

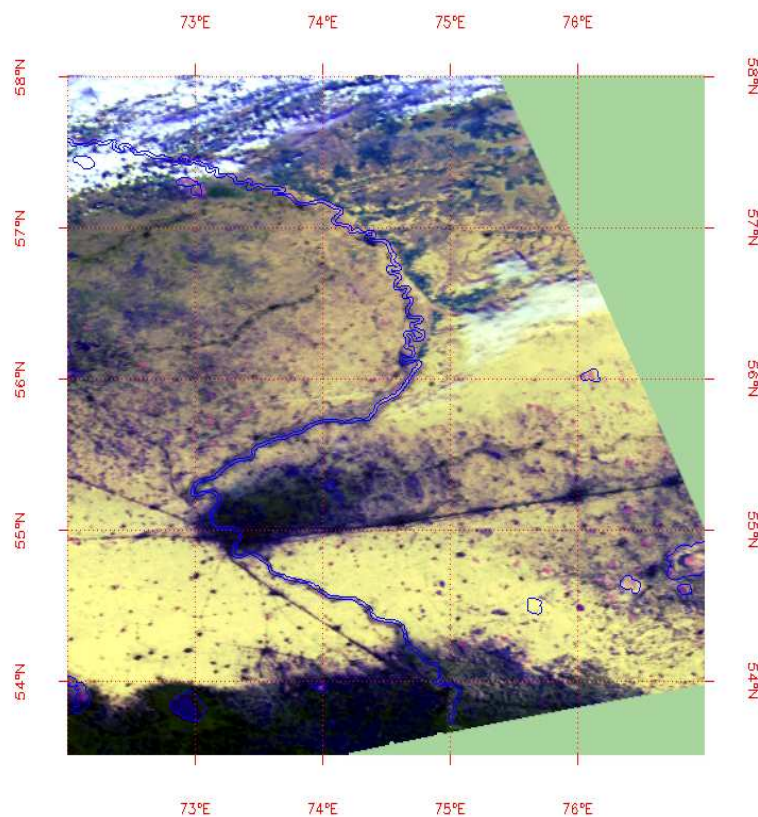
**Теоретическое и  
экспериментальное исследование  
влияния пылевых и сажевых  
загрязнений на процесс снеготаяния**

Дмитриев А.В., Дмитриев В.В.

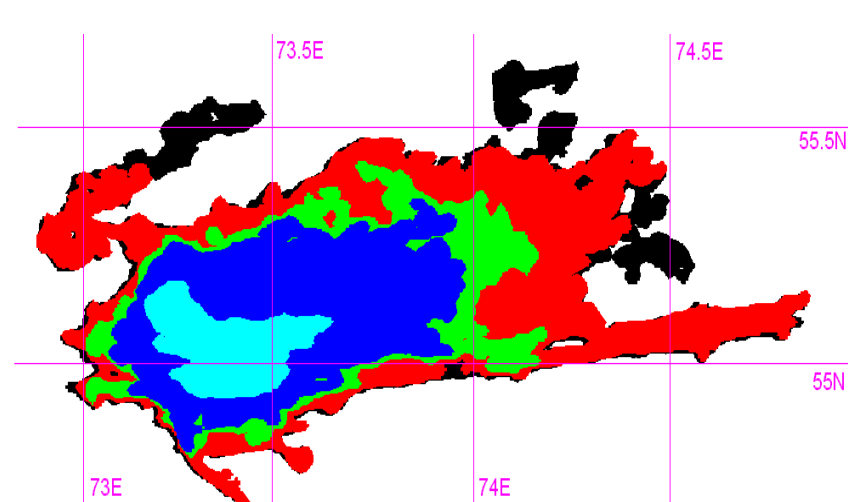
Омский государственный педагогический  
университет

Email : [vdmitriev@omgpu.ru](mailto:vdmitriev@omgpu.ru)

## Пример снеготаяния, обусловленного пылевым и сажевым загрязнением



**2003-04-18, NOAA-16, AVHRR,  
RGB – (1-2-4)**



**Контуры снеготаяния  
весной 2003 г.**

**Голубой - 04 Апреля 2003 года.**

**Синий - 15 Апреля 2003 года.**

**Зеленый - 16 Апреля 2003 года.**

**Красный - 17 Апреля 2003 года.**

**Черный - 18 Апреля 2003 года.**

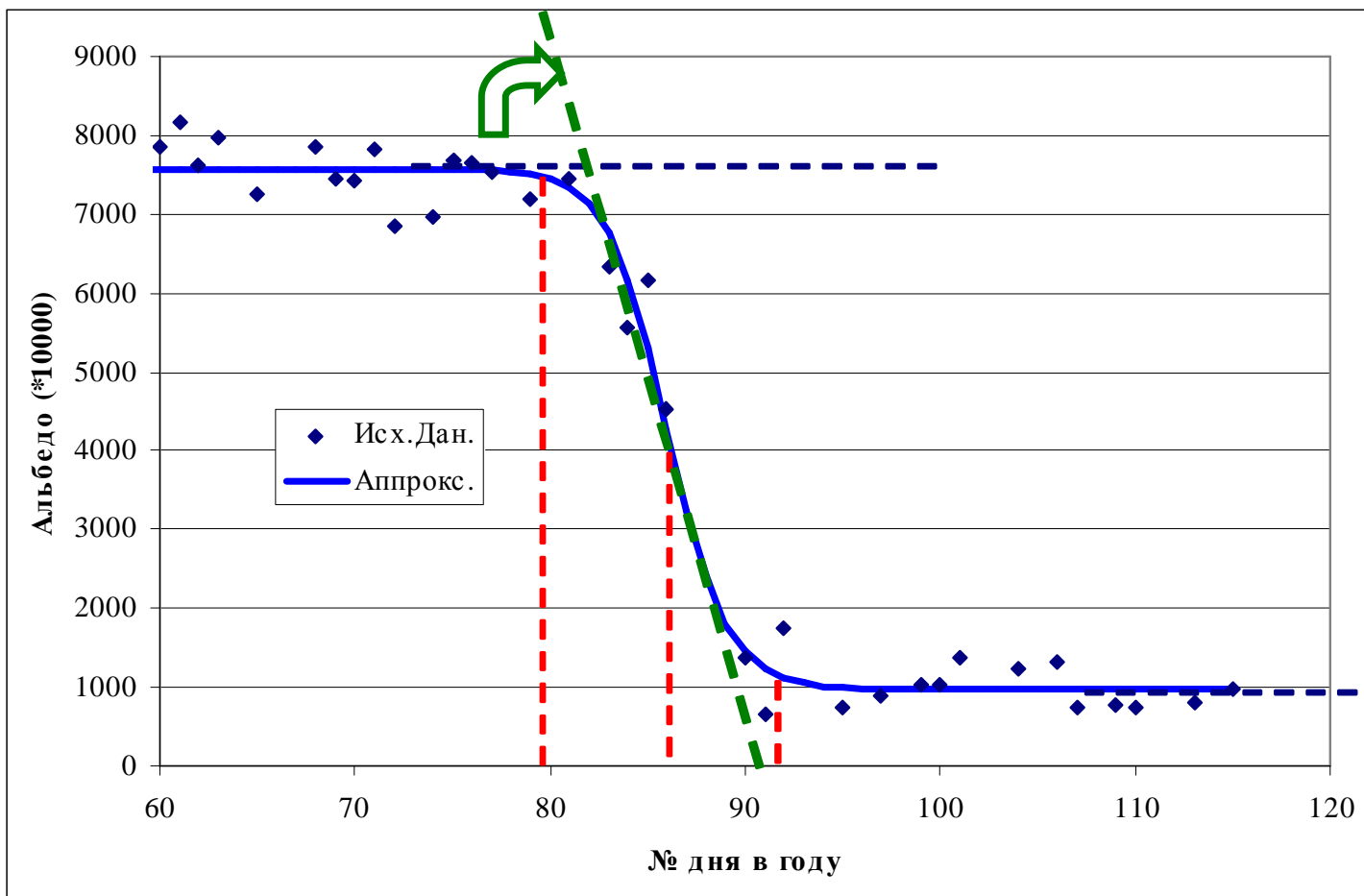
**Цель работы** – исследовать влияние индустриальных загрязнений на процесс снеготаяния с точки зрения создания алгоритма для восстановления параметров загрязнений по спутниковым данным (MOD09).

**Задачи работы.**

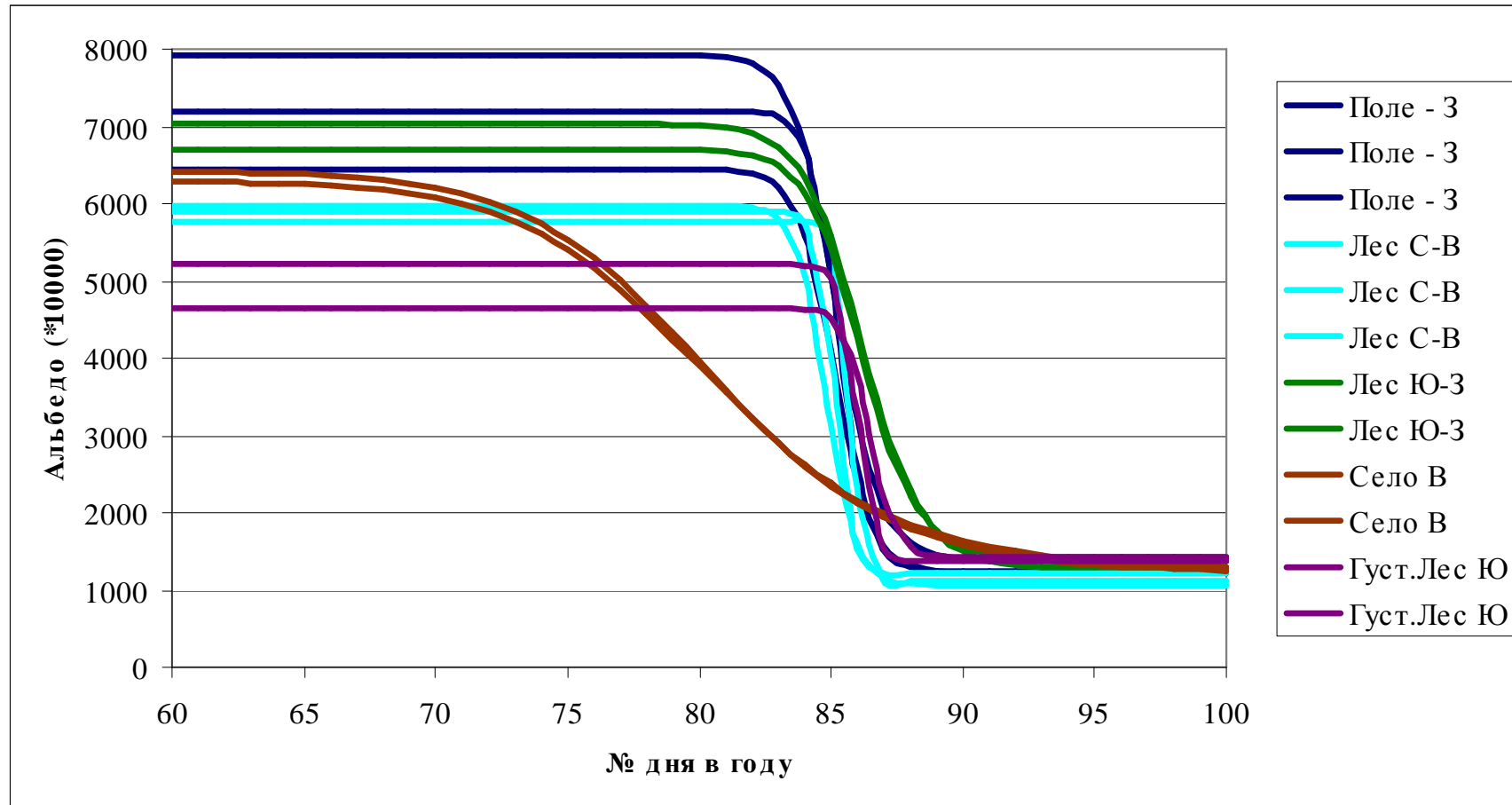
1. Создать алгоритм, позволяющий в автоматическом режиме определять дату и характеристики снеготаяния с использованием стандартных продуктов (MOD09 ежедневные).
2. Исследовать наземными методами пространственное распределение и характеристики пылевых и сажевых загрязнений в окрестностях г. Омск на «момент» снеготаяния.
3. Исследовать взаимосвязь пространственной и временной динамики снеготаяния с характеристиками загрязнений. Выявить основные действующие факторы.
4. Создать и апробировать аппаратное и программное обеспечение для исследования гранулометрических характеристик пылевых и сажевых частиц, входящих в состав загрязнений.
5. Исследовать тепловой баланс, управляющий процессом таяния снежного покрова. Определить основные его компоненты, определяющие дату и скорость снеготаяния.

