

Совместное исследование полей приземного давления и температуры воздуха над Северным полушарием

*Катаев С.Г. *(Томский государственный педагогический
университет)*

Катаева С.С. (Томский государственный университет)

Иванова Э.В. (ИМКЭС, СО РАН, ТГАСУ, Томск)

ПРОБЛЕМА

Значения метеорологических параметров часто относятся к разным пространственным точкам.

Очевидно, что качество анализа данных выше в том случае, когда различные геофизические параметры фиксируются в одних и тех же пространственных точках, поскольку это дает возможность выявлять дополнительные **количественные закономерности** между изучаемыми полями. Кроме того, совместное исследование различных полей на одной и той же сети позволяет обнаруживать некачественные данные.

ЗАДАЧА

- Все эти рассуждения приводят к необходимости решать задачу приведения путем интерполяции разнородных геофизических данных, полученных на одной территории, к единой сетке точек. Для решения этой задачи мы предлагаем подход, состоящий из поэтапного применения процедур классификации и интерполяции поля геофизического параметра (ГП).
- Под **классификацией** понимается процедура, позволяющая разбить все множество объектов на классы, руководствуясь определённым правилом отнесения конкретного объекта к определенному классу.
- **Пространственная интерполяция** представляет собой процедуру восстановления свойств поля на участках, не охваченных измерениями.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РЕШЕНИЯ

Пусть имеется N пунктов X_l с координатами (x_l, y_l) , $l = \overline{1, N}$, измерения сигнала, представляющего собой вектор $F_l = (f_1, f_2, \dots, f_M)$, $l = \overline{1, N}$.

- 1) Классификация поля исходного сигнала и определение пространственных границ классов. При этом предполагается, что многоугольники, определяющие границы классов должны быть выпуклыми.
- 2) Генерация множества виртуальных точек и проведение для каждой из них процедуры оптимальной интерполяции по методу Гандина с отбором только станций класса, территории которого принадлежит интерполируемая точка. В результате получается набор дополнительных пространственных точек X'_{ij} , $i = \overline{1, k'_x}$, $j = \overline{1, k'_y}$; $k'_x \cdot k'_y = N'$, обладающих интерполированными значениями сигнальных функций.
- 3) Классификация нового поля, состоящего из $N + N'$ векторов сигнала.

КАЧЕСТВО ИНТЕРПОЛЯЦИИ

Проверка качества интерполяции осуществляется с использованием процедуры ***взаимной интерполяции***. Параметр качества – среднее по базисным станциям значение среднеквадратичной ошибки между истинным и интерполированным сигналом (СКО).

Авторами было ранее показано, что учет при интерполяции классовой структуры поля МП уменьшает СКО на 10-30%.

Кроме того, анализ пространственного распределения СКО дает представление о расположении возможных «аномальных» ареалах территории.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Пусть $D(l)$ - СКО, рассчитанная для пункта базисного набора X_l , при взаимной интерполяции с участием всех реальных и виртуальных пунктов;

$S(l)$ – СКО, полученная для X_l с учетом только реальных пунктов.

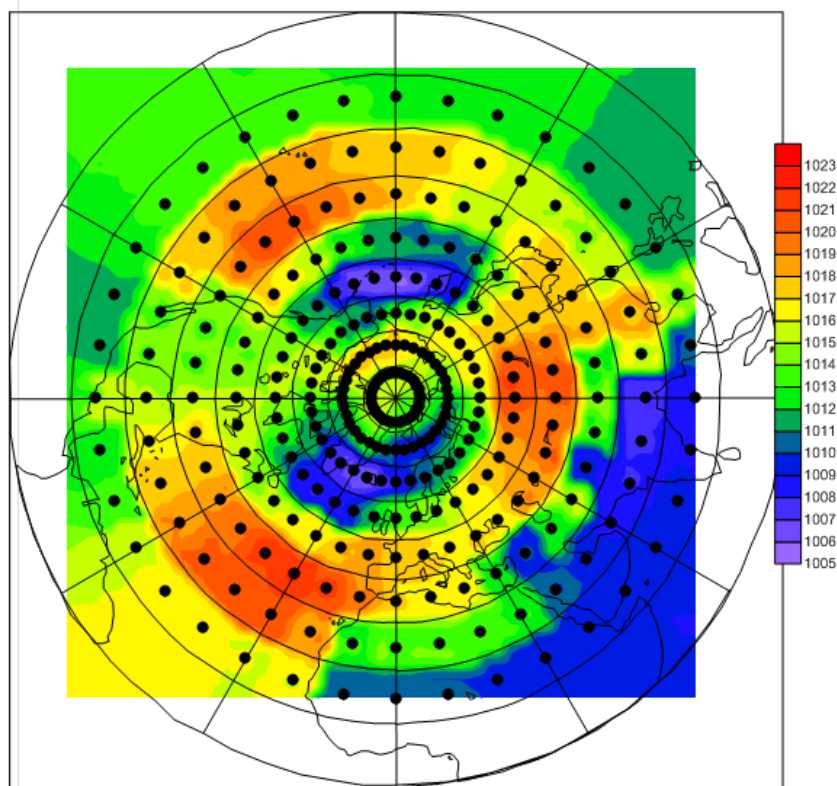
Тогда, если $D(l) - S(l) < 0$, т.е. ошибка при воспроизведении сигнала в точке X_l при учете виртуальных пунктов уменьшилась, то это означает, что мы, приближаясь к точке, правильно транслируем свойства поля. Увеличение СКО свидетельствует об обратном.

Совместное исследование полей приземной температуры и давления над Северным полушарием.

Давление. Спутниковые данные.

