

УДК 658.517

Л.О. Левченко, Д.С. Бєлова

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Київ

ОГЛЯД МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ФІНАНСОВОГО СТАНУ ПІДПРИЄМСТВА НА ОСНОВІ ЕКОНОМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

Запропоновано огляд методів прогнозування фінансового стану підприємства, що працює з економетричними моделями. Проаналізовано найбільш поширені економетричні моделі, методи прогнозування, зазначено їхні недоліки та переваги. Доведено необхідність застосування багатофакторної регресійної моделі як найбільш інформативної бази початкових даних для аналізу фінансового стану підприємства.

Ключові слова: фінансовий аналіз, прогнозування, фінансовий стан підприємства, економетрика, динамічні процеси, регресійний аналіз

Предложен обзор методов прогнозирования финансового состояния предприятия, работающего с эконометрическими моделями. Проанализированы наиболее распространенные эконометрические модели, методы прогнозирования, выделены их недостатки и преимущества. Доказана необходимость применения многофакторной регрессионной модели как наиболее информативной базы исходных данных для анализа финансового состояния предприятия.

Ключевые слова: финансовый анализ, прогнозирование, финансовое состояние предприятия, эконометрика, динамические процессы, регрессионный анализ

The article provides an overview of forecasting methods of financial condition of the company, working with econometric models. Analyzed the most common econometric models, forecasting methods, highlighting their advantages and disadvantages. The necessity of applying multivariate regression model is the most informative source data base for the analysis of the financial condition of the company was proved.

Keywords: financial analysis, forecasting, financial condition of the company, econometrics, dynamic processes, regression analysis

Постановка проблеми

За умов переходу економіки України до ринкових відносин, суттєвого розширення прав підприємств у галузі фінансово-економічної діяльності значно зростає роль своєчасного та якісного аналізу фінансового стану підприємств, оцінки їхньої ліквідності, платоспроможності і фінансової стійкості та пошуку шляхів підвищення і зміцнення фінансової стабільності. В умовах ринкової економіки діяльність підприємств значною мірою залежить від того, наскільки достовірно вони можуть передбачити перспективи свого розвитку на майбутнє, тобто від прогнозування. Прогноз – приблизна оцінка майбутнього стану підприємства. Саме тому прогнозування стану підприємства є важливою складовою для його подальшого розвитку і актуальною темою в сучасних умовах конкурентоспроможності.

Аналіз основних досліджень і публікацій

Головним завданням прогнозування як етапу фінансового аналізу є зниження неминучої невизначеності, яка пов'язана з прийняттям економічних рішень, що орієнтовані на майбутнє. За такого підходу фінансовий аналіз може використовуватись для обґрунтування короткострокових і довгострокових економічних рішень та доцільності інвестицій; як спосіб оцінки якості керування; як метод прогнозування майбутніх фінансових результатів [1].

Предметом прогнозування є якісні та кількісні зміни, які можуть мати місце в об'єкті чи процесі через вплив сукупності чинників чи окремих із них у межах періоду прогнозування [2].

Метою прогнозування є:

- визначення можливих напрямів розвитку суспільства та економічних ресурсів, що забезпечують їх досягнення;
- визначення найбільш імовірних і економічно обґрунтованих варіантів довгострокових та поточних планів;
- отримання науково обґрунтованих варіантів тенденцій розвитку показників якості, елементів витрат та інших показників, які використовуються для розроблення перспективних планів;
- обґрунтування напрямів економічної, технічної та соціальної політики;
- передбачення наслідків рішень та заходів, що вживають та виконують в даний час.

Мета статті

Метою статті є огляд методів прогнозування на основі економетричних моделей та аналіз їх переваг щодо застосування до прогнозу фінансового стану підприємств.

Економетричні моделі, які використовуються для прогнозування

Економетричні моделі дають змогу виявити особливості функціонування економічного об'єкта і на основі цього передбачати майбутню його поведінку у разі зміни будь-яких параметрів. Однією з основних класифікаційних ознак економетричних моделей є класифікація за напрямком і складністю причинних зв'язків між показниками, що характеризують економічну систему. Якщо користуватися терміном «змінна», то в будь-якій досить складній економічній системі можна виділити внутрішні або ендогенні змінні (наприклад, випуск продукції, чисельність працівників, продуктивність праці) та зовнішні або екзогенні змінні (наприклад, постачання ресурсів, кліматичні умови тощо).

Екзогенні змінні – ті, які задаються поза моделлю, тобто відомі заздалегідь, а ендогенні змінні отримують в результаті розрахунків [3]. Тоді за напрямком і складністю зв'язків між внутрішніми змінними і зовнішніми змінними виділяють економетричні моделі, описані в табл. 1.

