Застосування регресійних моделей для передбачення максимуму наступного сонячного циклу

Роботу виконала:
Студентка 4 курсу
групи КА-24
НТУУ «КПІ» ННК «ІПСА»
Кафедра ММСА
Дубова М.В.

Науковий керівник: д.т.н. проф. Подладчіков В.М.

Актуальність задачі передбачення максимуму сонячного циклу

- Вплив сонячної активності на чимало аспектів земного життя
- Відсутність єдиного методу прогнозування сонячної активності
- Ненадійність існуючих методів передбачення через неточність індексів сонячної активності
- Застосування даних про сонячні цикли при плануванні різноманітних космічних місій

Існуючі методи прогнозування

- Регресійні
  - Метод Макніша - Лінкольна
  - Метод Стюарта і Панофські
- Прекурсорні
  - Метод Глайссберга
  - Парно – непарний метод

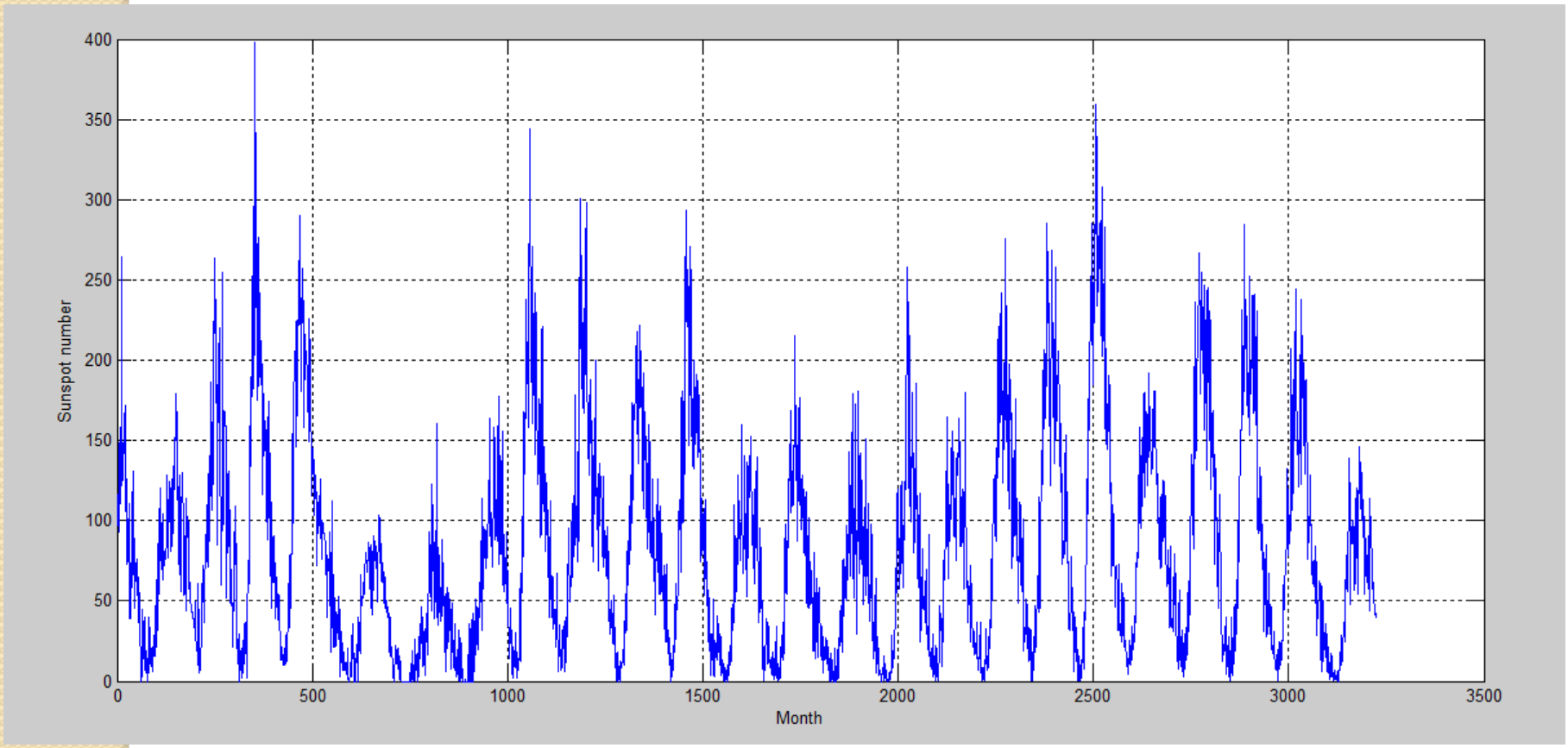
Недоліки існуючих методів

- Не враховуються дані по раннім циклам
- Велика похибка у результаті обчислень
- Не всі методи дають довгостроковий прогноз
- Деякі методи дають результати лише для парних або непарних циклів

