

## Погодозависимый бизнес.



Как определить, является ли концепция Индустрии 4.0 повинностью компании перед модным трендом или логическим продолжением идей развития бизнеса?

Индикатором является учет погоды в организации бизнеса. С погодой все просто: есть много датчиков, станций наблюдения и как, не смешно, предиктивная аналитика в виде прогноза на разные временные горизонты. Кроме того, имеются исторические данные, из которых можно выделить корреляцию производственно-коммерческих индикаторов работы компании с погодой.

Явно погодозависимым является около 60-70% бизнеса. Если считать больничные для работников и по уходу за детьми, то процент будет еще больше.

Кроме погодозависимости бизнеса, еще имеет место погодозависимость в потреблении продукции бизнеса.

Для угля — это отклонения в жару и холод. Для производителей удобрений — засуха или дожди. Для аграрного сектора и фермерских хозяйств каждый тип погодных явлений требует соответствующей реакции.

Если промышленные компании хотят попробовать на практике достижения Индустрии 4.0 при минимуме вложений, то введение в рассмотрение фактора погодозависимости — самый лучший вариант. Ставить на погодозависимость при существующем уровне эффективности — не самый лучший вариант. Есть много других сфер, гарантирующих присутствие значительно больших резервов повышения эффективности.

Для агропромышленного комплекса и фермерских хозяйств, наоборот, погодозависимость является системообразующим фактором. Кажется, что при приближении к пределу эффективности доступному обычным организационным методам управления необходимо интенсивно экспериментировать в цифровых методах управления.

## **1. Искусственный интеллект на практике.**

Свыше нам дали турбулентность. Пока нет уравнений описывающих турбулентность. Достаточно достоверный прогноз погоды даётся только на 3 дня, что является следствием медленной скорости и инертности воздушных потоков.

Погодные станции расположены достаточно далеко друг от друга. В США эту проблему частично решили, подключив более 40 000 частных погодных станций в общую сеть.

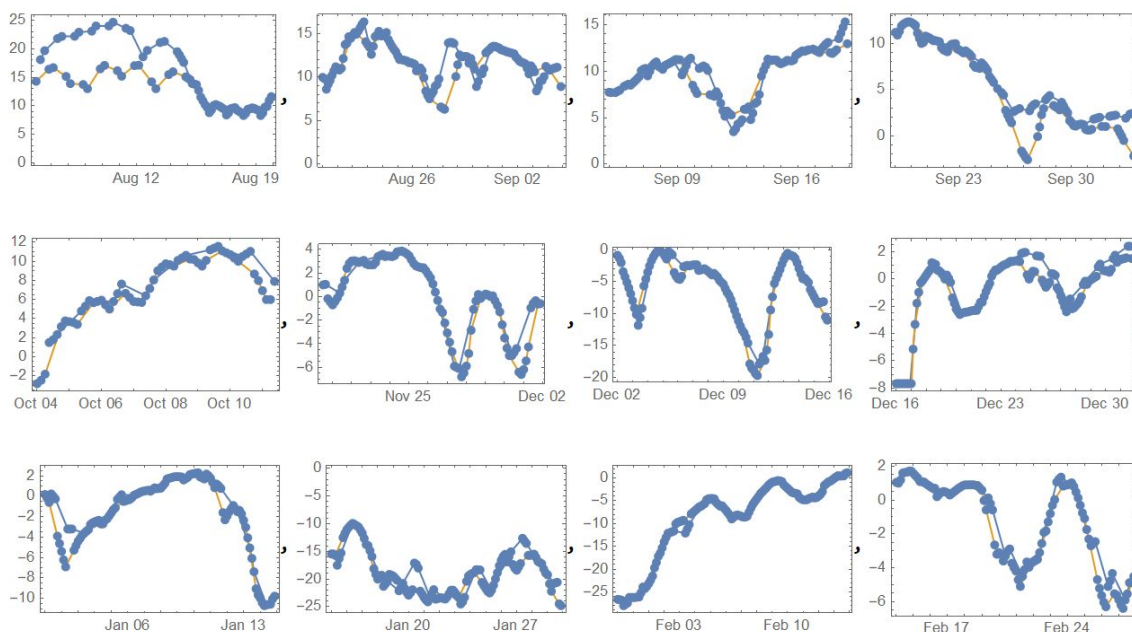
Турбулентность проявляется на практике в том, что в зависимости от конфигурации местности и движения воздушных потоков, значения показателей может отличаться на расстоянии 100-200 метров.