Таблиця 1

Класифікація економетричних моделей

Назва моделі	Характеристики моделі
1. Системи взаємозалежних моделей	<p>Системи взаємозалежних моделей найбільш повно описують економічну систему, що містить, як правило, безліч взаємопов'язаних ендогенних і екзогенних змінних. Такі моделі задають системою взаємозалежних рівнянь такого вигляду (n – число ендогенних змінних, m – число екзогенних змінних):</p> $y_1 = a_{10} + a_{11}x_1 + \dots + a_{1m}x_m + b_{12}y_2 + b_{13}y_3 + \dots + b_{1n}y_n$ $y_2 = a_{20} + a_{21}x_1 + \dots + a_{2m}x_m + b_{21}y_2 + b_{23}y_3 + \dots + b_{2n}y_n$ <p>.....</p> $y_n = a_{n0} + a_{n1}x_1 + \dots + a_{nm}x_m + b_{n2}y_2 + b_{n13}y_3 + \dots + b_{n-1}y_{n-1}$ <p>Для знаходження параметрів системи взаємозалежних рівнянь використовуються більш складні методи: дво- і трикроковий метод найменших квадратів, методи максимальної правдоподібності з повною і неповною інформацією, методи математичного програмування та ін.</p>
2. Рекурсивні системи	<p>На практиці прагнуть спростити системи взаємозалежних моделей і звести їх до так званого рекурсивного вигляду. Для цього спочатку вибирають ендогенну змінну (внутрішній показник), залежну тільки від екзогенних змінних (зовнішніх факторів), позначають її y_1. Потім вибирають внутрішній показник, який залежить тільки від зовнішніх факторів і від y_1, і т.д.; таким чином, кожний наступний показник залежить тільки від зовнішніх факторів і від внутрішніх попередніх. Такі системи називаються рекурсивними. Параметри першого рівняння рекурсивних систем знаходять методом найменших квадратів, їх підставляють в друге рівняння і знову застосовується метод найменших квадратів, і т.д.</p>
3. Моделі часових рядів	<p>Часовий ряд – це послідовність економічних показників, виміряних через однакові проміжки часу.</p> <p>У моделях часових рядів y_t зазвичай виділяють три складових її частини: тренд x_t, сезонну компоненту S_t, циклічну компоненту C_t і випадкову компоненту ε. Зазвичай модель має таким вигляд:</p> $y_t = x_t + S_t + C_t + \varepsilon \text{ при } t = 1, \dots, n$

Назва моделі	Характеристики моделі
	<p>Трендом тимчасового ряду називають нециклічну компоненту, що плавно змінюється та описує чистий вплив довготривалих факторів, ефект яких позначається поступово. Дія цих факторів відбувається поступово, тому їх внесок дослідники описують за допомогою гладких кривих, тобто їх можна задати в аналітичному вигляді.</p> <p>Сезонна компонента часового ряду описує поведінку, що змінюється регулярно протягом заданого періоду (року, місяця, тижня, дня і т.п.). Вона складається з послідовності майже повторюваних циклів. У деяких тимчасових рядах сезонна компонента може мати плаваючий або змінюваний характер.</p> <p>Циклічна компонента займає проміжне положення між закономірною і випадковою складовими часового ряду. Якщо тренд – це плавні зміни, які проявляються на великих часових проміжках і, якщо сезонна компонента – це періодична функція часу, ясно видима, коли її період багато менше загального часу спостережень, то під циклічною компонентою зазвичай мають на увазі зміни тимчасового ряду, достатньо плавні і помітні для того, щоб не включати їх у випадкову складову, але такі, які не можна віднести ні до тренду, ні до періодичної компоненти.</p> <p>Циклічна компонента часового ряду описує тривалі періоди відносного підйому і спаду.</p>
4. Регресійні моделі	<p>Регресійними називають моделі, засновані на рівнянні регресії чи системі регресійних рівнянь, що зв'язують величини ендогенних і екзогенних змінних. Розрізняють рівняння (моделі) парної і множинної регресії. Якщо для позначення ендогенних змінних використовувати букву y, а для екзогенних змінних букву x, то у випадку лінійної моделі рівняння парної регресії має вигляд:</p> $y = a_0 + a_1x_1,$ <p>а рівняння множинної регресії:</p> $y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots$ <p>Для знаходження параметрів цих моделей a_0, a_1, \dots і т.д. зазвичай використовують метод найменших квадратів.</p>

Далі будуть розглянуті методи, що найчастіше застосовуються для прогнозування за допомогою моделей часових рядів та багатофакторної регресійної моделі.