Постановка задачі

- Дано:

Середньомісячні числа Вольфа з 1749 по 2015 роки



Постановка задачі

- Необхідно:
  - Розробити підхід до прогнозування максимуму поточного 24-го сонячного циклу на основі методів регресійного аналізу
  - Розробити програмний продукт для порівняння різних методів передбачення сонячної активності
  - Визначення похибки кожного запропонованого метода

Мета, об’єкт та предмет

- **Мета роботи:**
  - Розробка програмного продукту для пошуку найкращого алгоритм прогнозування максимуму сонячної активності
- **Об’єкт дослідження:**
  - Інформація про один з найбільш достовірних індексів сонячної активності – Міжнародне число сонячних плям, або числа Вольфа
- **Предмет дослідження:**
  - Наукові методи, програмні алгоритми прогнозування у середовищі Matlab

Алгоритм

- Визначення вхідних даних з офіційних інтернет-джерел.
- Проведення 13-місячного згладжування коливань показників сонячної активності для отримання сигналу без сильного відхилення за даною формулою:

$$R_n = \frac{1}{24}\sum_{i=-6}^{5} R_{n+i} + \frac{1}{24}\sum_{i=-5}^{6} R_{n+i}$$

де R_n - щомісячне усереднене число сонячних плям за n місяців

- Визначення періоду, мінімуму, максимуму та коефіцієнту асиметрії кожного сонячного циклу.

Алгоритм

- Обчислення коефіцієнту кореляції між:
  - періодом поточного і максимумом наступного сонячного циклу
  - мінімумом і максимумом
  - коефіцієнтом асиметрії (skewness) і максимумом.
- Складання рівняння регресії для представлення кореляційного зв'язку, виявленого на попередньому кроці, для кожного випадку:

$$y_i = \alpha_0 + \alpha_1 x_i + \varepsilon_i,$$

Алгоритм

- Визначення коефіцієнтів регресії за допомогою методу найменших квадратів (МНК):

