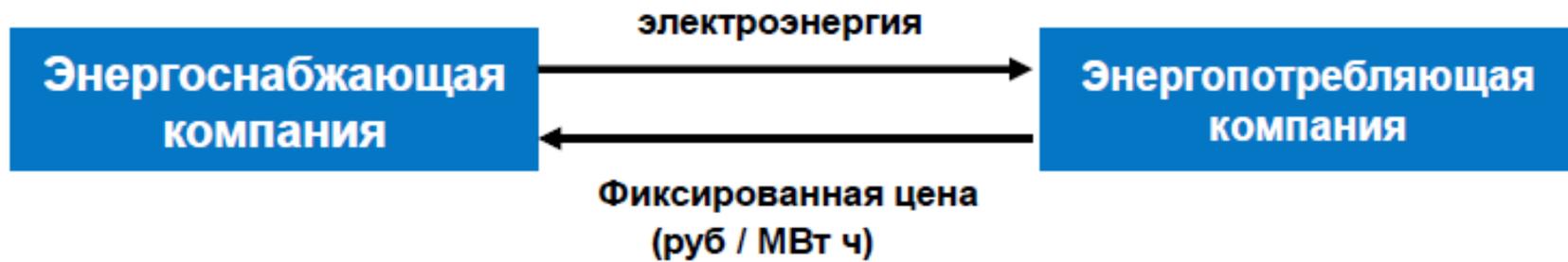


**Регуляризационный метод
построения форвардной кривой
для рынка электроэнергии**

Бовкун Валерий

Форвардный контракт



- Форвардные контракты: это обязательство купить или поставить электроэнергию в будущем по цене, определяемой в момент заключения контракта. Электроэнергия поставляется согласно оговоренному в контракте графику.

Форвардная кривая

- Отражает временную структуру цен на электроэнергию с поставкой в будущем
- Необходима для оценки новых финансовых инструментов и оценки рисков

Математическая постановка задачи

- $\mathcal{B} = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$ - набор времен
- F - цены, которые имеются на рынке
- f - цены, которые высчитываются из форвардной кривой
- $F_j = \frac{1}{N_j} \sum_{t \in \mathcal{B}_j} f(t)$
- $F_j = \left(\sum_{t \in \mathcal{B}_j} r(t) \right)^{-1} \sum_{t \in \mathcal{B}_j} r(t) f(t)$

Корректность по Адамару

- Для всякого \mathbf{F} существует решение \mathbf{f} ;
- Решение единственно;
- Решение устойчиво, т.е. при малом изменении исходных данных \mathbf{F} и матрицы \mathbf{A} решение \mathbf{f} также меняется мало.

