

---

## Отчет по лабораторной работе №5

По курсу: «Фильтрация и прогнозирование данных»

Тема: «Моделирование и прогнозирование ENSO и своего сигнала»

Студент:

Пронин А. С.

Группа:

МСМТ231

Преподаватель:

Зотов Л. В.

Москва

2023

# Лабораторная работа 5

## Часть 1

Для начала выведем наш сигнал из ЛР1 (рис. 1):

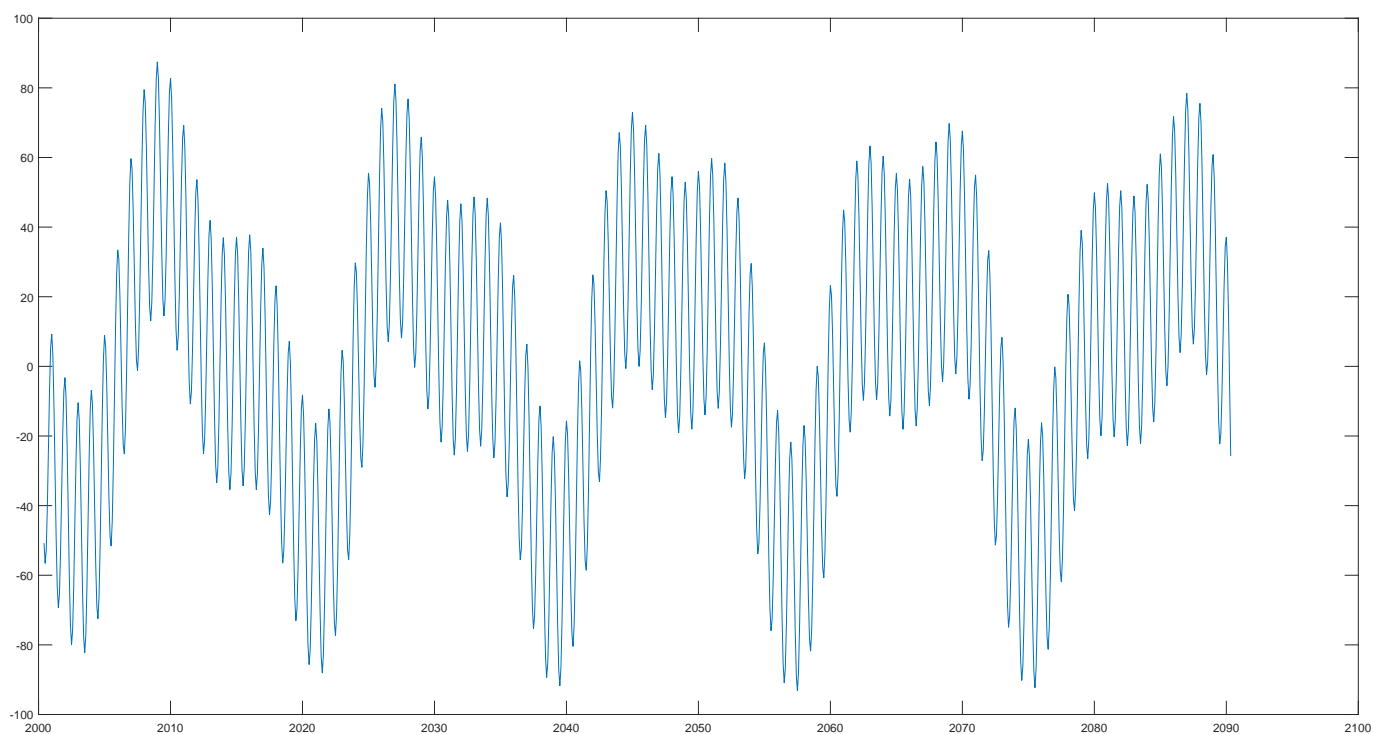


Рис. 1: Сигнал из ЛР1

Затем сгенерируем авто-регрессионный шум (рис. 2):

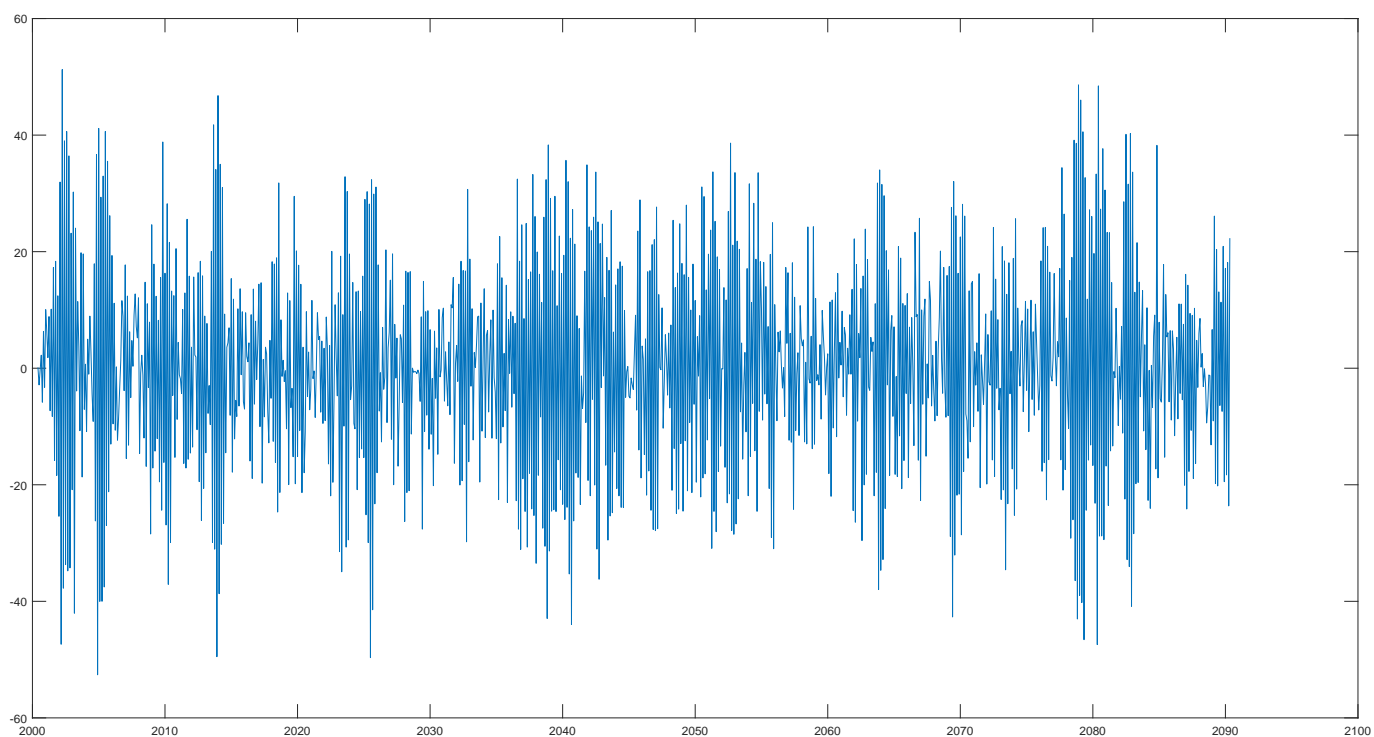


Рис. 2: Авто-регрессионный шум

Добавим его к сигналу (рис. 3):

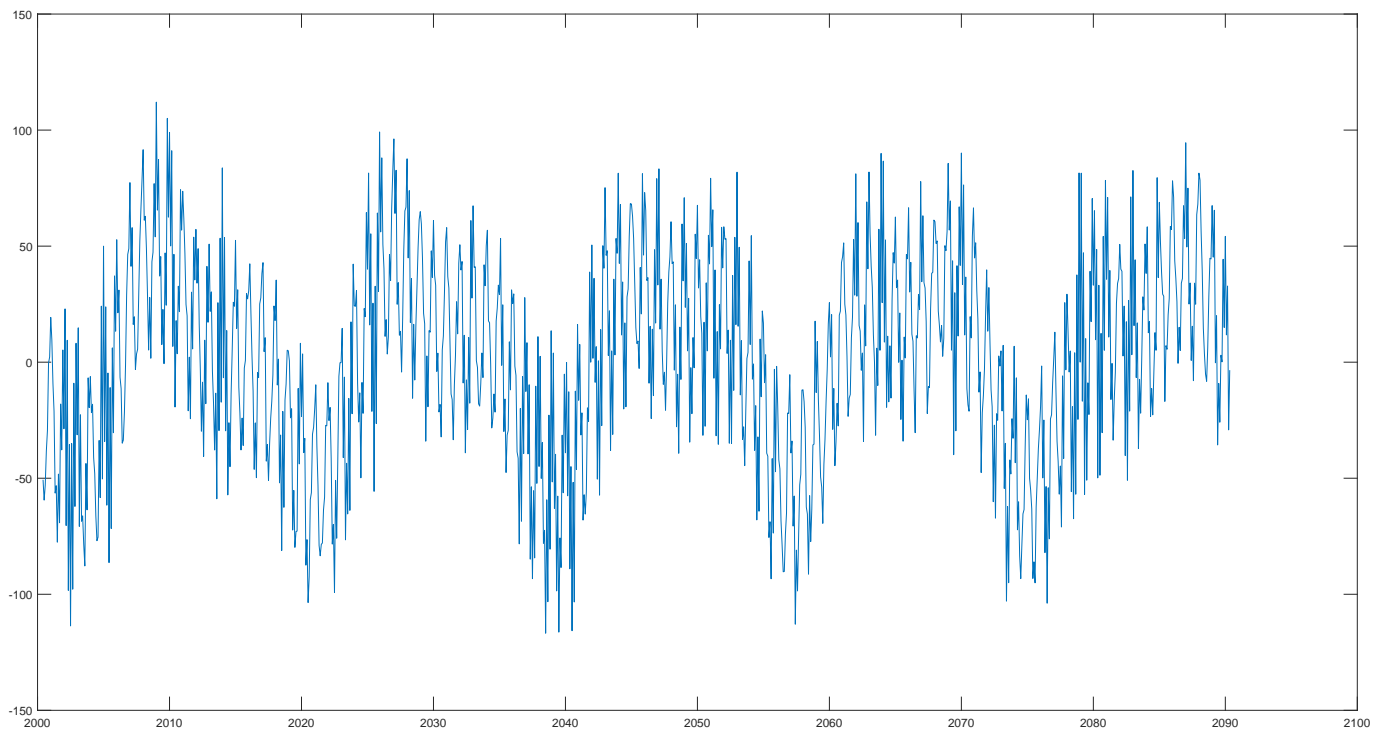


Рис. 3: Сигнал с шумом

Вычислим смещенную оценку АКФ (рис. 4):

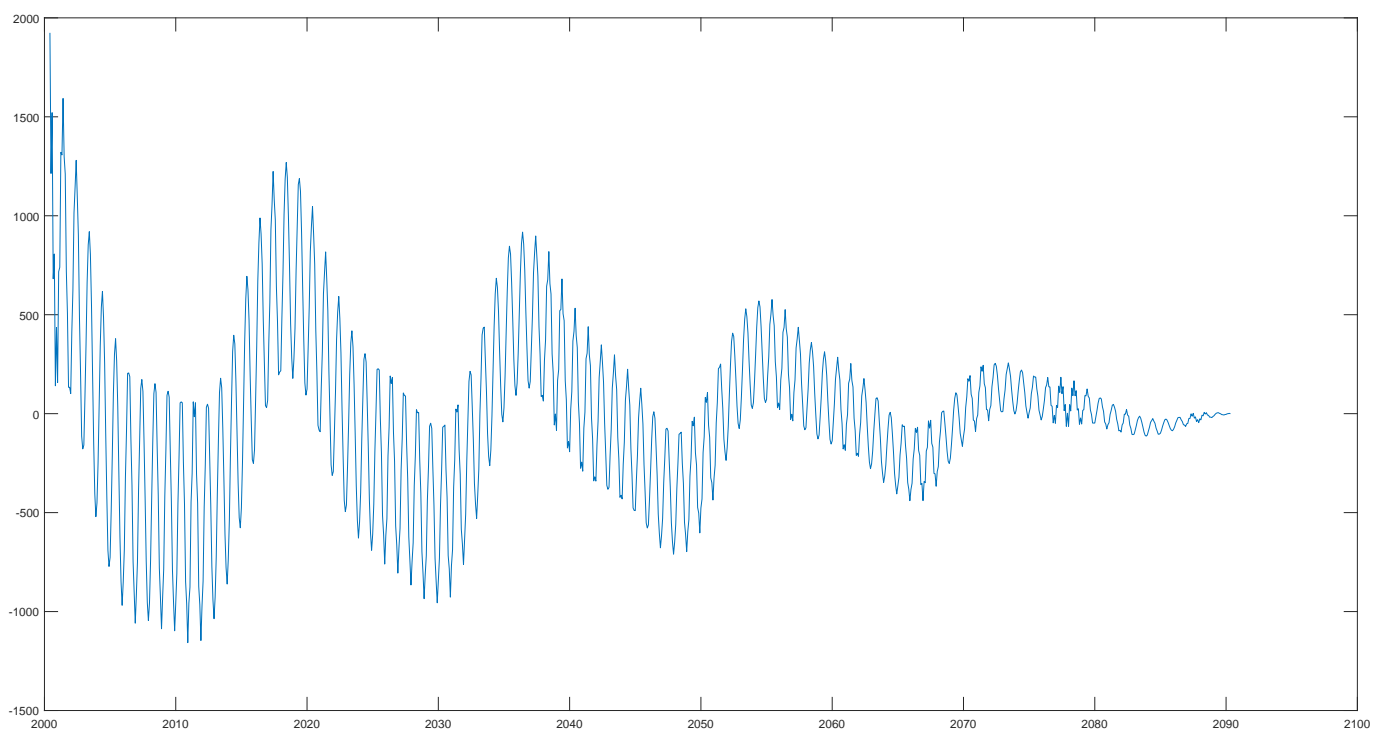


Рис. 4: Смещенная АКФ

Вычислим несмещенную оценку АКФ (рис. 5):

