

ЧИСЛЕННАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ФАЗОВОЙ ГРУППИРОВКИ НА ПРИМЕРЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЯДОВ

Сорокин В.А., Рохмистров Д.С., Волков Ю.В., Завьялов П.Б.

Томский политехнический университет, Институт кибернетики

Томский коммунально-строительный техникум

vas1@tpu.ru

Введение

В данной работе проведено исследование рядов среднемесячной температуры, полученных за 55 лет на 333 метеостанциях, расположенных на территории Евразии. Цель исследования состоит в программной реализации алгоритма фазовой группировки.

Основным источником энергии, обуславливающим природно-климатические процессы на Земле, является Солнце. Энергия поступает в виде солнечной радиации, несущей свет и тепло, в разных диапазонах длин волн. Прямое и рассеянное излучение поглощается поверхностью Земли, которая нагревается, и сама становится источником тепла. С учетом географической широты, самое большое количество тепла получают нижние слои атмосферы, непосредственно прилегающие к земной поверхности; они и нагреваются до наиболее высоких температур. Таким образом, земная радиация определяет температурный режим и соответствующие ему циркуляции в атмосфере. Температура является первичным фактором формирования погоды и климата [1].

Анализ структуры климатических полей (районирование, классификация и т.п.) направлен на выявление закономерностей формирования различных типов климата в глобальной климатической системе. С другой стороны, определение территориальных границ типов климата, различных по своим свойствам, позволяет организовывать накопленные к настоящему времени значительные объемы климатических данных в небольшое число информационных структур. Мы предлагаем оригинальный метод классификации климата, позволяющий решать обе задачи в любых пространственных и временных масштабах [2].

Фаза температурных рядов

Среднемесячные изменения за исследуемый период формируют колебательный процесс с квазипериодом в один год. Для характеристики погоды представляют интерес температурные изменения, отклоняющиеся от годового цикла. Однако из непротиворечивое выделение затруднено [3].

Как оказалось, частотный спектр температурного колебательного процесса является узкополосным и для большинства метеостанций имеет одну моду, что позволило использовать условия причинности и ввести фазу колебания,

применяя теорию аналитического сигнала [4-6]. Годовая составляющая фазы представляет собой линейную функцию, она удалялась из фазы методом наименьших квадратов на интервале 55 лет. Оставшиеся флуктуации фазы позволяют непротиворечиво исследовать их согласованное поведение или синхронность, применяя в виде меры этой характеристики коэффициент корреляции по Пирсону.

Алгоритм фазовой группировки

Для того, чтобы сгруппировать станции со схожим климатом был разработан алгоритм сравнения их фаз путем расчета попарного коэффициента корреляции для каждой из фаз, полученных ранее, получении типовых фаз на их основе и конечной группировки станций по их фазам.

На рисунке 1 приведена общая блок схема расчета типовых фаз. Вычисленные фазы для каждой из групп подаются на вход узла *CorrTable*, где высчитывается попарный коэффициент корреляции. На следующем этапе полученная таблица корреляции фаз передается в узел *CorrComparison*. Здесь формируются группы из тех температурных рядов, которые имеют с формирующим группу рядом коэффициенты корреляции выше заданного уровня g . На основе сформированных групп в узле *AvPhasesCalc* рассчитываются типовые фазы текущей итерации как среднеарифметическая оценка первого уровня.

Описанные процедуры включались в итеративный процесс, в котором входными данными были типовые фазы предыдущего уровня, а выходными – типовые фазы следующего уровня для каждого температурного ряда, и, соответственно, для каждой метеостанции. При этом, группы изменялись в соответствии с пороговым критерием g главным образом за счет включения элементов, не входивших в данную группу на предыдущем шаге.

Порог g определяет размер группы и связность исходных фаз с текущей в процессе итераций.

