

XV Международная научно-практическая конференция студентов аспирантов и молодых учёных  
«Молодёжь и современные информационные технологии»

## ВИЗУАЛИЗАЦИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Демешко М.В., Канаева И.А., Ботыгин И.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Ботыгин И.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
[iap15@tpu.ru](mailto:iap15@tpu.ru)

### Введение

Существенное влияние на автомобильную дорогу оказывают погодно-климатические условия, например, в весенний период времени резко снижается несущая способность дорог из-за переувлажнения основания земляного полотна, а в летний период при высоких положительных температурах воздуха ( $25^{\circ}\text{C}$  и выше) в дневное время ухудшаются прочностные свойства покрытий, содержащих органические вяжущие. Под воздействием повышенных осевых нагрузок транспорта покрытие деформируется с развитием вмятин, сдвигов, наплывов, волн, бугров и впадин, колеи, что приводит к резкому снижению безопасности дорожного движения [1]. В целях сохранения покрытий автомобильных дорог вводятся сезонные ограничения массы и нагрузок на оси транспортных средств при их движении по автомобильным дорогам. Для корректного выбора точного периода, на который будет введено ограничение, необходимо производить предварительное наблюдение за состоянием грунтов дорожной конструкции.

Одним из основных факторов, влияющим на снижение несущей способности конструкций, является режим промерзания [2]. Для определения периода ограничений осевых нагрузок на дорогах общего пользования Ямало-Ненецкого автономного округа были проведены полевые наблюдения за температурным режимом грунта земляного полотна на глубине 2,1 м, 1,8 м, 1,5 м, 1,2 м, 0,9 м, 0,6 м, 0,3 м.

### Визуализация данных

Для визуализации таких метеорологических данных удобно использовать обычные двумерные графики, показывающие зависимость исследуемого параметра от времени. В случае работы с большим объемом данных или при возникновении необходимости рассмотрения данных на различных интервалах и при различных масштабах, может возникнуть следующая проблема: одна элементарная единица отображения (например, пиксель) может содержать в себе несколько точек графика. В таком случае важно сохранить смысловую нагрузку графика и не потерять ключевые значения в результате визуализации. Для этого могут быть использованы различные алгоритмы прореживания данных.

### Прореживание данных с постоянным шагом

Наиболее простым способом прореживания является отображение каждой  $n$ -ой точки (число  $n$  будем называть шагом прореживания). Очевидно, что чем больше число  $n$ , тем меньше точек будет содержать результат визуализации. На рисунках 1 и 2 представлены графики зависимости температуры грунта на глубине 0,3 м от времени до прореживания и после прореживания с шагом 4.

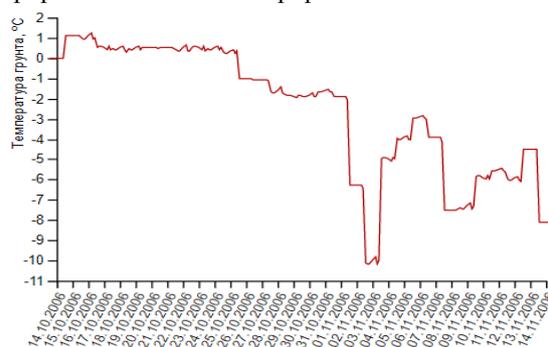


Рис. 1. График температуры до прореживания

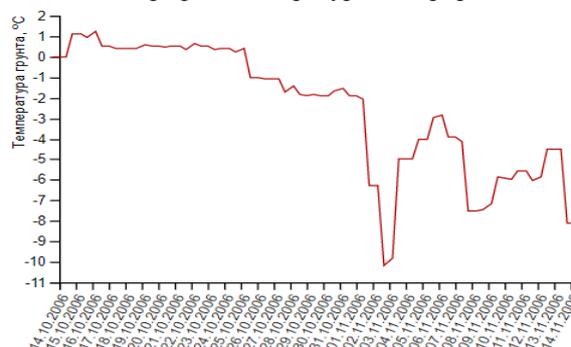


Рис.2. График температуры после прореживания

Преимуществом такого подхода является простота реализации, а основным недостатком - возможность потери информативных выбросов.

### Прореживание данных с помощью окна

Следующим способом прореживания данных является прореживание с использованием окна. Этот метод сокращает мощность множества исходных точек за счет замены группы из  $k$  множеств одной точкой. Результат зависит от способа выбора точки. В качестве значения ординаты результирующей точки может быть выбрано среднее значение по текущим  $k$  точкам. В качестве абсциссы может быть выбрана как медианная абсцисса, так и средняя. На рисунках 3 и 4 представлен результат применения прореживания со средней ординатой ( $k = 3$ ) и

медианной ординатой ( $k = 5$ ) к графику, приведенному на рисунке 1.