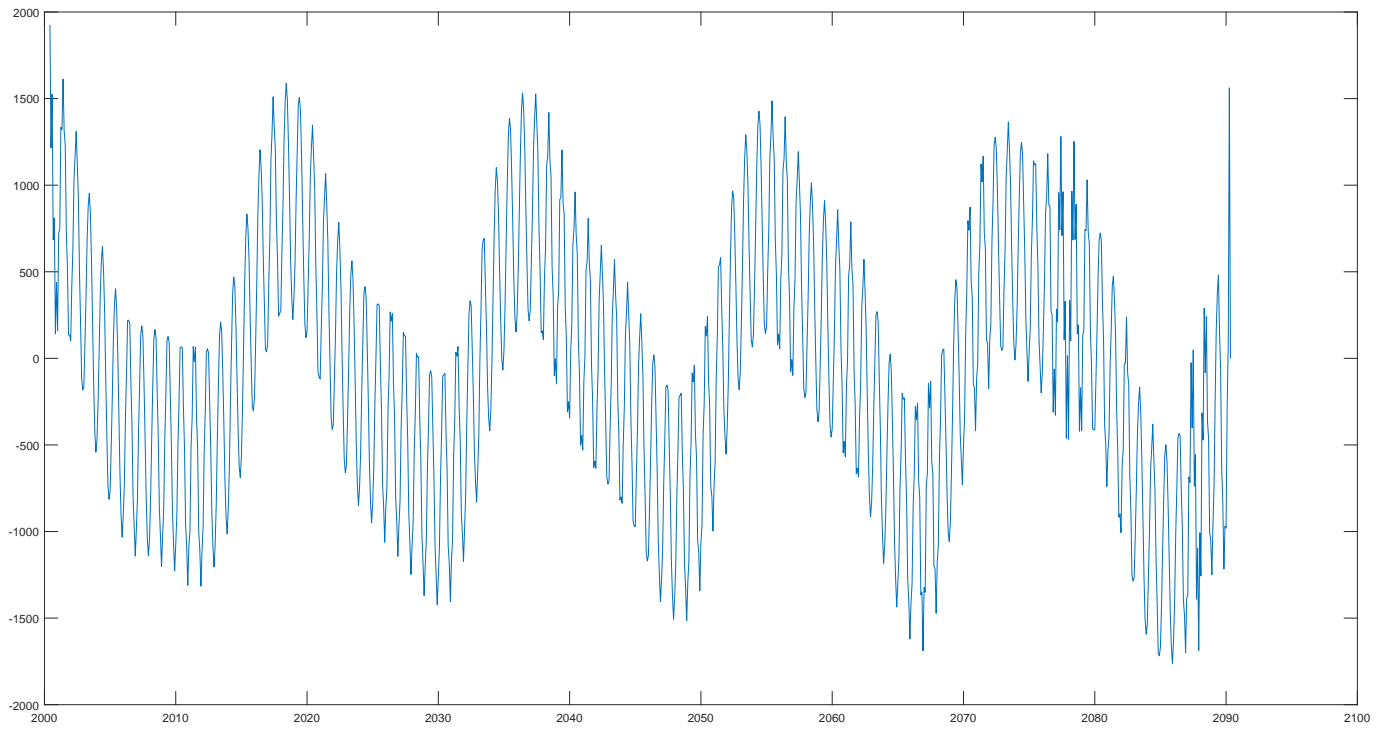


Рис. 5: Несмещенная АКФ

Построим СПМ взятием фурье-преобразования смещенной и несмещенной АКФ (рис. 6-7):

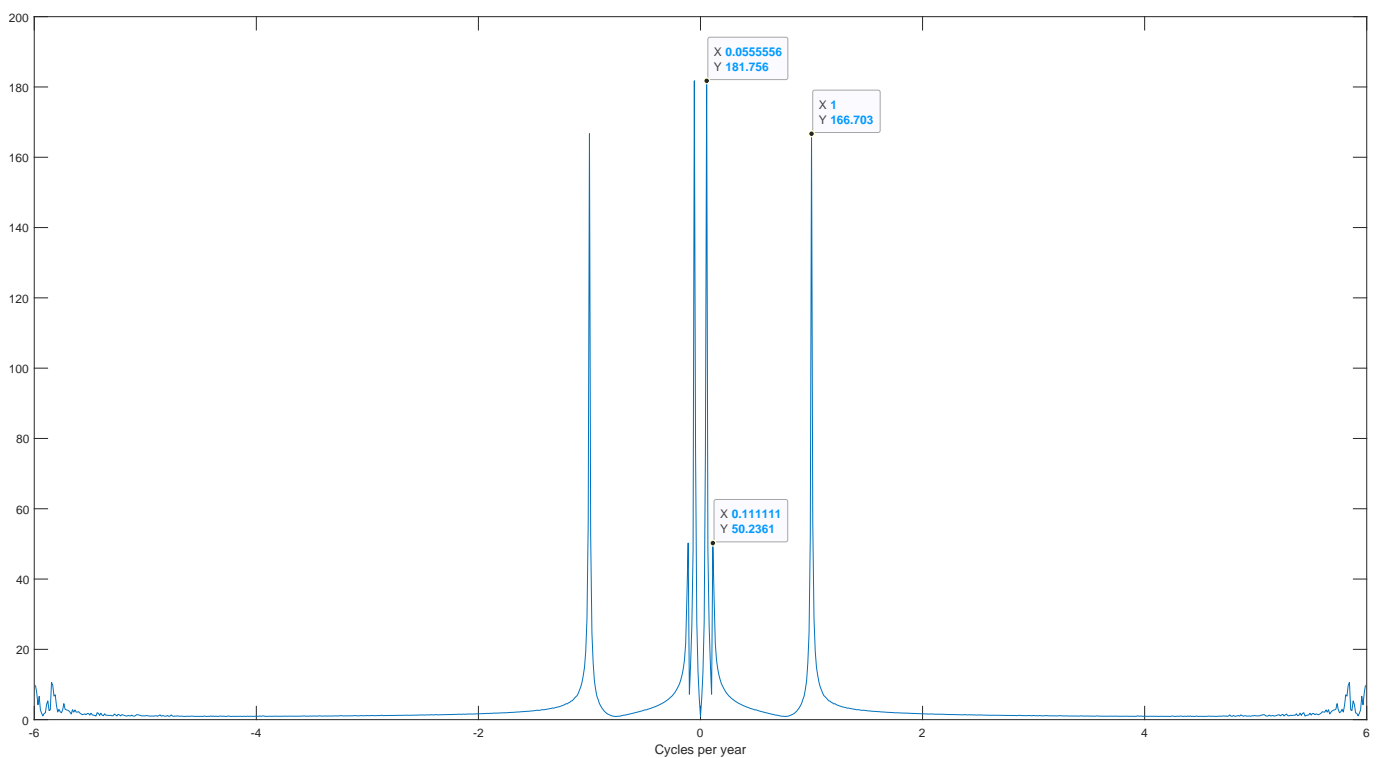


Рис. 6: СПМ из смещенной АКФ

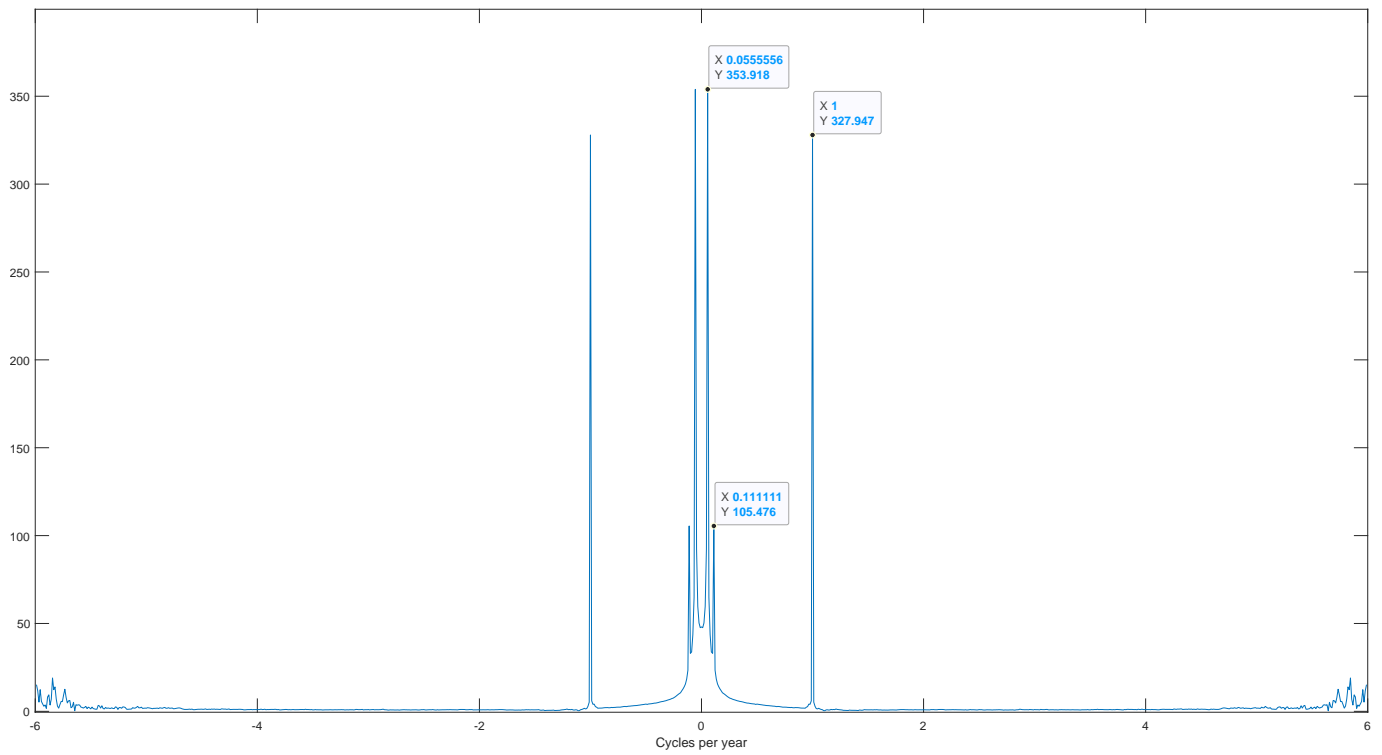


Рис. 7: СПМ из несмещенной АКФ

По пиковым значениям можно проверить частоты изначальных гармоник:

1 цикл в год,  $\frac{1}{1} = 1$ , что соответствует гармонике с периодом 1 год

0.(1) цикл в год,  $\frac{1}{0.111111} \approx 9$ , что соответствует гармонике с периодом 8.86 год

0.0(5) цикл в год,  $\frac{1}{0.055556} \approx 18$ , что соответствует гармонике с периодом 18.6 год

Также, по краям спектра видно отражение наличия цветного шума.