Для привязанных к местности погодных станций существует решение по увеличению точности прогноза на базе машинного обучения (искусственного интеллекта). На основе собираемой в данной точке статистики в текущий официальный прогноз вносятся коррекции, которые учитывают конфигурацию ландшафта в этой точке.

## **2. Раз природа — переходим на лунный календарь.**

Далее приведены данные для метеостанции Малое Сареево. Основная масса станций расположена далеко друг от друга — по расходящимся от Москвы кругам. Единственный вариант, когда станции расположены достаточно близко и соответствуют вершинам треугольника с ребрами в 17-20 км — это Малое Сареево, Немчиновка и аэродромная станция Внуково. В этом случае можно хоть как-то перепроверять получаемые результаты.

Малое Сареево: температурные данные (фрагмент данных с 2005 по 2017, дневные линии синии, ночные — коричневые):



Все измерения, во-первых, были разбиты на периоды соответствующие лунному месяцу и полупериоды роста и убывания луны. Во-вторых, внутри измерений одного дня были сгруппированы измерения на ночные и дневные по времени восхода и захода солнца, а также перенормированы на единичный интервал. Перенормирование на единичный интервал необходимо в связи с тем, что полупериоды могут отличаться на 1-2 дня и в сутках постоянно перемещается граница день-ночь.

### 3. BigData – это нелинейность.

Полученные данные являются BigData. И пока не будут выявлены скрытые закономерности в нелинейных явлениях, эти данные не имеют никакой практической пользы. Потому, что невозможно сформулировать целеполагающие утверждения или правила.

Остается только экспериментировать и развивать интуицию.

Исходные данные были сглажены через скользящее среднее. В рамке из 4-х картинок:

- верхний ряд:

**левый рисунок:** исходный день(синий)-исходная ночь (коричневая),

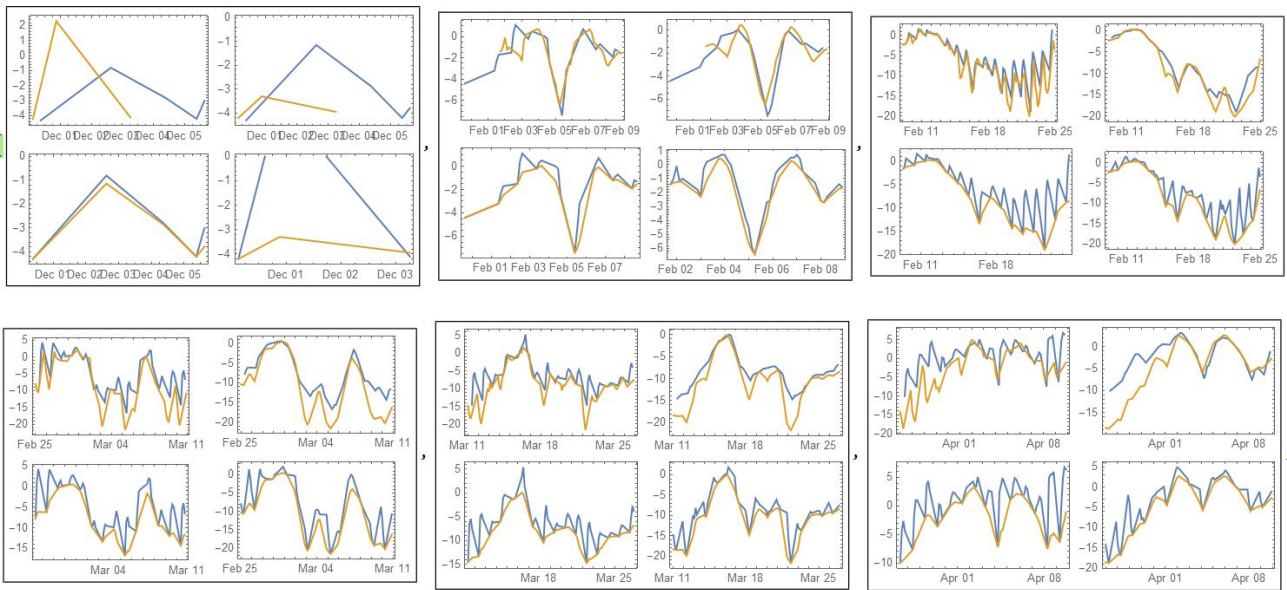
**правый рисунок:** сглаженный день(синий)-сглаженная ночь(коричневая);