288 точек. 46 лет: 1955 -2000

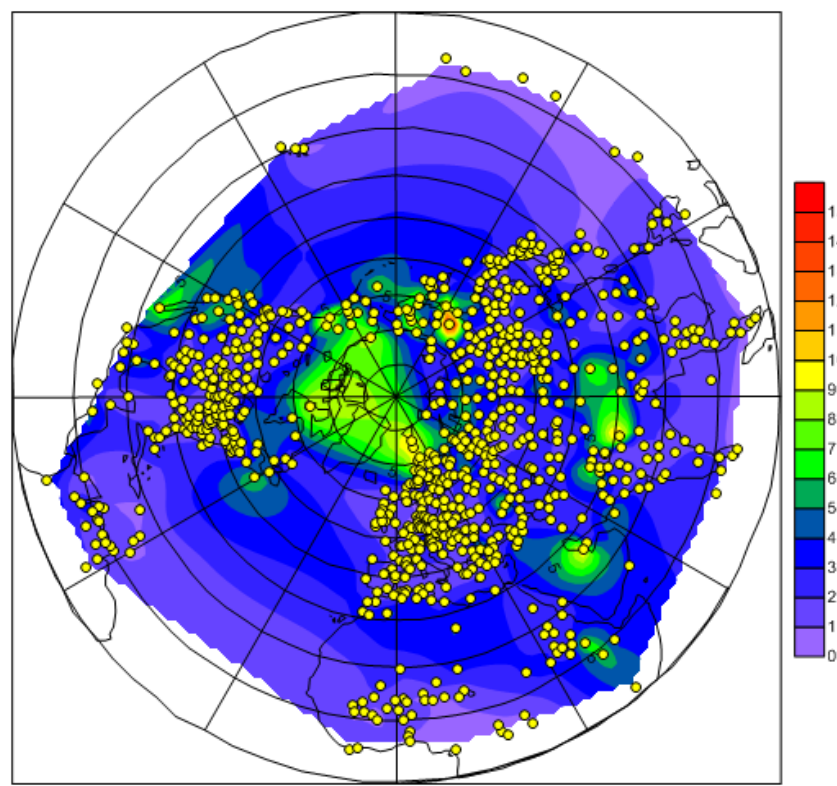
Результат классификации.



Температура. Наземные измерения.

818 точек. 46 лет: 1955 -2000.

Распределение СКО.

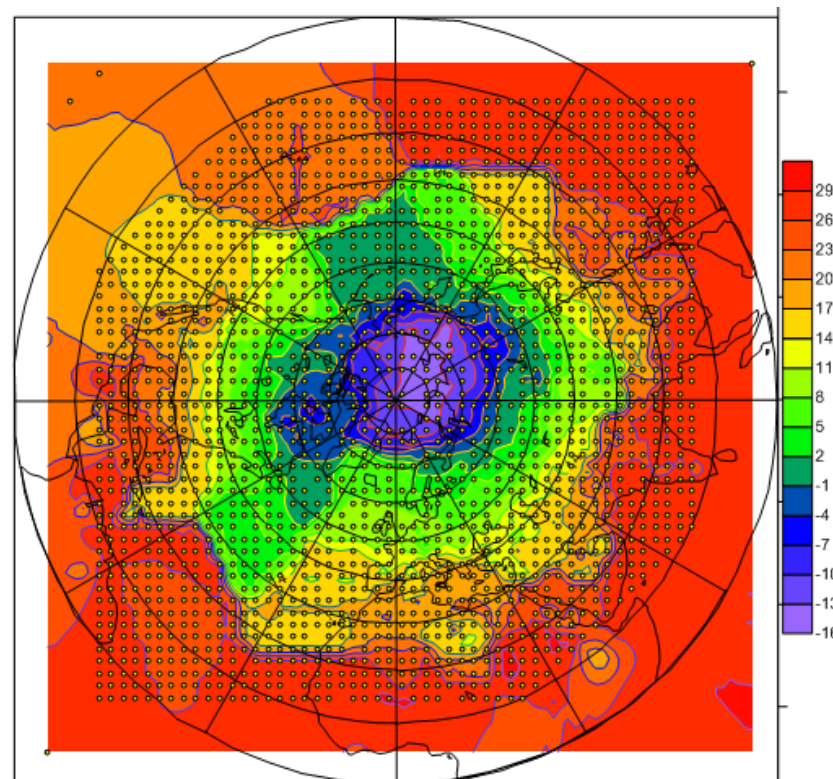
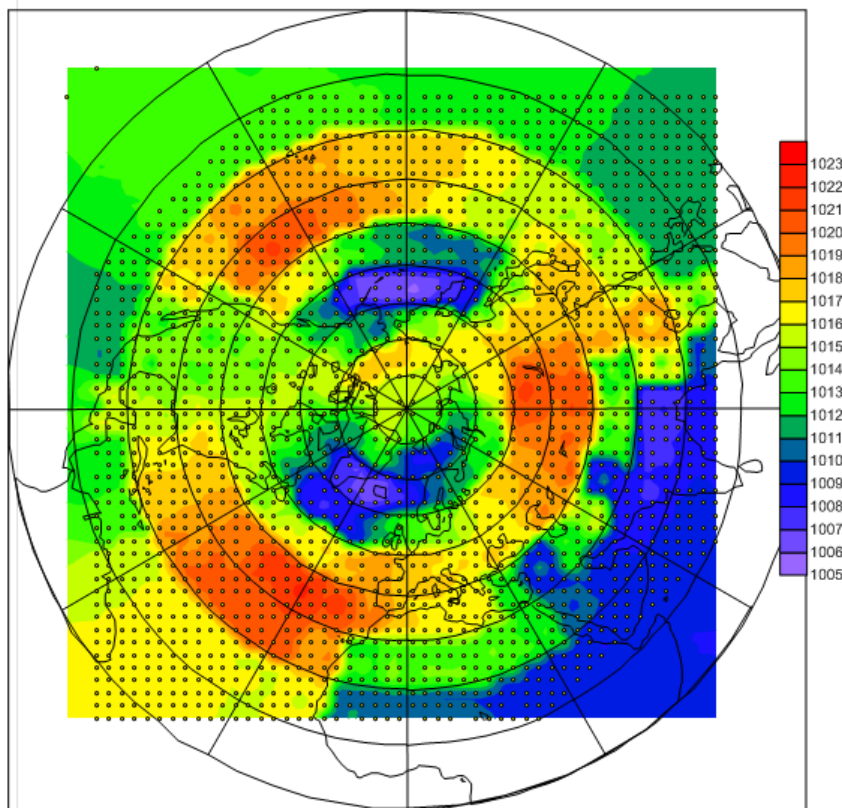