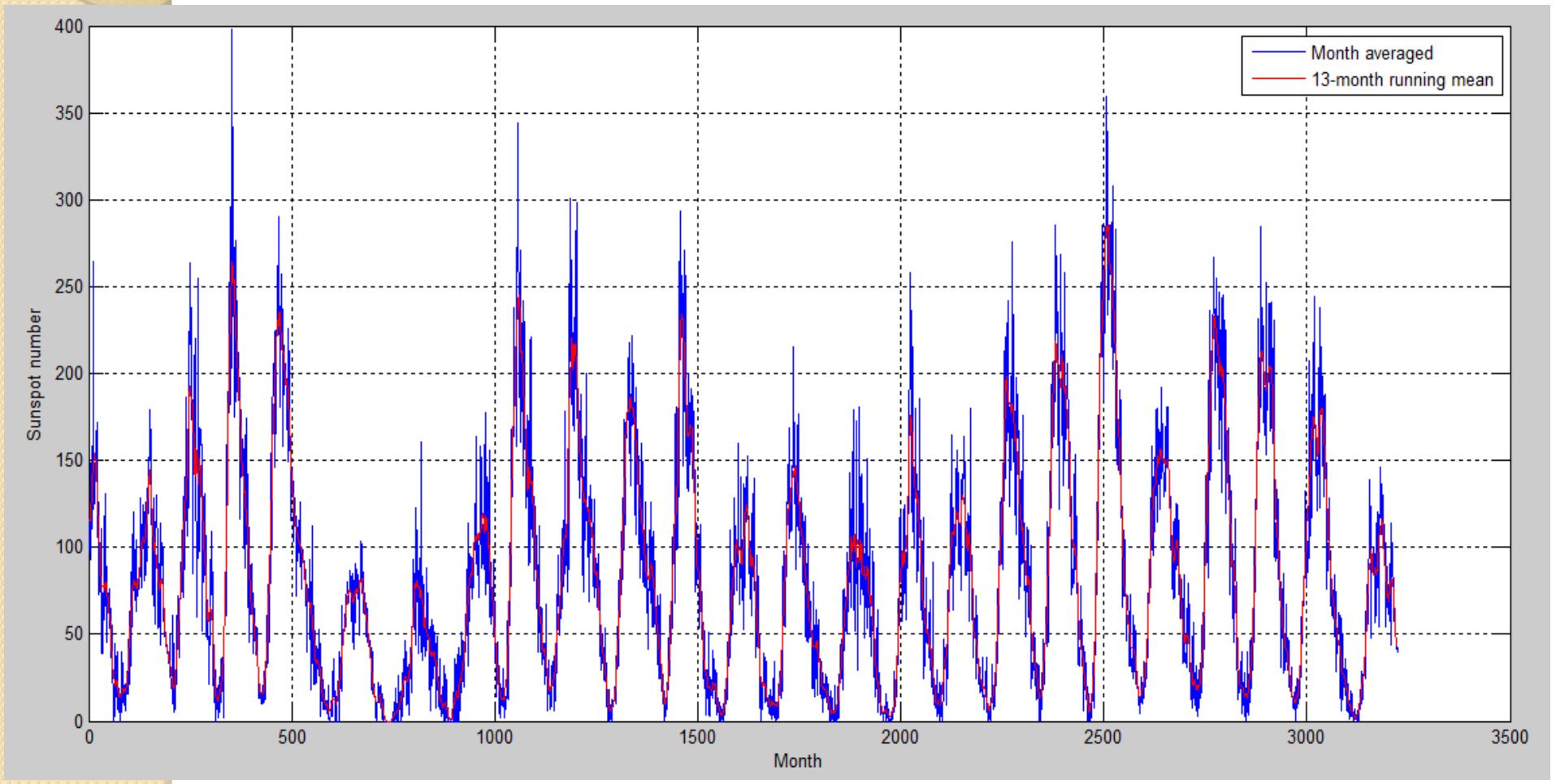
$$\alpha_1 = \left[\frac{1}{\mathrm{N}}\sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{N}} \mathrm{y_i} \sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{N}} \mathrm{x_i} - \sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{N}} \mathrm{y_i x_i}\right] / \left[\frac{1}{\mathrm{N}}\left(\sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{N}} \mathrm{x_i}\right)^2 - \sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{N}} \mathrm{x_i^2}\right]$$

$$\alpha_0 = \frac{1}{N}\left(\sum_{i=1}^{N} y_i - \alpha_1 \sum_{i=1}^{N} x_i\right)$$

- Прогнозування значення максимуму кожного сонячного циклу за допомогою отриманих рівнянь лінійної регресії.
- Визначення середньоквадратичної похибки у кожному випадку

