

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.

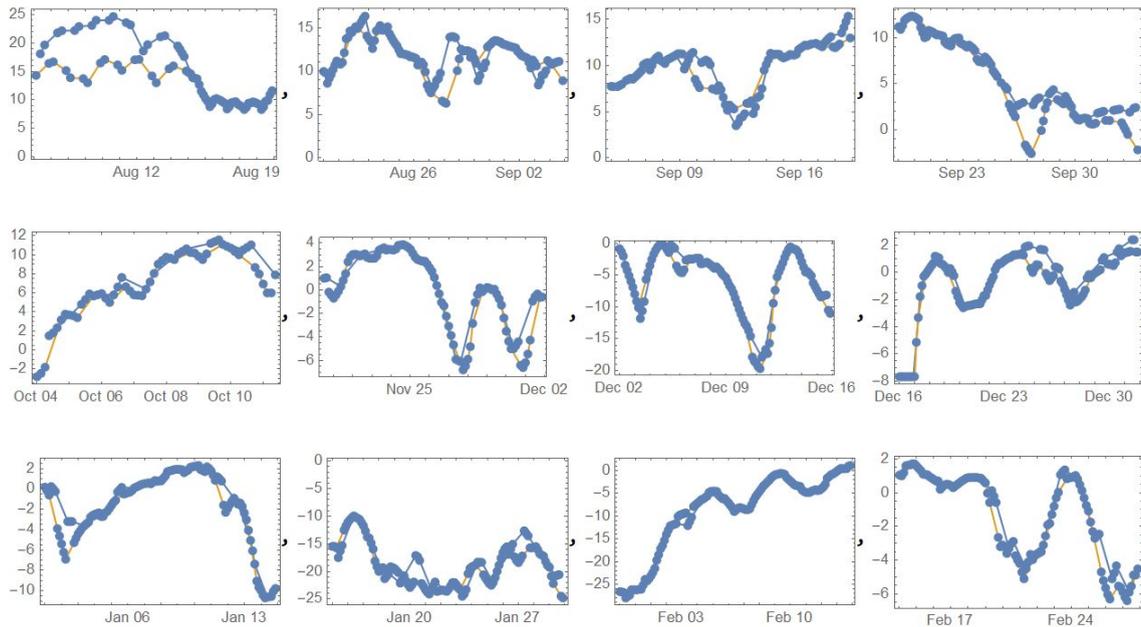
Турбулентность проявляется на практике в том, что в зависимости от конфигурации местности и движения воздушных потоков, значения показателей может отличаться на расстоянии 100-200 метров.

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),

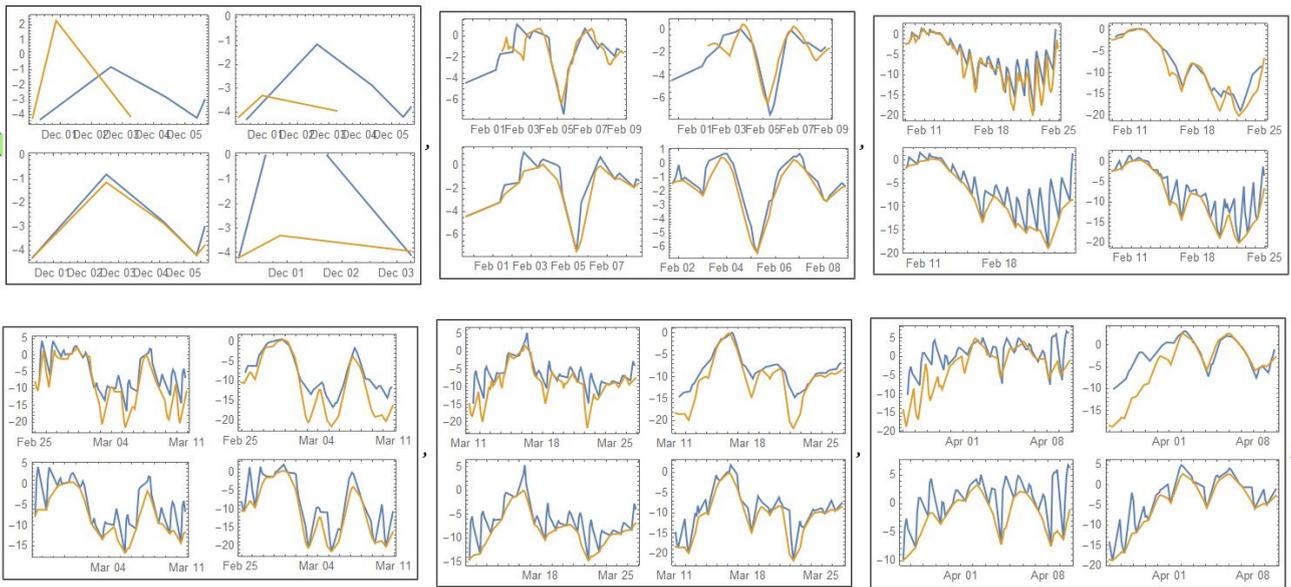
правый рисунок: сглаженный день(синий)-сглаженная ночь(коричневая);