Генерация виртуальных точек и их классификация

Классификация сети виртуальных точек (2040)

Давление

Температура



Качество интерполяции

Давление

результат применения процедуры взаимной интерполяции:

без учета классового деления только по базовым точкам : **3.20 МПа**;

с учетом классов только по базовым точкам : **2.87 МПа**.

с учетом классового деления по всем базовым и виртуальным точкам:
1.54 МПа.

Температура

результат применения процедуры взаимной интерполяции:

без учета классового деления только по базовым точкам : **2.40 °C**;

с учетом классов только по базовым точкам : **2.25 °C**.

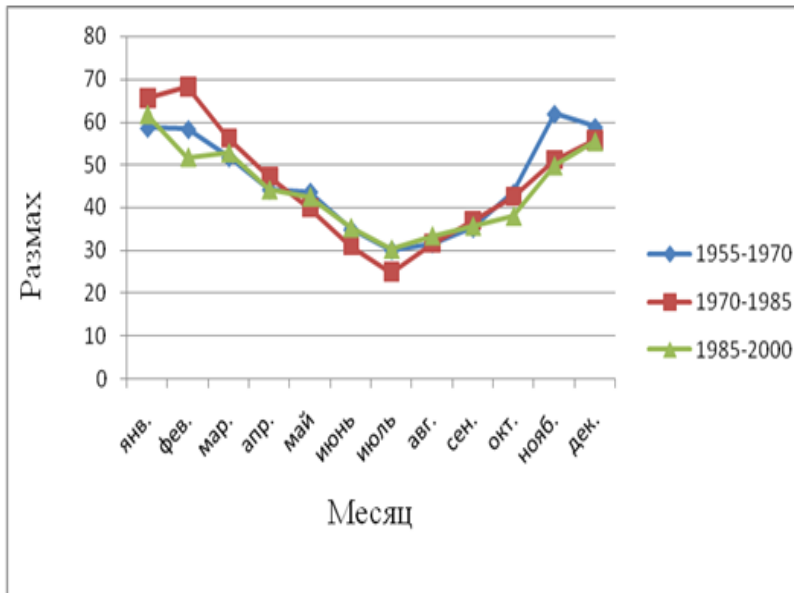
с учетом классового деления по всем базовым и виртуальным точкам:
2.05 °C.

ПОИСК ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ

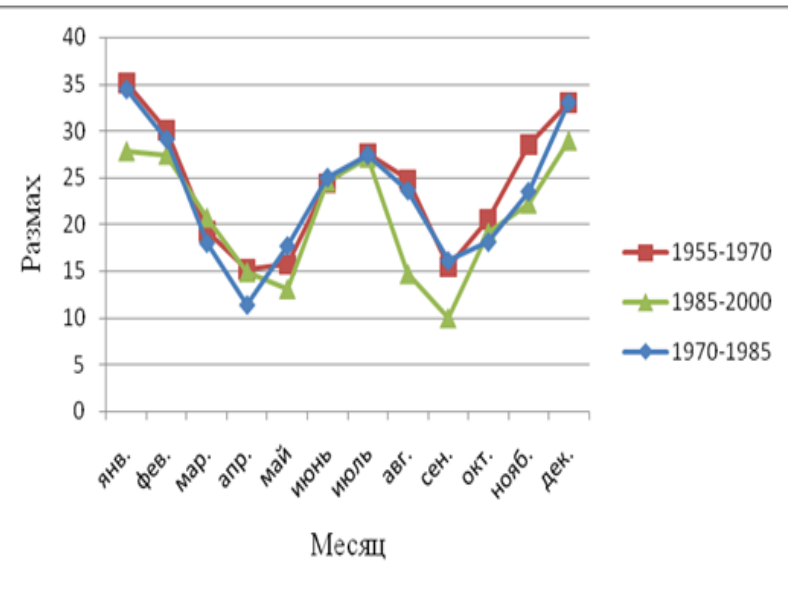
Знание структуры полей (*пространственное расположение, характеристики классов, динамика классов*) позволяет не только получить крупномасштабную картину, но и достаточно просто проводить анализ и получать нетривиальные выводы, оперируя среднеклассовыми значениями.

Динамика классовой структуры

Температура



Давление



Под размахом понимается разность среднеклассовых параметров между классами с максимальным его значением и минимальным. Величина размаха характеризует контрастность поля метеопараметра, чем выше размах, тем сильнее степень контрастности.