- нижний ряд:

**левый рисунок:** исходный день(синий)-сглаженный день(коричневый),

**правый рисунок:** исходная ночь(синий)-сглаженная ночь(коричневый).

Совмещение дня и ночи очень сильно сбивает картину из-за сложности динамики. Разделение дня и ночи (трудности с плавающей границей рассвет-закат) позволяет видеть практически одинаковый профиль с небольшим смещением (*верхний ряд правый рисунок*).

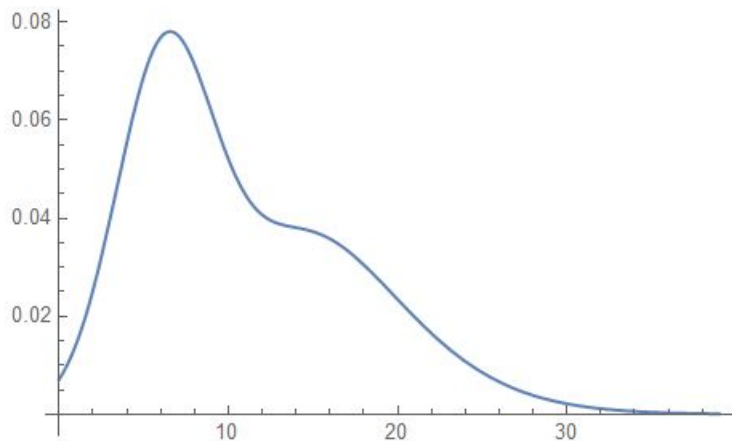


#### 4. Близкие профили: сезонные и межсезонные.

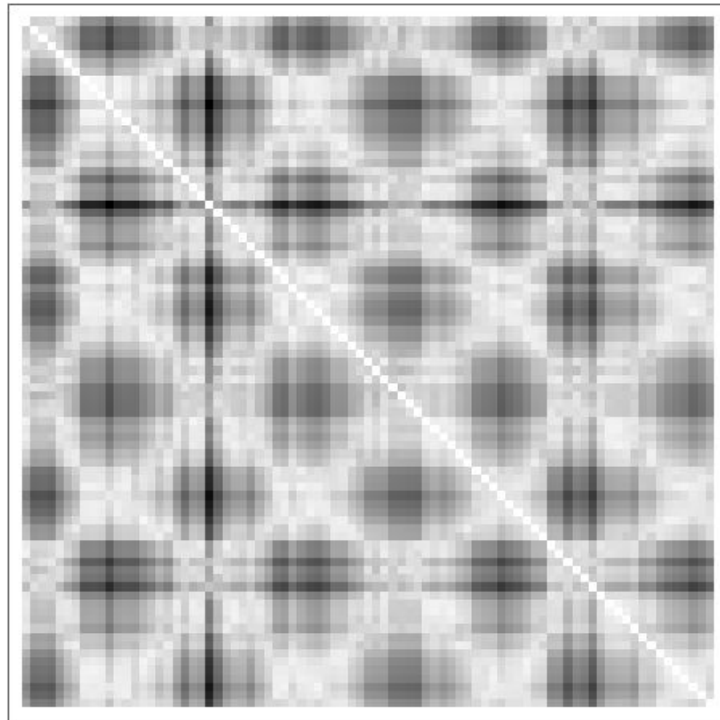
Полученные профили можно сравнивать. В качестве метрики используем значение интеграла абсолютного значения всех пар функций. Для Малого Сареева имеем 83 лунных полупериода с 2012 по 2017 годы. Распределений округленных значений метрики приведены в таблицах.