# Временная зависимость альbedo поверхности (MODIS-B1) и ее аппроксимация НЧ фильтром Баттерворта:

$$Y = A + B / (1 + (X / C)^2 * D)$$

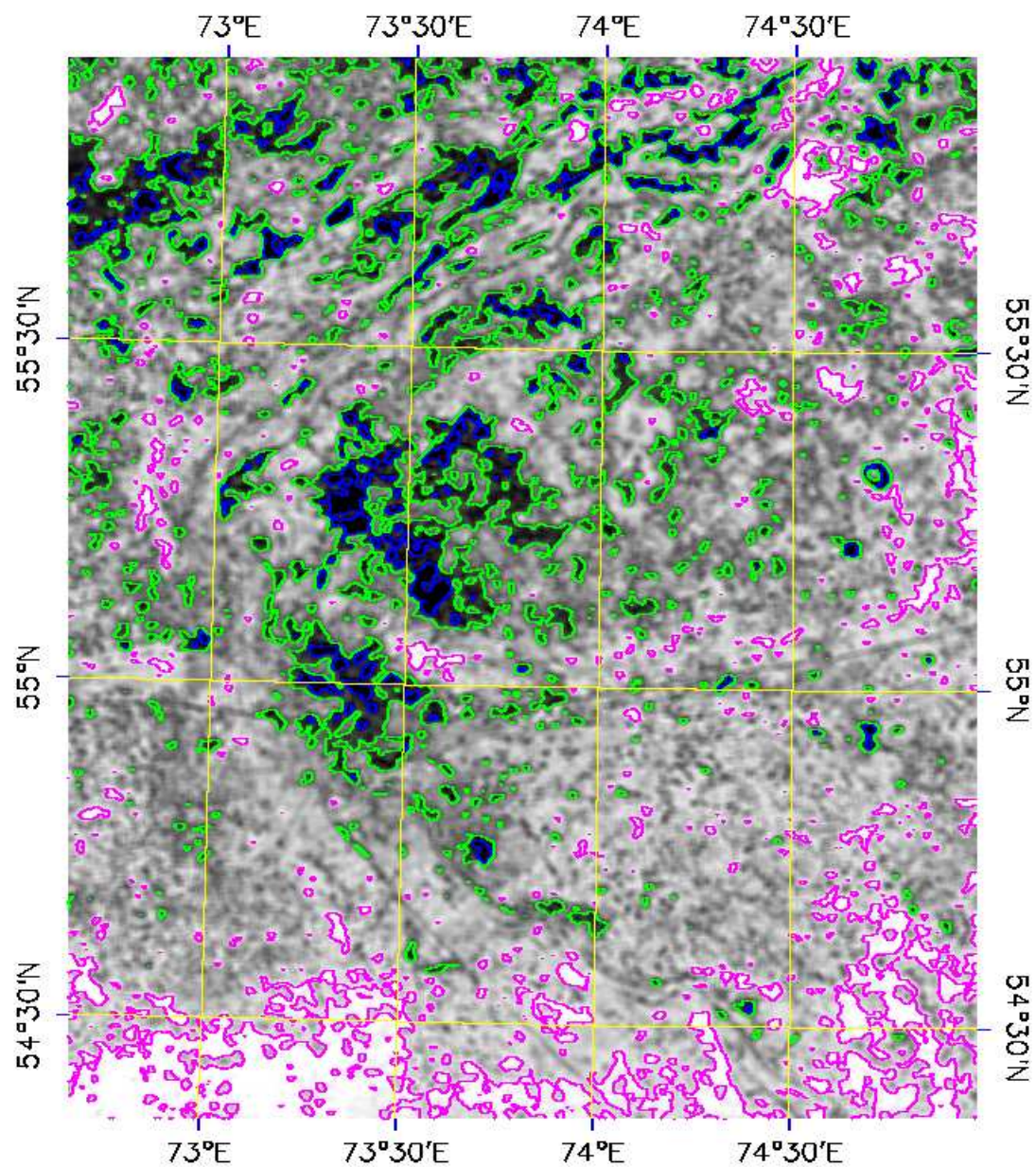


# Примеры аппроксимации временной зависимости альбедо снежного покрова для разных участков



# Показатель В

альbedo до  
таяния  
синий – 0,5  
зеленый – 0,7  
сиреневый – 0,9



# Показатель С

день наиболее  
активного таяния

зеленый – 70

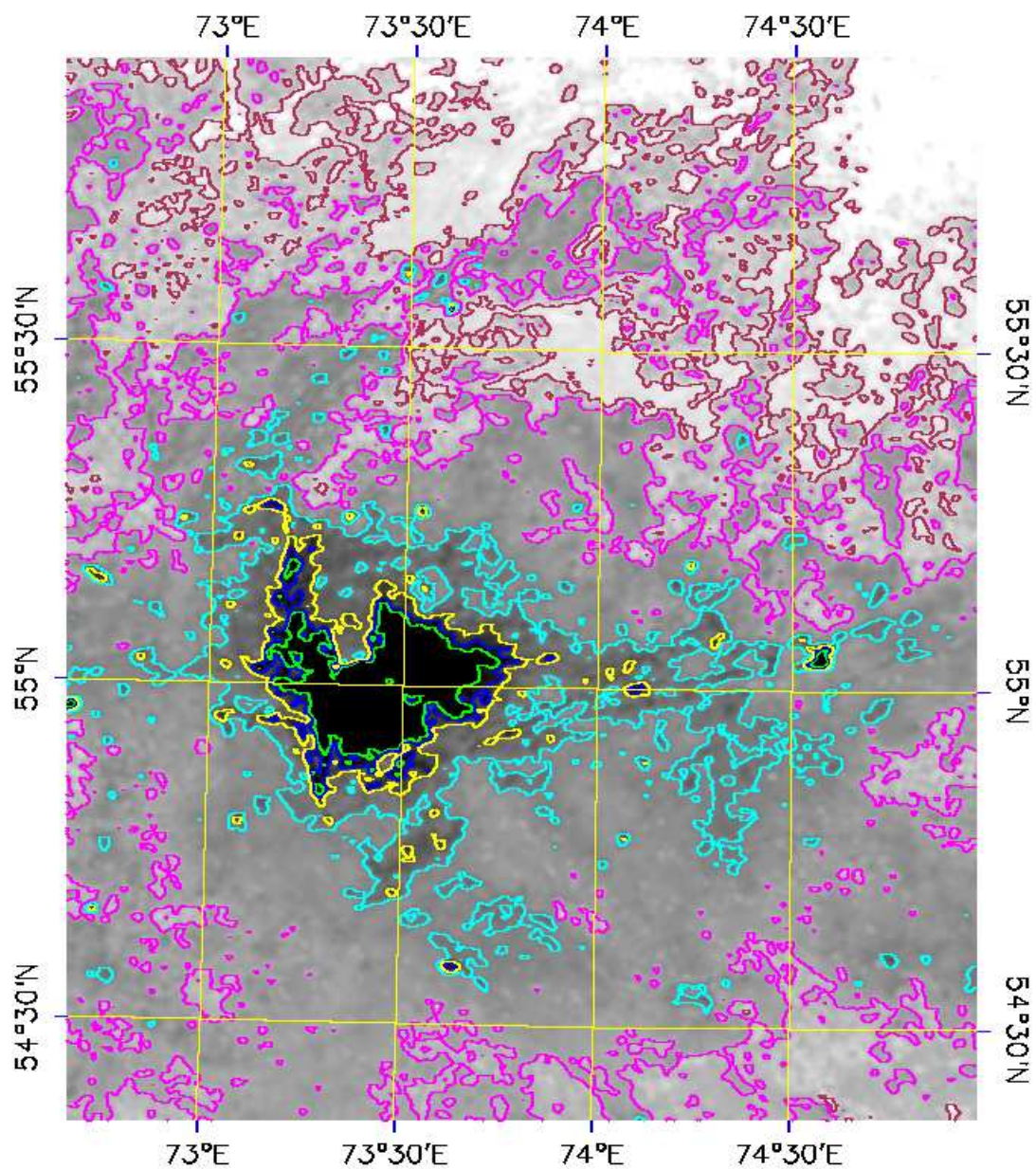
синий – 75

желтый – 80

голубой – 82

сиреневый – 84

бордовый - 86



# Показатель

## D

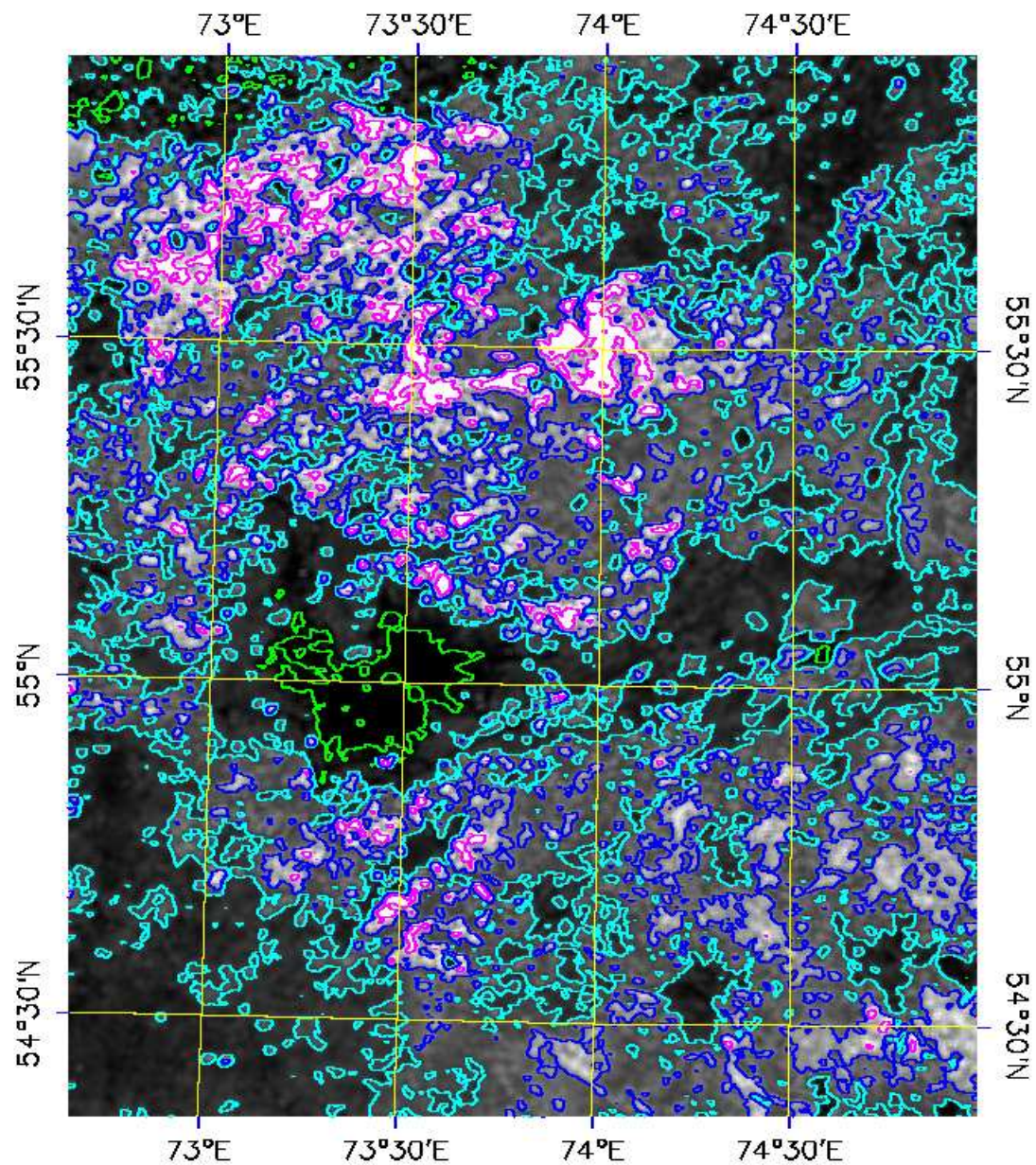
скорость таяния

сиреневый – 80

синий – 40

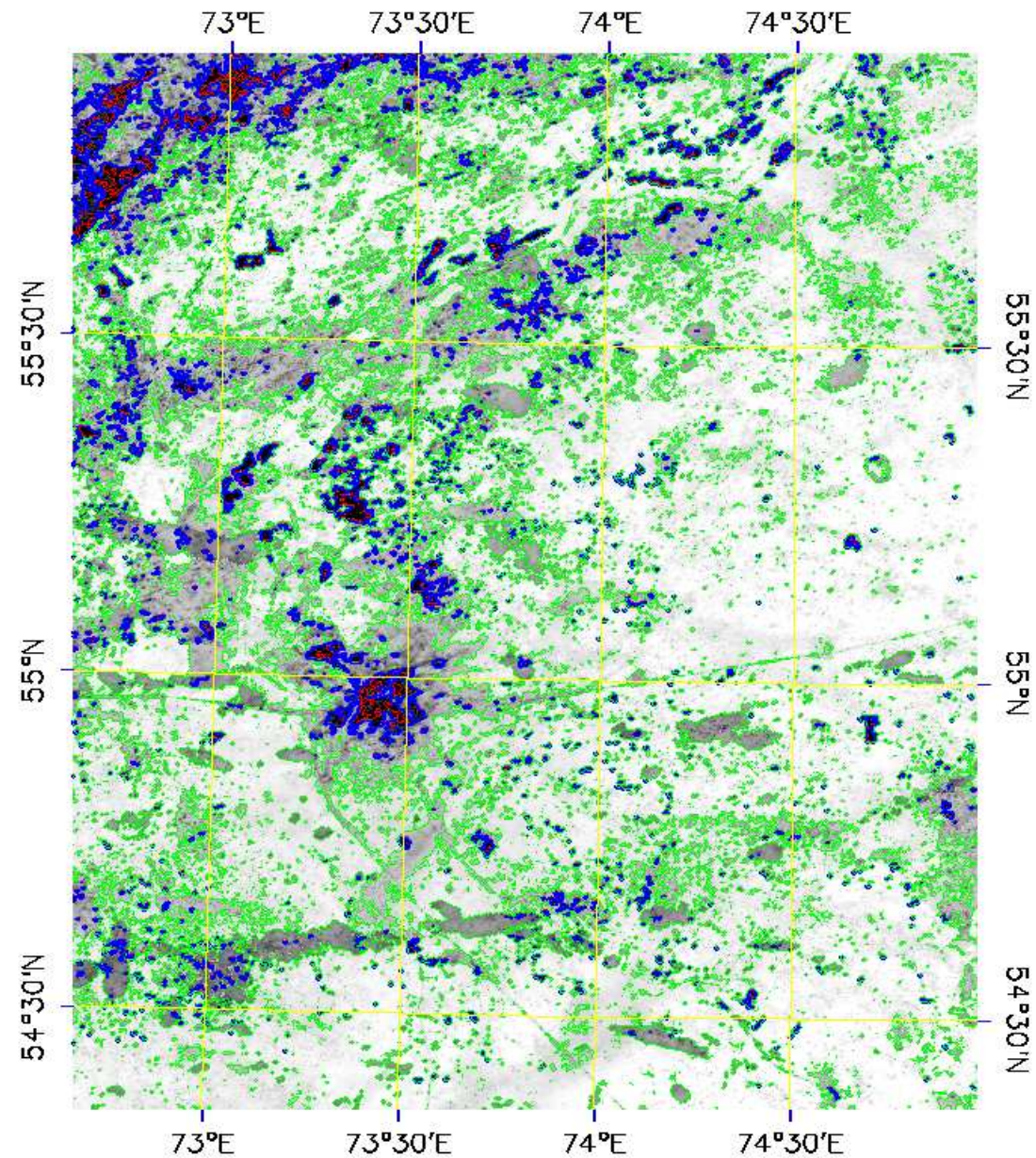
голубой – 20

зеленый – 10





Коэффициент  
корреляции,  
оценка надёжности  
приближения  
красный – 0,5  
синий – 0,7  
зеленый – 0,9