## Часть 2

Теперь попробуем спрогнозировать индекс явления El Nino Southern Oscillation - ENSO BEST. Считаем данные из файла (рис. 8):

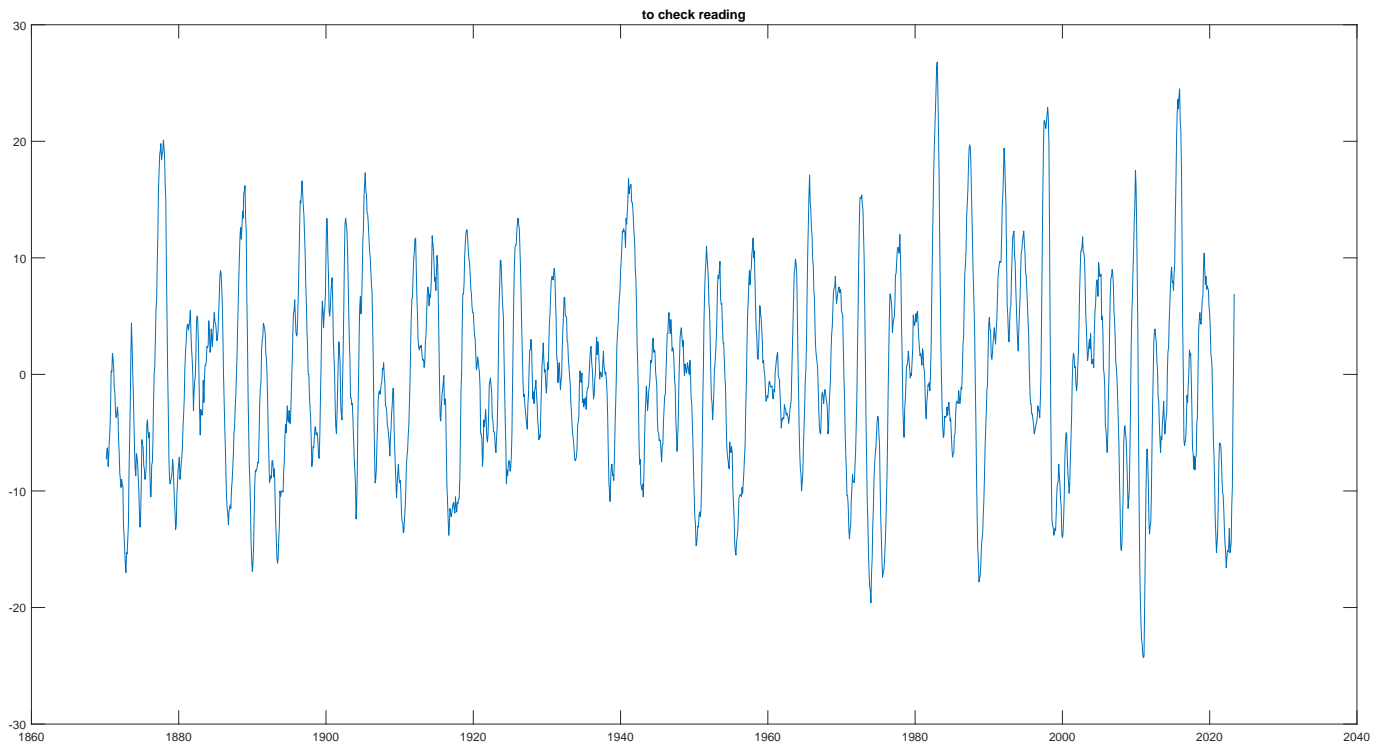


Рис. 8: Данные из файла ENSO\_BEST\_index.dat

Вычислим смещенную и несмещенную оценку АКФ (рис. 9-10):

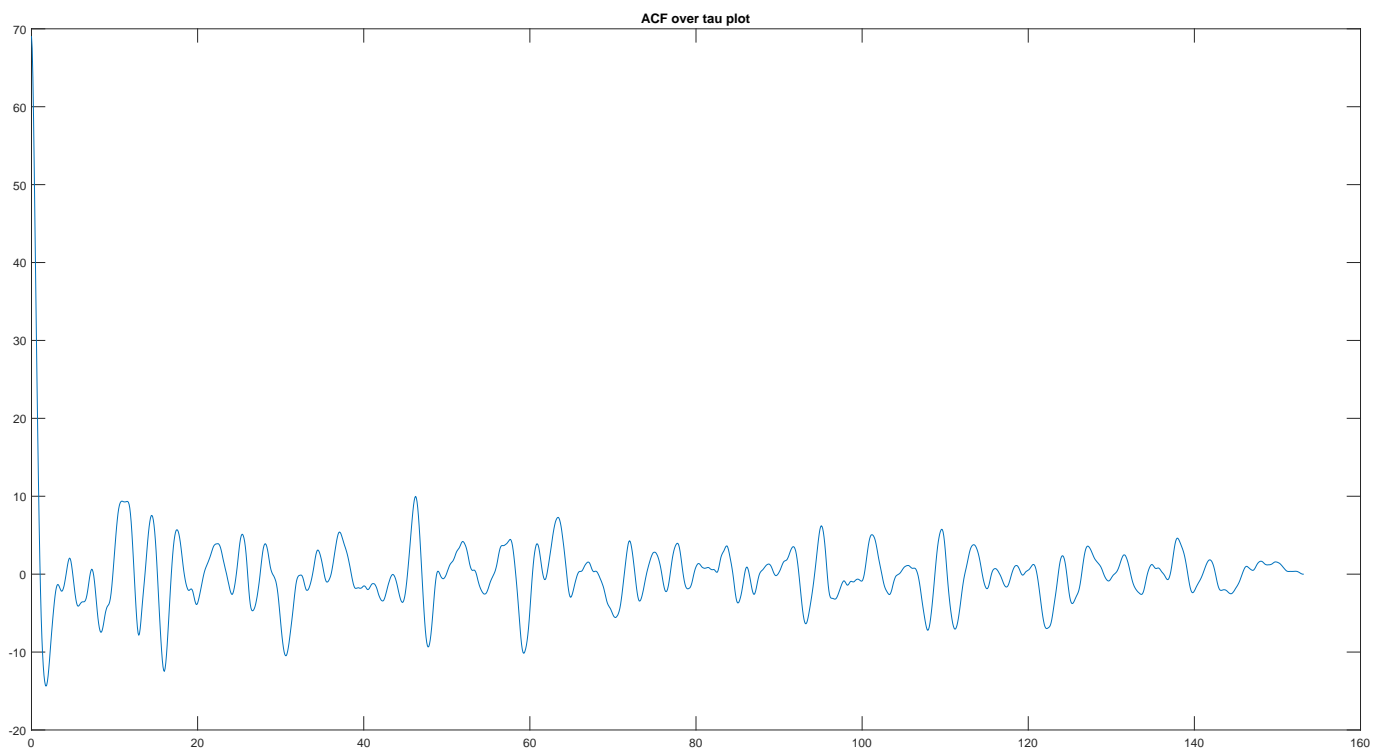


Рис. 9: Смещенная АКФ

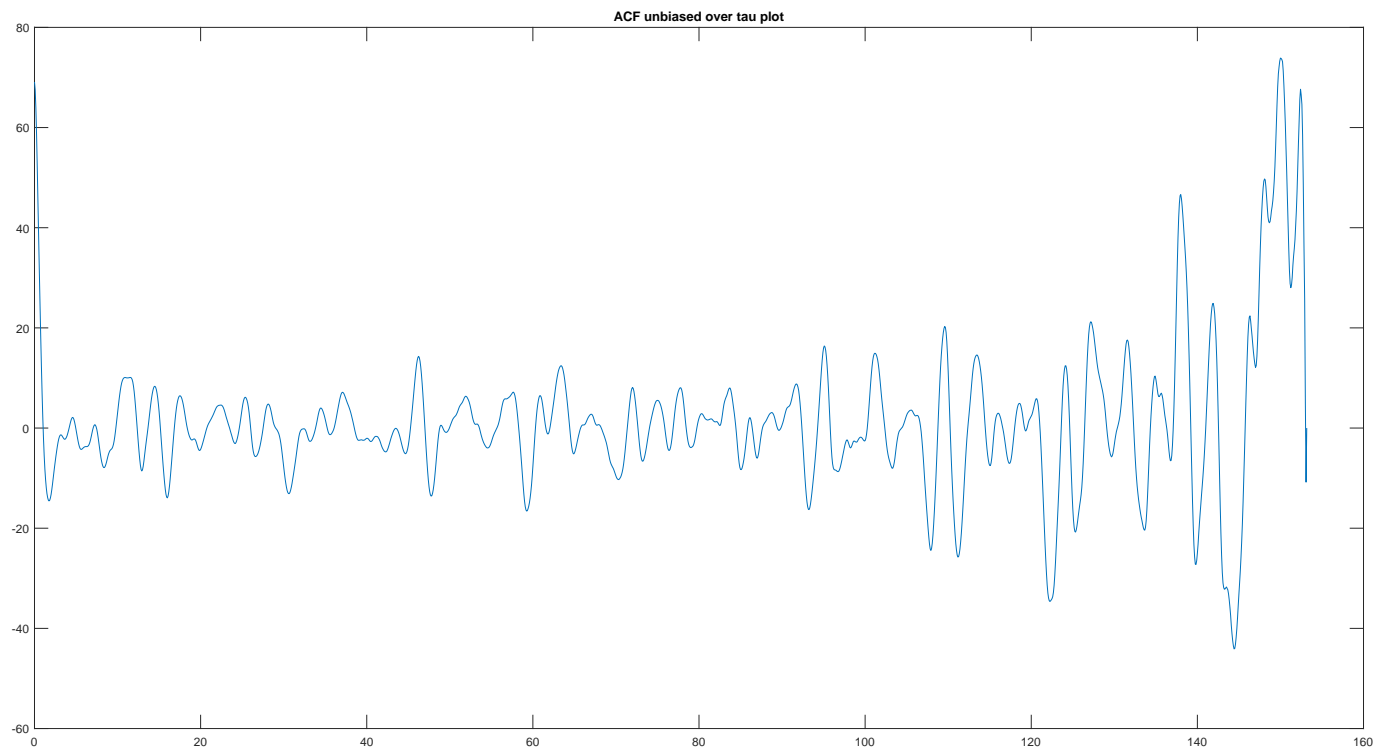


Рис. 10: Несмещенная АКФ

Построим спектральную плотность для периодов (рис. 11):

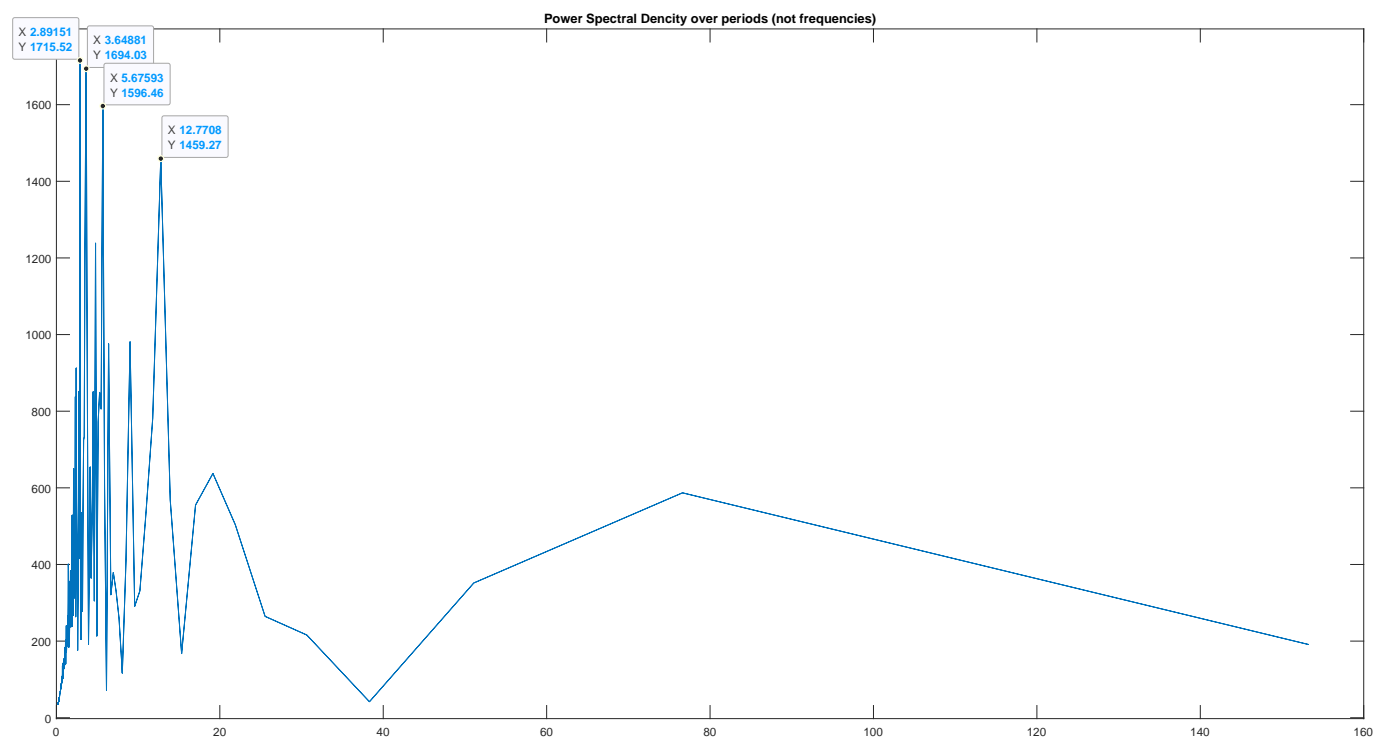


Рис. 11: СПМ для периодов

Выделим периоды: 2.89, 3.65, 5.68 и 12.77 для подбора гармоник в будущем.