|          |           |           |           |          |
|----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| {0, 83}  | {7, 466}  | {14, 248} | {21, 134} | {28, 20} |
| {1, 70}  | {8, 402}  | {15, 254} | {22, 114} | {29, 4}  |
| {2, 358} | {9, 334}  | {16, 272} | {23, 82}  | {30, 8}  |
| {3, 522} | {10, 282} | {17, 182} | {24, 68}  | {31, 6}  |
| {4, 572} | {11, 252} | {18, 174} | {25, 30}  | {32, 16} |
| {5, 478} | {12, 280} | {19, 122} | {26, 42}  | {33, 12} |
| {6, 524} | {13, 294} | {20, 158} | {27, 12}  | {34, 10} |

Этим значениям соответствует следующее распределение.



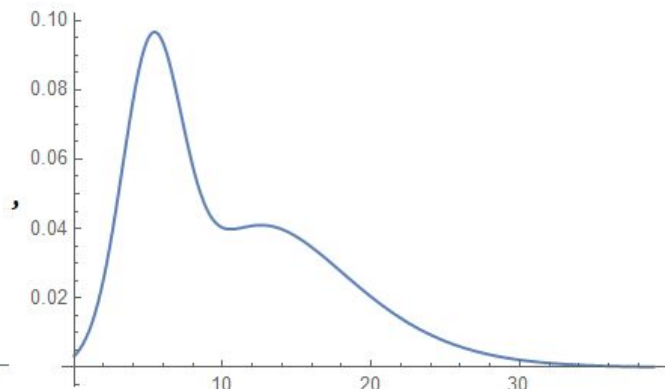
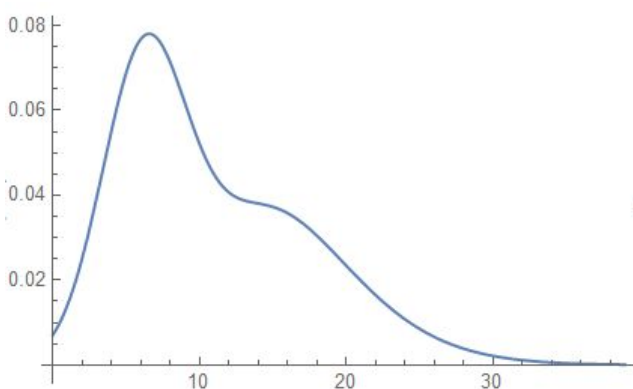
Ниже на рисунке приведена сезонная интерференционная картина: за 4 года для Малого Сареева для дневных профилей. Матрица 83x83. В рамках введенной метрики прослеживается некая периодичность.