Регуляризация Тихонова

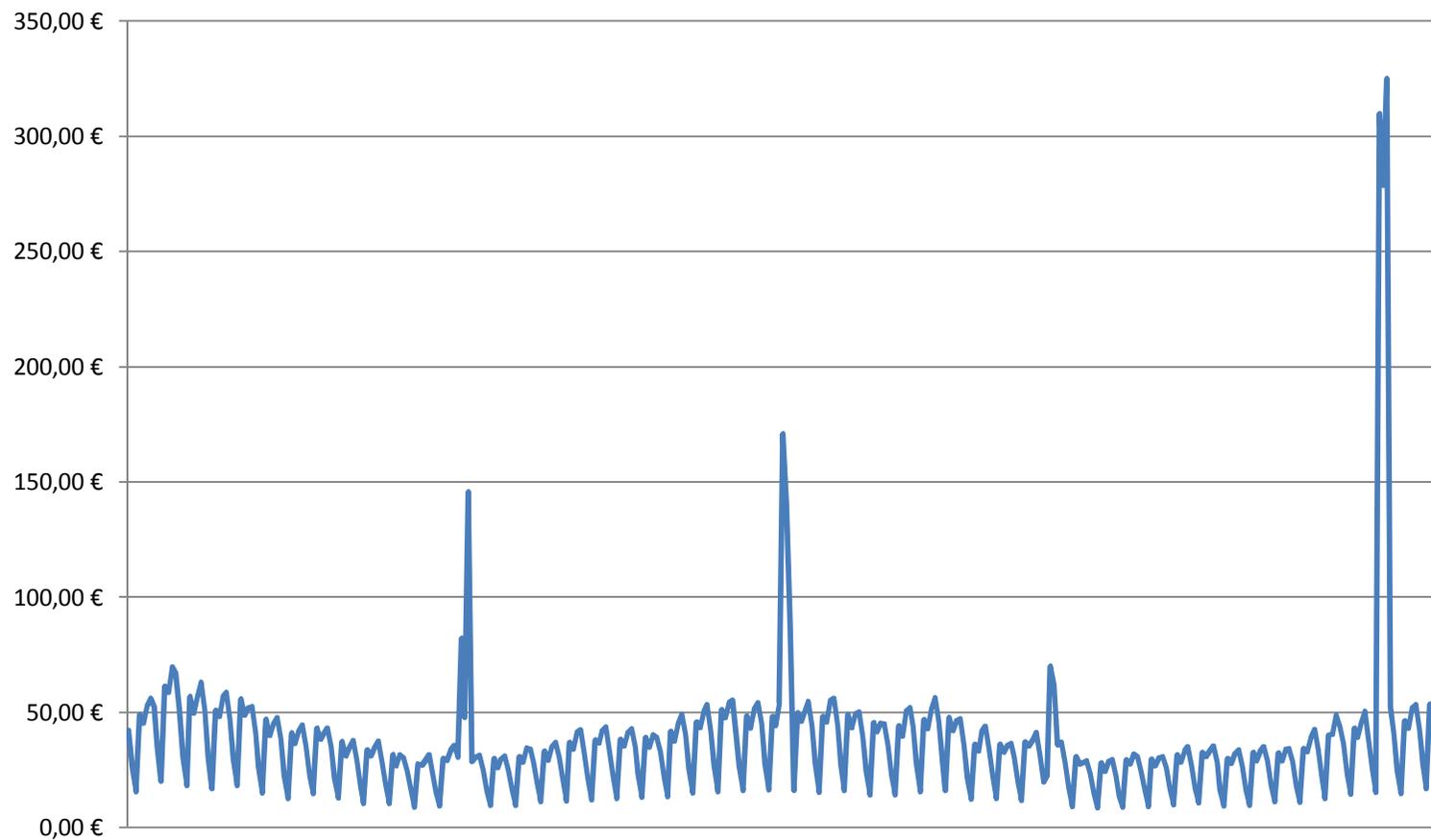
- $\|\mathbf{A}\mathbf{f} - \mathbf{F}\|_{\mathbf{f}} \rightarrow \min$
- $f(t) = f^0(t) + \Delta f(t)$ где $\Delta f(t)$ – поправка к исходному приближению
- $\|\mathbf{A}\Delta\mathbf{f} - \Delta\mathbf{F}\|_{\Delta\mathbf{f}} \rightarrow \min$
- $\|\Delta\mathbf{f}\|_{\Delta\mathbf{f}} \rightarrow \min$

$$\|\mathbf{A}\Delta\mathbf{f} - \Delta\mathbf{F}\|_{\mathbf{W}}^2 + \omega \|\Delta\mathbf{f}\|_{\mathbf{Q}, \Lambda}^2 \rightarrow \min_{\Delta\mathbf{f}}$$

