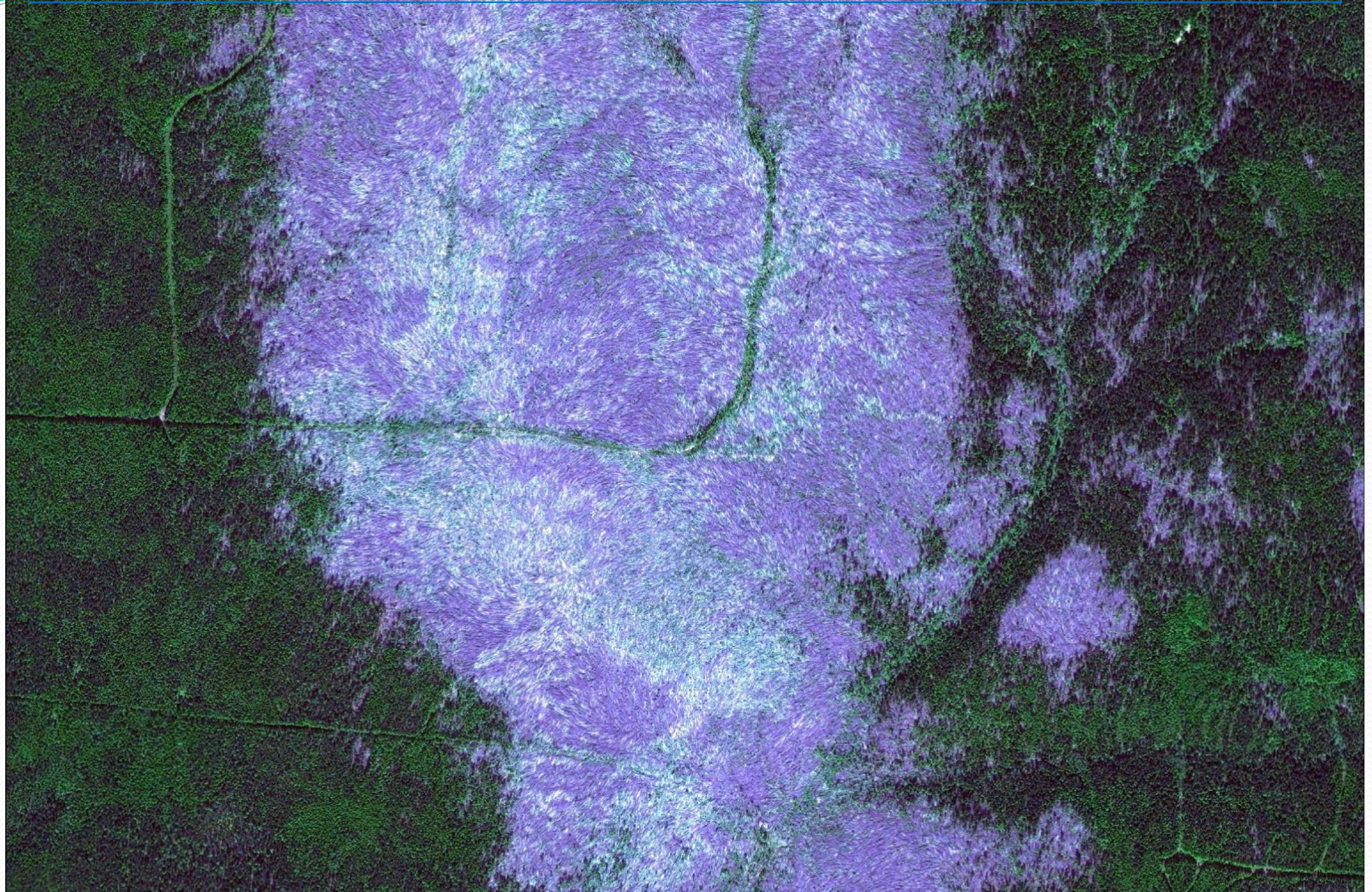


# Выдающиеся случаи смерчей

Дата	Район наблюдения	Длина пути, км	Средняя ширина, м	Макс. ширина, м
25.07.2000	Тверская область, вблизи г. Андреаполь	26	400	600
Август 2001	Костромская область, Нейский и Кологривский районы	54	350	700
21.08.2004	Ленинградская область, Подпорожский район	43	250	480
26.06.2008	Архангельская область, Верхнетоемский район	22	1000	2000
03.06.2009	Ярославская область, Переяславский район	25	300	570
07.06.2009	Пермский край, Гайнский район	50	400	900
07.08.2012	Ленинградская область, Бокситогорский район	80	500	1000
17.06.2013	Кировская область, Нагорский район	50	1000	1600
18.06.2013	Республика Коми, Троицко-Печорский район	29	200	450



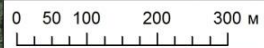
**26.06.2008, смерч в Архангельской области  
(макс. ширина 2,2 км)**