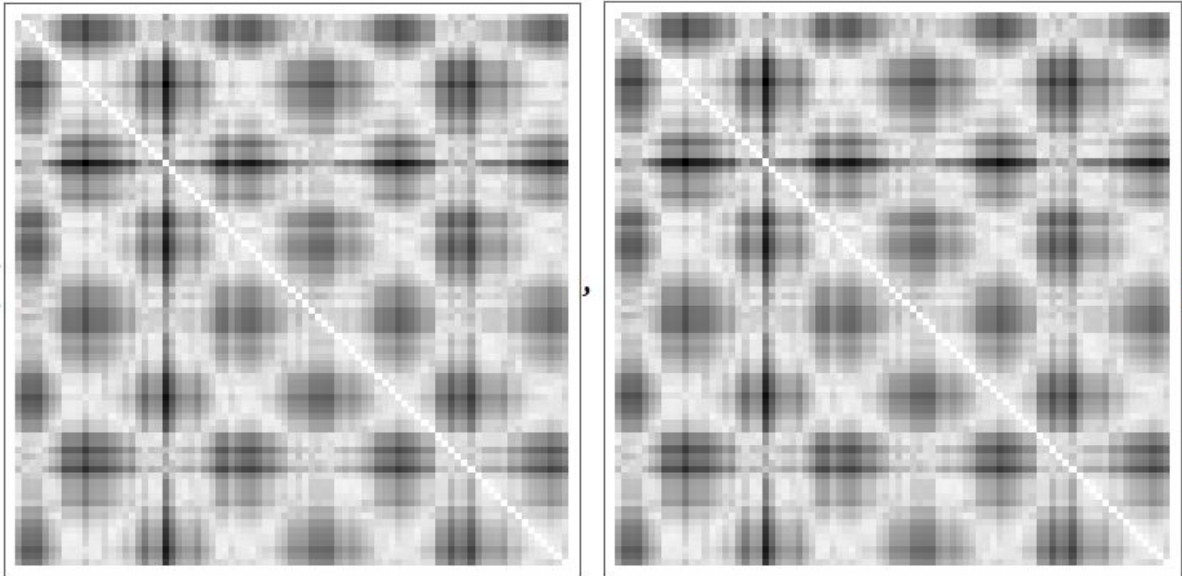
Можно отказаться от сезонности, уйдя от абсолютных значений температуры и сравнивать только безразмерные профили.

Одинаковые профили с разной температурой не будут близкими. Будем использовать другую метрику: интеграл от абсолютного значения разности функций со смещением на расстояния средней разницы между функциями по 10 точкам. Будем называть такие профили межсезонными.

Распределение становится более определенным — первое сезонное, второе межсезонное.



Вторая интерференционная картина также более четкая.



### 5. Что получилось и что это дает?

Понятно, что после осени будет зима, а после зимы — весна. Также ясно, что прогноз погоды достоверен на 3 дня.

Что нового дают полученные результаты? Исходя из них можно типизировать прогноз и понимать, по каким профилям он может развиваться, а по каким развитие маловероятно.