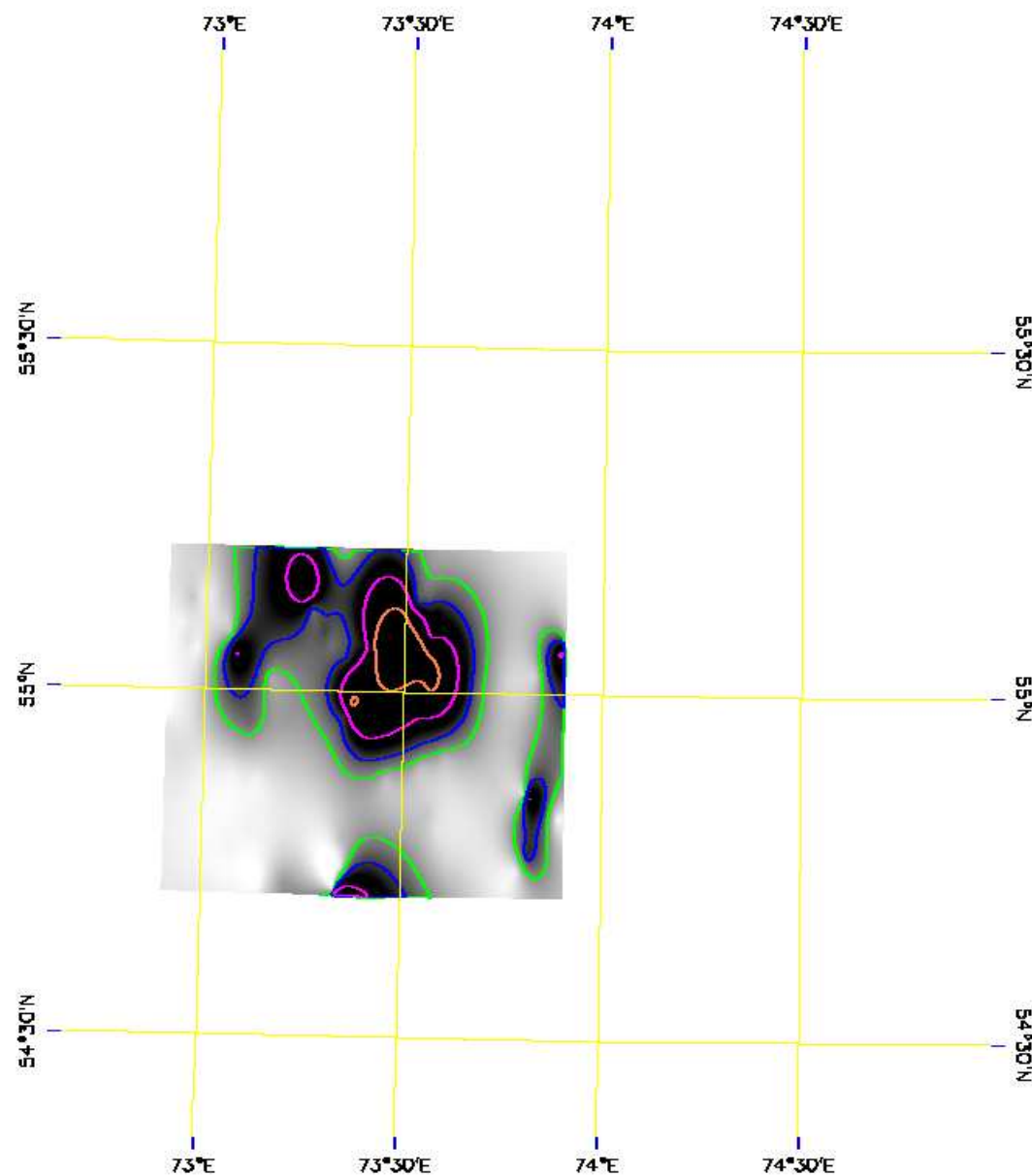


# **Основные характеристики наземных и лабораторных измерений**

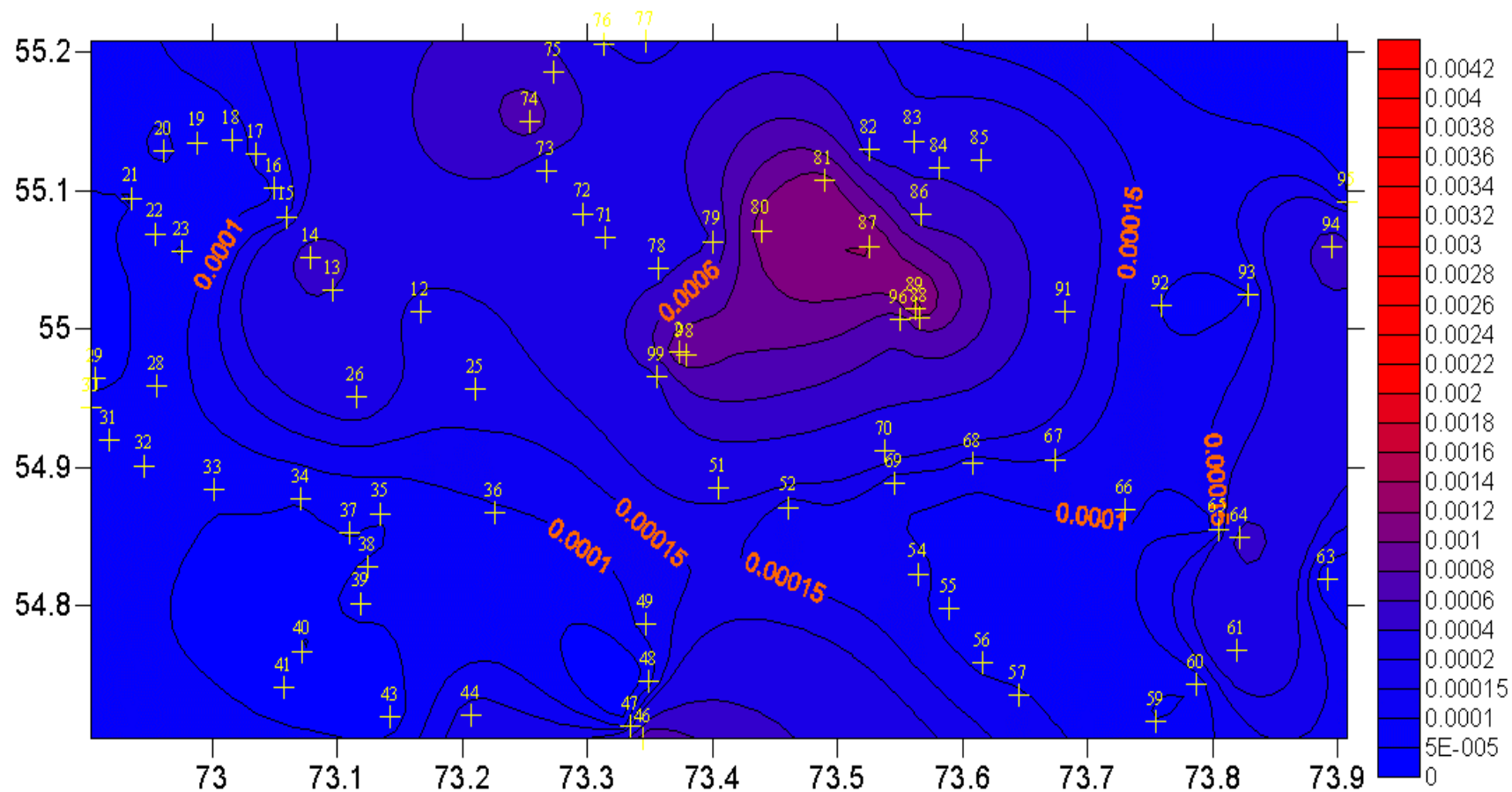
- **Общее количество маршрутных точек – 108. Тестовых полигонов -15.**
- **Для каждой точки измерялись: координаты (GPS), высота снега, объем пробы.**
- **Камеральная обработка: общая масса пробы, масса сухого твердого остатка после выпаривания воды из бокса с известной массой (эл. весы 0,00001 г).**
- **Закладка покровного стекла известной массы для исследования гранулометрических характеристик частиц.**

Распределение  
содержания  
пыли по  
наземным  
данным  
(массовая доля)

зеленый – 0,00015  