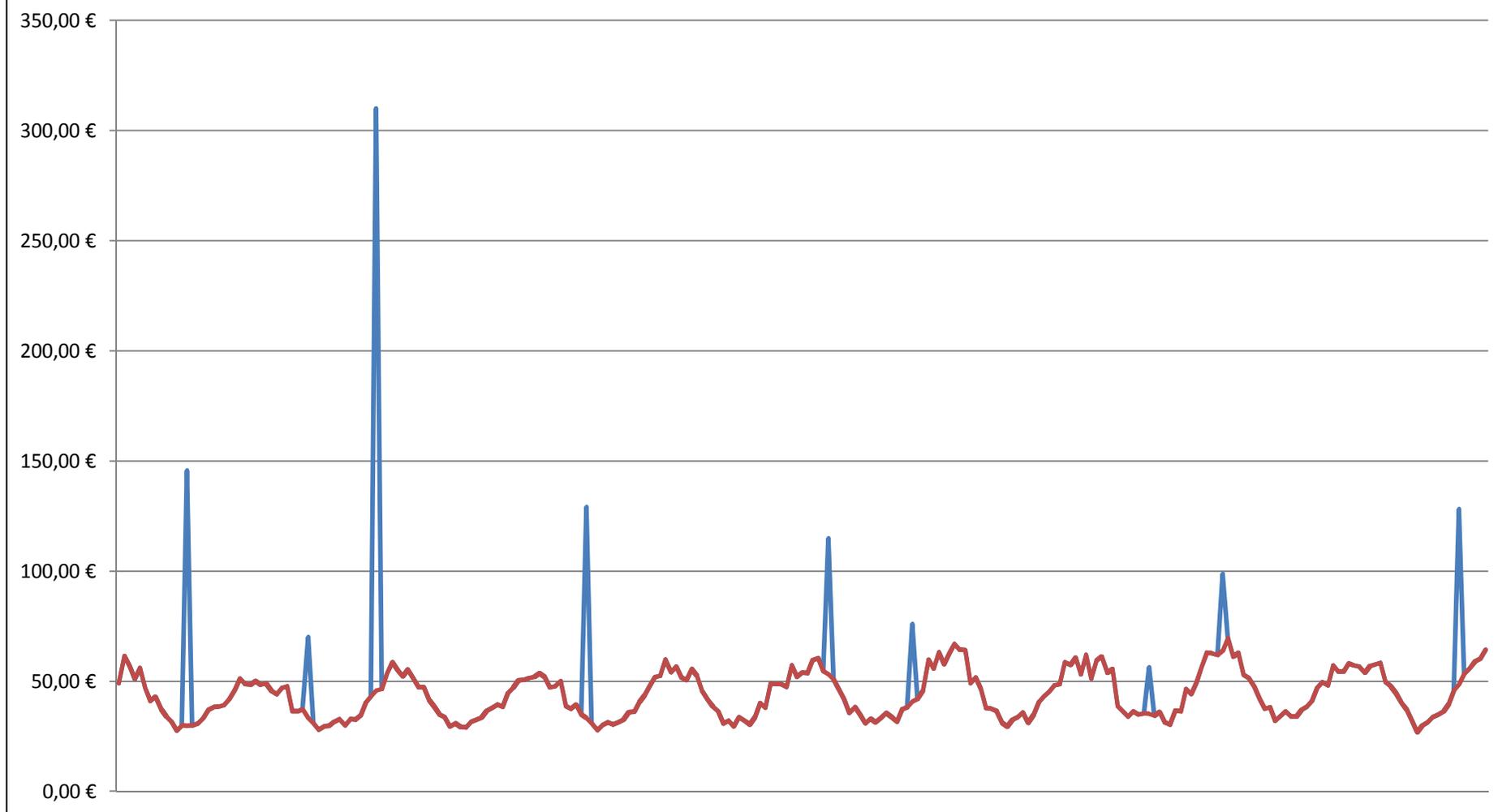
Профилирование

$$P(t) = P_{00}P_{OD}(t)P_{OW}(t)P_{OY}(t)P_{noise}(t)P_{spikes}(t)P_{OT}(t)$$