ПРИМЕР 2

Совместное исследование полей приземной температуры и давления над АТР

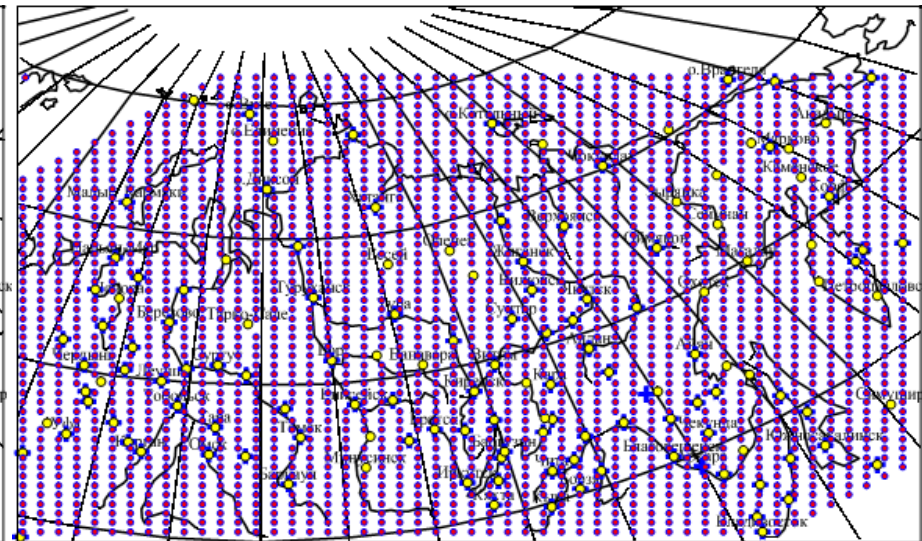
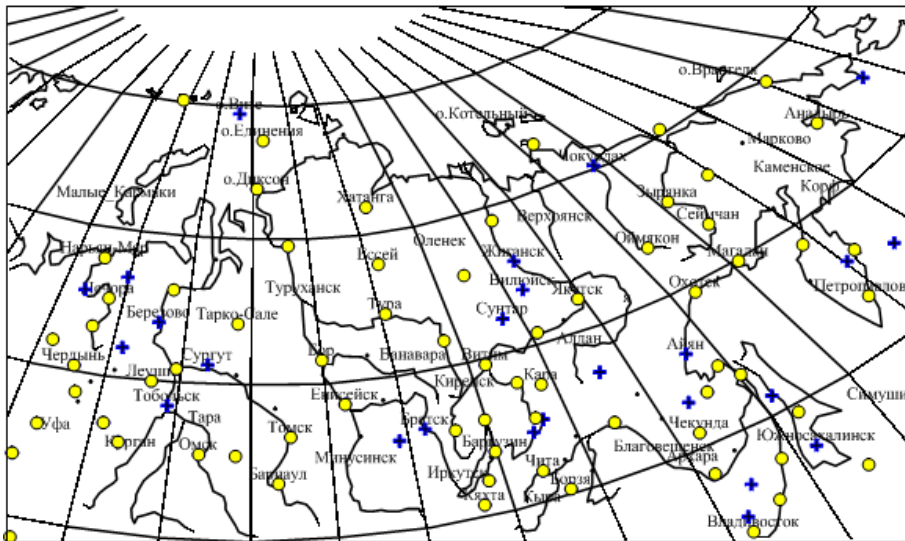
Температура (●)

- Среднемесячные значения
- 134 станции
- 56 лет: 1955 -2010

Давление (+)