синий – 0,0003  
сиреневый – 0,00045  
желтый – 0,0006



# Пространственное распределение содержания пыли (массовая доля)



# Фото установки для исследования гранулометрических характеристик пылевых частиц

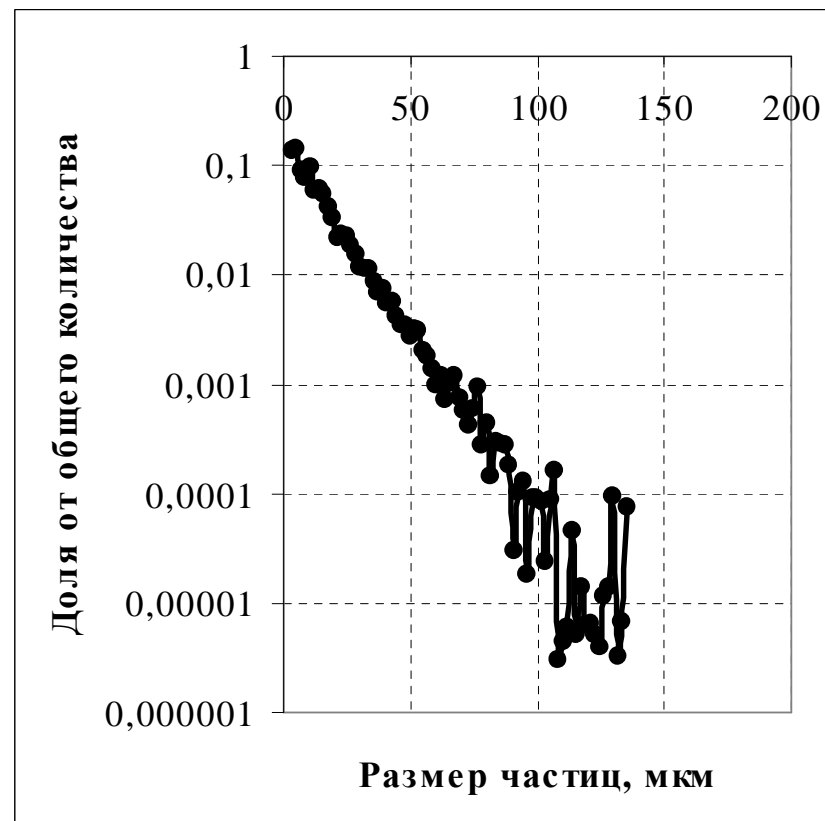
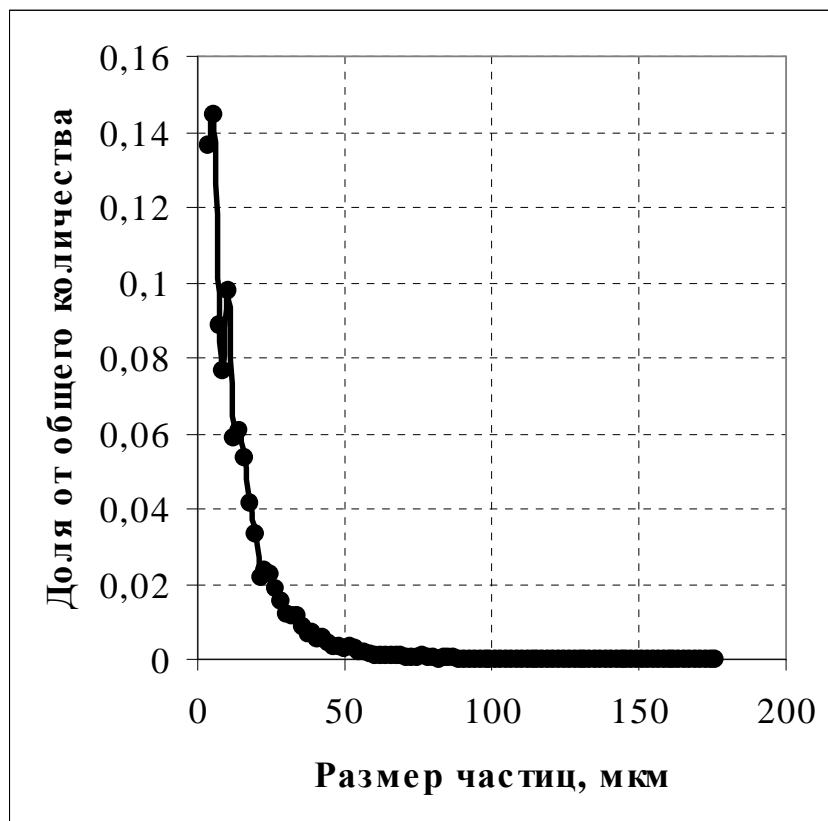


При экспериментальном исследовании гранулометрии определялась зависимость содержания частиц от их размеров для имевшихся образцов.

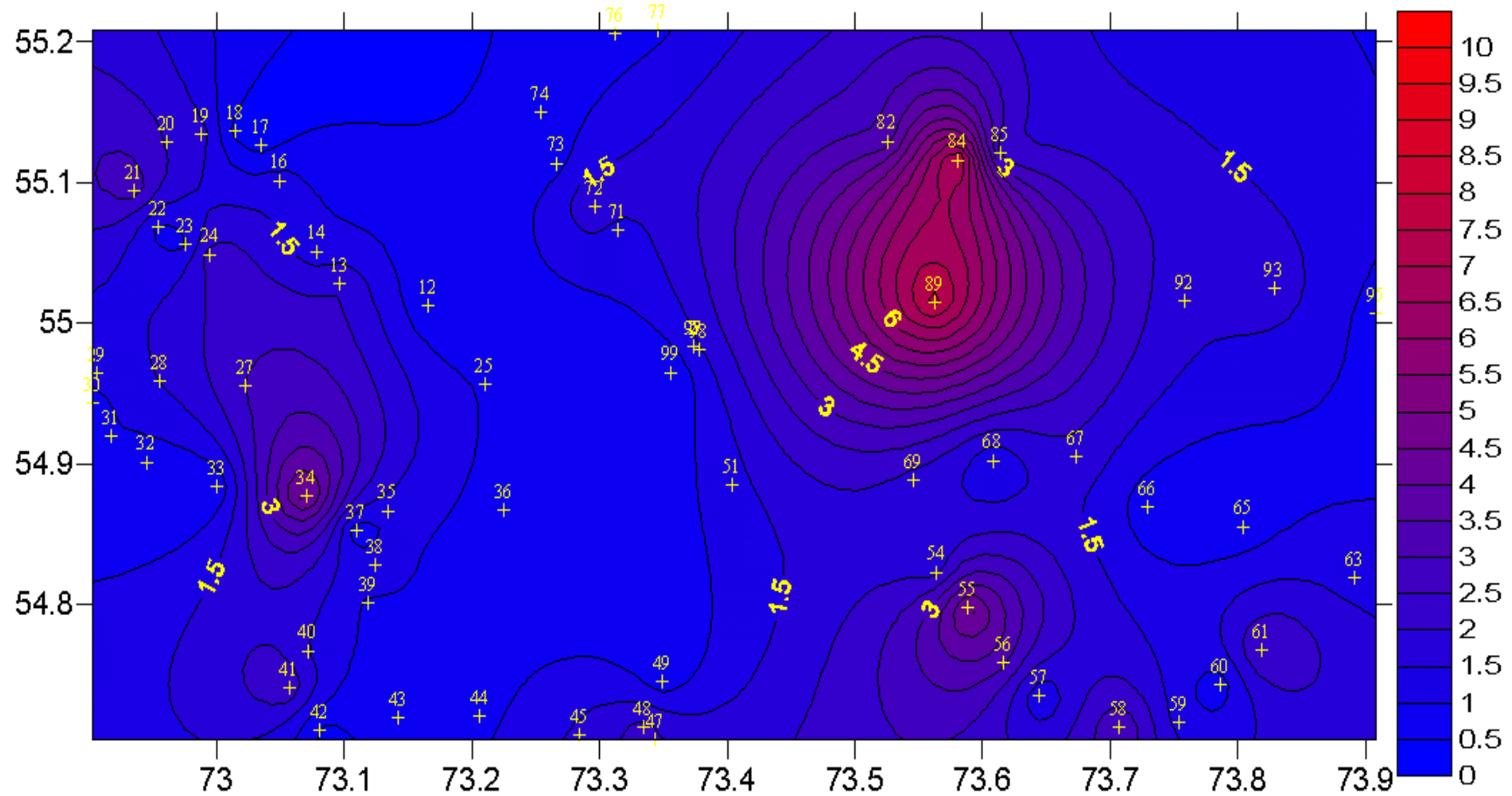
Ввиду достаточно малого поля зрения микроскопа для каждого образца делалась серия из 20 снимков в различных, случайно распределенных частях рассеянного по предметному стеклу образца.