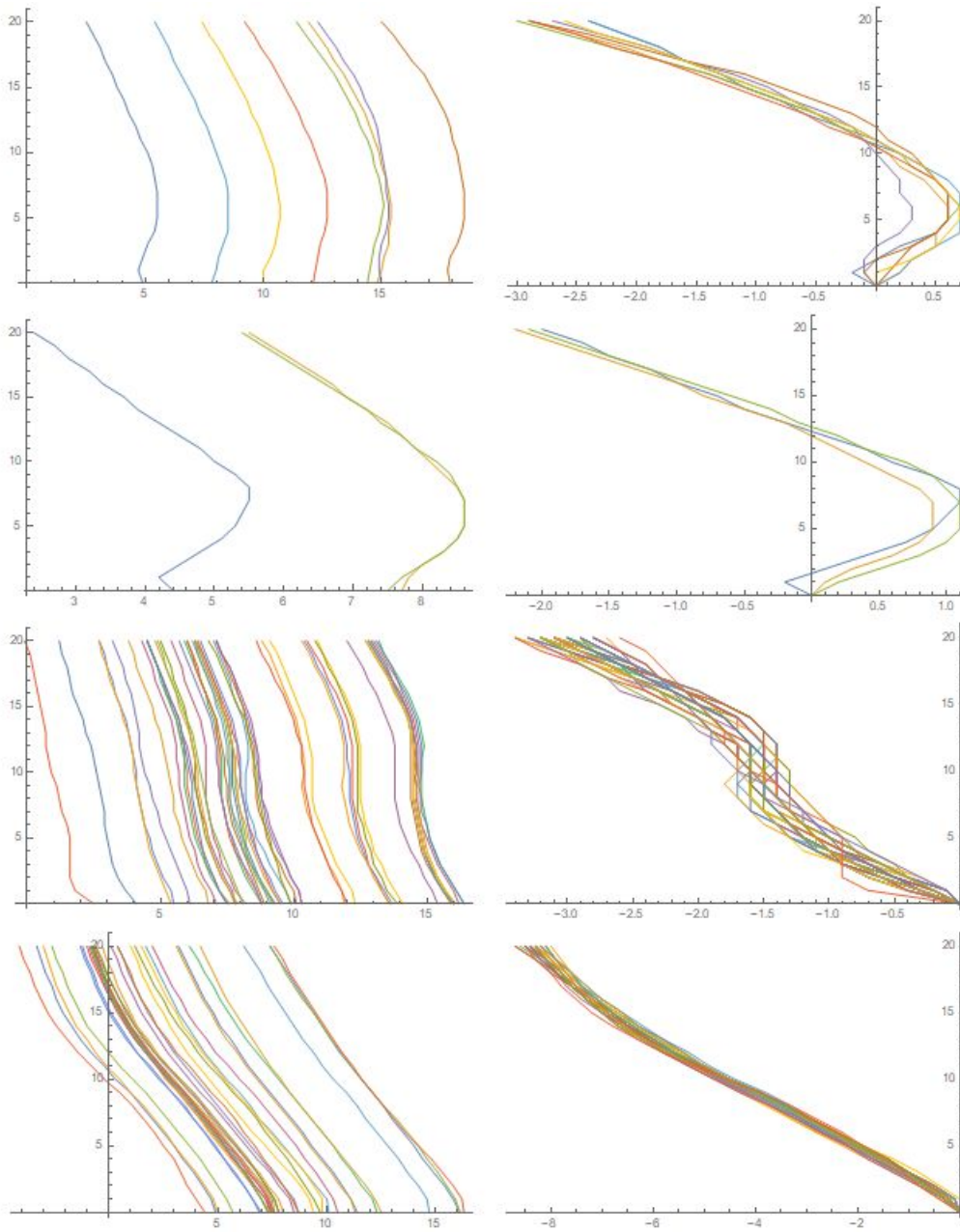
### 6. Туман на аэродромах.

Следующий пример демонстрирует явную пользу типизации профилей.

Туман на аэродромах представляет большую проблему. В нормальной ситуации температура с высотой должна убывать. Однако, если на некотором уровне появляются более теплые слои воздуха, чем на тех, которые лежат ниже (ближе к земле), то тогда и образуется туман. С туманом ничего сделать нельзя, но если имеется информация о возможном тумане, то организационные мероприятия позволяют существенно снизить ущерб от него.