- Среднемесячные значения
- 101 станция
- 56 лет: 1955 -2010

Сгенерирована сеть из 2273 точек

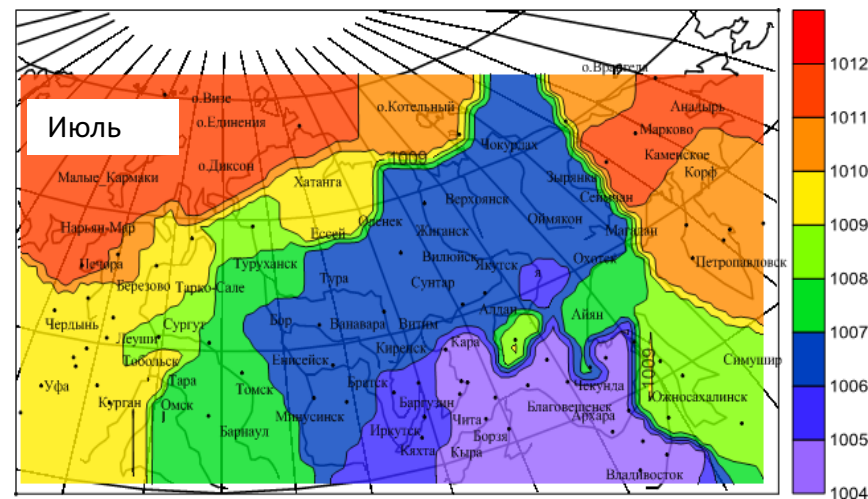
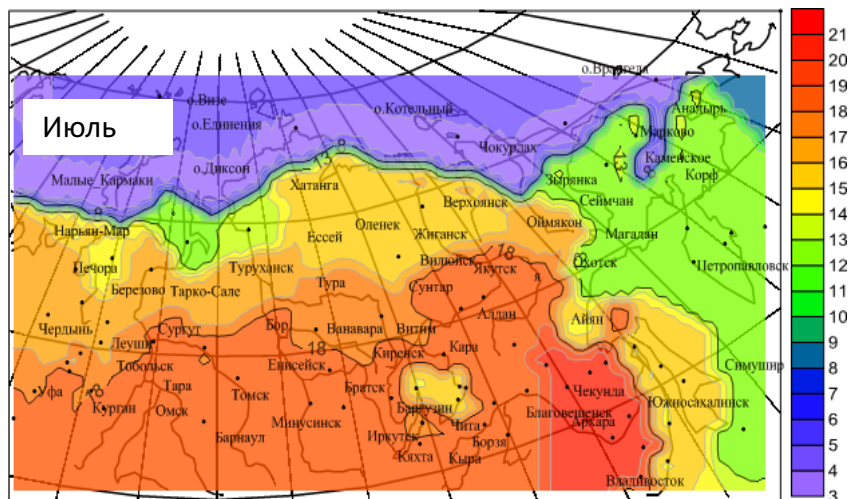
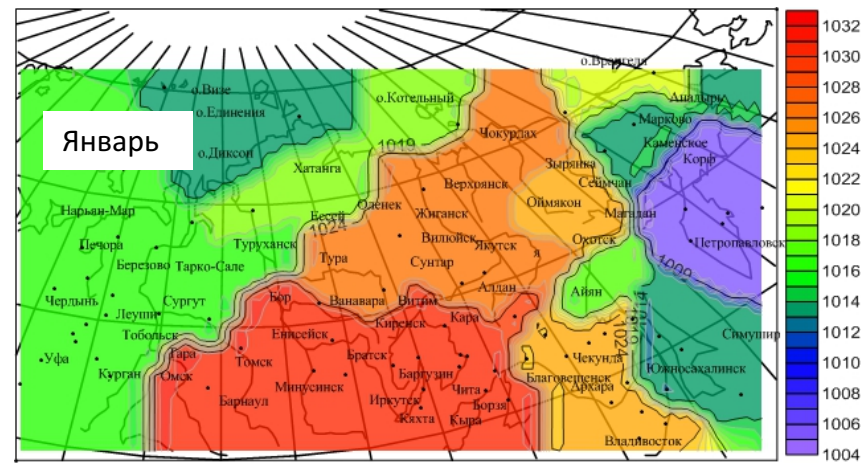
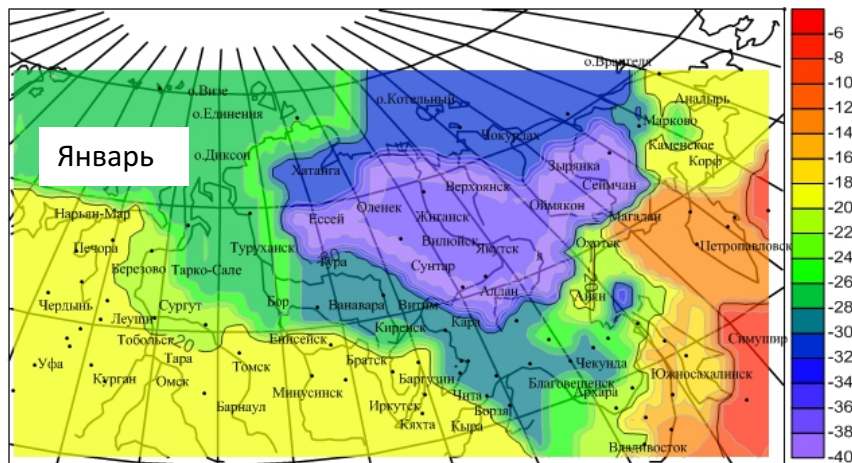


КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЛЕЙ ЗА КАЖДЫЙ МЕСЯЦ

ПРИМЕР 2

Температура

Давление

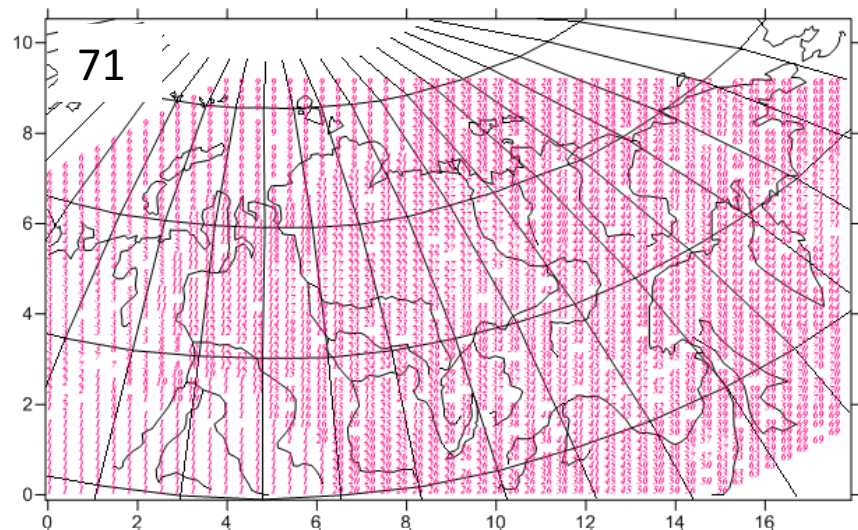


Траектория

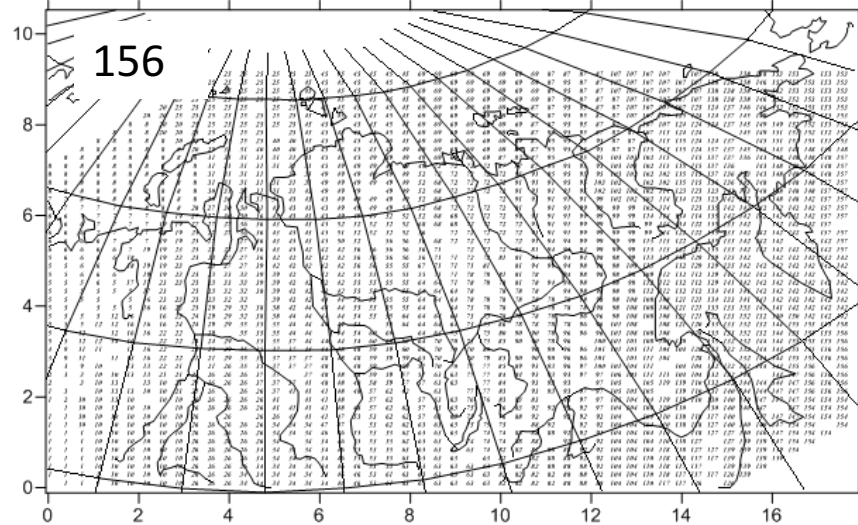
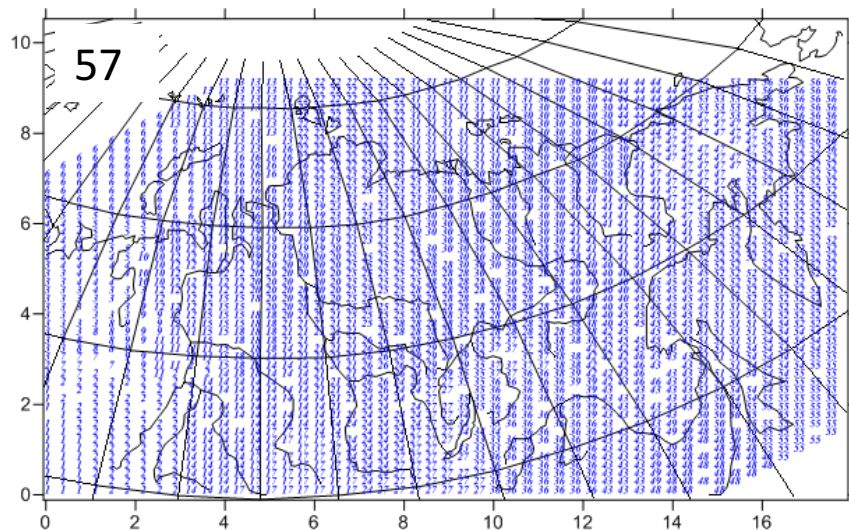
- Годовая траектория пункта – упорядоченная последовательность из 12 номеров классов, которым принадлежит данный пункт.
- Сезонная траектория – последовательность N номеров, начиная с номера месяца K_1 и заканчивая номером K_2 .
- Пункты, обладающие одинаковой траекторией демонстрируют схожую динамику поля