Исходные данные за один год



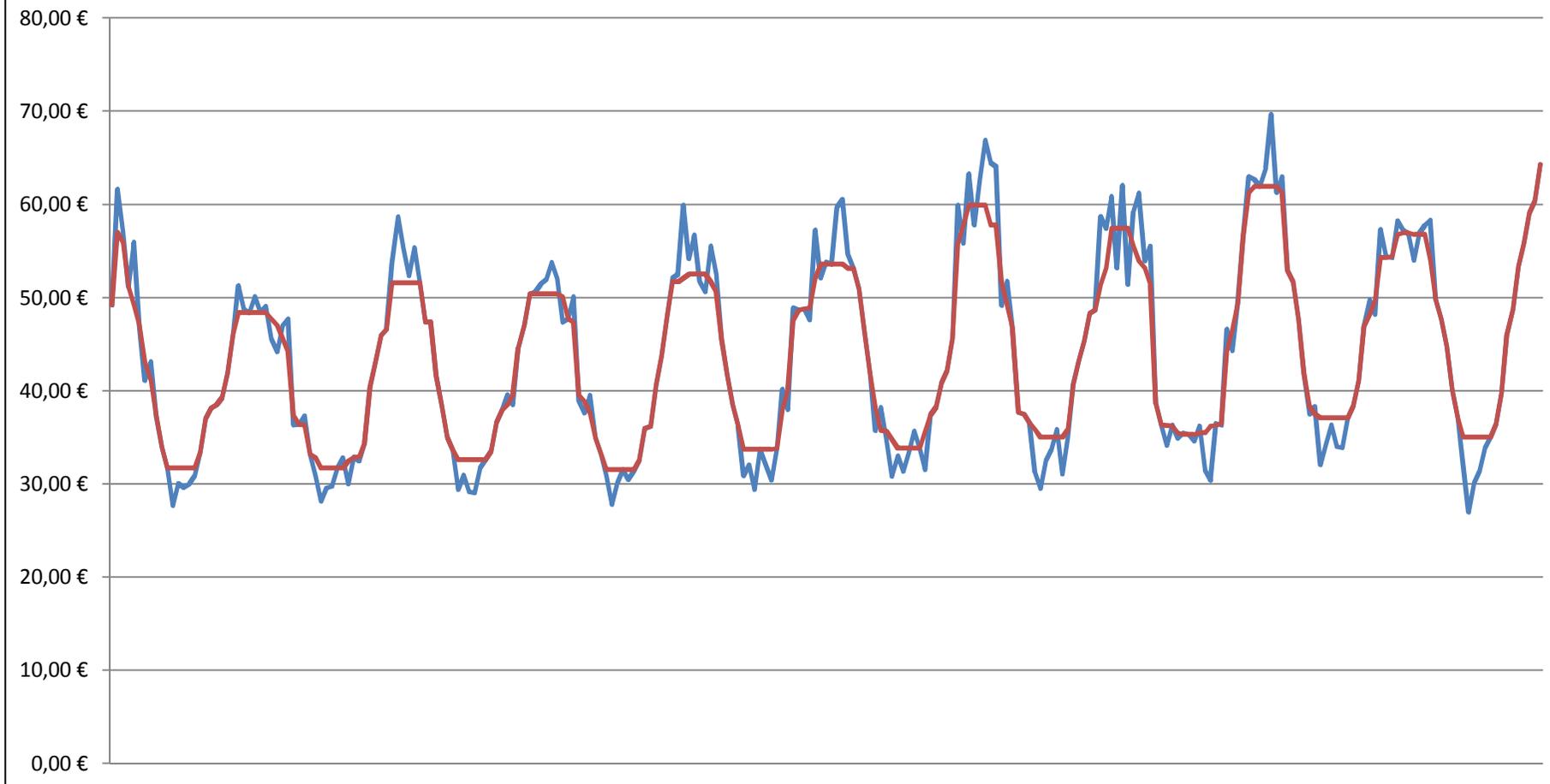
Понедельники после сглаживания методом трех сигм