Подберем полиномиальную модель (возьмем порядок 2) и определим тренд (рис. 12):

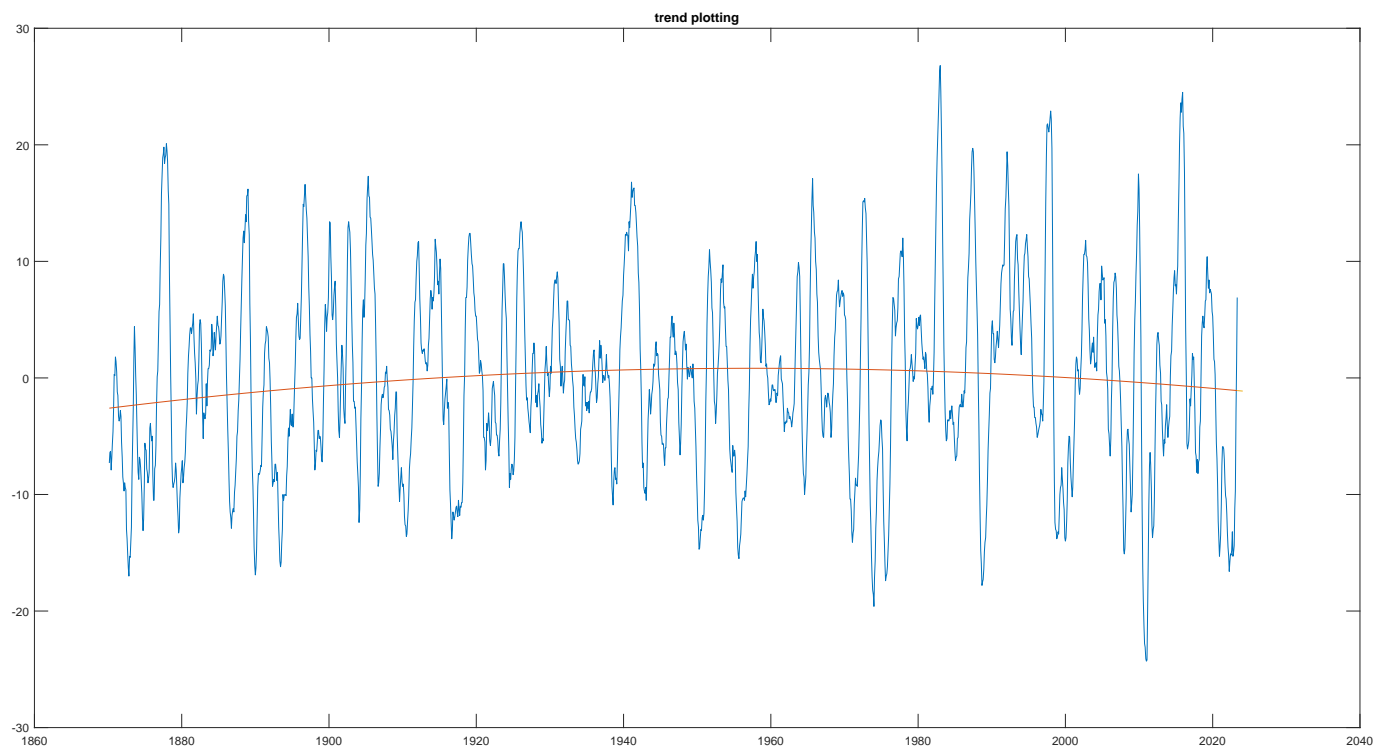


Рис. 12: Тренд

Подберем гармоникой задав периоды указанные выше (рис. 13-14):

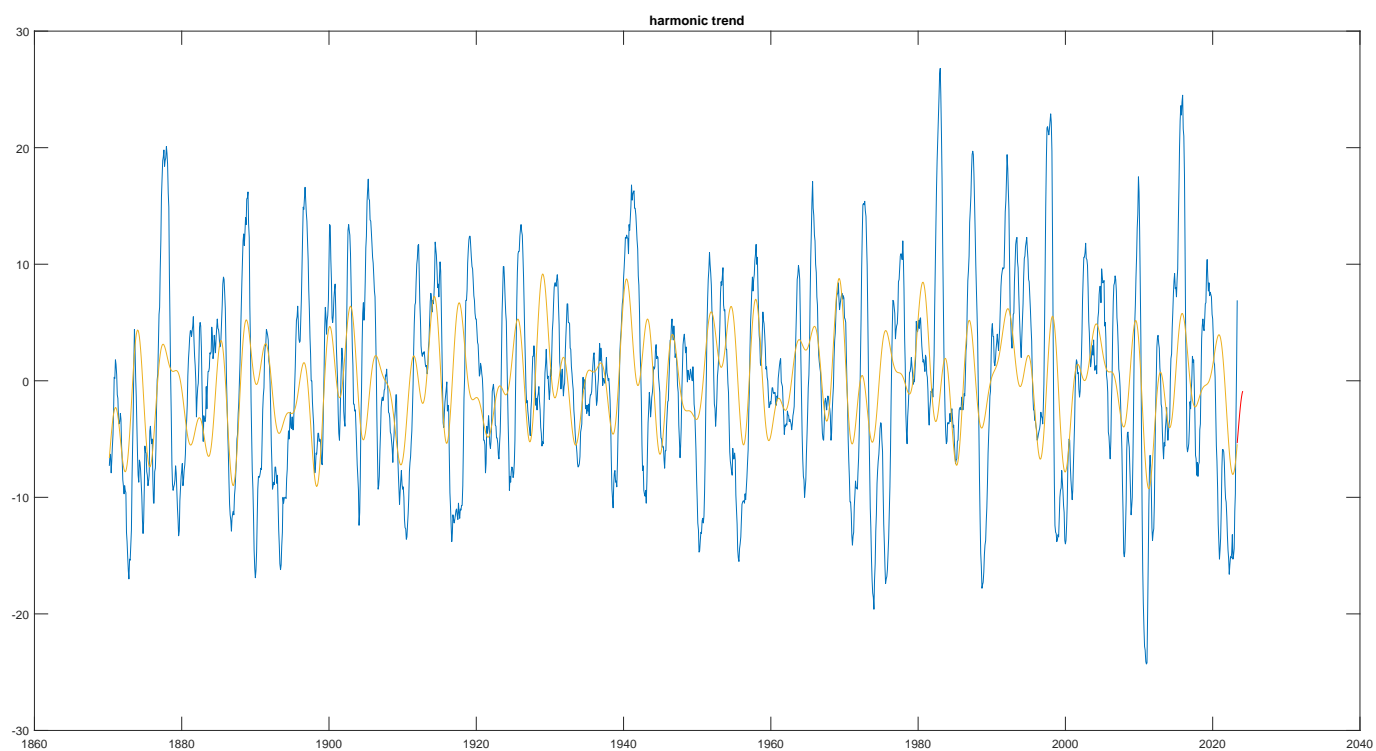


Рис. 13: Тренд гармоник



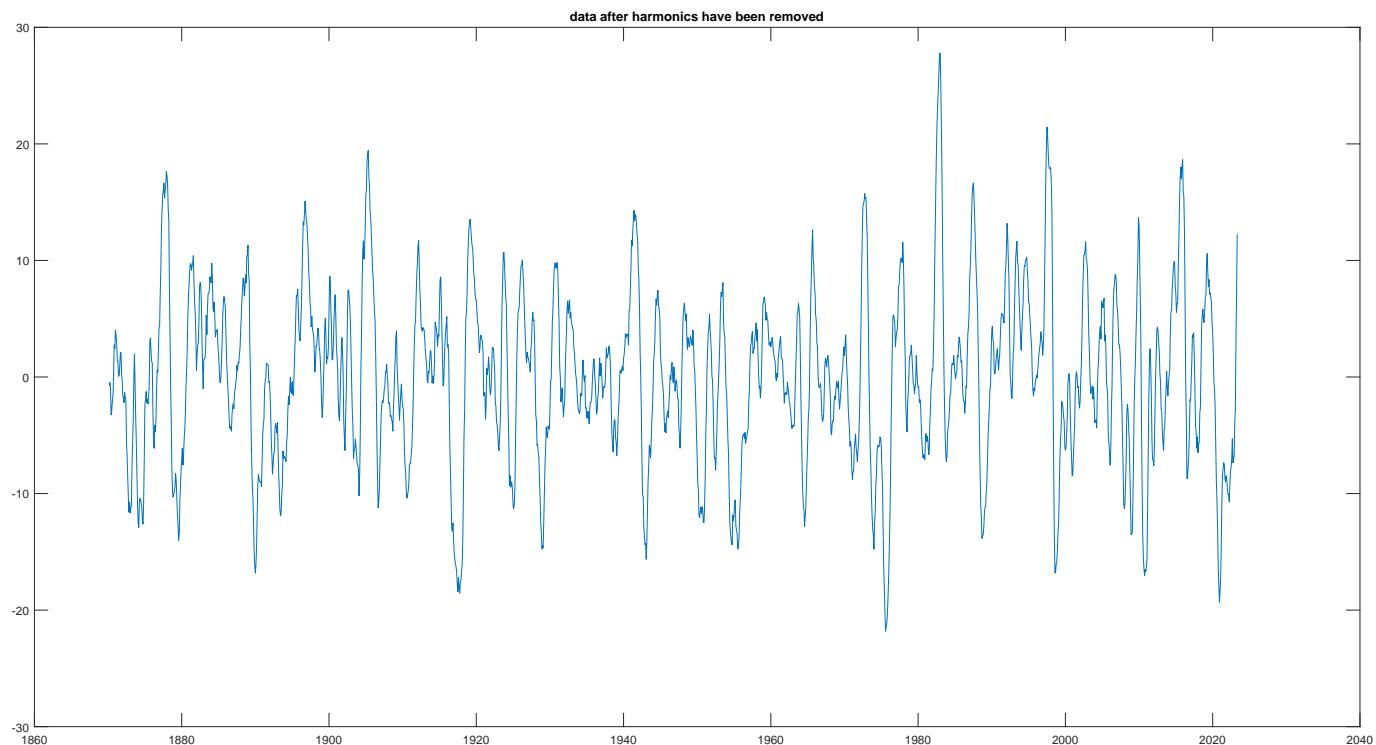


Рис. 14: Данные после удаления гармоник

Подберем авторегрессию, сначала возьмем порядок 25 (рис. 15):

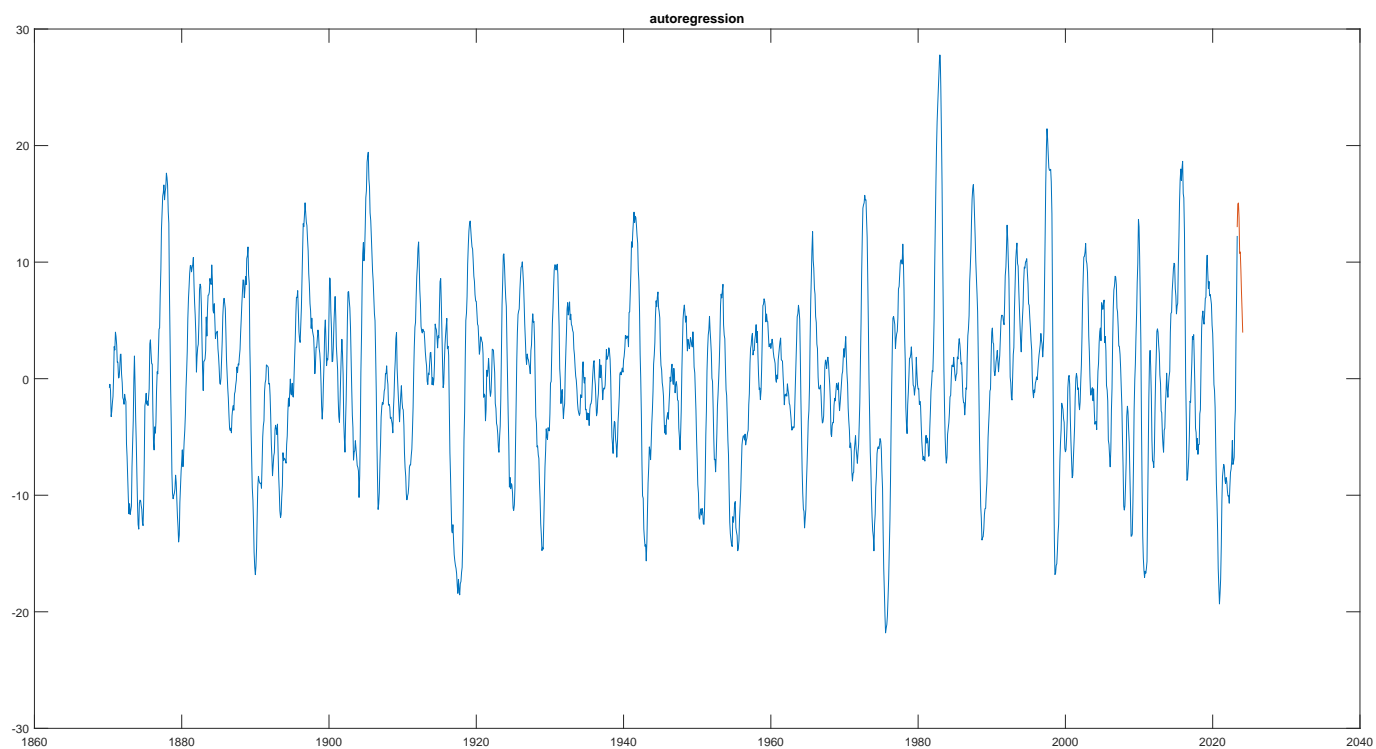


Рис. 15: Авторегрессия с порядком = 25

Как видно по графику, при данном порядке авторегрессии через небольшой промежуток прогнозируется спад.