Территории, обладающие одинаковой динамикой

Температура

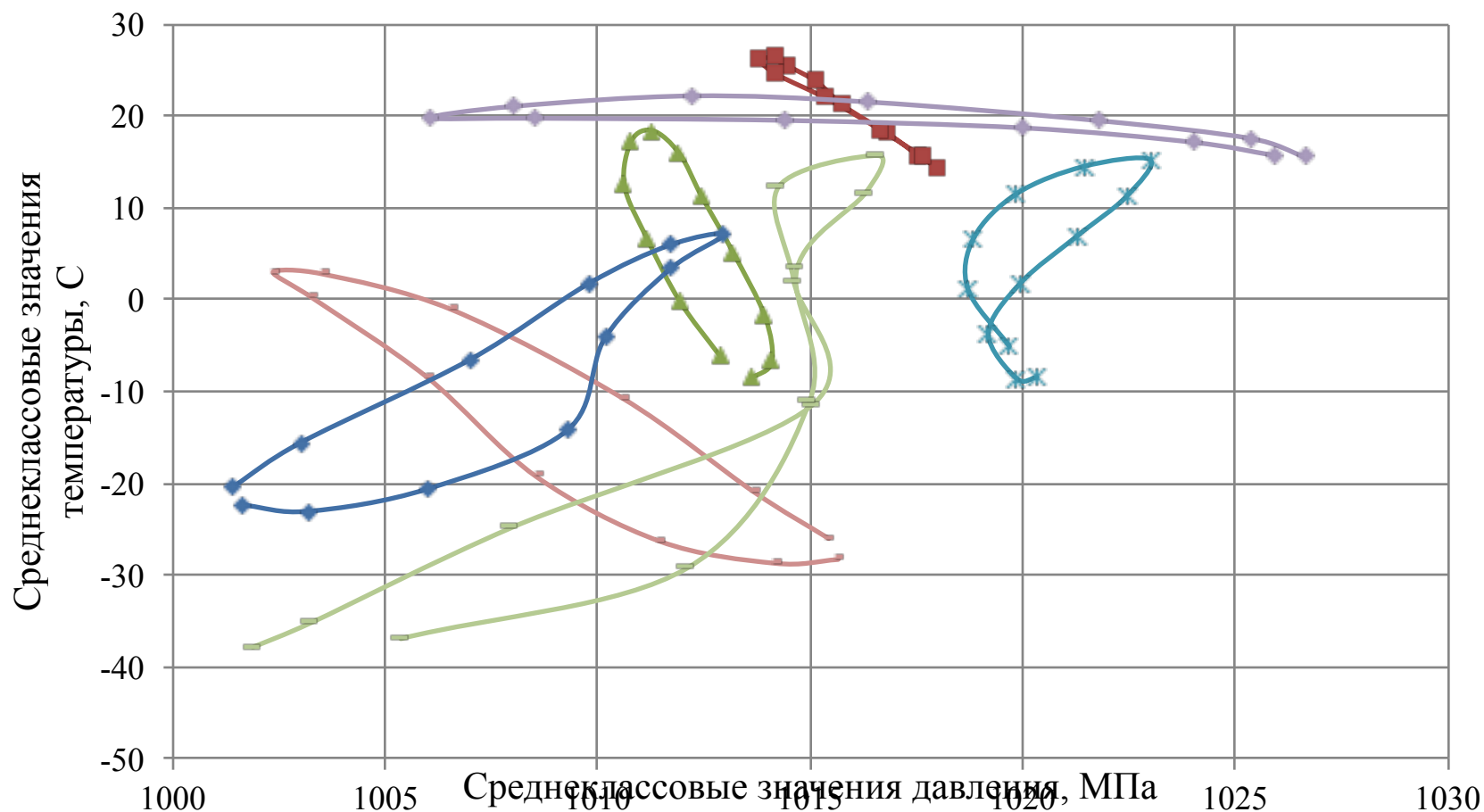


Давление

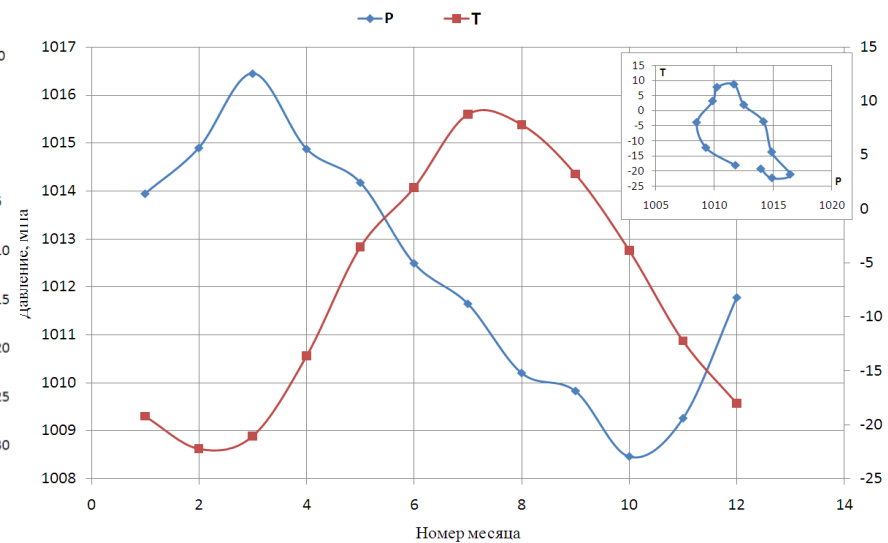
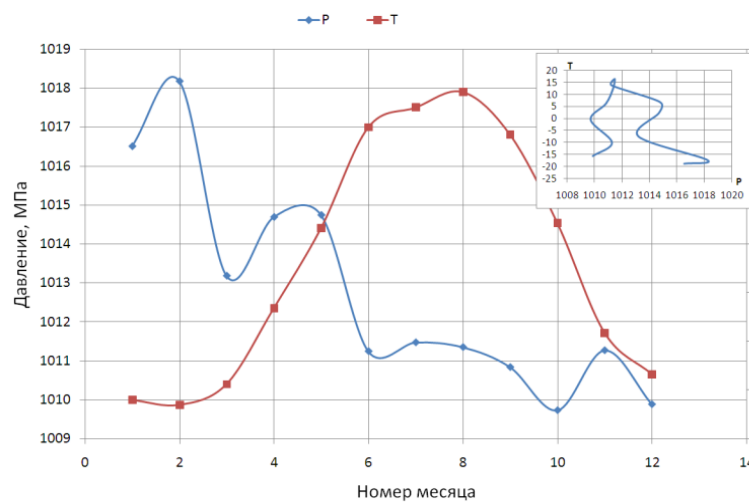
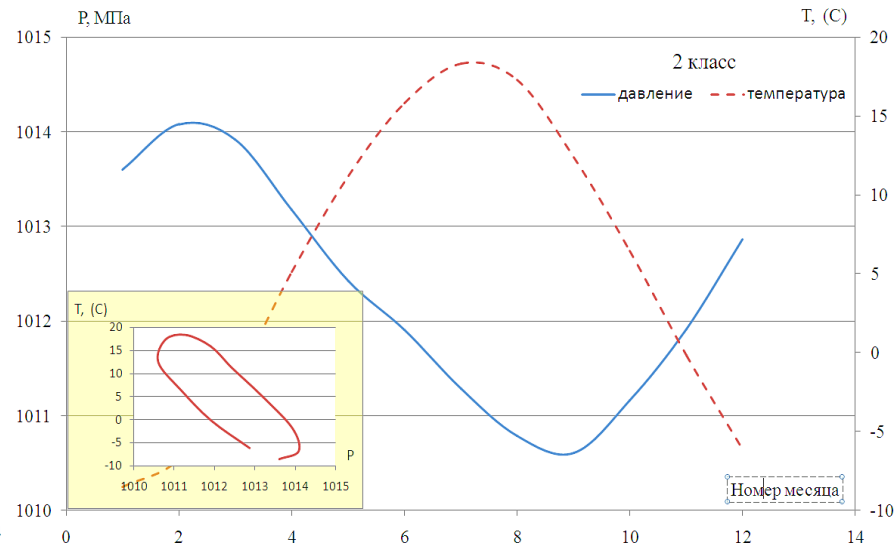
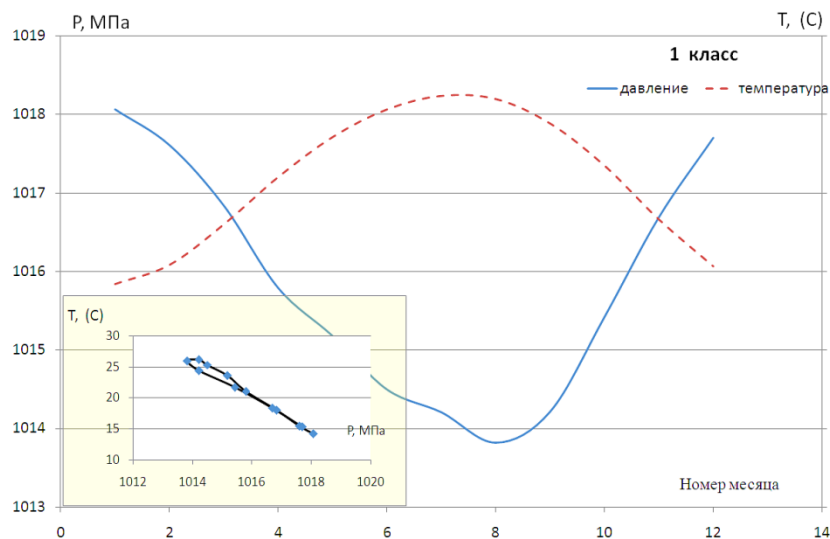