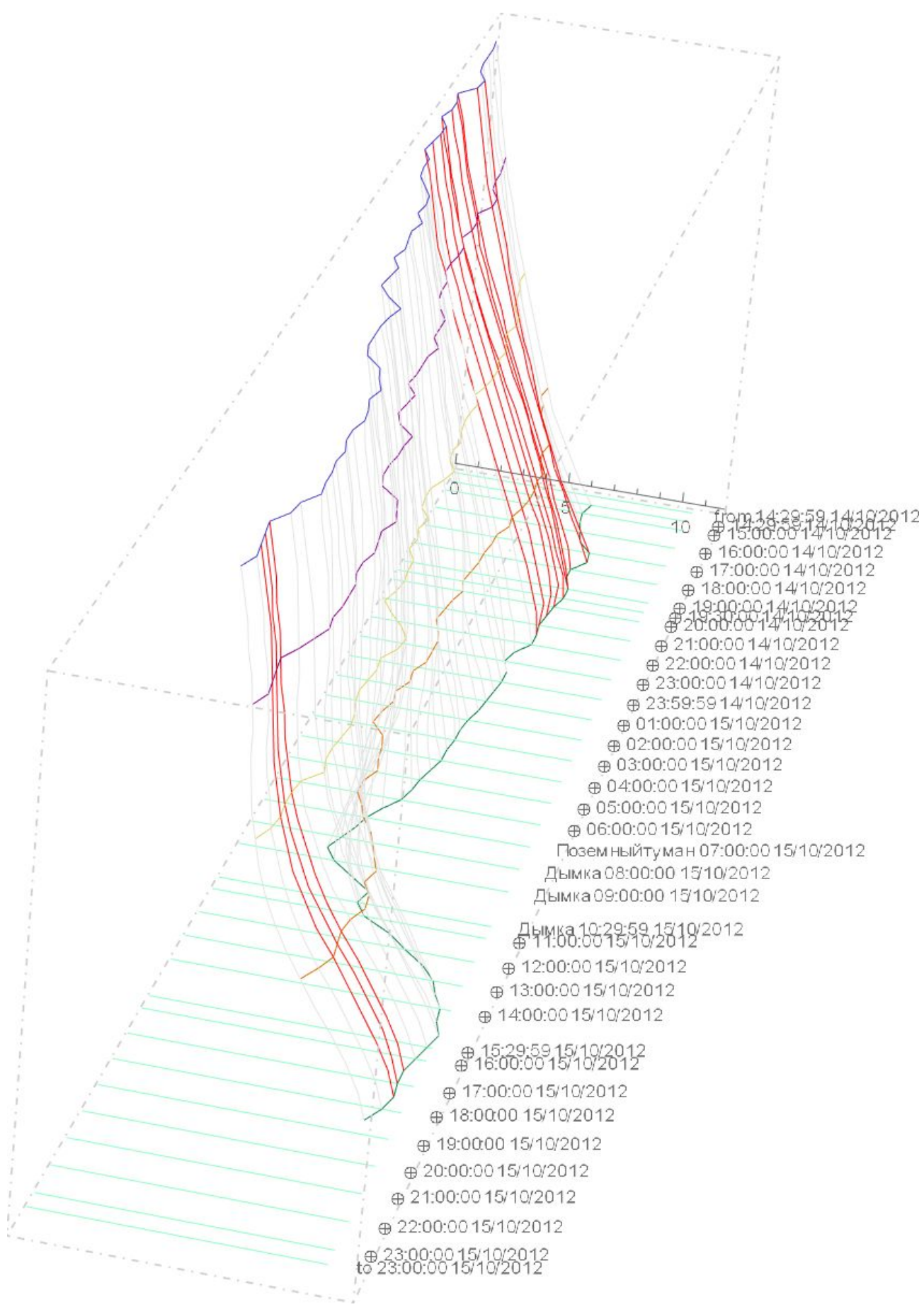
Имеются устройства, которые периодически измеряют температуру через 50 метров до 1000 метров в высоту (всего 20 измерений).

По той же схеме, что и ранее выделяем типовые профили (фрагмент).



Сведенные справа профили по виду могут отличаться от расположенных слева из-за разной размерности шкалы.

Для прогнозирования важно связать данные прибора с регулярными данными аэродромной метеостанции. На картинке ниже сведены данные из двух источников.





В итоге появляются комбинации последовательности измерений, совмещенные с явлениями природы, которые можно положить в основу системы машинного обучения выявления тумана.

## **7. Выводы.**

Если промышленные компании хотят попробовать на практике достижения Индустрии 4.0 при минимуме вложений, то введение в рассмотрение фактора погодозависимости — самый лучший вариант. Ставить на погодозависимость при существующем уровне эффективности — не самый лучший вариант. Есть много других сфер, гарантирующих присутствие значительно больших резервов повышения эффективности.

Для агропромышленного комплекса и фермерских хозяйств, наоборот, погодозависимость является системообразующим фактором. Кажется, что при приближении к пределу эффективности доступному обычным организационным методам управления необходимо интенсивно экспериментировать в цифровых методах управления.