Распределение по размерам частиц определялись с помощью известного алгоритма гранулометрии, представляющего из себя сравнение изображения после последовательных операций размывания с увеличивающимся на каждом шаге размером примитива

# Гранулометрия – распределение частиц по размерам в линейном и логарифмическом масштабе, проба №2

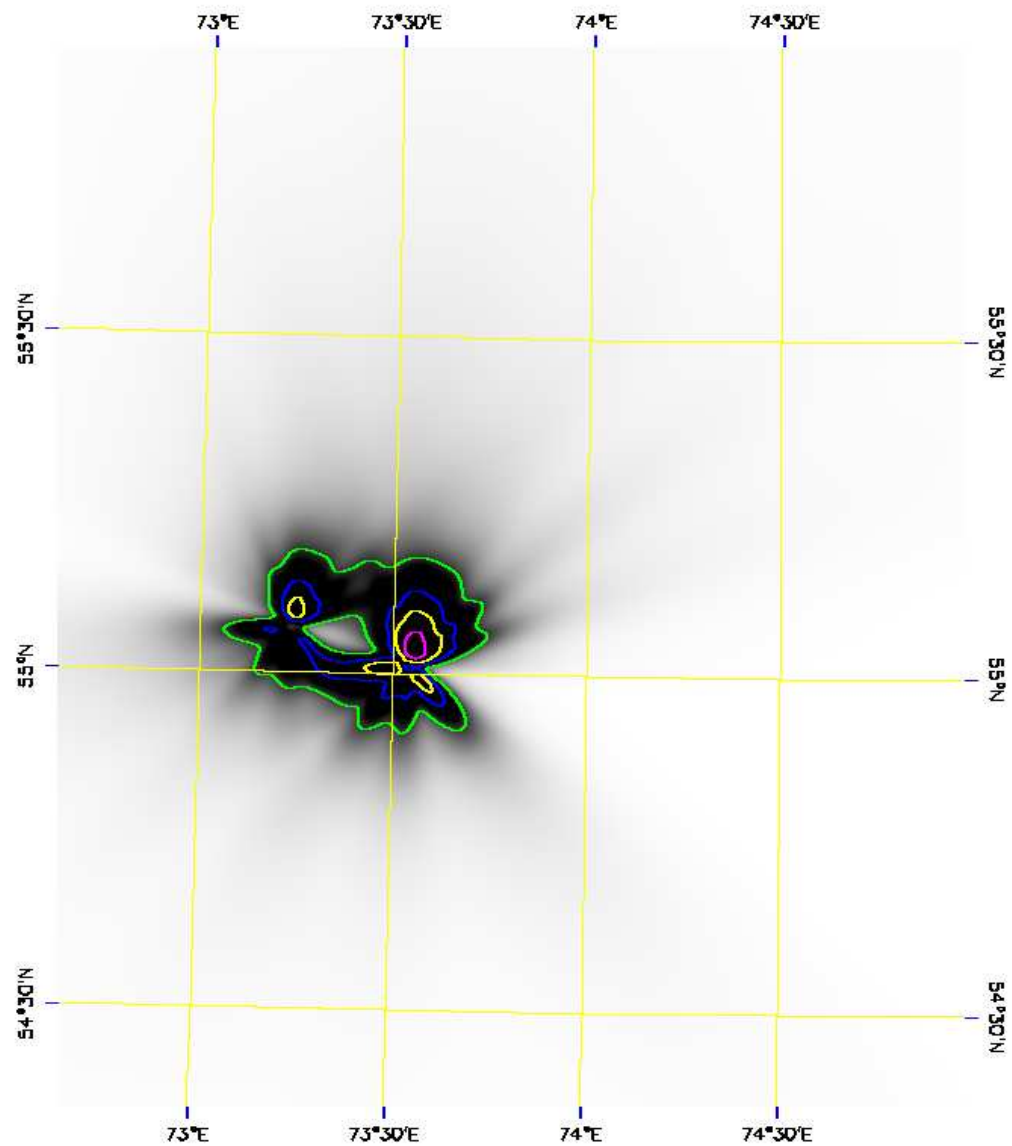


# Пространственное распределение плотности пыли (г/куб.см)

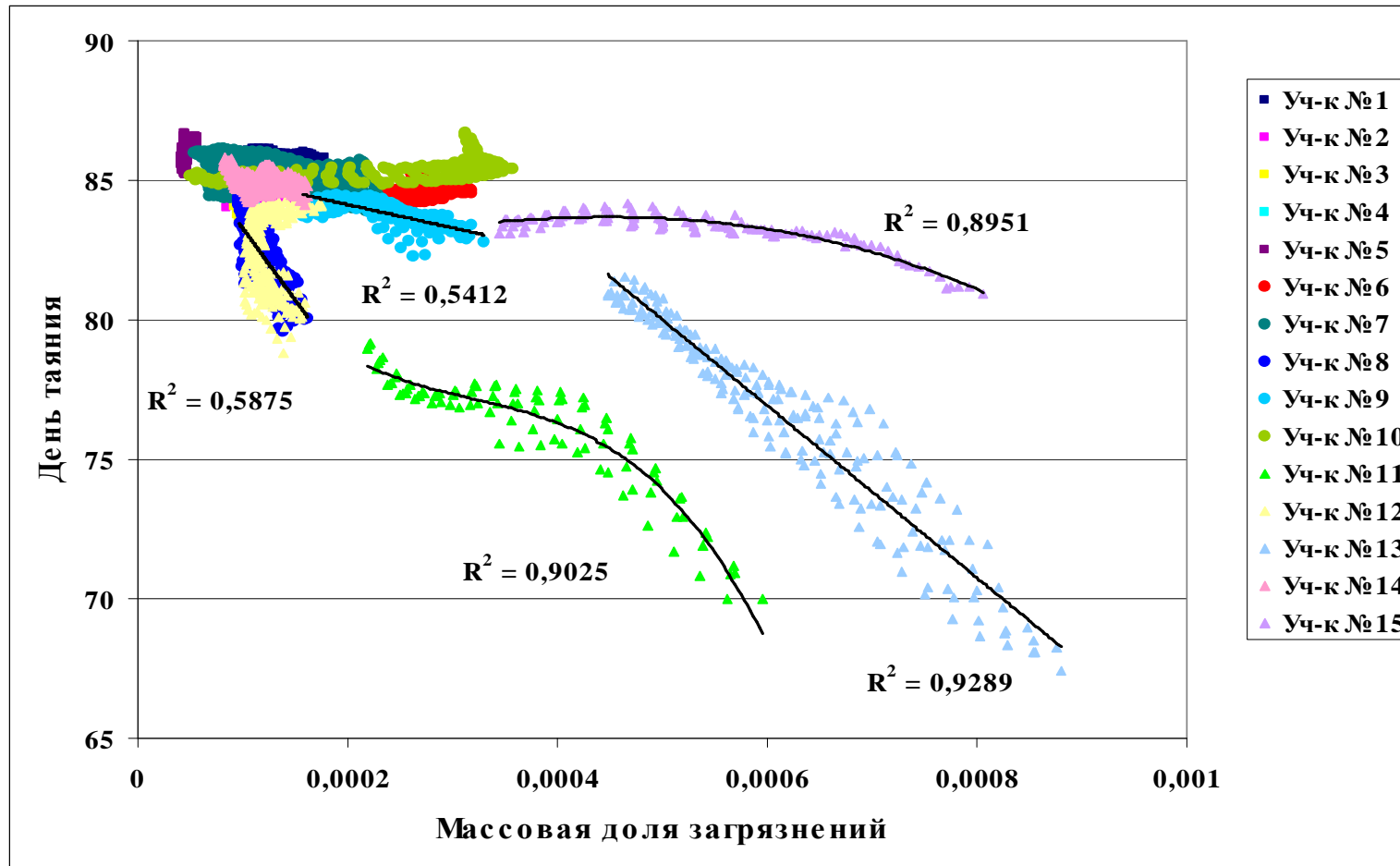




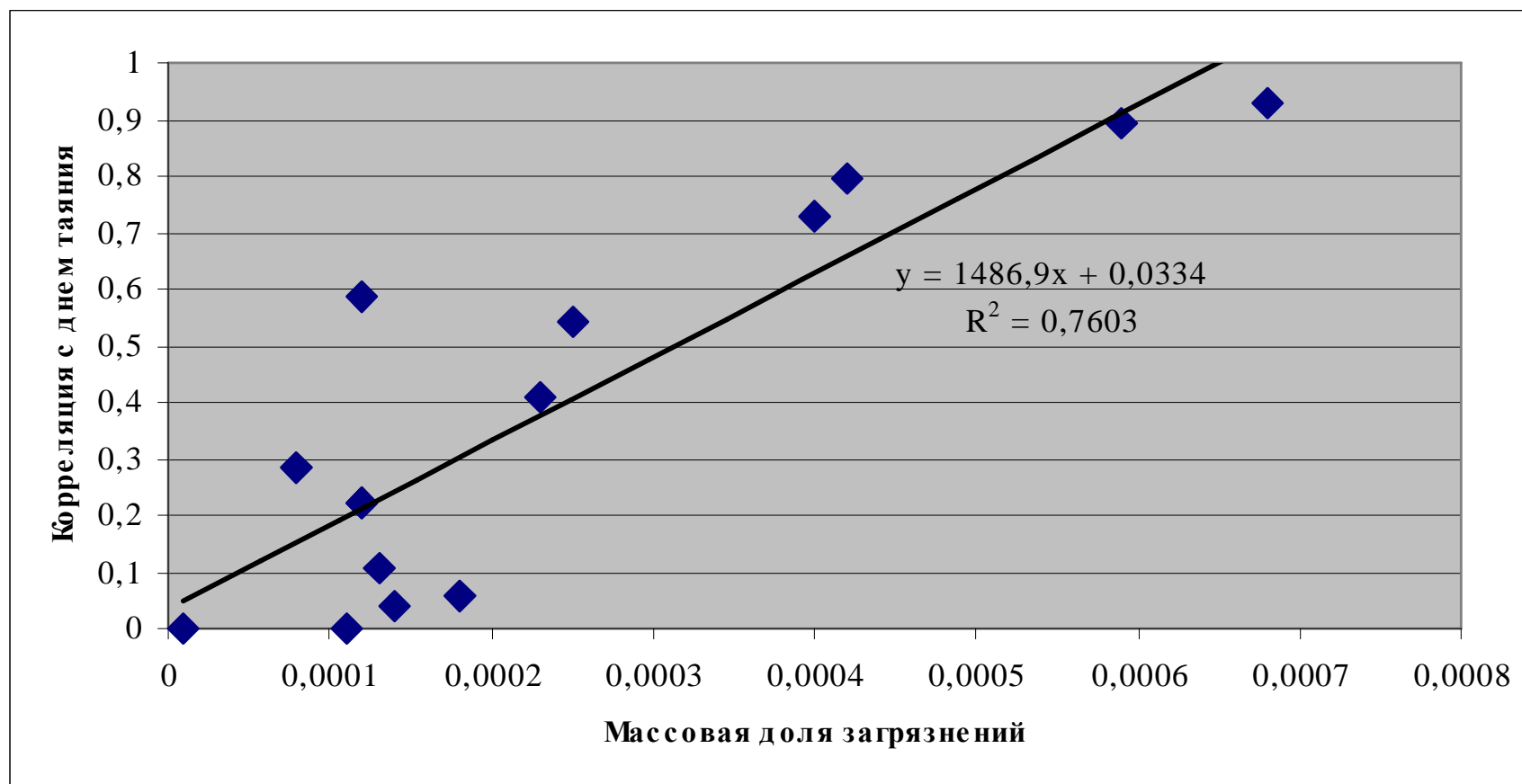
Расчёт  
ветрового  
разноса  
загрязнений  
по алгоритму  
ОНД  
контуры  
относительные



