

УДК 519

П.О. Захаров, Л.В. Киришун, І.П. Милько

Луцький гуманітарний університет

МЕТОДИКА ПРОГНОЗУВАННЯ НА ОСНОВІ ТРЕНДОВОЇ, АМПЛИТУДНОЇ І ЧАСТОТНОЇ КОРЕКЦІЇ РЯДІВ ЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ

У статті запропонована методика і програма автоматизації передпрогнозного моделювання рядів динаміки економічного процесу. Визначено етапи здійснення процесу передпрогнозного моделювання із використанням програми ModelRow.

Ключові слова: Фур'є-аналіз, ряд динаміки, прогноз, моделювання.

Постановка проблеми. Розробка надійних і ефективних прогнозів можлива тільки при наявності сучасного інструментарію і опанування принципів його вмілого використання. Існують різні методи науково-технічного, економічного і соціального прогнозування, які описані вітчизняними та зарубіжними науковцями, зокрема Г. Добровим, Р. Ейресом, Э. Янчом та ін. [1 – 6].

Як правило, існуючі методи прогнозування суб'єктивні, оскільки виходять з оцінок, думок і суджень експертів та не дають відповіді на значну кількість із поставлених питань. І хоча початковий суб'єктивний матеріал піддається об'єктивізуючій обробці, він у своїй основі залишається суб'єктивним. Зокрема Г. Добров вважає, що «навіть коли є формальна математична модель, наприклад модель розвитку різних сторін техніки, початкові припущення, область застосовності моделі, інтерпретація вхідних даних – усе це значною мірою залежить від інтуїції відповідного фахівця» [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. По визначенню І. Бестужева-Лади, прогнозування – це розробка прогнозу, спеціальне наукове дослідження конкретних перспектив розвитку будь-якого явища [1]. У зарубіжній літературі, як правило, використовується термін «технологічне прогнозування», причому під технологією розуміється будь-яке цілеспрямоване прикладення природничих наук для практичної діяльності. Одне з найперших визначень дав Р. Ленц: «Технологічне прогнозування – це передбачення майбутніх винаходів, технічних характеристик і функціональних можливостей машин і приладів, які використовуються для суспільно корисних цілей» [4]. Е. Янч визначає технологічний прогноз як ймовірне ствердження про майбутнє з відносно високим ступенем достовірності [7], Г. Добров вважає, що науково-технічний прогноз є імовірнісною оцінкою можливих шляхів і результатів розвитку науки і техніки, а також потрібних для їх досягнення ресурсів і організаційних заходів [3]. Із прогнозуванням тісно пов'язане поняття прогнозного фону, що є сукупністю зовнішніх по відношенню до об'єкту прогнозування умов, які є суттєвими для вирішення задачі прогнозу [6].

Найбільш близькою до вирішення поставленої проблеми є дослідження, в якому розглянуто питання оптимізації управління економічним процесом на підставі ідентифікації його перехідної динамічної характеристики. У нашій статті продовжено ідей, запропоновані у роботі [2].

Невирішені частини проблеми. Проблема передпрогнозного моделювання рядів економічної динаміки полягає в тому, що при відокремленні циклічної складової ряду динаміки не враховується її властивості щодо стаціонарності та циклічності. Цей факт не гарантує адекватні результати наступного спектрального аналізу розкладанням в дискретний ряд Фур'є.

Метою дослідження є розробка методики і програми автоматизації передпрогнозного моделювання рядів економічної динаміки для забезпечення максимальної достовірності прогнозу.