Синий цвет – до сглаживания

Красный цвет – после сглаживания

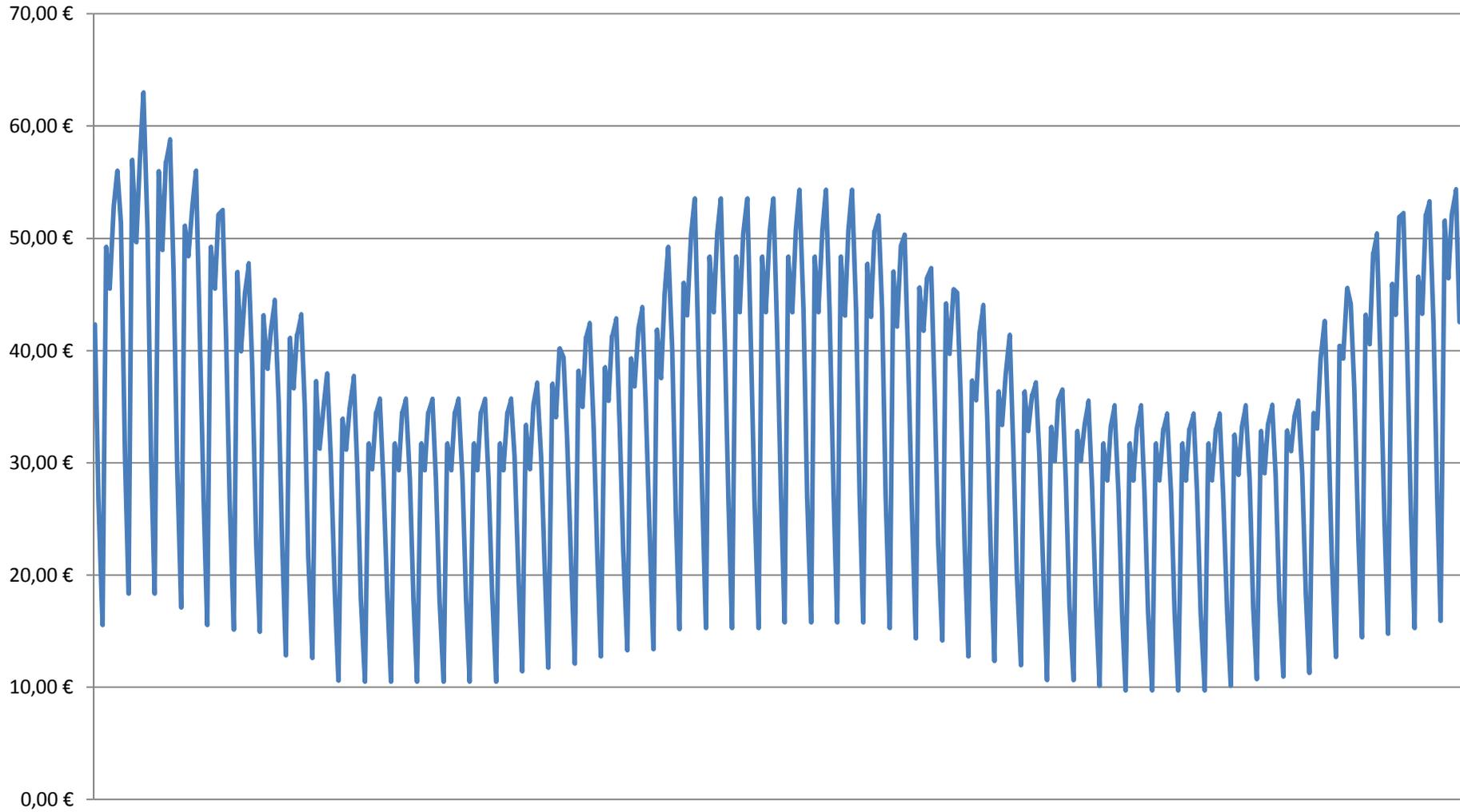
Понедельники после медианного сглаживания