Если же взять слишком маленький порядок, то график пойдет вверх (рис. 16):

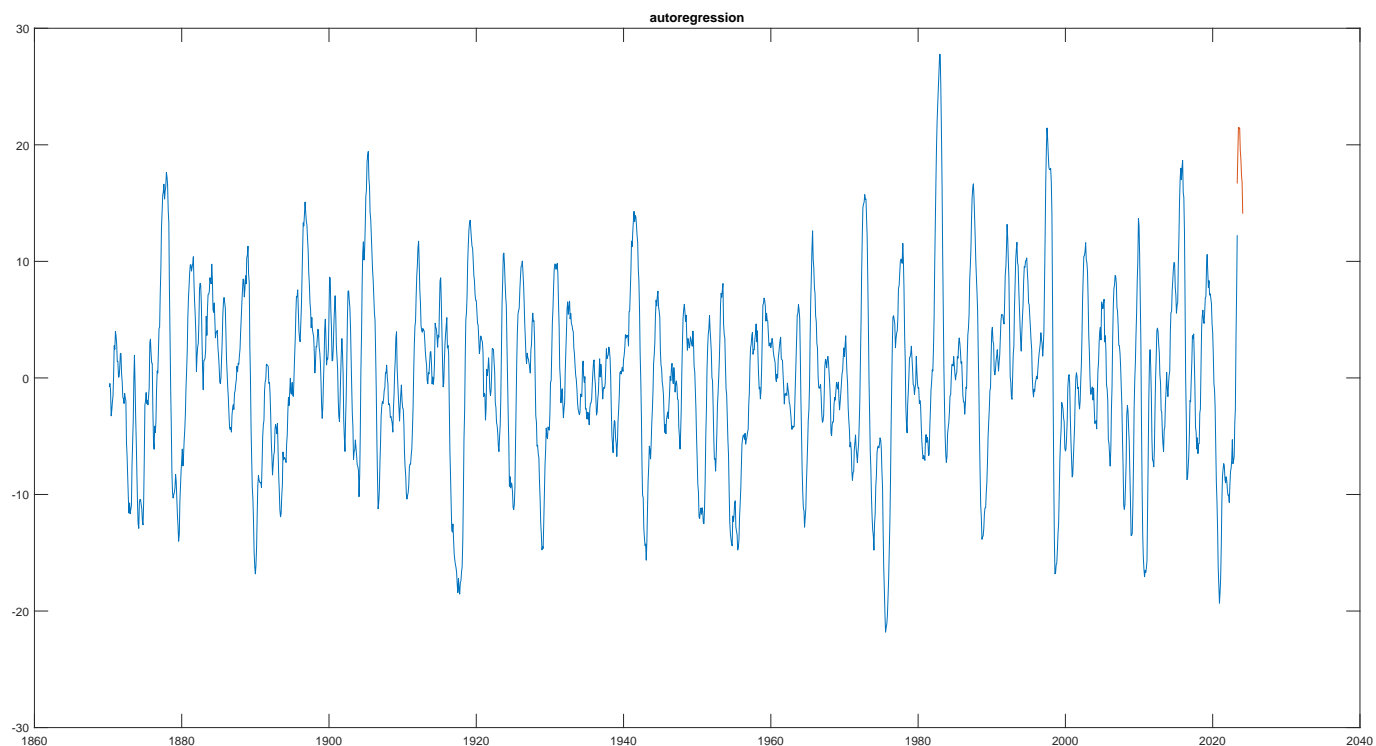


Рис. 16: Авторегрессия с порядком = 3

Оставим порядок 25 и построим график прогноза (рис. 17):

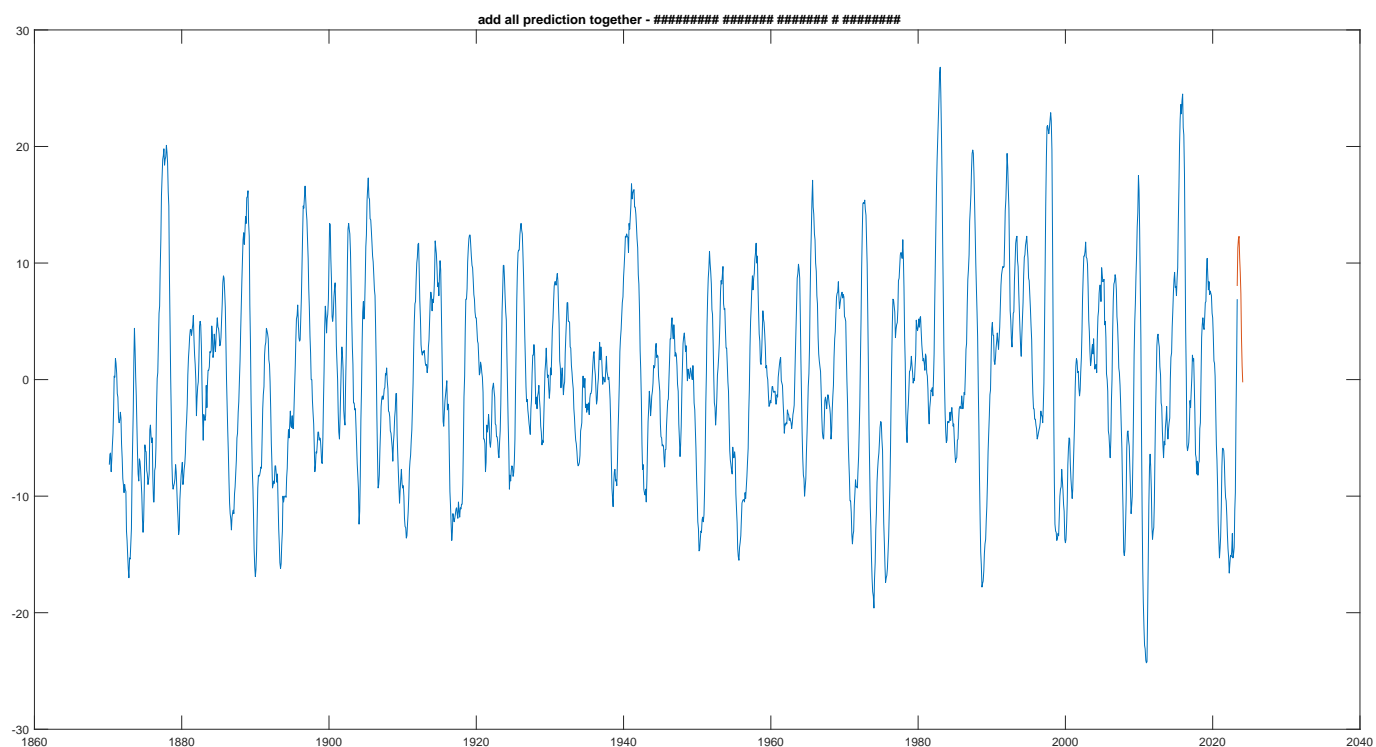


Рис. 17: График прогноза

В итоге после небольшого подъема, по полученному прогнозу, ожидается спад.

### Часть 3

Повторим данный прогноз для сигнала из ЛР1 (рис. 18):

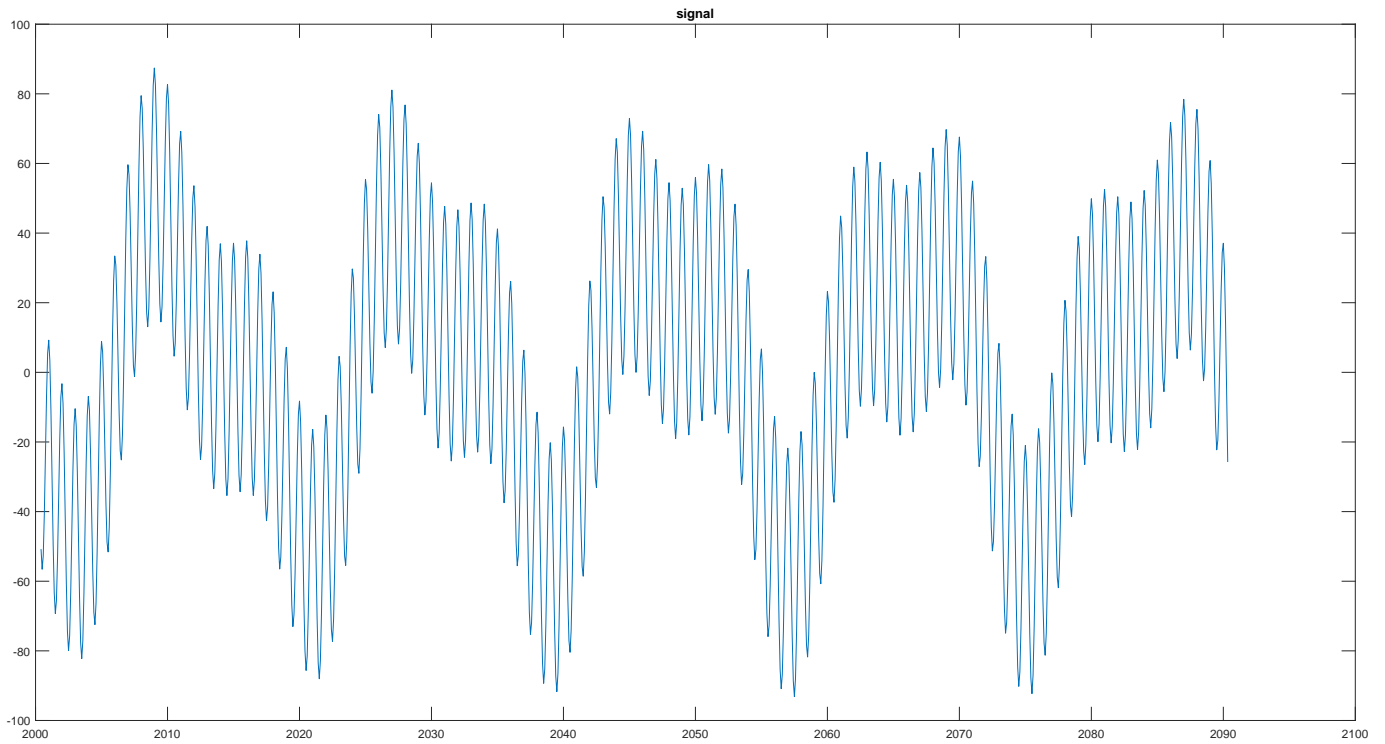


Рис. 18: Сигнал из ЛР1

Добавим к нему цветной шум (рис. 19-20):