Основний зміст і результати роботи. Процес прогнозування соціально-економічних процесів передбачає отримання і обробку даних спостережень, які складають так званий ряд динаміки $X_t = x_1(t), x_2(t), \dots, x_i(t), \dots, x_n(t)$. Формування вхідних сигналів із зовнішнього для даної моделі середовища можна здійснювати, якщо відомі закони їх формування. Тому передпрогнозне моделювання ряду X економічної динаміки призначено для аналізу структури цього ряду, ціллю якого є визначення основних тенденцій розвитку процесу в часі. В загальному випадку після усунення незіставності у зв'язку з неоднаковою базою порівняння або наявністю чинників, що різко порушують закономірність розвитку, в ряді X можна відокремити 3 структурних складових: U_t — тренд динамічного ряду: регулярна компонента, така, що характеризує загальну тенденцію; V_t —

циклічна компонента; E_t — випадкова компонента, така, що утворюється під впливом різних (як правило, невідомих) причин, тобто динамічний ряд X_t структурно має вигляд

$$X_t = U_t + V_t + E_t. \quad (1)$$

Моделювання цього ряду звичайно здійснюється у вигляді послідовності таких процедур:

- 1) обчислення тренда динамічного ряду U_t ;
- 2) знаходження циклічної компоненти V_t ;
- 3) оцінка випадкової компоненти E_t .

Моделювання динамічного ряду X_t спирається на відпрацьований перелік математичних підходів і прийомів, які можуть бути спрощені у зв'язку з тим, що прогнозна модель не вимагає тієї математичної строгості, без якої аналітичні методи просто не працюють. Так обчислення тренда U_t , звичайно, не викликає складнощів і виконується МНК – методом з послідовним статистичним аналізом рівняння регресії. Для аналізу залишку $V_t + E_t = X_t - U_t$ застосовують метод побудови сезонної хвилі і розкладання в ряд Фур'є. Найбільш інформаційним з них є спектральний аналіз Фур'є, який потребує дотримання деяких умов. Найважливішими серед них є стаціонарність процесу та його періодичність. Для цього необхідна додаткова корекція залишку $V_t + E_t$.

Для тестування програми ModelRow, яка розроблена для аналізу динамічного ряду, був обраний динамічний ряд іноземних інвестицій в Одеську область протягом десятих років з 2001 по 2010 роки в млн. дол. США. Для ex-post тестування обрано 8 перших точок (років) ряду. Виконується корекція цього ряду, яка представлена вікном програми ModelRow на рис. 1:

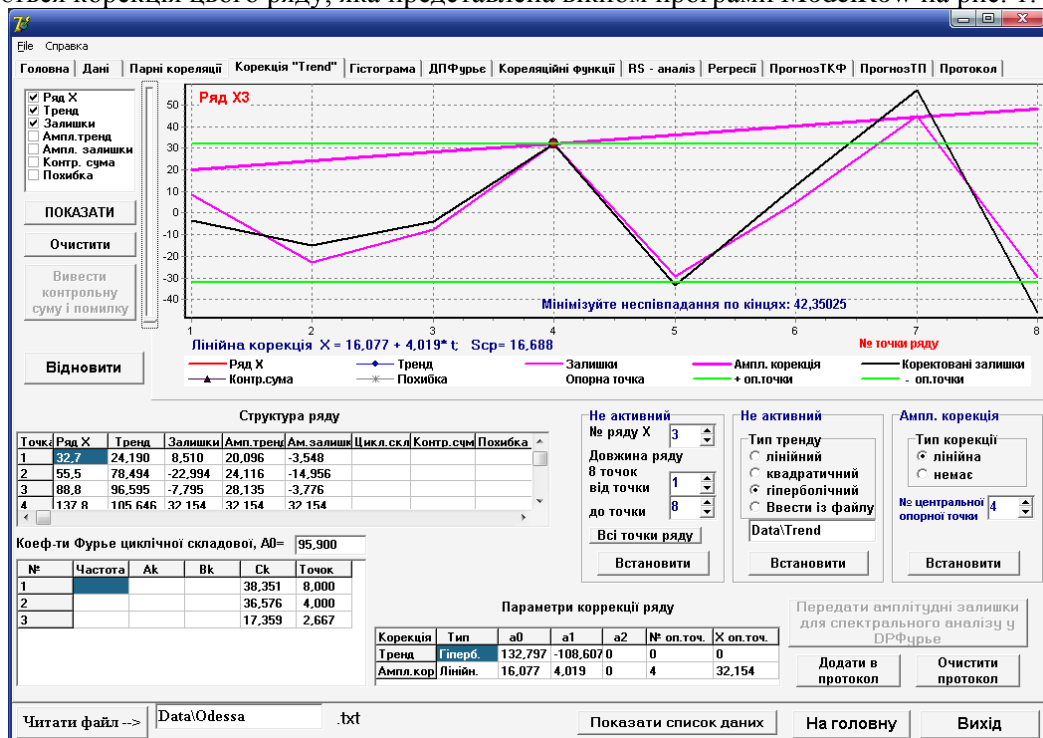


Рис. 1. Залишки тренду і їх амплітудна корекція

- 1) вибір тренду по гіперболі, яка має найбільшу лінійну кореляцію між лінією тренду і точками ряду X_t ;
- 2) вибір методу корекції залишку від тренда $V_t + E_t$;
- 3) вибір опорної точки для корекції по мінімуму середнього відхилення від границь умовного коридору;
- 4) спектральне розкладання деформованого ряду $V_t + E_t$ в дискретний ряд Фур'є (рис. 2);