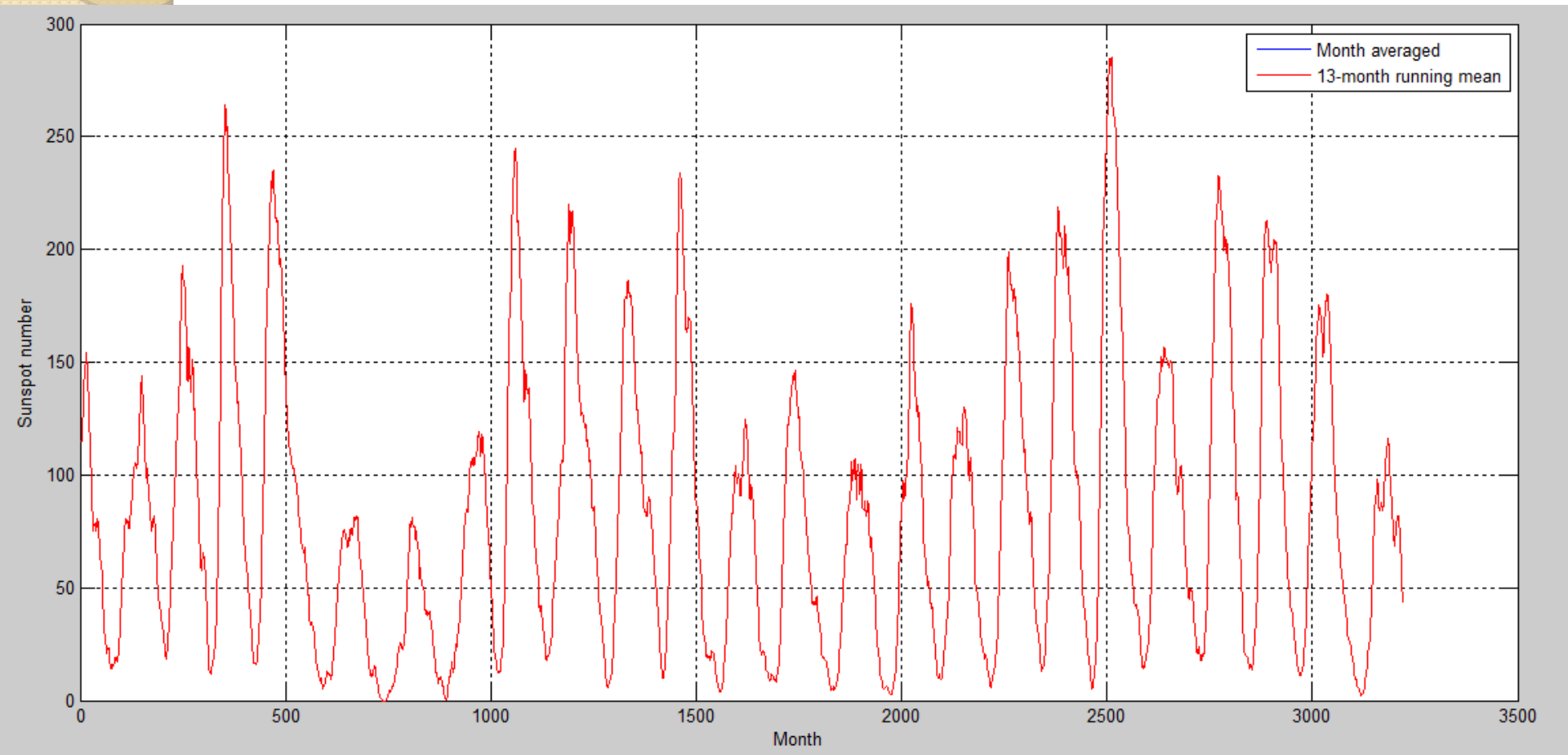
Результати роботи програми

- Згладжування чисел Вольфа за допомогою 13-місячного ковзного середнього



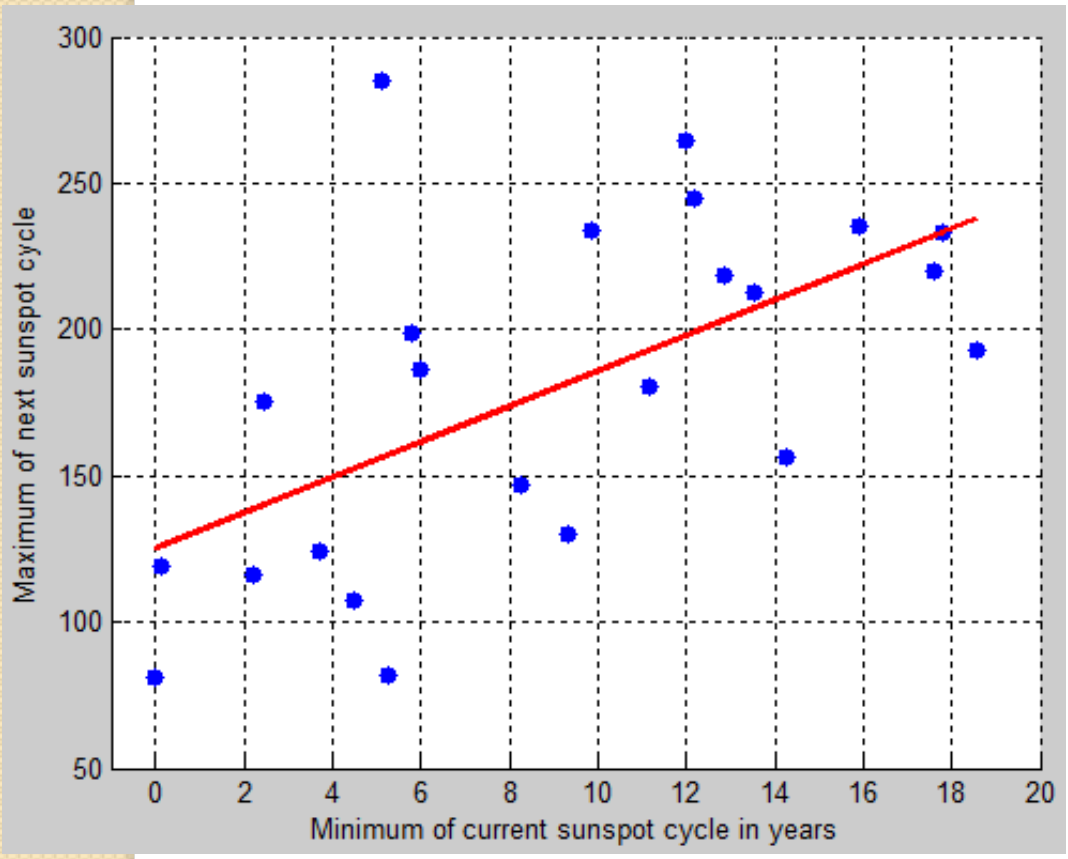
Результати роботи програми