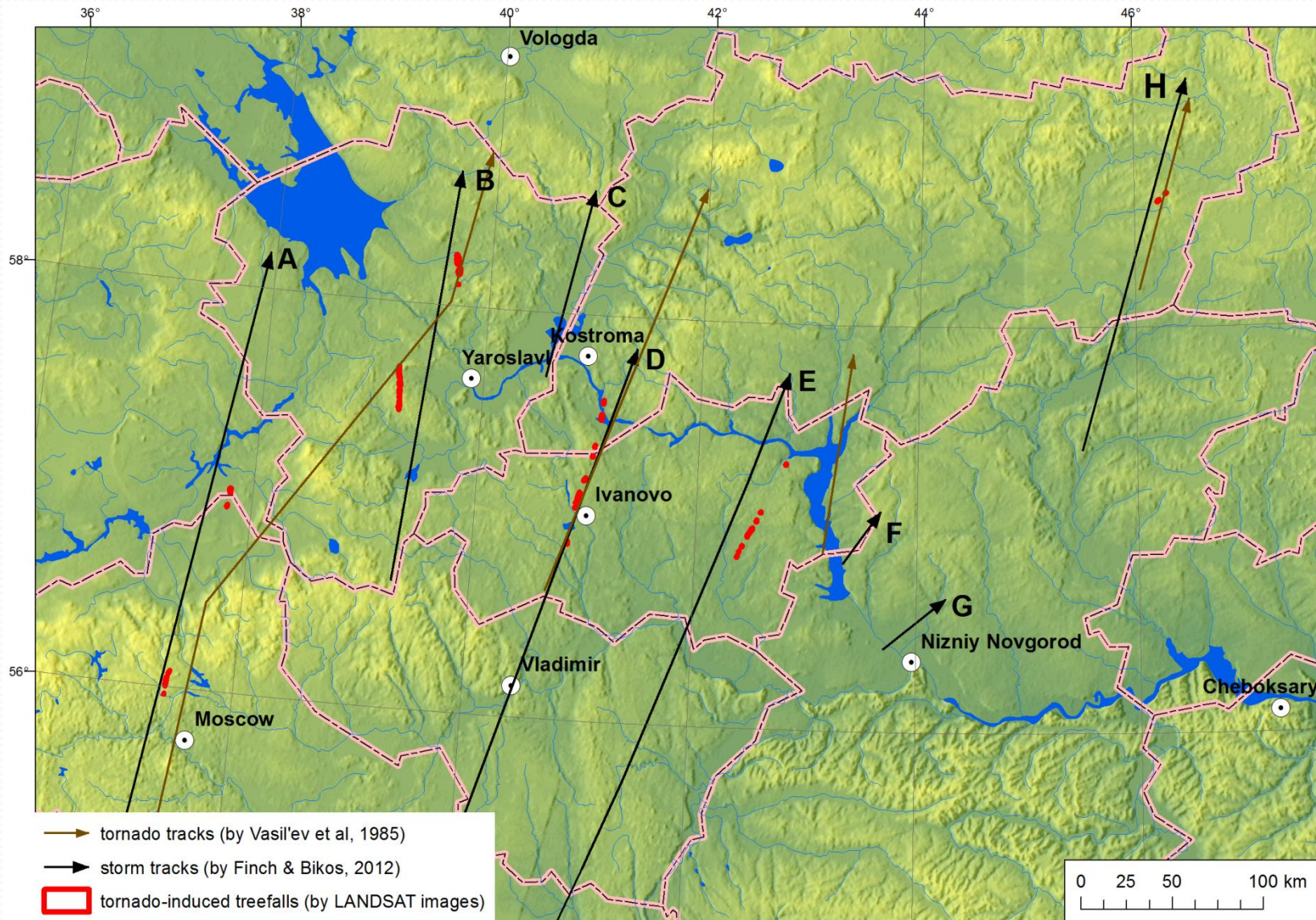


**03.06.2009 г., смерч в  
Ярославской области  
(максимальная ширина  
ветровала 700 м)**





# Уточнение треков смерчей 09.06.1984 г. по снимкам LANDSAT



## Основные выводы. Перспективы продолжения исследований

- Выявлено более 100 случаев смерчей на исследуемой территории в 2001-2015 гг.
- Существенно обновлены и дополнены данные о повторяемости смерчей в лесной зоне ЕТР, уточнены границы смерчеопасных районов
- Установлена северная граница распространения смерчей, примерно соответствующая 65 с.ш.
- Впервые на массовом материале получены объективные оценки протяженности и ширины смерчевых треков
- **Перспективы:**
- Оценка интенсивности смерчей по данным о ветровалах (совместно с ИФА РАН).
- Проведение аналогичного исследования для территории Сибири (выполняется в настоящее время).





**Спасибо за внимание!**

*Андрей Шихов, к.г.н.,  
Кафедра картографии и геоинформатики  
Пермского государственного университета*

*e-mail: [and3131@inbox.ru](mailto:and3131@inbox.ru)  
Web-сайт: <http://accident.perm.ru/>*