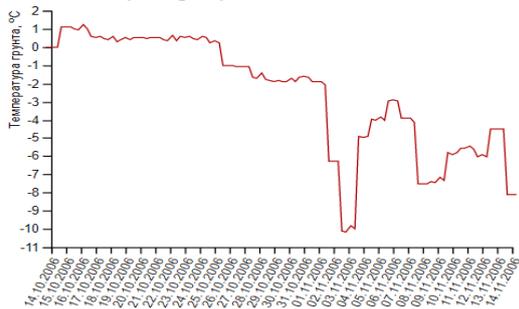


Рис. 3. График температуры после прореживания с  $k = 3$  со средней ординатой

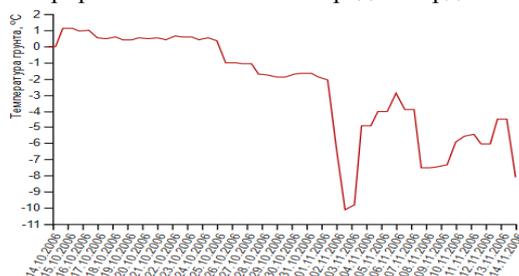


Рис.4. График температуры после прореживания с  $k = 4$  с медианной ординатой

Метод прореживания с окном лучше, чем метод шагового прореживания, он сохраняет информативные пики и провалы, важные для последующего анализа.

### Аппроксимация данных

В некоторых случаях бывает удобнее работать с аппроксимированным графиком. На рисунках 5 и 6 представлен результат визуализации с использованием сплайнов Катмулла-Рома [3] и В-сплайнов [4].

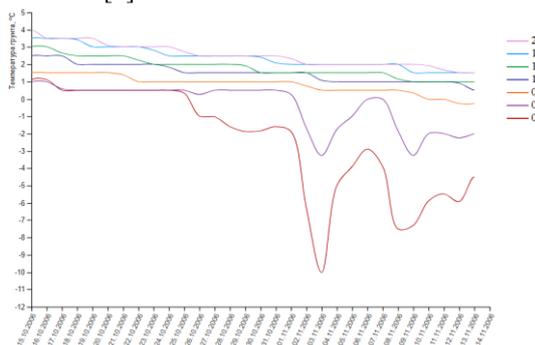


Рис. 5. Результат аппроксимации сплайнами Катмулла-Рома

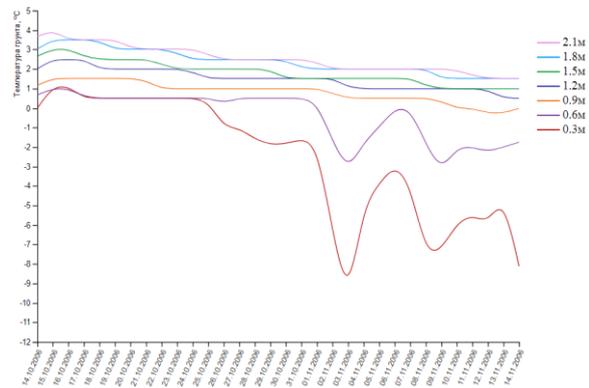


Рис. 6. График зависимости температуры грунта от времени на различных глубинах после аппроксимации В-сплайнами

### Заключение

В работе представлены результаты визуализации и статистического анализа метеорологических данных. Рассматриваемые алгоритмы помогают не только сохранить репрезентативность графика, но и ускорить процесс его отображения и дальнейшей работы с ним. Некоторые из рассмотренных алгоритмов решают поставленную задачу хуже других, но могут быть применены на других этапах обработки метеорологических данных.

### Список использованных источников

1. Методические рекомендации по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования / Отраслевой дорожный методический документ. – Москва, Министерство транспорта РФ, 2004.
2. Киряков Е.И., Ефименко В.Н. Уточнение методики прогнозирования параметров водно-теплового режима земляного полотна применительно к районам глубокого сезонного промерзания / Обеспечение качества автомобильных дорог в условиях Сибири. – Кемерово: Изд-во Кузбасс. гос. техн. ун-та, 1997. - С. 32-36.
3. Квасов Б.И. Методы изометрической аппроксимации сплайнами. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 360 с. – ISBN 5-9221-0733-X.
4. Catmull, E., and Rom, R. A class of local interpolating splines. In Computer Aided Geometric Design, R. E. Barnhill and R. F. Reisenfeld, Eds. Academic Press, New York, 1974, pp. 317–326