

УДК: 630.431.3

**СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЛІСОВИХ
ПОЖЕЖ В УКРАЇНИ ЗА ПЕРІОД 1994-2017 РР.**

Неділько Аліна

Науковий керівник: Акбаш К.С., канд. фіз.-мат. наук, доцент
Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені
Володимира Винниченка

***Анотація.** В статті проаналізовано динамічний ряд «Лісові пожежі в Україні» та побудовано прогноз на 2018 рік. У ході дослідження проаналізоване застосування різних методів короткострокового прогнозування, а саме експоненціальне згладжування, метод ковзних середніх та прогнозування на основі тренду. Проведено порівняння результатів отриманих різними методами та обрано найточніший. Також досліджено залежності між лісовими пожежами в Україні та наслідками від них, а також побудовано регресійну модель, яка відображає цю залежність.*

***Ключові слова:** динамічні ряди, короткострокове прогнозування, лісові пожежі.*

**STATISTICAL ANALYSIS AND FORECASTING OF THE FOREST FIRES IN
UKRAINE FOR THE PERIOD 1994-2017**

Nedil'ko Alina

Scientific adviser: Akbash K.S., associate professor

Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University

***Annotation.** The article analyzes the dynamic series "Forest fires in Ukraine" and forecasts for 2018. The study analyzed the use of different methods of short-term forecasting, namely exponential smoothing, moving averages, and trend-based forecasting. The results obtained by different methods are compared and the most accurate one is selected. The relationship between forest fires in Ukraine and its consequences has been investigated and a regression model has been developed to reflect this relationship.*

***Key words:** time series, short-term forecasting, forest fires.*

Постановка проблеми. Статистичні моделі використовують для діагностики стану об'єктів управління, при вивченні причинно-наслідкового механізму формування варіації та динаміки соціально-економічних явищ і процесів, у моніторингу економічної кон'юнктури, при прогнозуванні та прийнятті оптимальних управлінських рішень [3, ст. 3]. Щороку учені та представники екологічних міністерств з Європи, Близького Сходу та Північної

Африки збираються на спеціальну зустріч, щоб обговорити ситуацію стосовно пожеж у кожній країні. Завжди у полі зору – лісові пожежі, їхня кількість, масштаби та прогнозування, чого очікувати від природи далі.

Аналіз досліджень і публікацій. Результати побудови математичних моделей динаміки лісових пожежі можна поділити на наступні типи: 1) аналітичні (А. М. Гришин, Ю. А. Гостинцев, Г. А. Доррер, С. Е. Van Wagner та ін.); 2) експериментально-статистичні (Г. Н. Коровін, Н. П. Курбатський, G. M. Вуган та ін.); 3) змішані експериментально-аналітичні (В. Г. Гусев, М. А. Софронов, F. A. Albin, M. E. Alexander, R. Rothermel, та ін.).

Мета статті: проаналізувати динамічний ряд «Лісові пожежі в Україні» за період 1994-2017 рр. та побудувати прогноз лісових пожеж на основі існуючих даних за попередні роки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для дослідження обрано динамічний ряд Лісові пожежі в Україні в період 1994-2017 рр. (рис. 1). Дані взяті з сайту Державної служби статистики України.

Для дослідження у нас є дані про кількість лісових пожеж в Україні за 1994-2017 рр. Ми побудуємо прогноз на 2018 рік. Потім виконаємо порівняння отриманого прогнозного значення з реальним значенням за цей рік.