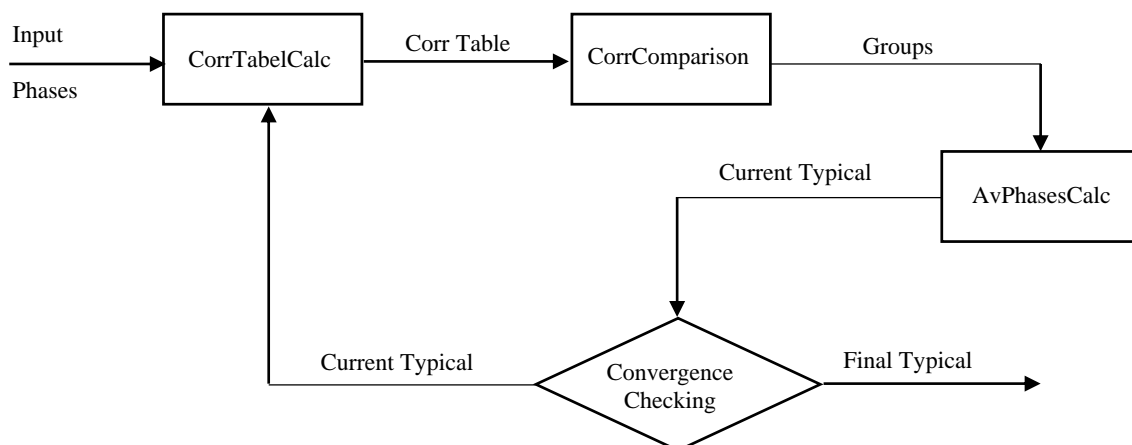


Рисунок 1 - Общий алгоритм расчета типовых фаз

Заключение

Разработан и реализован алгоритм фазовой группировки метеостанций на основе данных среднемесячных температур. Результаты работы алгоритма представлены на рисунке 2.

Естественное происхождение установленной фазовой модуляции подтверждено совпадением

известных представлений о географии климата с климатическими классами, выделенными путем формирования типовых фаз в итерационном процессе. Таким образом, фазировка и синхронность являются существенными особенностями климатических процессов на Земле.

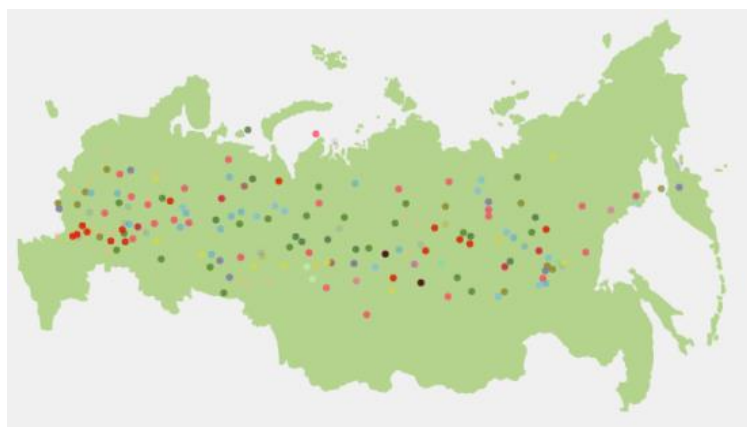


Рисунок 2 - Визуализация результата работы алгоритма

Список использованных источников

1. В. О. Попова, Ю. В. Волков; науч. рук. Ю. В. Волков // Неразрушающий контроль: электронное приборостроение, технологии, безопасность: сборник трудов IV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Томск, 26-30 мая 2014 г. в 2 т. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 2014. — Т. 2. — [С. 211-213].

2. В.А. Тартаковский, В.А. Крутиков, Ю.В. Волков, Н.Н. Чередыко Классификация климата путем анализа фазы температурных рядов // Оптика атмосферы и океана. - 2015. - №8. - С. 711-718.

3. Ю.В. Волков, В.А. Тартаковский Региональная группировка данных, полученных на метеостанциях Евразии // Энергетика: Эффективность, надежность, безопасность. - Томск: ООО "СКАН", 2013. - С. 177-178.

4. Вакман Д.Е., Вайнштейн Л.А. Амплитуда, фазы частота - основные понятия теории колебаний // Успехи физических наук. 1977. 123. Вып.4. С.657.

5. Vakman D. On the analytic signal, the Teager-Kaiser energy algorithm, and other methods for defining amplitude and frequency // IEEE Trans. Signal processing. 1996. 44. № 4. P.791.