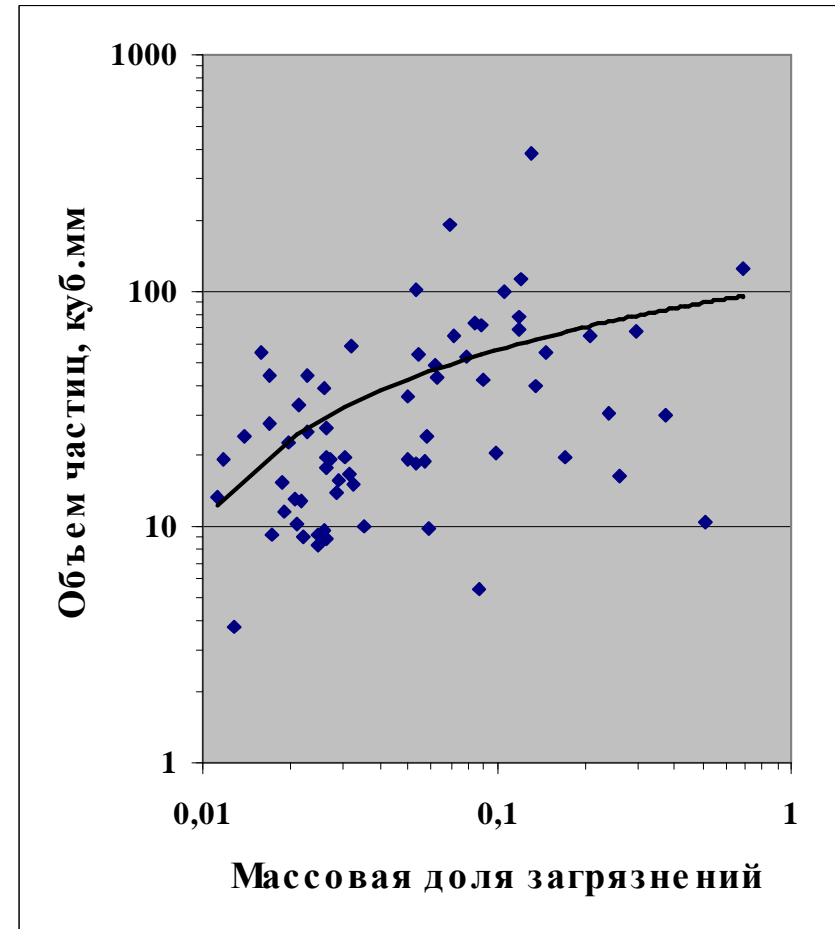
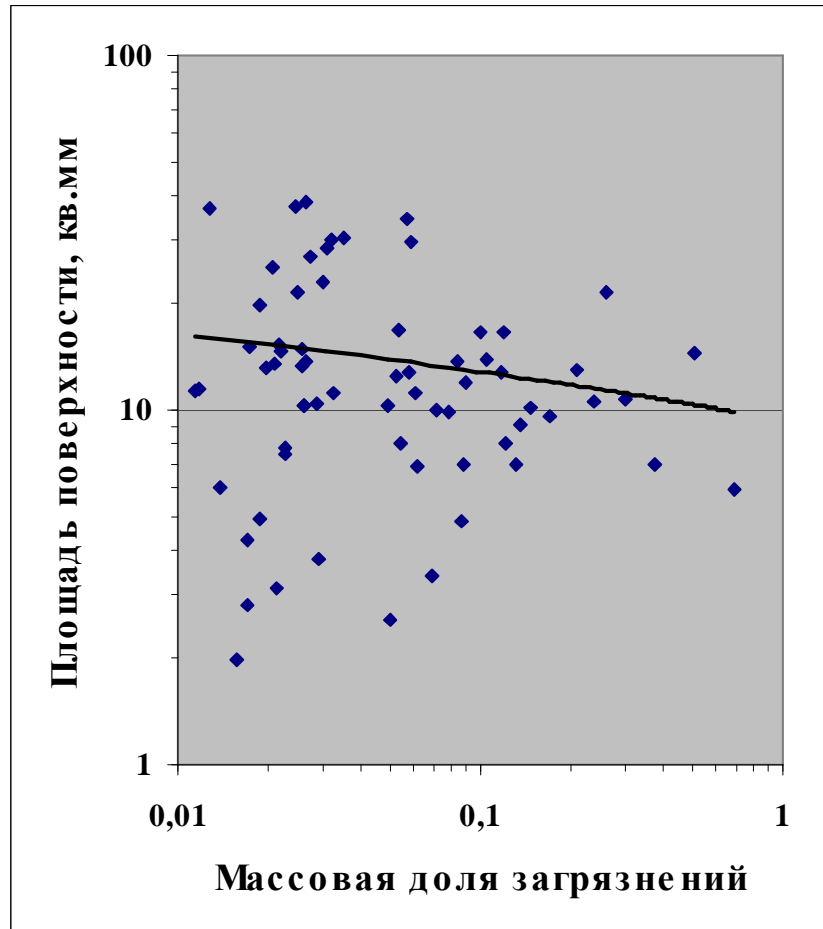
# № дня интенсивного таяния по участкам от величины загрязнения