- Згладжені числа Вольфа



Результати роботи програми

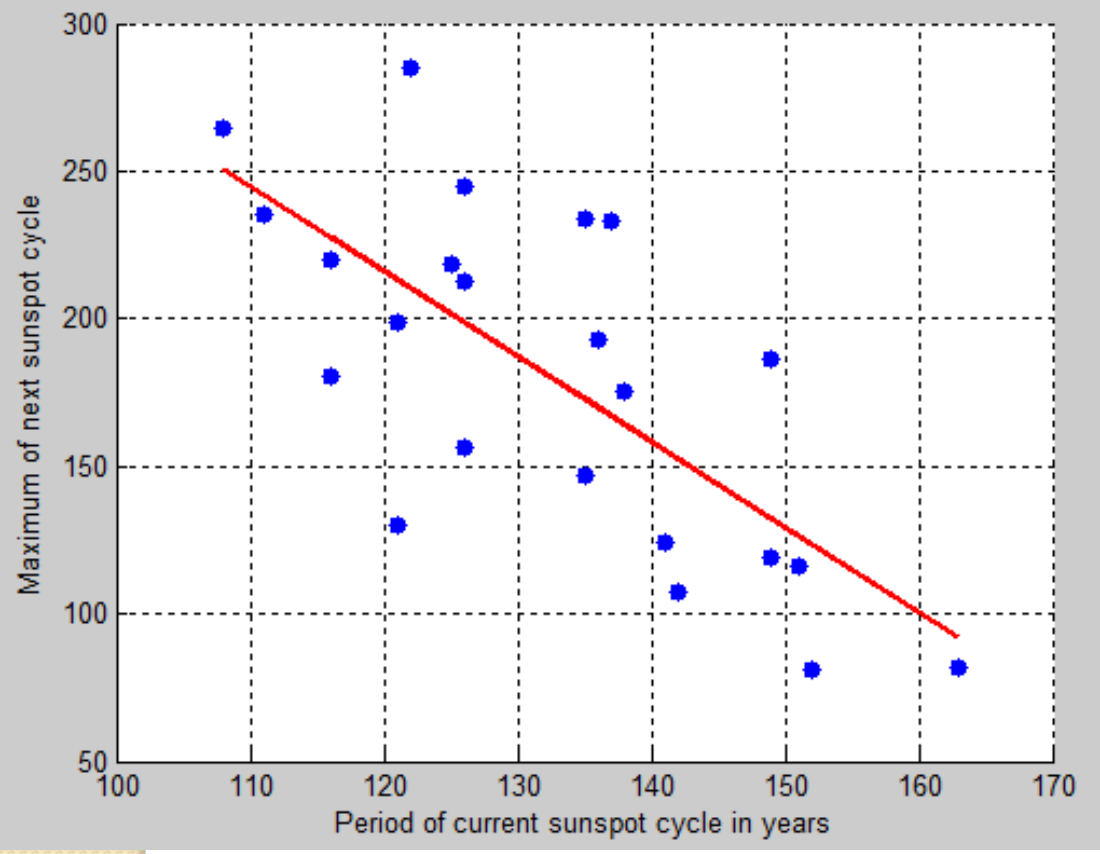
- Залежність максимуму поточного сонячного циклу від попереднього мінімуму
- x - попередній мінімум; y – поточний максимум