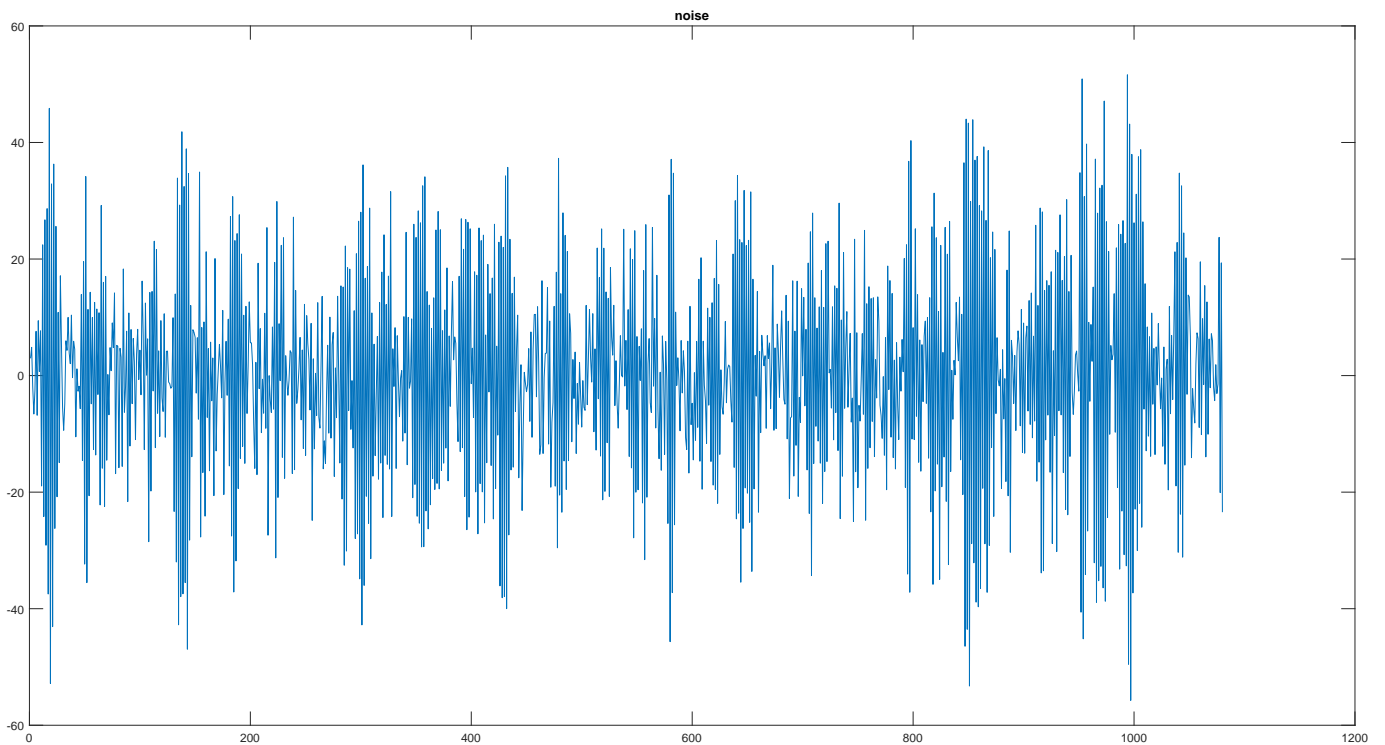


Рис. 19: Цветной шум

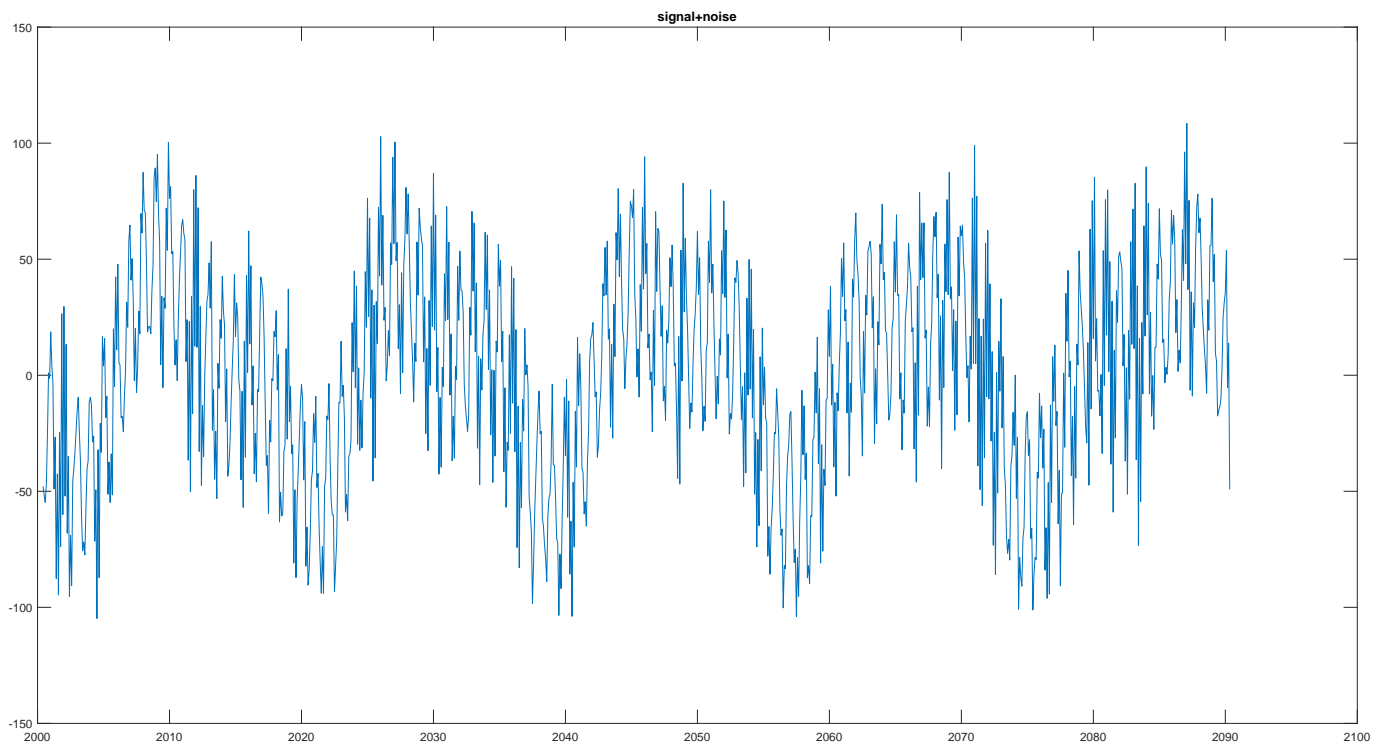


Рис. 20: Сигнал с шумом

Вычислим смещенную и несмещенную оценку АКФ (рис. 21-22):

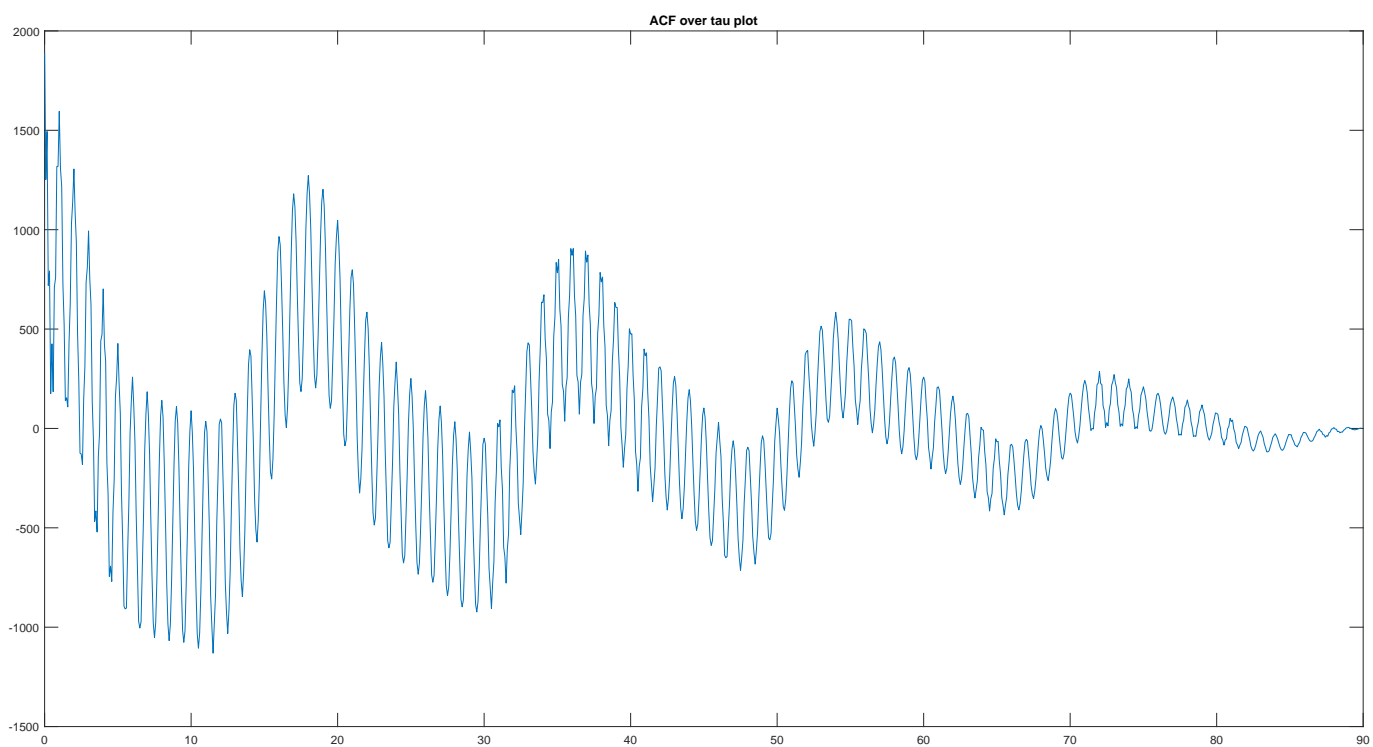


Рис. 21: Смещенная АКФ

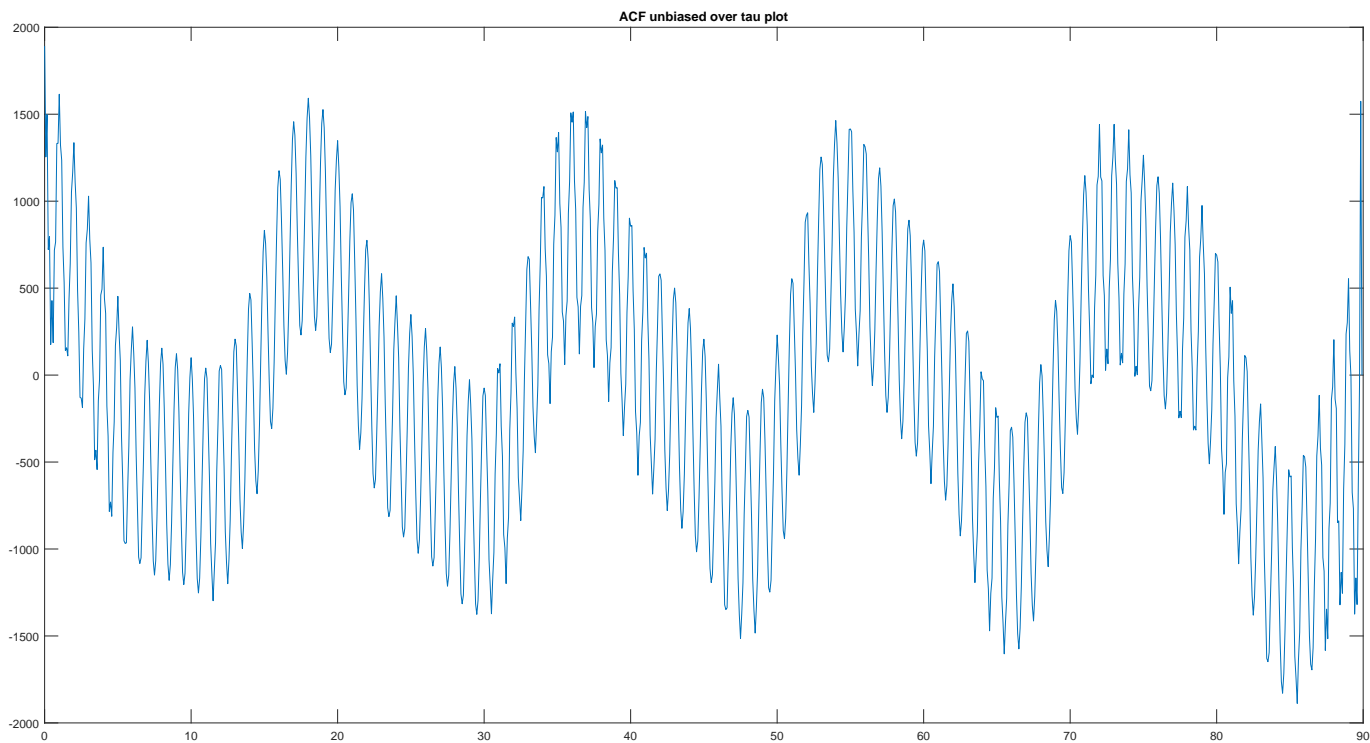


Рис. 22: Несмещенная АКФ

Построим спектральную плотность для периодов (рис. 23):

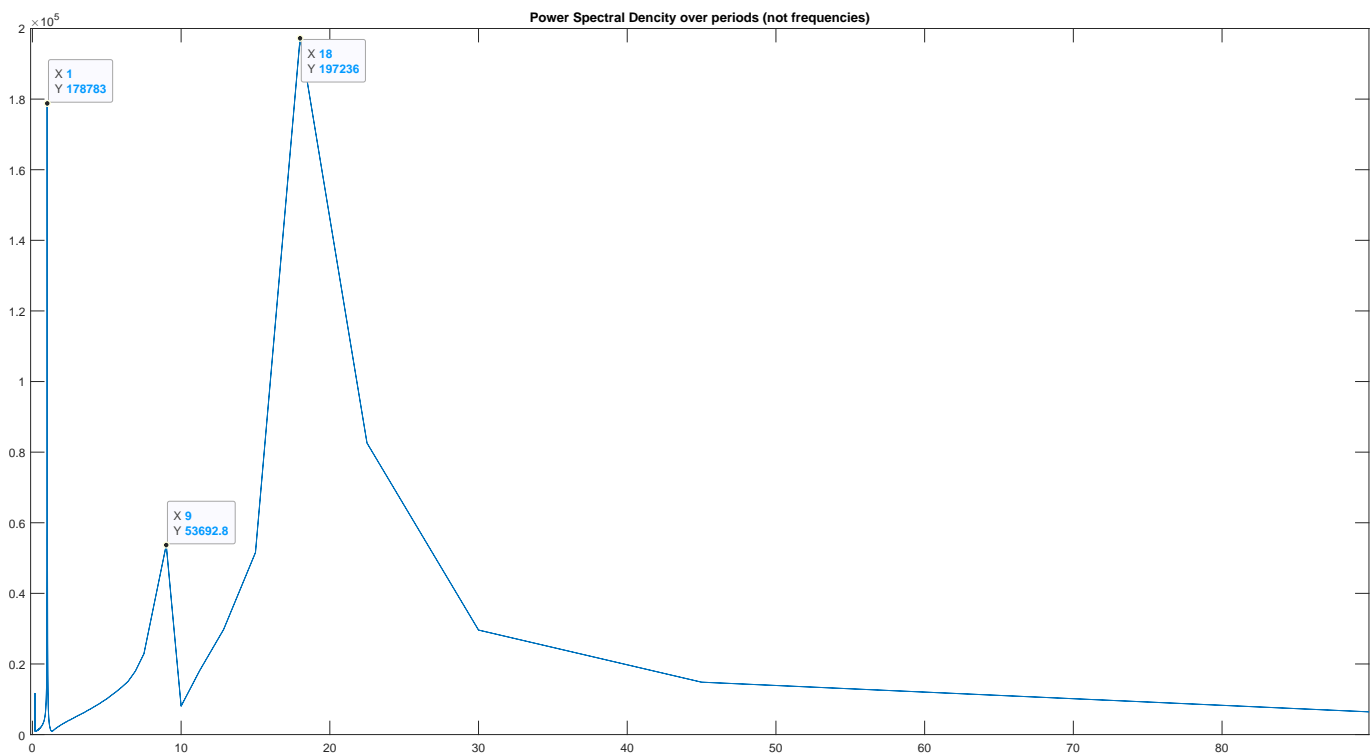


Рис. 23: СПМ для периодов

Подберем полиномиальную модель (возьмем порядок 2) и определим тренд (рис. 24):