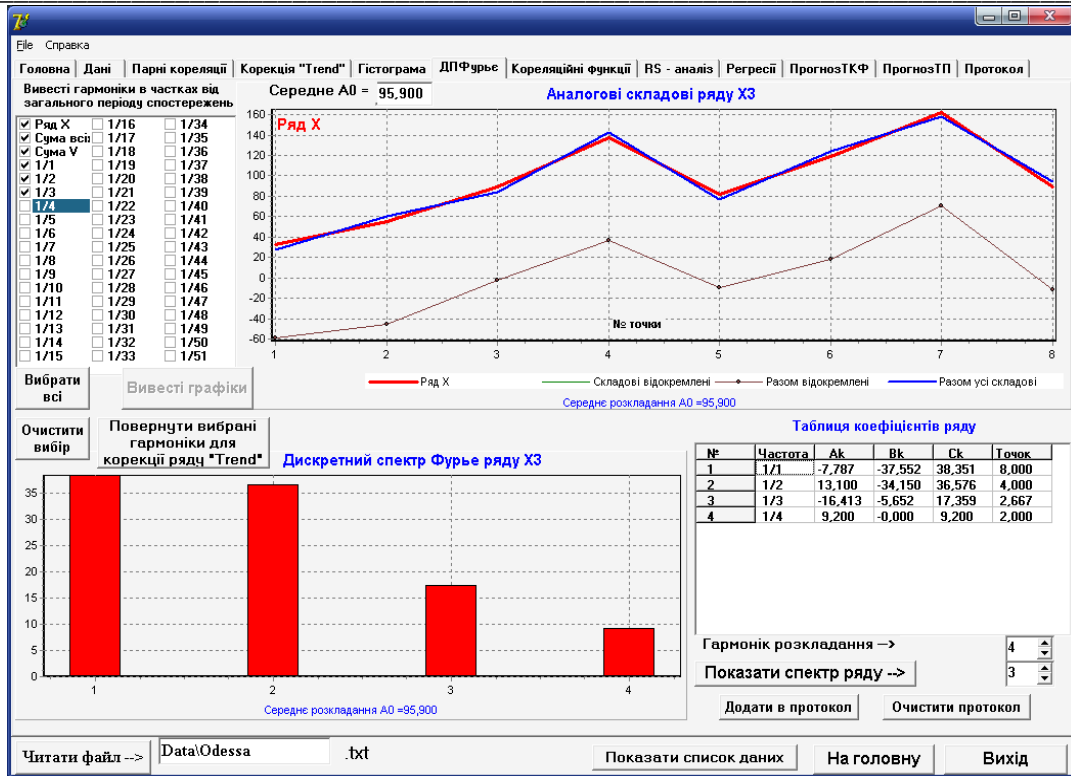


Рис. 2. Згладжування ряду гармонійним розкладанням Фур'є

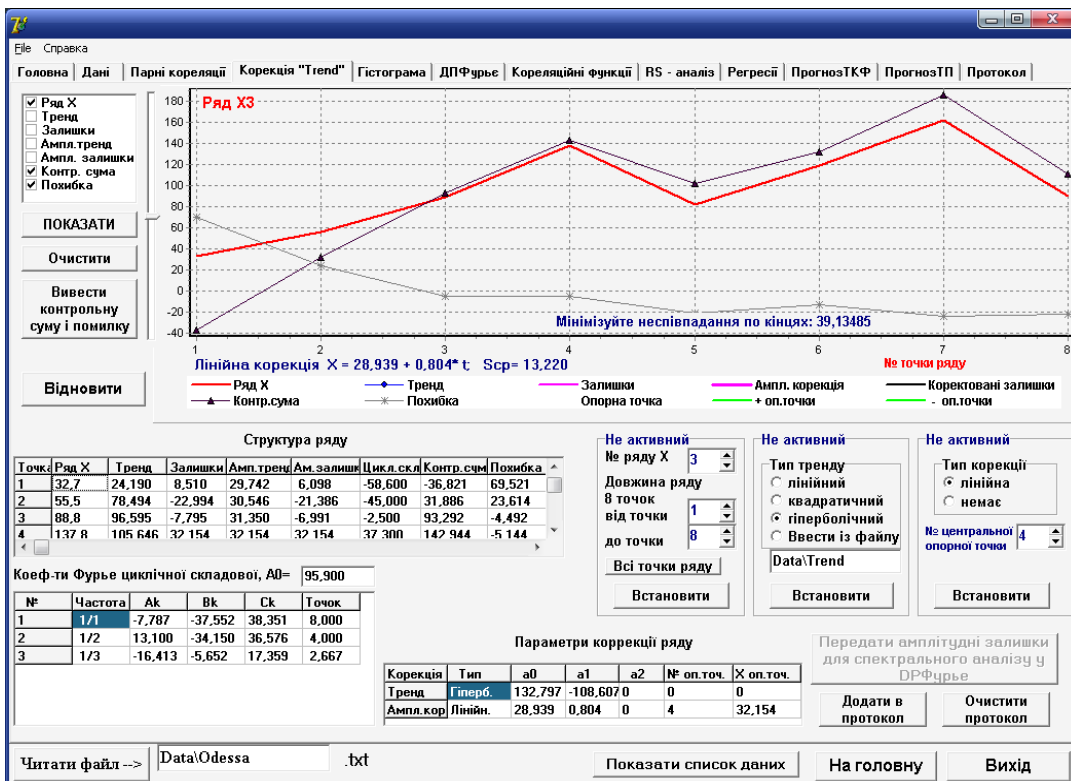


Рис. 3. Виконання операції $V'_t = V_t + E_t$

Останнім етапом є виконання прогнозу розвитку динамічного ряду в часі. Для попереднього визначення точності прогнозу при наявності даних виконується так званий ex-post прогноз (рис. 4) по відомих даних. У нашому прикладі бачимо, що досить задовільна точність прогнозу забезпечується до 10-ї точки, тобто на 2 роки вперед. Зокрема, програма ModelRow дозволяє виконувати додаткові види аналізу: статистичні властивості ряду, кореляційний аналіз даних,

побудова теоретичних та емпіричних законів розподілу, визначення фрактальної «пам'яті» динамічного процесу RS – аналізу тощо.

Розроблена методика дозволила виконати ex-post прогноз іноземних інвестицій на 2 роки (2011 і 2012 рр.) з відхиленнями відповідно 5,65 і 1,13 що не перевищує 5% і є досить високим результатом для динамічного ряду такої складної структури (див. рис. 4). Прогноз на 2011 і 2012 роки за цим рядом складає 126,05 і 154,61 в млн. дол. США, що є також близьким до очікуваного.