- 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*).

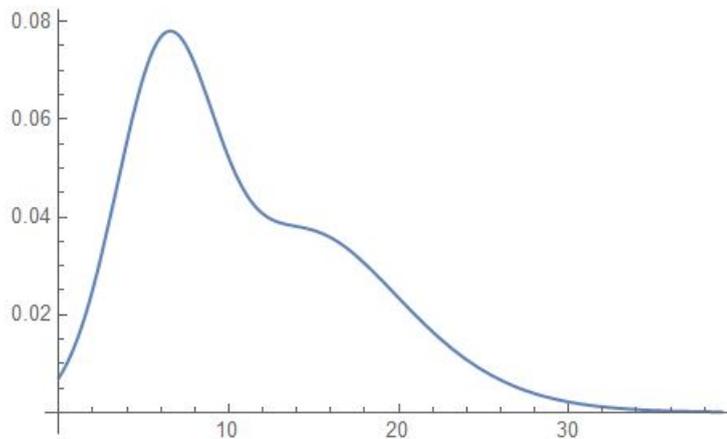


4. Близкие профили: сезонные и межсезонные.

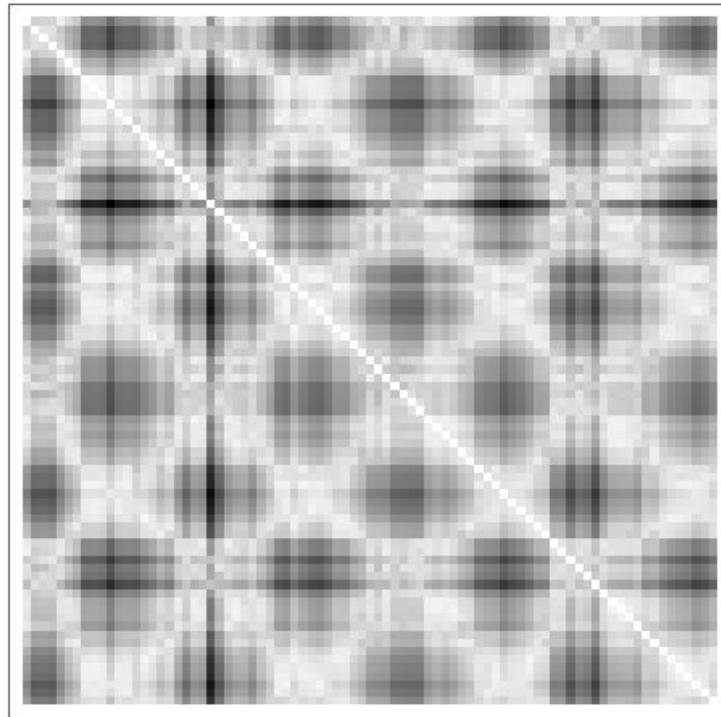
Полученные профили можно сравнивать. В качестве метрики используем значение интеграла абсолютного значения всех пар функций. Для Малого Сареева имеем 83 лунных полупериода с 2012 по 2017 годы. Распределений округленных значений метрики приведены в таблицах.