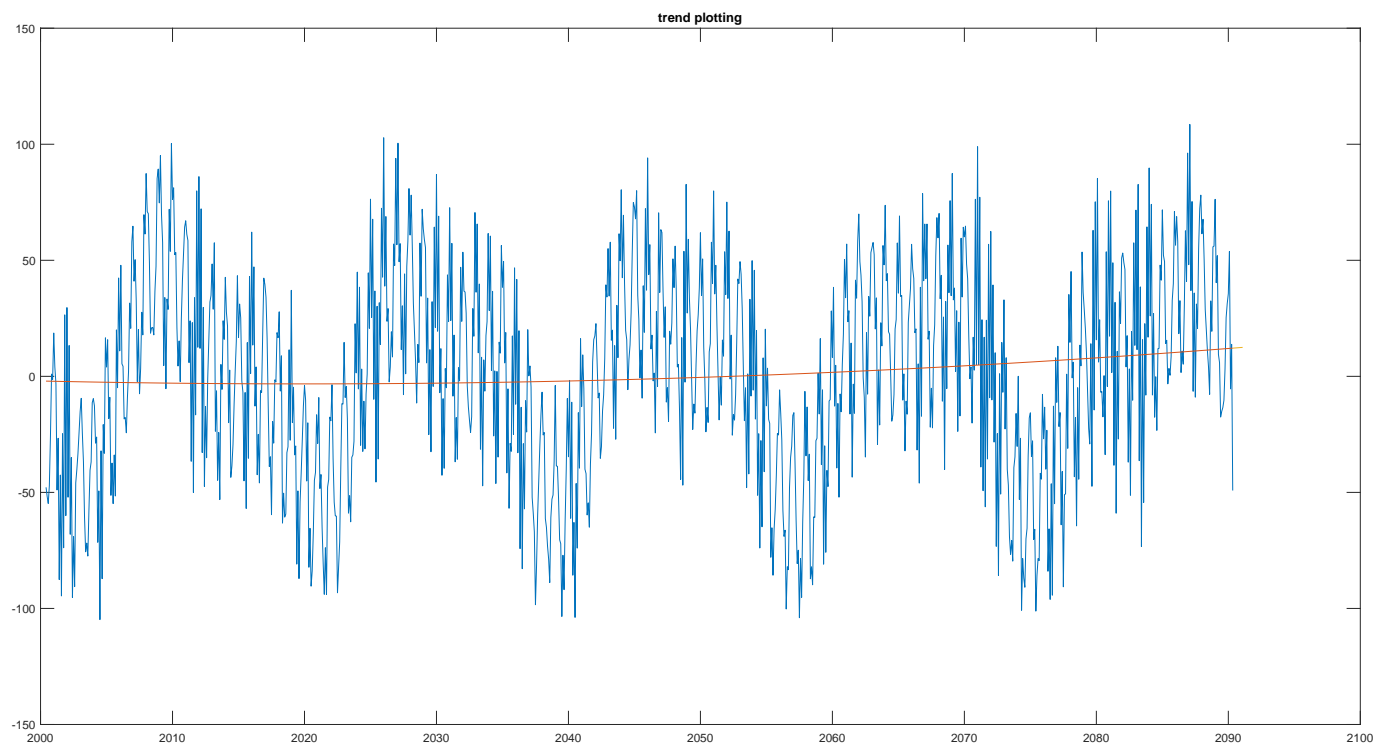


Рис. 24: Тренд

Подберем гармоник с заданными периодами 1, 8.86 и 18.6 лет (рис. 25-26):

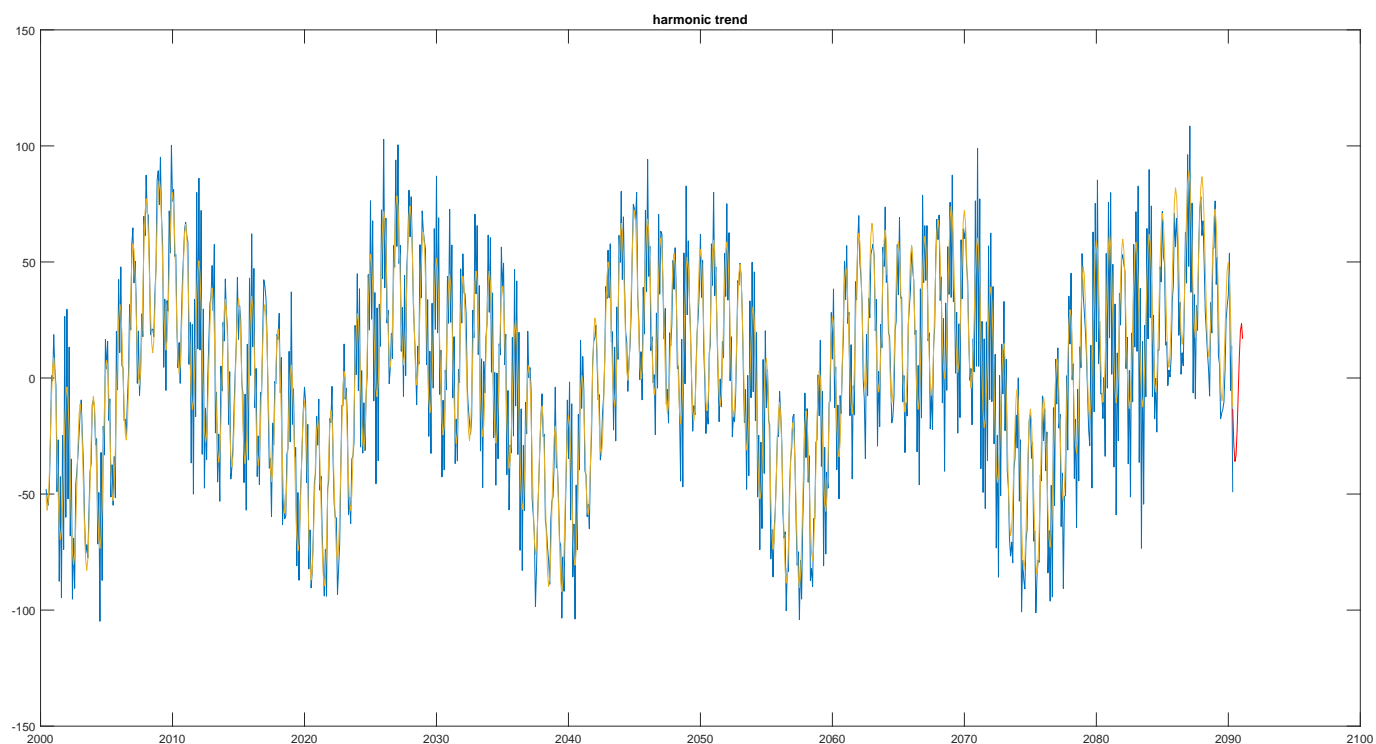


Рис. 25: Тренд гармоник

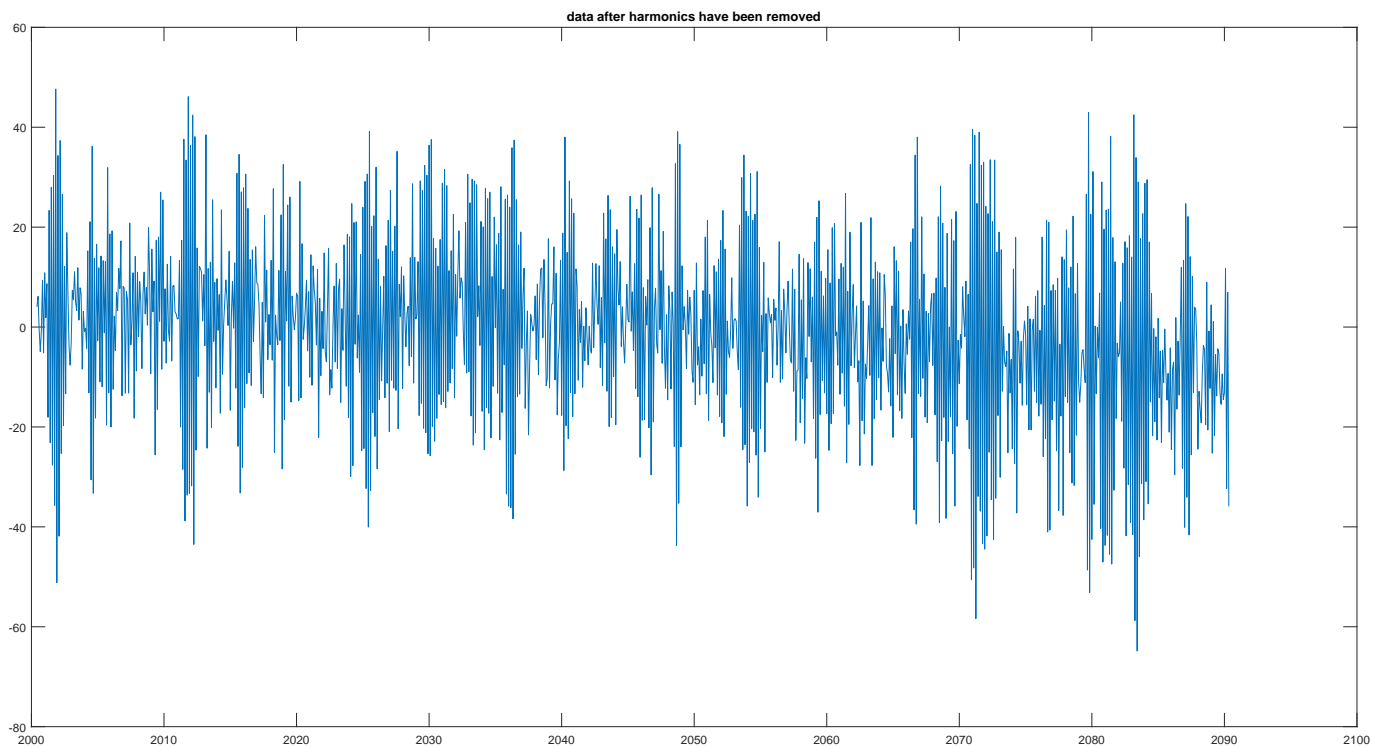


Рис. 26: Данные после удаления гармоник

Подберем авторегрессию, возьмем порядок 50 (рис. 27):

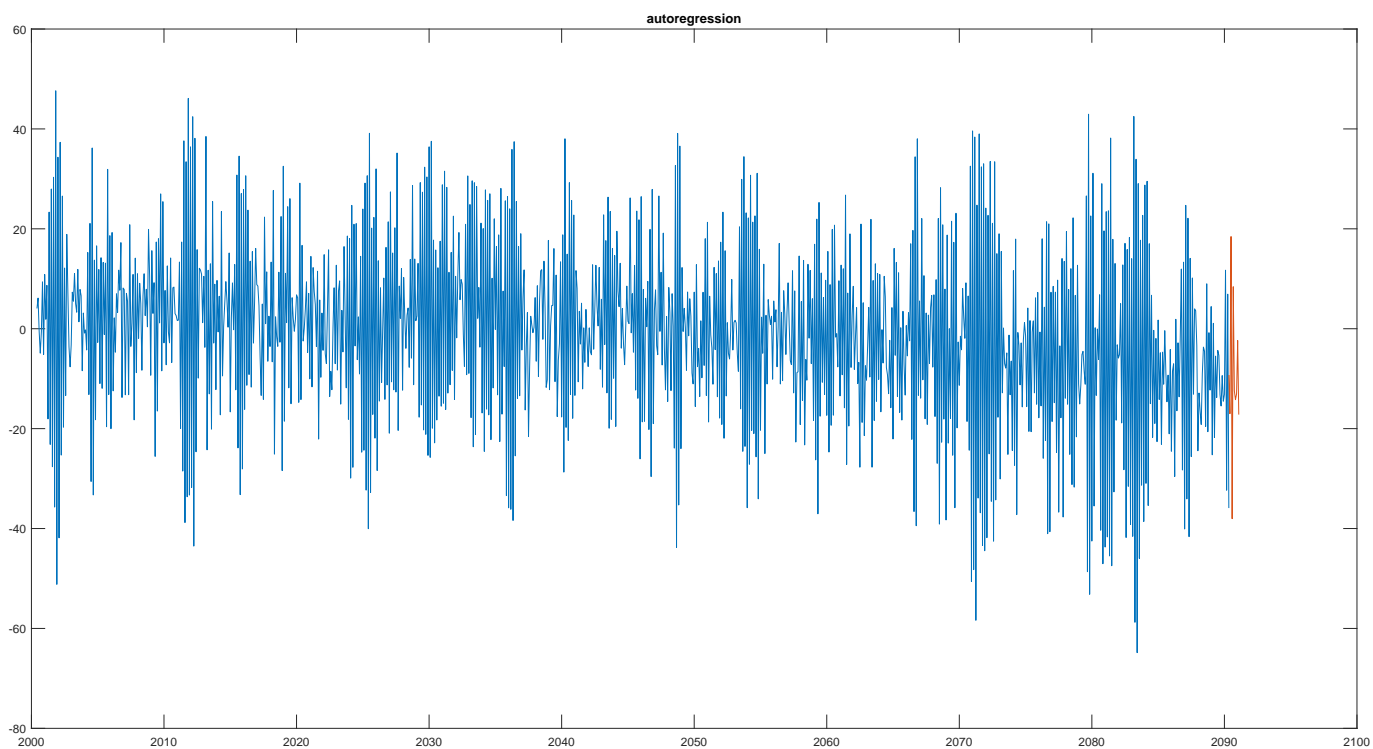


Рис. 27: Авторегрессия с порядком = 50

И наконец построим график прогноза (рис. 28):