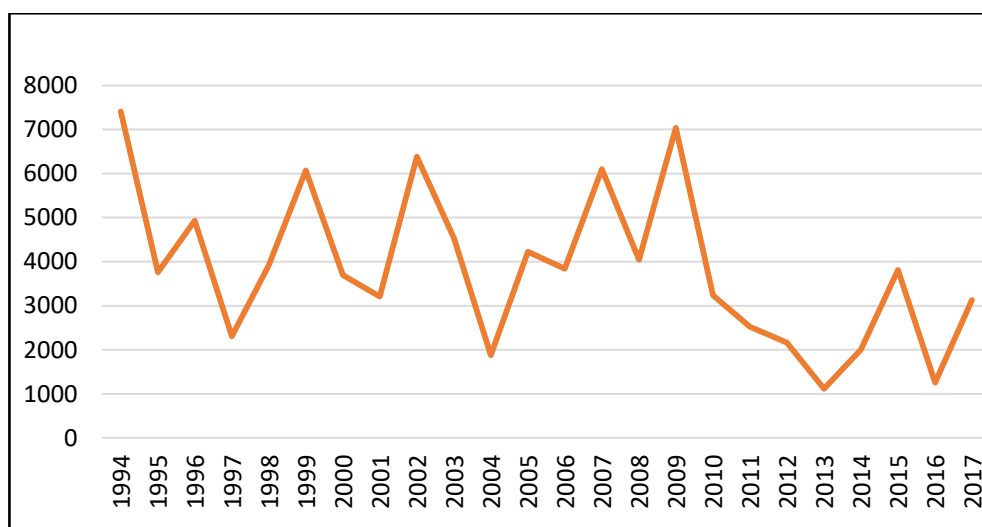


Рис. 1. Динаміка лісових пожеж в Україні

Для аналізу тенденції на основі динамічних рядів і побудови прогнозу з врахуванням закономірностей, широко застосовується залежність, яка має назву рівняння тренда:

$$y = f(t) + \xi_t,$$

де $f(t)$ – детермінована не випадкова компонента процесу (явища);

ξ_t – стохастична випадкова компонента процесу (явища).

Побудуємо кореляційне поле і за допомогою засобів Microsoft Excel знайдемо рівняння тренду.

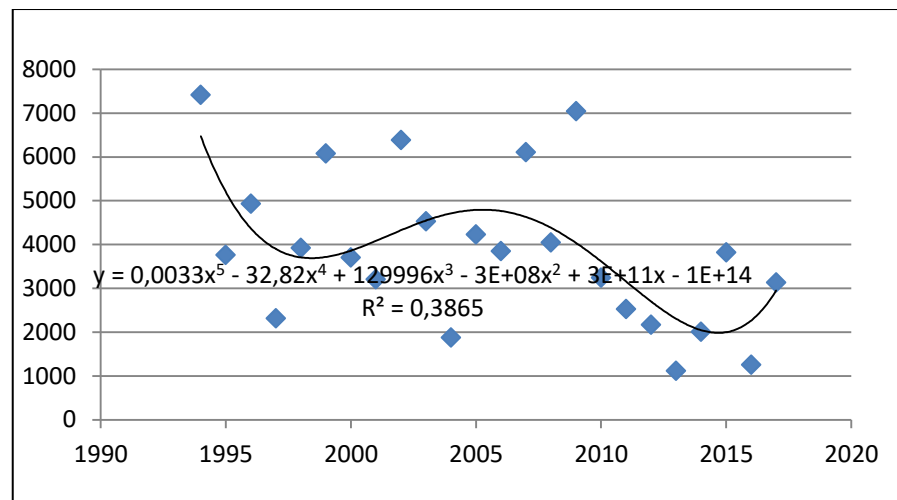


Рис.2. Кореляційне поле лісових пожеж в Україні

Аналізуючи коефіцієнт детермінації R^2 робимо висновок, що краще апроксимує дані поліноміальна функція 5-го степеню.

Таблиця 1. Порівняння трендових моделей

Вид апроксимації	Прогнозна модель	R^2
1. Лінійна	$y = -116,72x + 237938$	0,22
2. Логарифмічна	$y = -2E + 05\ln(x) + 2E + 06$	0,22
3. Поліноміальна 4-гоступеню	$y = 0,4096x^4 - 3287,1x^3 + 1E + 07x^2 - 1E + 10x + 7E + 12$	0,39
4. Поліноміальна 5-го ступеню	$y = 0,0033x^5 - 32,82x^4 + 129996x^3 - 3E + 08x^2 + 3E + 11x - 1E + 14$	0,41

Найкраще прогнозне значення на 2018 рік на основі тренду становить 2398 пожеж.