{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.



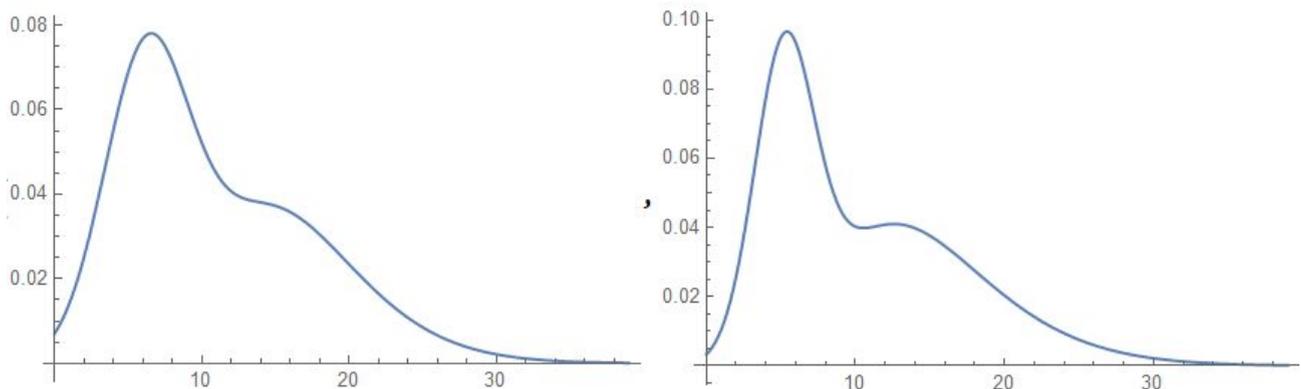
Ниже на рисунке приведена сезонная интерференционная картина: за 4 года для Малого Сареева для дневных профилей. Матрица 83x83. В рамках введенной метрики прослеживается некая периодичность.



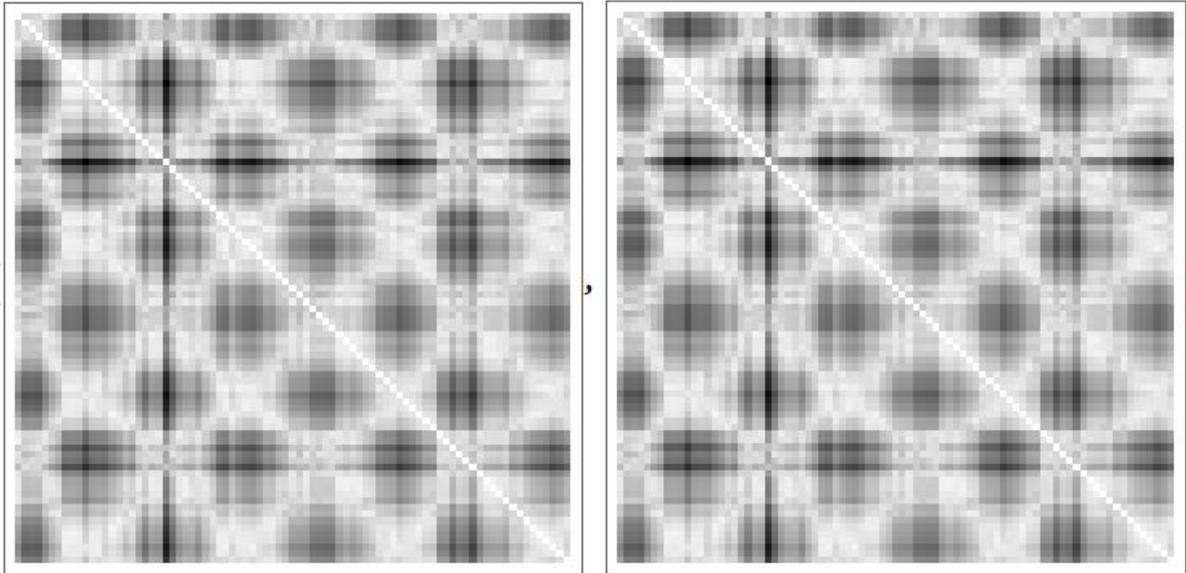
Можно отказаться от сезонности, уйдя от абсолютных значений температуры и сравнивать только безразмерные профили.