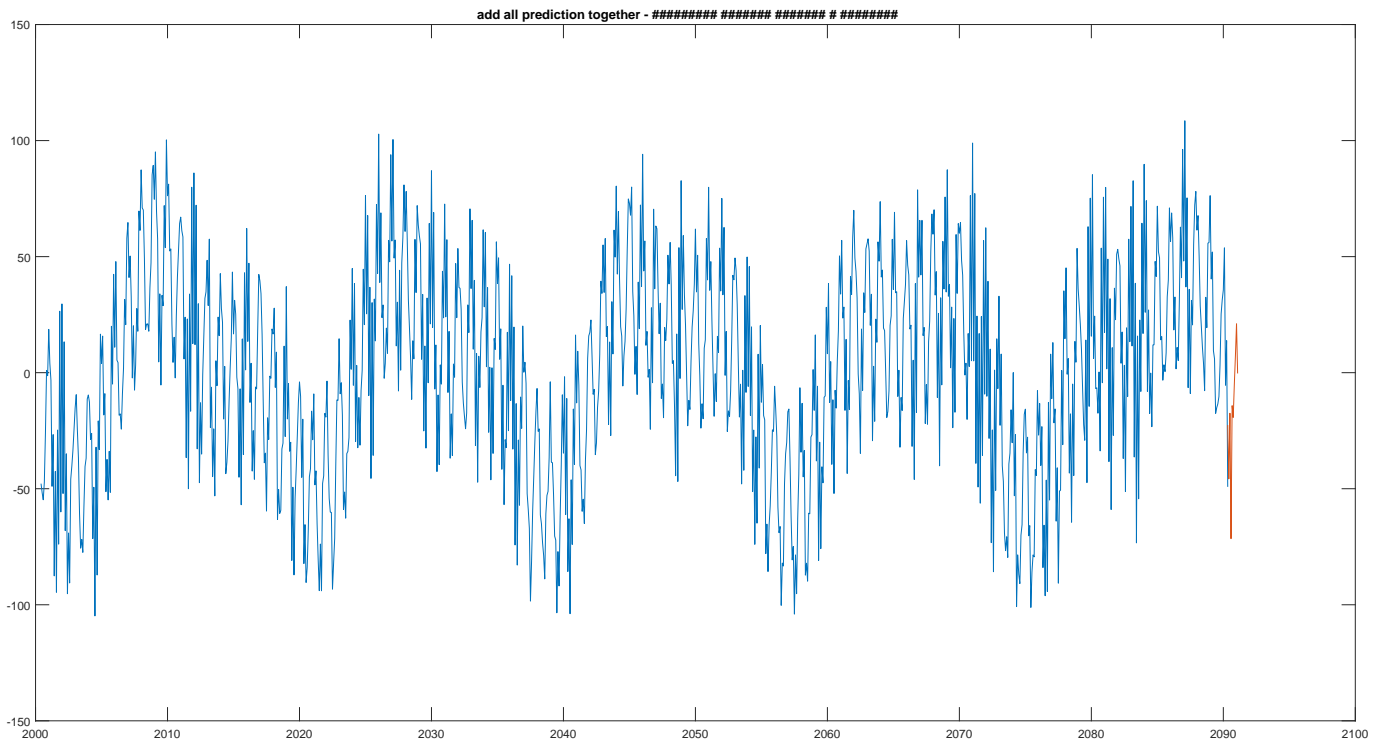


Рис. 28: График прогноза

Можно сравнить прогноз с сигналом и авторегрессией продолженной на 1 год (рис. 29):

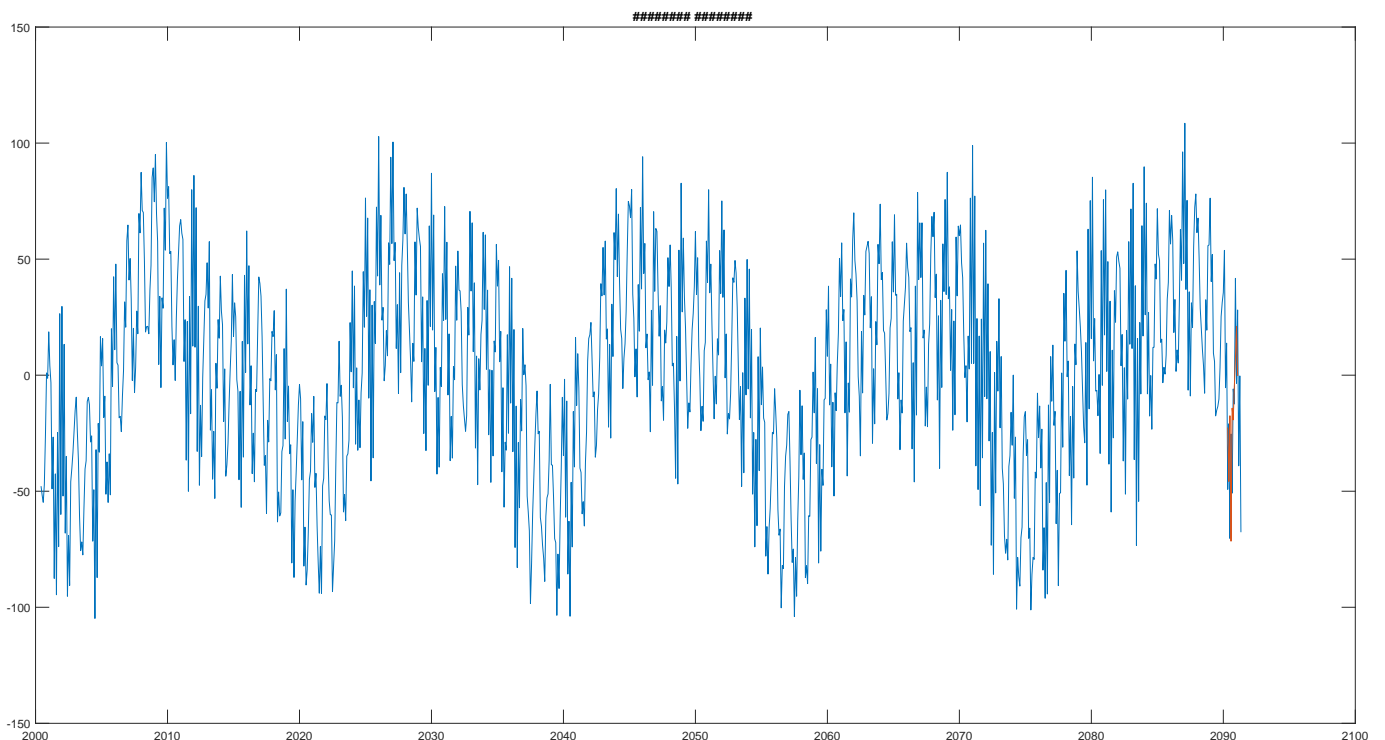


Рис. 29: Сравнение прогноза с продолженным сигналом

Как видно по графику 29 предсказание в принципе ухватывает общую тенденцию изменения сигнала.



# Исправления

Увеличим период предсказания до 20 лет (рис. 30-31)

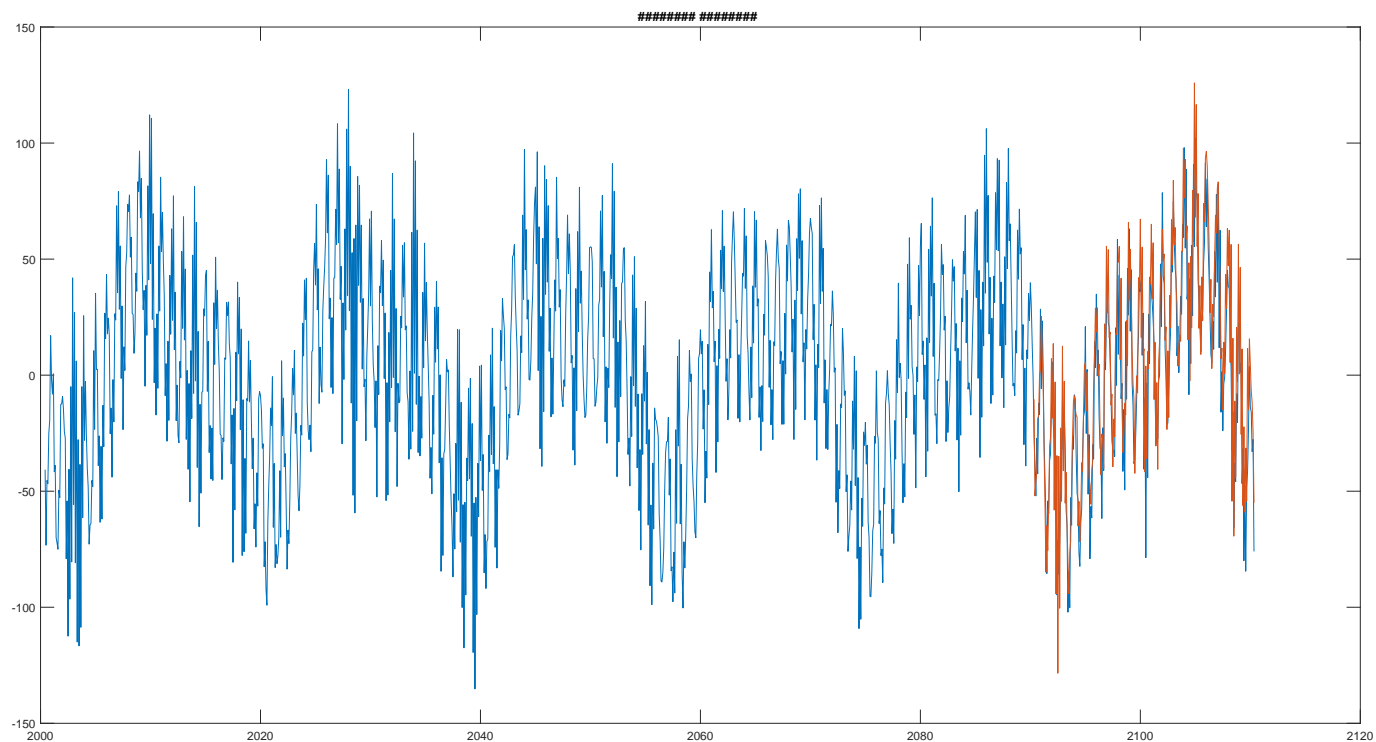


Рис. 30: Сравнение прогноза на 20 лет с продолженным сигналом 1

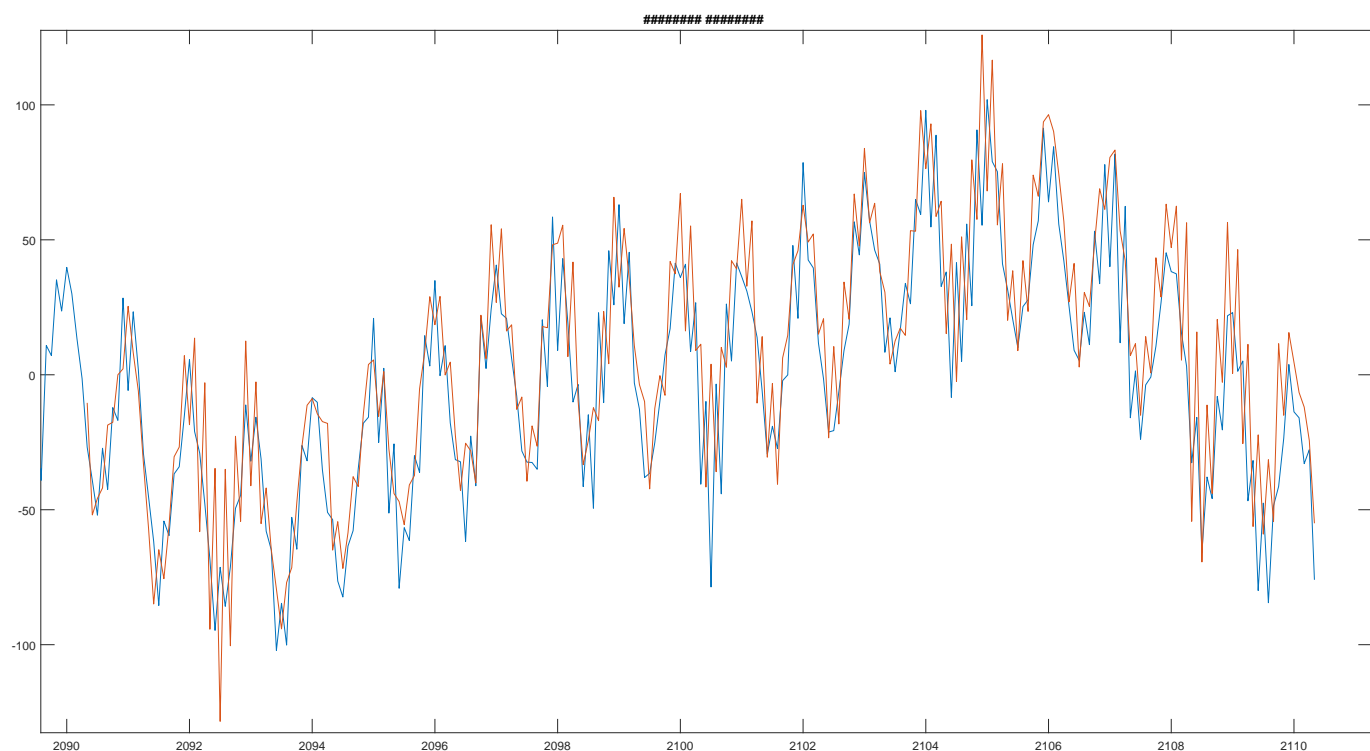


Рис. 31: Сравнение прогноза на 20 лет с продолженным сигналом 2

Как видно из графиков 30-31, прогноз схож с реальным сигналом.