Далі будемо прогнозувати методом експоненціального згладжування. Ідея методу експоненціального згладжування полягає в згладжуванні часового ряду ковзкою середньою з експоненціальними вагами. Метою багаторазового експоненціального згладжування є рекурентний розрахунок оцінок коефіцієнтів рівняння, який базується на обчисленні експоненціальних середніх (ЕС) різних порядків.

ЕС першого порядку розраховують за вихідною вибіркою $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$:

$$S_t^{(1)} = \alpha x_t + \beta S_{t-1}^{(1)}$$

Прогноз часового ряду на L точок вперед лінійним поліномом ($k=1$) розраховується за формулою:

$$P_{t+L} = a_{0t} + a_{1t} + L,$$

де

$$a_{0t} = 2S_t^{(1)} - S_t^{(2)}, \quad a_{1t} = \frac{\alpha}{\beta} (S_t^{(1)} - S_t^{(2)}).$$

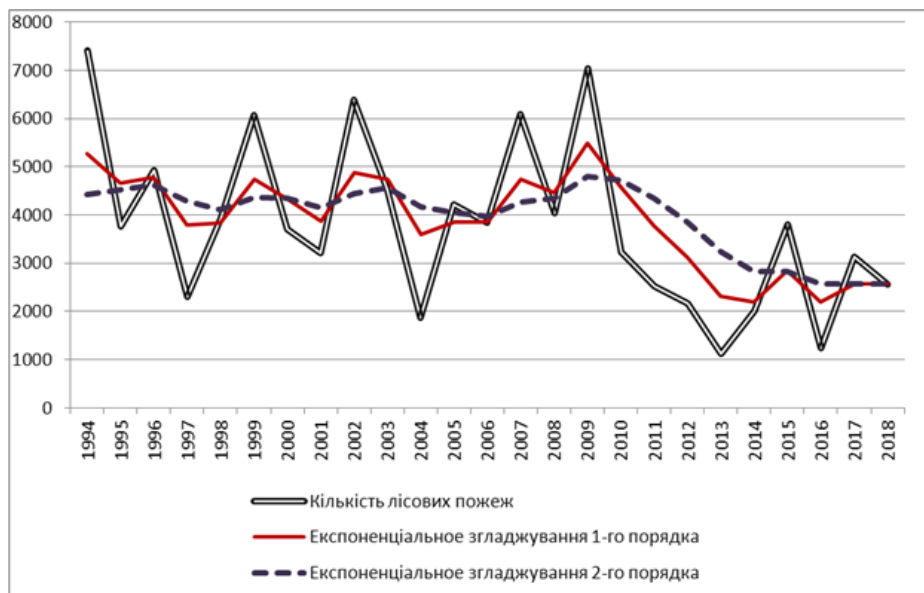


Рис. 3. Експоненціальне згладжування

Прогнозне значення на 2018 рік методом експоненціального згладжування становить 2570 пожеж.

Перейдемо до прогнозування методом ковзного середнього. Суть його полягає в заміні фактичних рівнів y_t середніми за певними інтервалами.

$$\bar{y}_t = \frac{1}{(2p + 1)} \sum_{t-p}^{t+p} y_i$$

де y_i - фактичне значення рівня в i -й момент; i — порядковий номер рівня в інтервалі.