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.

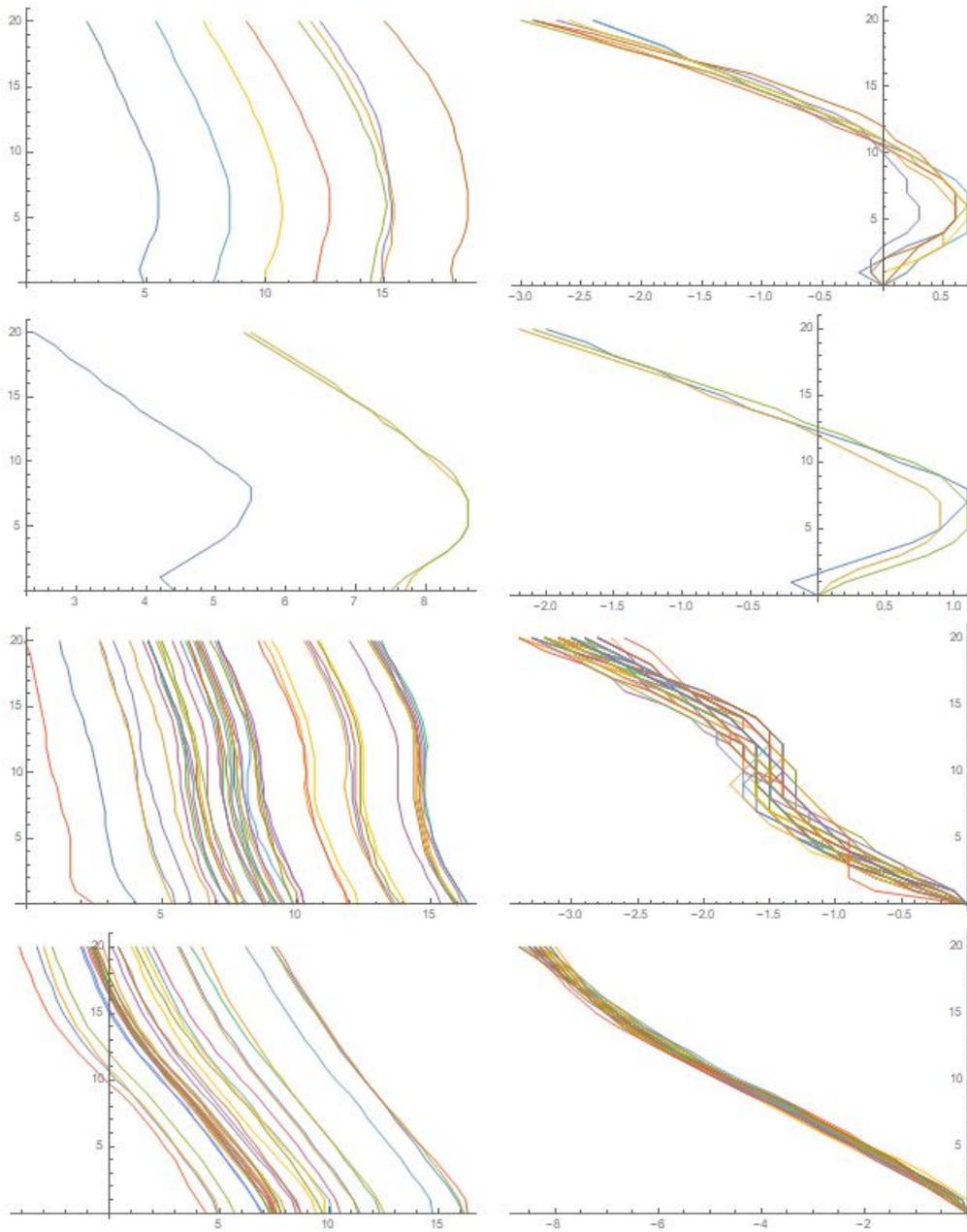
6. Туман на аэродромах.