Температура + Давление

Годовой ход среднеклассовых значений температуры и давления (Северное полушарие)

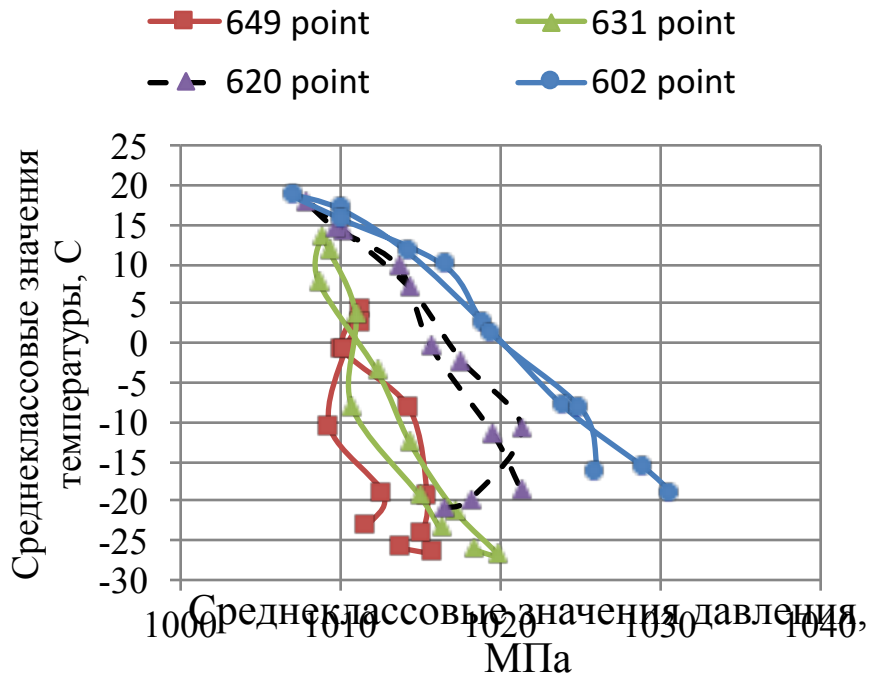


Фазовые портреты

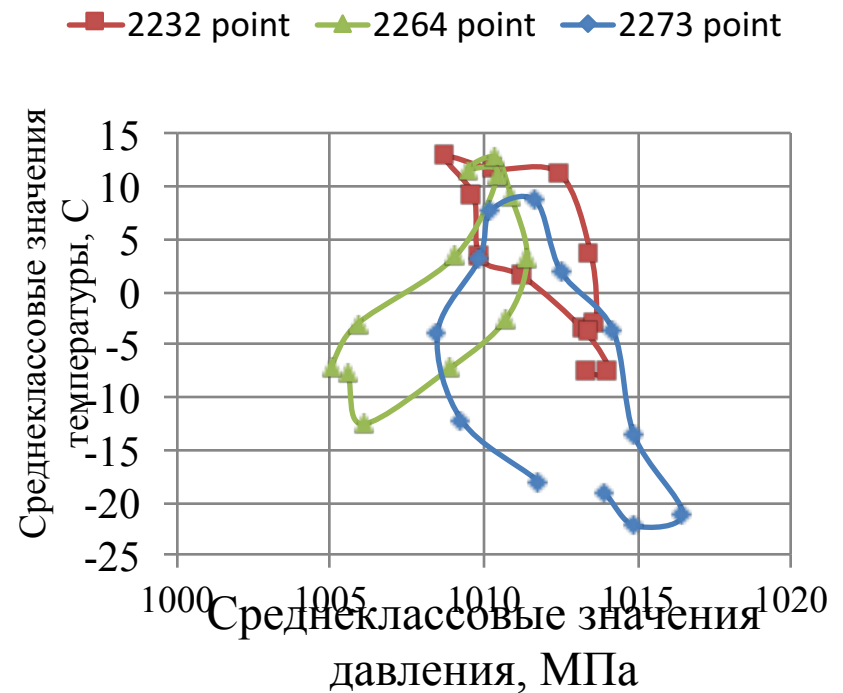


Фазовые портреты

Долгота г. Томска



Побережье океана



ВЫВОДЫ

1. Классификация дает возможность улучшить интерполяцию, а интерполяция, в свою очередь, позволяет решить проблему нахождения межклассовых границ.
2. Введение в интерполяцию процедуры учета классовой принадлежности и генерация виртуальных точек существенно улучшают точность воспроизводства сигналов на базисных пунктах. Так, в рассмотренном примере 1 СКО уменьшилась со значения 3.20°C до 1.54°C , т.е. больше, чем в 2 раза.
3. Анализ пространственного распределения СКО и изменения СКО при включении в процедуру взаимной интерполяции виртуальных станций позволяют судить о корректности трансляции сигнала по территории.
4. Наличие единой сети для разных геофизических параметров позволяет получать не только качественные, но и количественные закономерности.
5. Предлагаемый в работе подход не привязан к физической природе измеряемого сигнала и исследуемого геофизического поля, и в этом плане он универсален.

Спасибо за внимание!