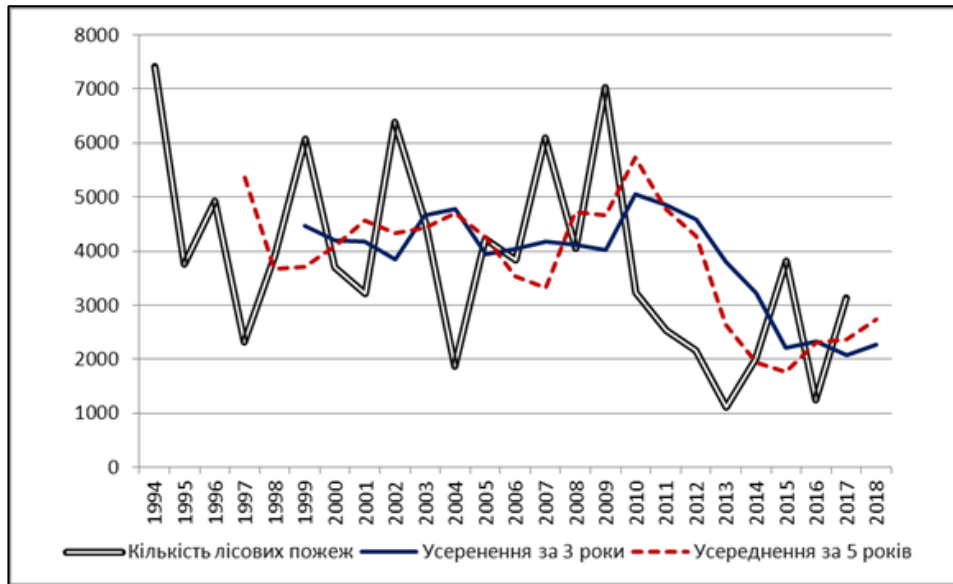


Рис 4. Метод ковзного середнього

Таблиця 2. Порівняння результатів прогнозу

Модель прогнозу	Реальне значення
Прогноз Excel	2297
Експоненційне згладжування	
Усереднення за 3 роки	
Усереднення за 5 років	

Виходячи із отриманих результатів, можна зробити висновок, що метод ковзних середніх (з інтервалом згладжування $m = 5$) в нашому випадку дає більш точний прогноз.

Візьмемо два ряди даних: «Лісові пожежі в Україні» за період 1994-2017 рр. та «Площа лісових земель, пройдена пожежами, га»

Дослідимо зв'язок між ними. Для початку знайдемо коефіцієнт кореляції. $r = 0,44$. Це свідчить про слабкий лінійний зв'язок.



Рис.5. Кількість пожеж та наслідки

Побудуємо кореляційне поле та підберемо модель нелінійної регресії, яка найкраще буде описувати дані.

Таблиця 3. Порівняння моделей регресії

Модель регресії	Рівняння	R^2
Лінійна	$y = 1,1014x + 1083,8$	0,19
Логарифмічна	$y = 3824,5\ln(x) - 25822$	0,19
Поліноміальна 4-го степеню	$y = -4E-11x^4 + 7E-07x^3 - 0,0038x^2 + 10,325x - 310,6$	0,2
Степенева	$y = 0,1228x^{1,2647}$	0,43
Експоненціальна	$y = 1001,1e^{0,0003x}$	0,37

Висновки:

1. Проаналізовано лісові пожежі в Україні за період 1994-2017 рр. Цей ряд є однорідним, має нормальний тип розподілу. Ряд містить сильну нелінійну тенденцію, про це свідчить автокореляційна функція. Знайдена трендова модель, яка краще апроксимує дані. Це рівняння має вигляд поліноміальної функції 6-го степеню: $y = 0,0052x^6 - 62,366x^5 + 312672x^4 - 8E+08x^3 + 1E+12x^2 - 1E+15x + 3E+17$.

2. Побудовано прогноз лісових пожеж на 2018 рік різними методами та визначено, що найбільш оптимальний методом прогнозування є метод ковзних середніх.

Список використаної літератури

1. Афанасьев В.Н., Юзбашев М.М. Анализ временных рядов и прогнозирование: Учебник. — М.: Финансы и статистика, 2001. — 228 с.

2. Елисеева И. И. Статистика: учеб. 1 И. И. Елисеева [и др.]; под ред. И. И. Елисеевой. - М.: Проспект, 2010. - 448 с.

3. Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 2001. — 170 с.

4. Державна служба статистики України. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ukrstat.gov.ua/>