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.

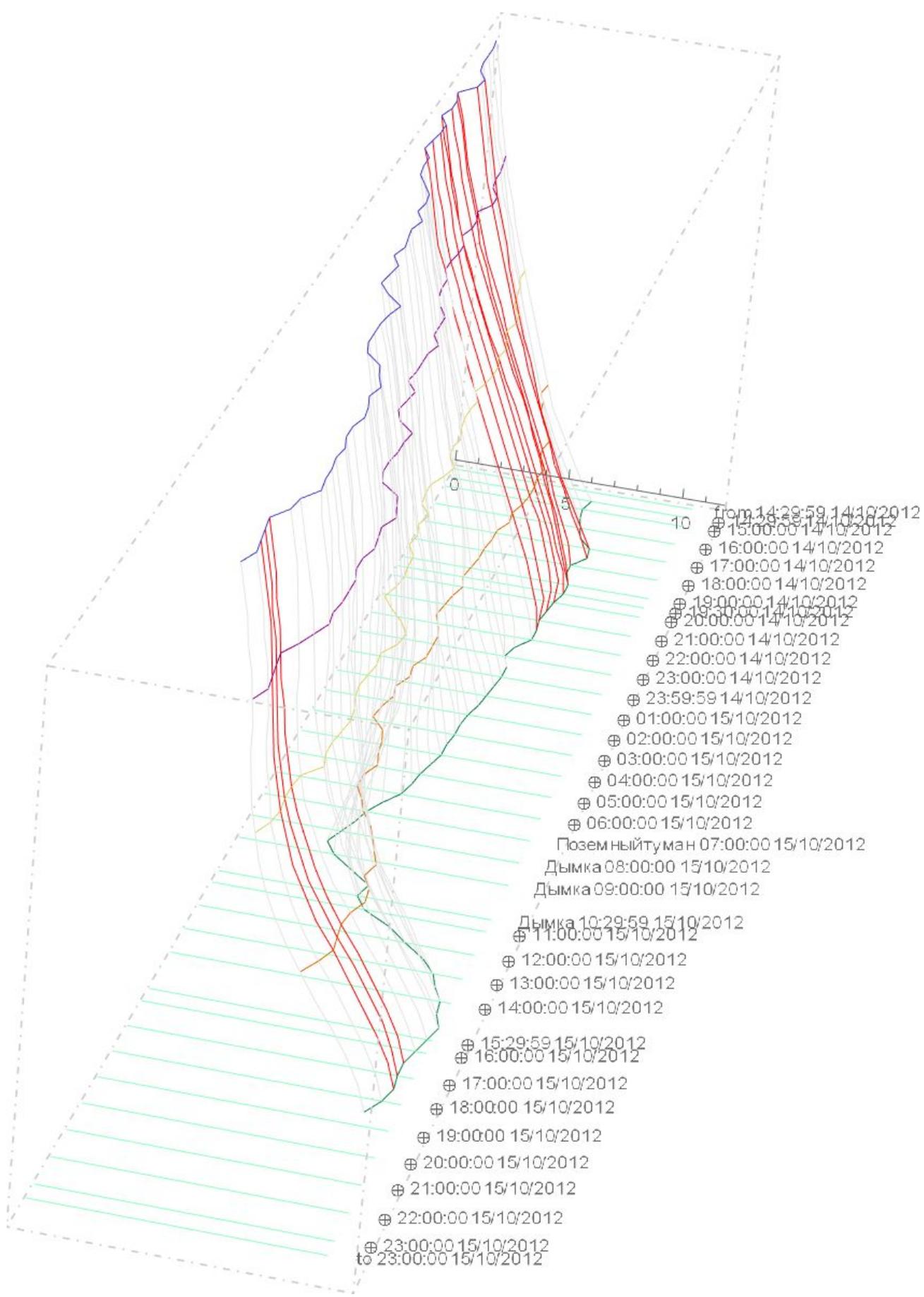
Имеются устройства, которые периодически измеряют температуру через 50 метров до 1000 метров в высоту (всего 20 измерений).

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.