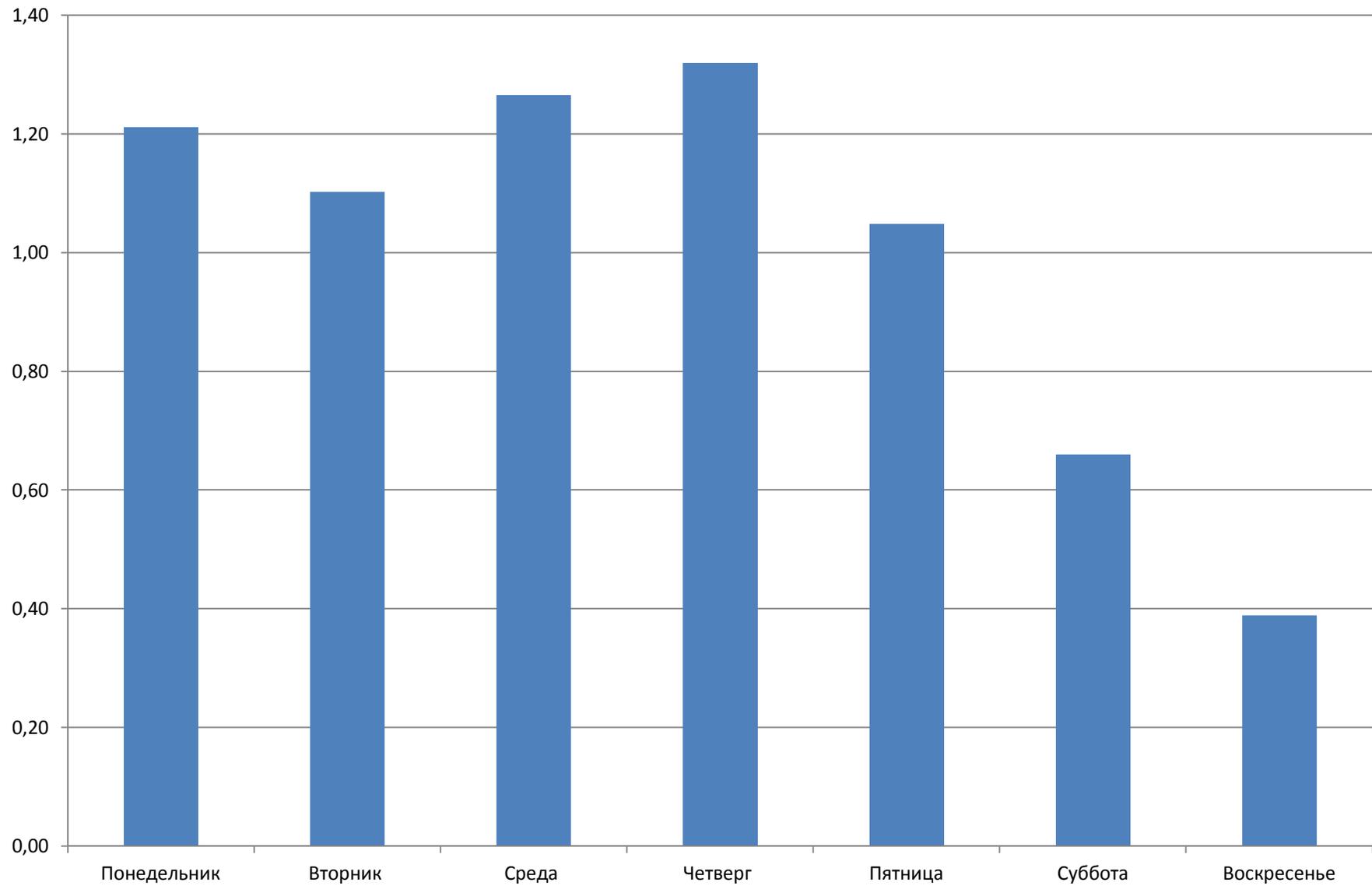
Синий цвет – до сглаживания

Красный цвет – после сглаживания

Профиль за один год после сглаживания



Недельный профиль



Дальнейшие цели

- Анализ base и peak часов
- Анализ стохастических свойств шума для оценки рисков
- Динамика форвардной кривой