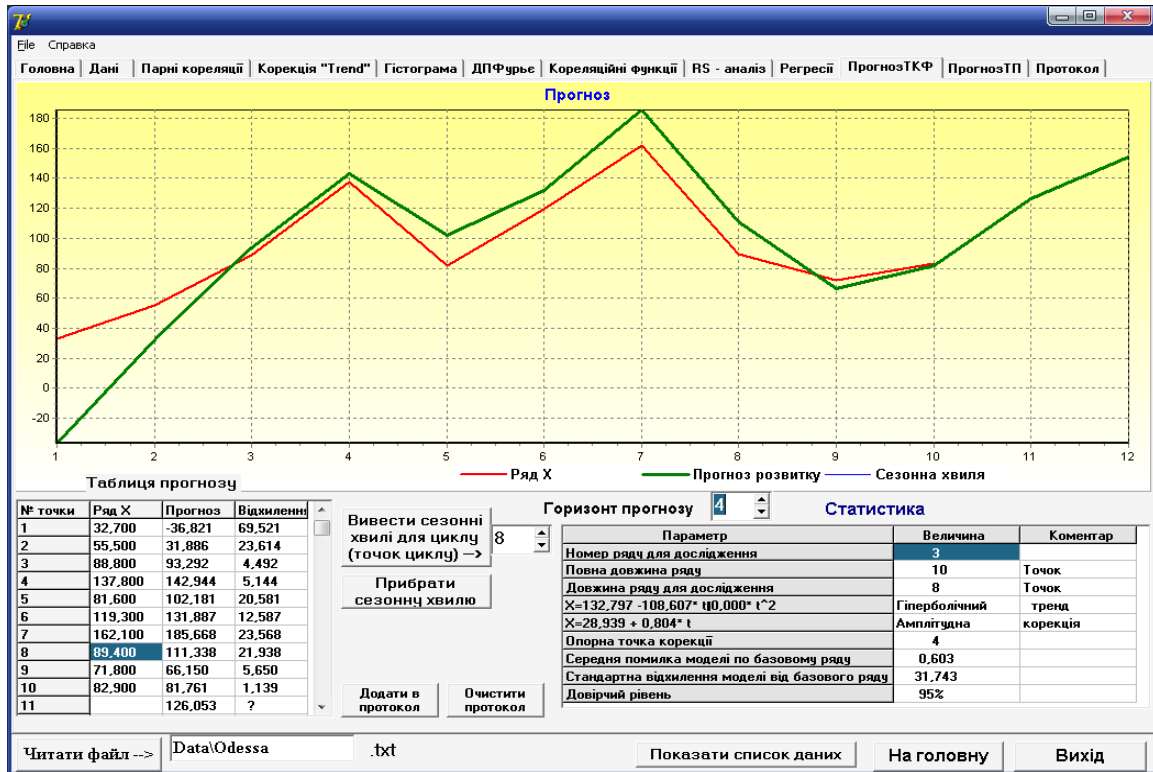


Рис. 4. Виконання ex-post прогнозу

Висновки. Отже, розроблена методика забезпечує достатньо високу точність прогнозування динамічних рядів з циклічною складовою; тестування методики довело її адекватність і надійність при ідентифікації конкретного динамічного економічного процесу; результати тестування програми ModelRow дозволяють рекомендувати її для практичного використання.

1. Бестужев-Лада И.В. Контуры грядущего / И.В. Бестужев-Лада, О.Н. Писаржевский. – М.: Знание, 1965. – 380 с.
2. Гмошинский В.Г. Инженерное прогнозирование / В.Г. Гмошинский. – М.: Энергоиздат, 1982. – 208 с.
3. Добров Г.М. Прогнозирование науки и техники / Г.М. Добров. – М.: Наука, 1977. – 208 с.
4. Эйрес Р. Научно-техническое прогнозирование и долгосрочное планирование: Пер. с англ. / Р. Эйрес. – М.: Мир, 1971. – 296 с.
5. Кобелев Н.Б. Практика применения экономико-математических моделей / Н.Б. Кобелев. – М.: Финстатинформ, 2000. – 428 с.
6. Лисичкин В.А. Теория и практика прогностики: Методологические аспекты. – М.: Наука, 1972. – 224 с.
7. Янч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса / Э. Янч. – 2-е изд. – М.: Прогресс, 1970. – 586 с.

Рецензенти: к.т.н., доц. каф. технічної механіки ЛНТУ О.А. Мікуліл;

к.ф.-м.н., зав. каф. Мат. моделювання та інф. технологій ПВНЗ ЛГУ О.Е. Хомутенко.