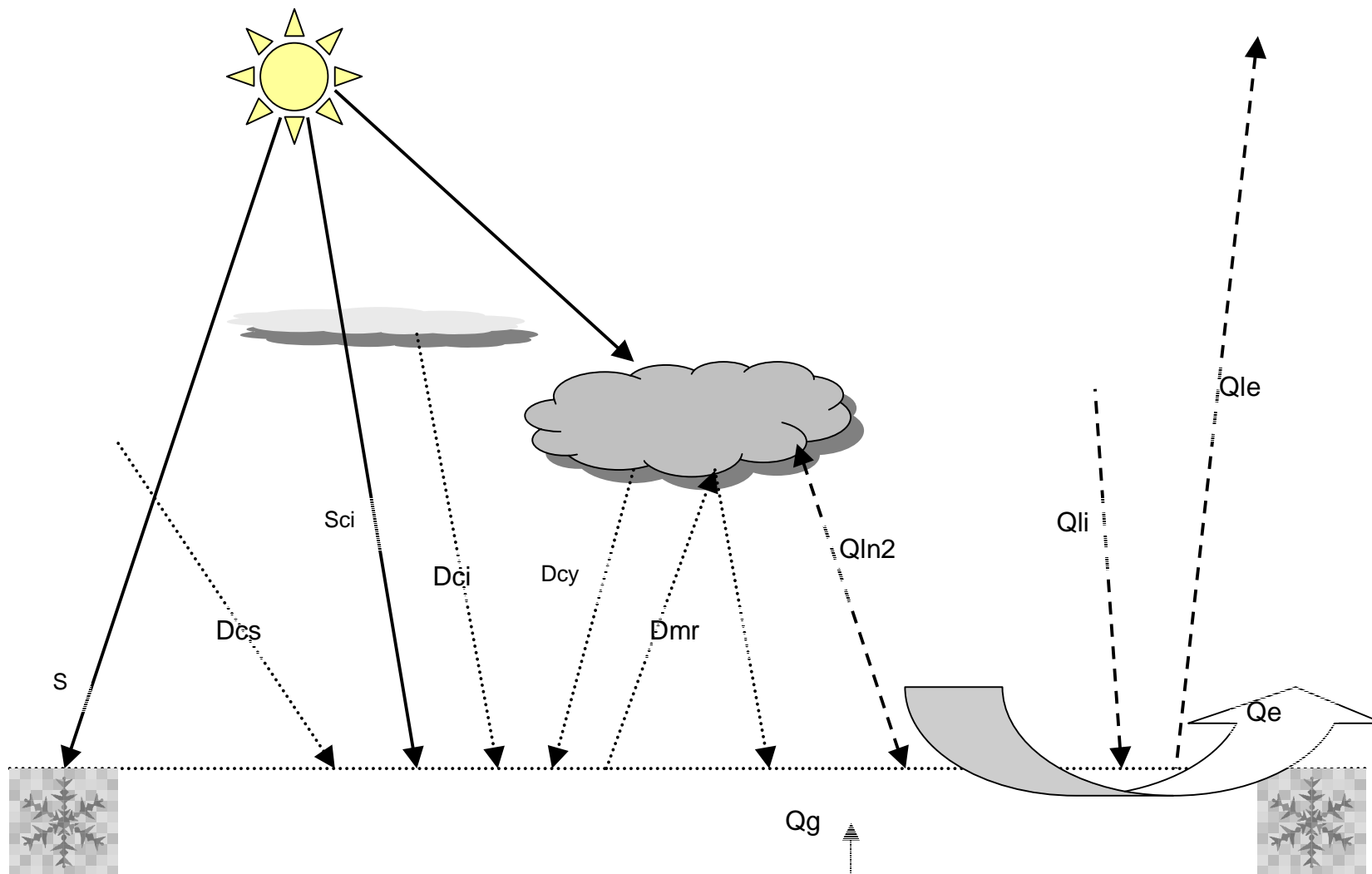
# Влияние загрязнений на процесс таяния



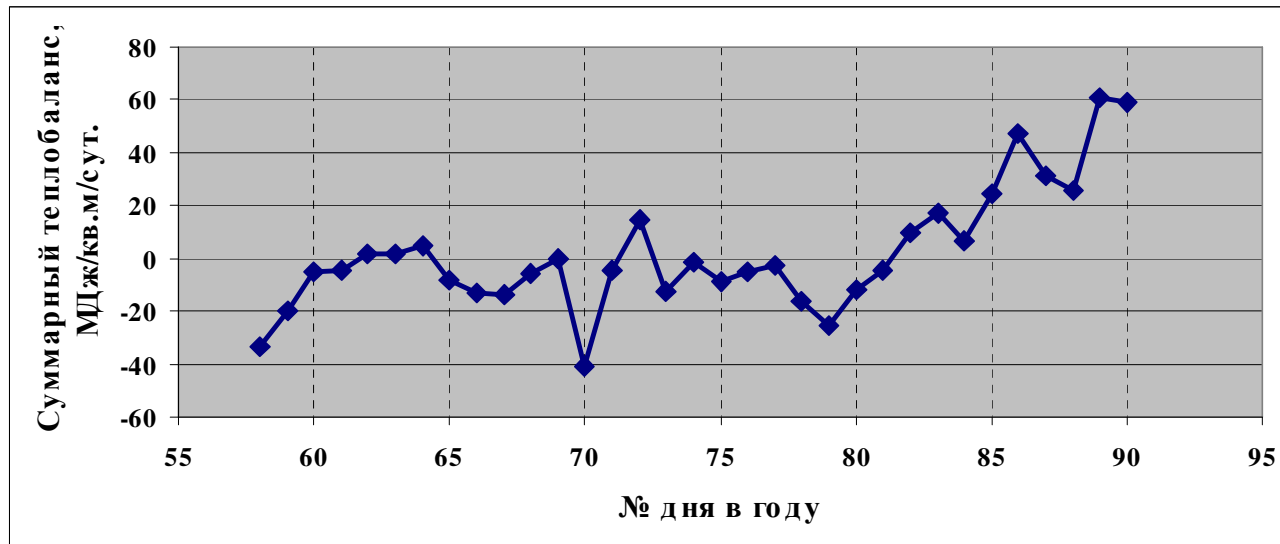
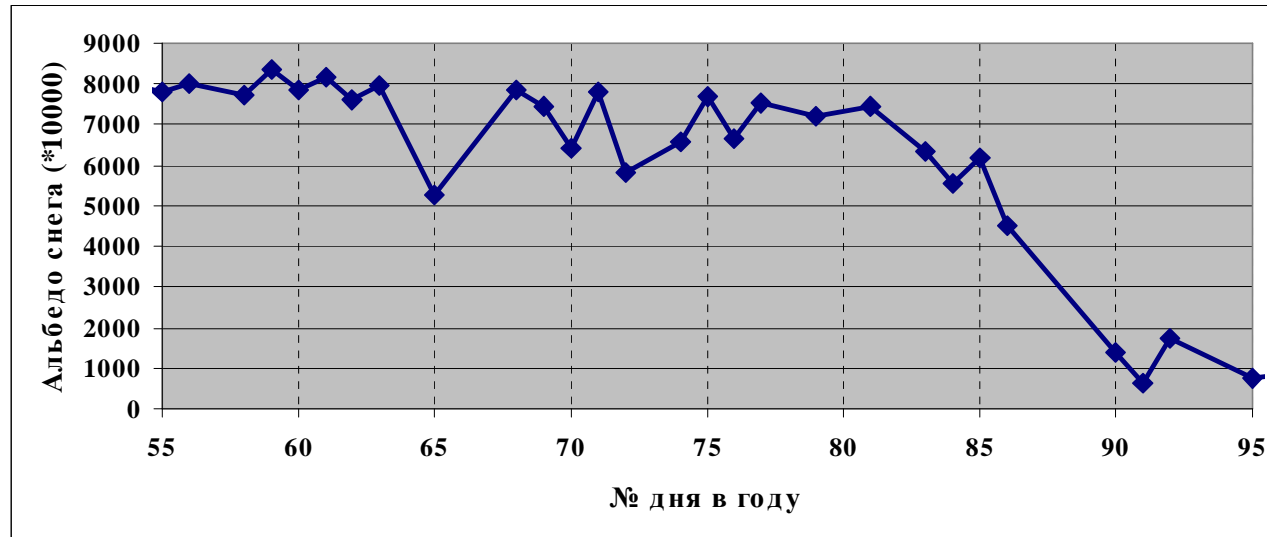
# Изменение гранулометрических параметров загрязнений



# Основные компоненты теплового баланса снежного покрова



# Взаимосвязь теплового баланса снежного покрова с процессом его таяния



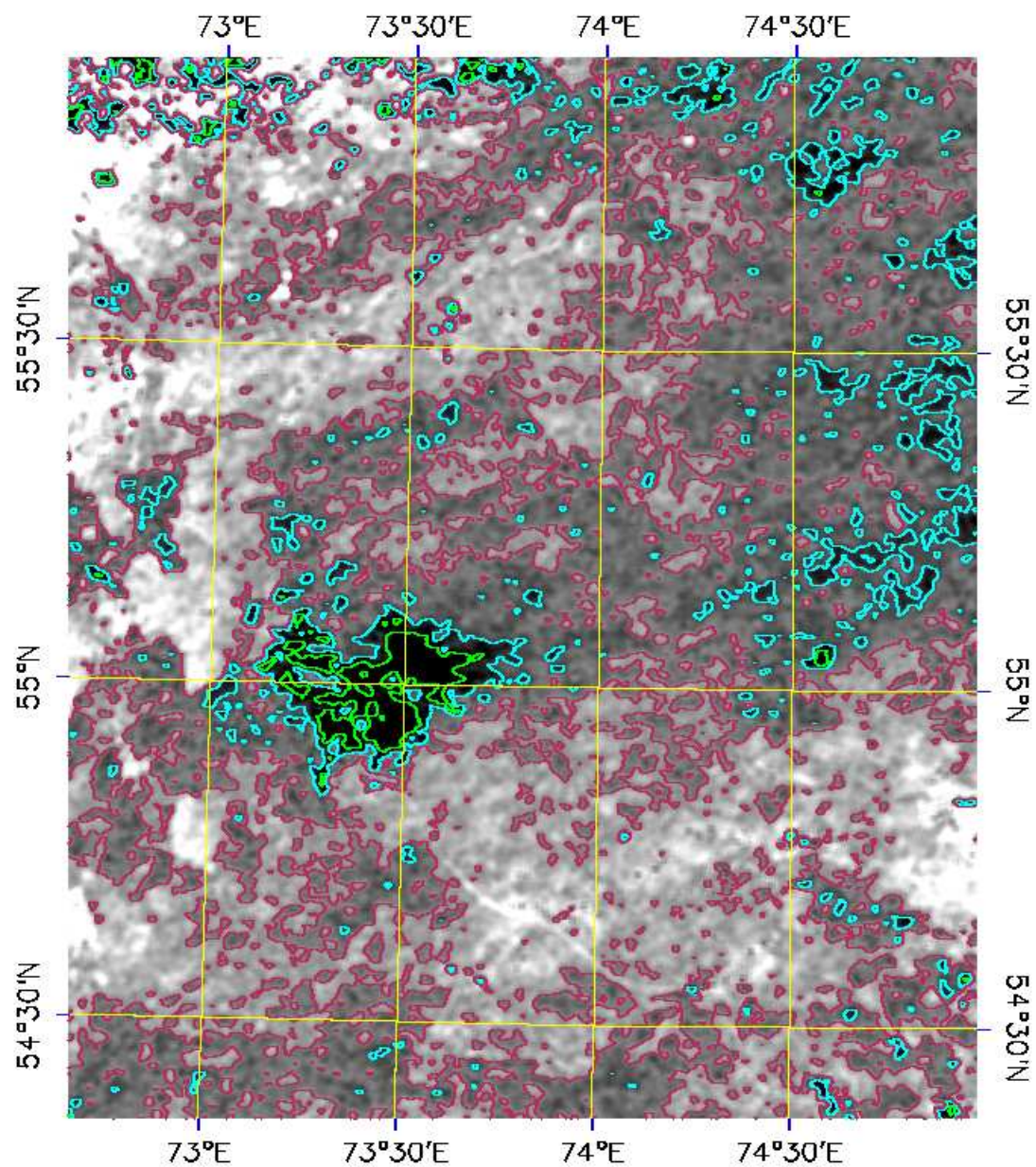
# Основные результаты

1. Предложенная аппроксимация временной зависимости снежного покрова позволяет в автоматическом режиме определять основные параметры процесса снеготаяния.
2. Мониторинг временной динамики снеготаяния позволяет определить величину загрязнения при учете климатических факторов и гранулометрии снежного покрова

Спасибо за внимание.

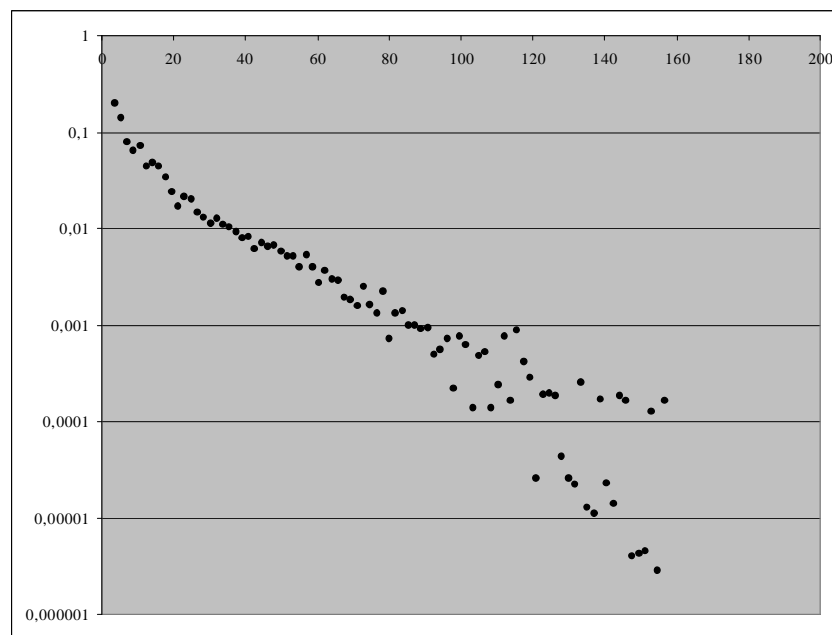
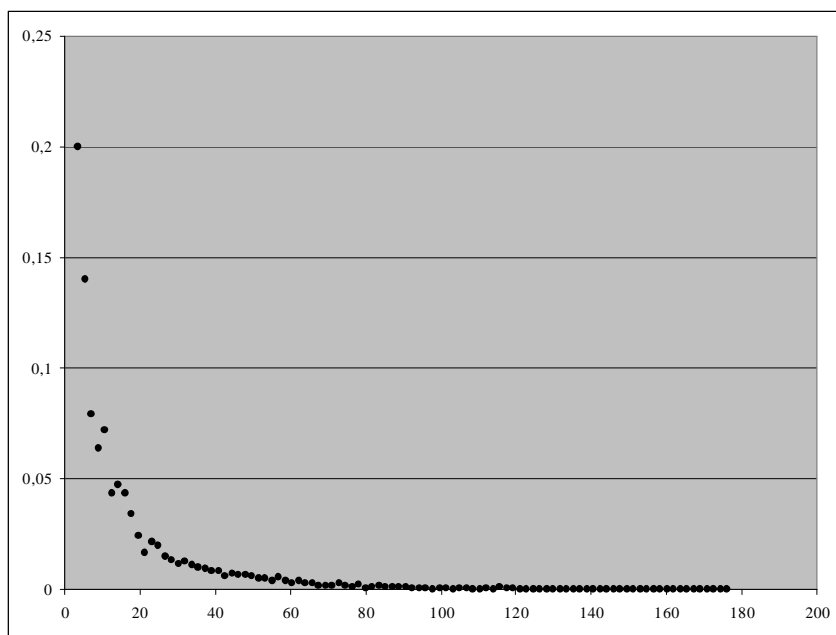
# Показатель А