Correlation coef = 0.5938
Linear regression:
y = 125.2031 + 6.0647*x
Maximum of 24-th solar cycle: 138.77
RMSE = 46.09

Результати роботи програми

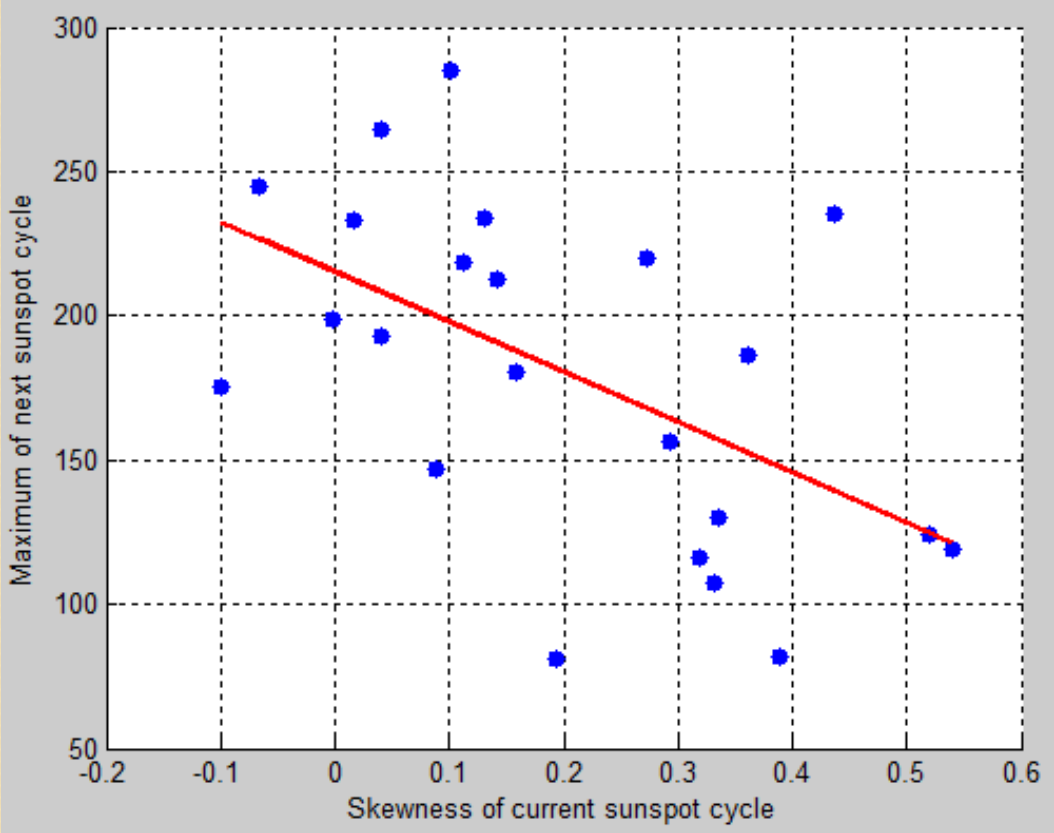
- Залежність максимуму поточного сонячного циклу від періоду попереднього циклу
- x - період попереднього сонячного циклу; y – поточний максимум



Correlation coef = -0.7127
Linear regression:
y = 562.5689 -2.8871*x
Maximum of 24-th solar cycle: 126.61
RMSE = 40.19

Результати роботи програми

- Залежність максимуму поточного сонячного циклу від коефіцієнту асиметрії попереднього циклу
- x - коефіцієнт асиметрії; y – поточний максимум



Correlation coef = -0.5397
Linear regression:
y = 215.4694 -174.0546*x
Maximum of 24-th solar cycle: 159.85
RMSE = 48.23

Висновки

- Аналізуючи залежність максимуму сонячного циклу від різних параметрів було виявлено, що найбільша кореляція присутня між максимумом поточного сонячного циклу і періодом попереднього, а, отже, прогноз, отриманий із застосуванням даного рівняння лінійної регресії можна вважати найбільш надійним.