альбеда после  
таяния  
сиреневый - 0,10  
голубой - 0,12  
зеленый - 0,14

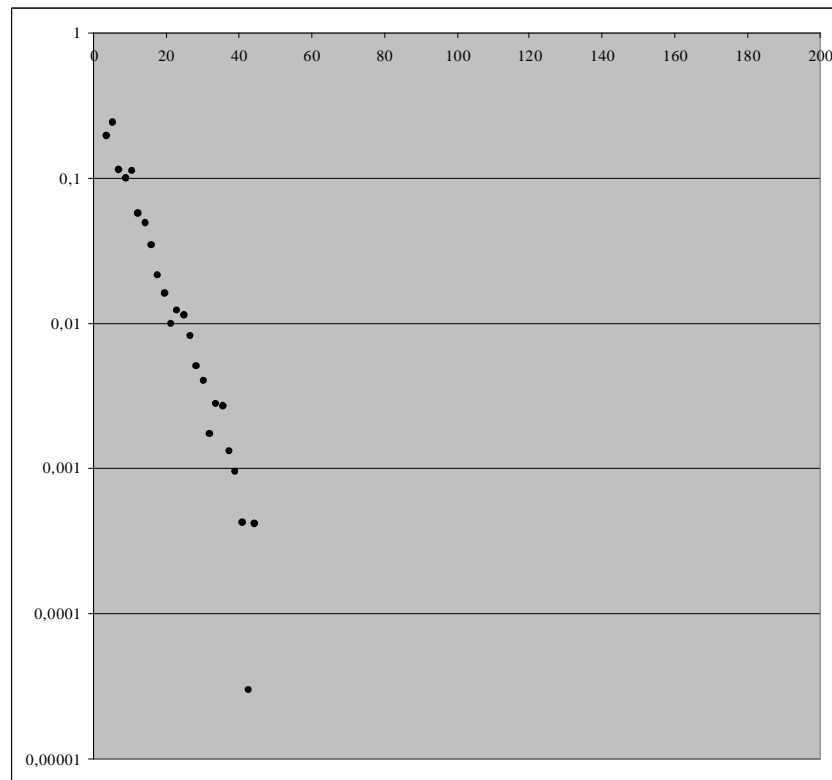
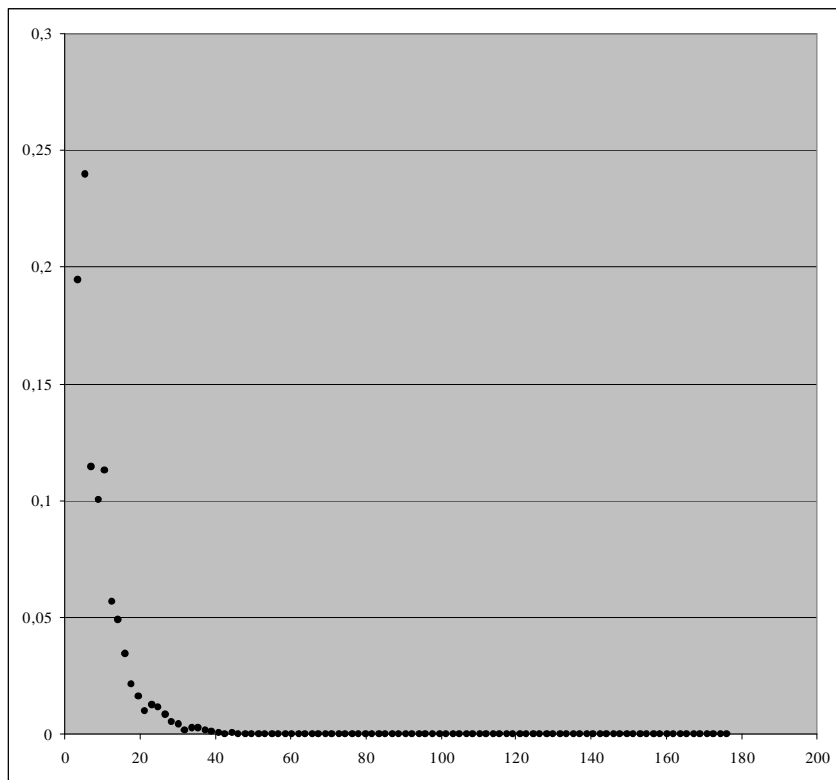




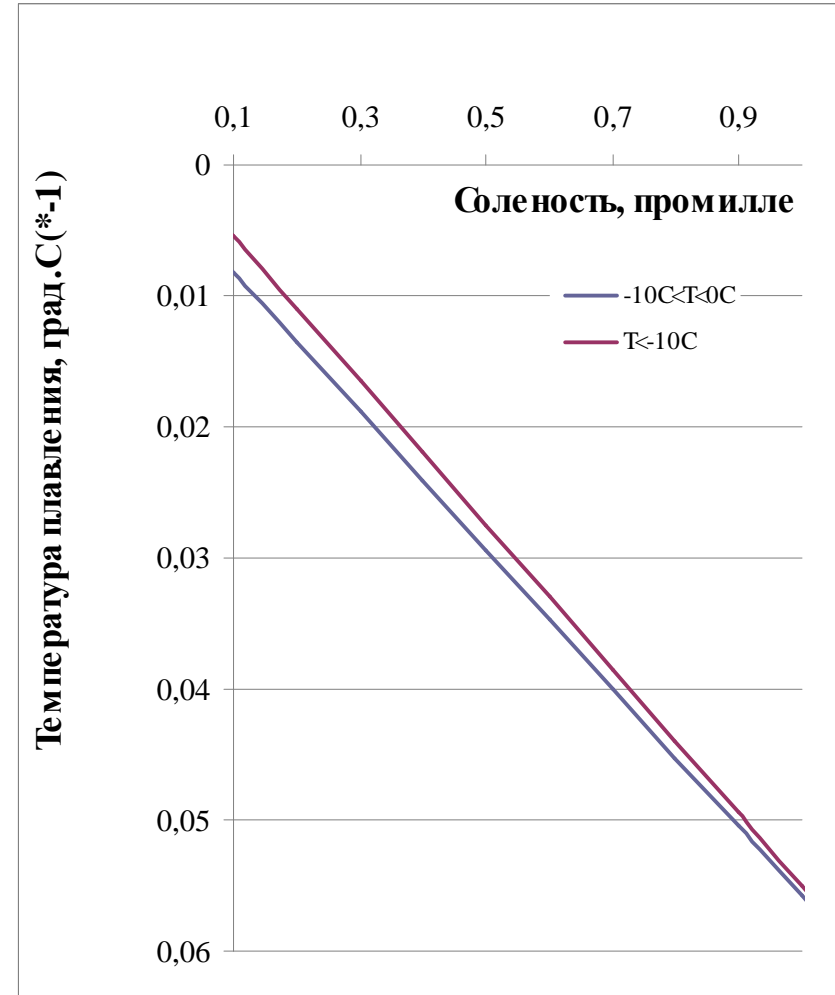
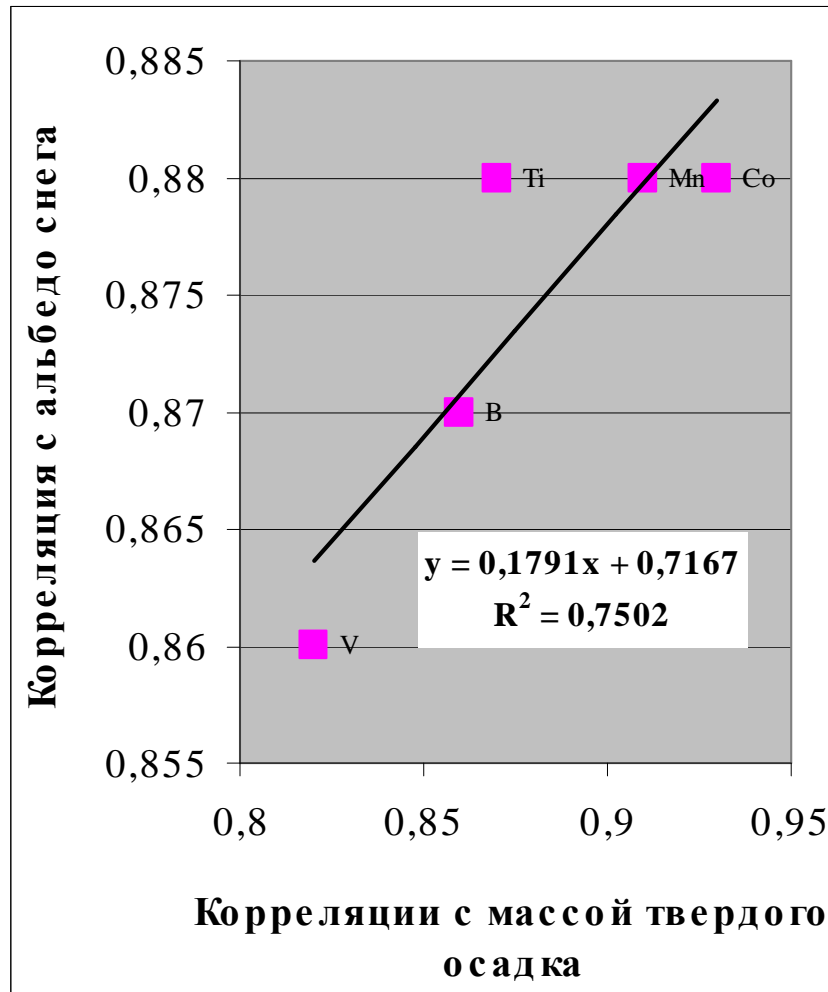
# 89 проба состав частиц



# 36 проба состав частиц



# Влияние химизма



# Оценки вклада отдельных компонент в тепловой баланс снежного покрова

|                        |                            |                    |
|------------------------|----------------------------|--------------------|
|                        | Основные элементы          |                    |
| <b>D</b>               | Солнечное                  | <b>226,379574</b>  |
| <b>Q<sub>li</sub></b>  | Из атмосферы в снег        | <b>564,214278</b>  |
| <b>Q<sub>le</sub></b>  | Из снега в атмосферу       | <b>-234,016156</b> |
| <b>Q<sub>ln2</sub></b> | Обмен с облаками           | <b>-290,726481</b> |
| <b>Q<sub>e</sub></b>   | Турбулентный обмен         | <b>-196,050181</b> |
| <b>Q<sub>g</sub></b>   | Теплообмен с почвой        | Не учтена          |
|                        | Компоненты коротковолновые |                    |
| <b>S</b>               | Прямое                     | <b>202,473733</b>  |
| <b>S<sub>ci</sub></b>  | Через перистые             | <b>48,3757867</b>  |
| <b>D<sub>cs</sub></b>  | Рассеянное атмосферой      | <b>84,3088333</b>  |
| <b>D<sub>ci</sub></b>  | Рассеянное перистыми       | <b>25,0006933</b>  |
| <b>D<sub>cy</sub></b>  | Рассеянное плотными        | <b>86,5266667</b>  |
| <b>D<sub>mr</sub></b>  | Переотраженное             | <b>41,107554</b>   |