Прогнозування одновимірних процесів на основі часових рядів

Динамічні процеси, які мають місце в економічних системах, найчастіше проявляються у вигляді ряду послідовно розташованих у хронологічному порядку значень того чи іншого показника, який у своїй зміні віддзеркалює хід розвитку явища в економіці, що вивчається. Ці значення можна використати для обґрунтування різних моделей соціально-економічних систем.

Ряди динаміки бувають:

- дискретними, коли реєстрація здійснюється через визначені проміжки часу;
- неперервними, коли запис зміни процесу чи явища здійснюється неперервно.

В економічних дослідженнях використовуються дискретні ряди. Складовими елементами рядів динаміки є цифрові значення показника, які називають

рівнями цих рядів, та моменти чи інтервали часу, до яких відносяться ці рівні.

При доборі вихідних даних для формування ряду динаміки необхідно виконувати такі умови:

- всі дані повинні бути зіставленими, тобто для інтервального ряду рівні мають відповідати однаковим інтервалам часу, а для моментних рядів – визначеним датам;
- повинна бути розмірна однорідність даних;
- необхідно вилучити всі випадкові відхилення, зумовлені реорганізацією об'єкта, зміною адміністративних границь, спеціалізації тощо.

До методів короткострокового прогнозування відносять метод ковзного середнього та метод експоненційного згладжування. Особливістю цих методів є те, що для згладжування часового ряду на першому етапі використовується тільки декілька перших його рівнів, які створюють інтервал згладжування t . Для цих рівнів обирають поліном, степінь якого має бути меншою за кількість рівнів m , що створюють інтервал згладжування. За допомогою обраного поліному визначаються нові, вирівняні значення рівнів для середини інтервалу згладжування. Далі інтервал згладжування зсувається

на один рівень ряду праворуч, визначається наступне значення ряду і т.д. Точність прогнозу однозначно залежить від правильності вибору методу прогнозування в тому чи іншому конкретному випадку. Однак це не означає, що в кожному випадку застосування є тільки одна модель. Цілком можливо, що в ряді випадків кілька різних моделей видадуть відносно надійні оцінки. Основним елементом в будь-якій моделі прогнозування є тренд чи лінія основної тенденції зміни ряду. В більшості моделей передбачається, що тренд є лінійним, однак таке припущення не завжди закономірно і може негативно вплинути на точність прогнозу.

Метод ковзного середнього

З концептуальної точки зору метод ковзного середнього досить простий. Термін "ковзне середнє" використовується тому, що нове середнє обчислюється і слугує в якості прогнозу кожен раз, коли в розпорядженні виявляється нове спостереження [2].

Для ряду y_1, y_2, \dots, y_n визначається інтервал згладжування m , де $m < n$. Якщо необхідно згладити несуттєві хаотичні коливання, то за можливості інтервал згладжування обирають значним. Величину m зменшують, коли необхідно зберегти незначні коливання. За інших однакових умов інтервал згладжування пропонується обирати непарним.

Далі для перших m рівнів часового ряду обчислюється їхнє середнє арифметичне. Воно приймається за згладжене значення рівня ряду, яке знаходиться в середині інтервалу згладжування. Потім інтервал згладжування зсувається на один рівень праворуч, операції повторюються і т. д [3].

Для обчислення згладжених рівнів ряду y_t^* використовується формула

$$y_t^* = \frac{\sum_{i=t-p}^{t+p} y_i}{m}, t > p.$$

Метод ковзного середнього використовують для рядів, які мають лінійний тренд, а метод експоненційного згладжування використовують у тих випадках, коли прогнозування здійснюється на підставі рядів динаміки, в яких тренд несталий чи в яких тренда немає.

Метод експоненціального згладжування

Експоненційне згладжування — це різновид методу ковзного середнього. Однак замість того, щоб при складанні прогнозу призначати однакові вагові коефіцієнти всім спостереженнями, метод експоненціального згладжування надає найбільші вагові коефіцієнти самим останнім спостереженням,

тому що вони несуть у собі найбільше інформації про те, що найімовірніше станеться в майбутньому.

Ключовим рішенням, яке впливає на ефективність використання методу експоненційного згладжування, є вибір так званої константи згладжування, яка в алгоритмі обчислення експоненційного згладжування позначається як α і знаходиться в діапазоні від 0 до 1. Високі значення α надають більшу вагу останнім спостереженням і меншу — давнішим. Якщо значення показника з часом змінюються незначно, то доцільно використовувати низькі значення α . Однак, коли обсяги збуту схильні до швидких змін та флуктуацій, слід використовувати високі значення α , в результаті чого прогнозований ряд буде швидко реагувати на ці зміни. Зазвичай найбільш відповідне значення α визначається емпіричним шляхом: перевіряють різні значення α і беруть те з них, яке забезпечує найменшу похибку прогнозу у разі застосування цього значення до ряду спостережень за попередні періоди часу [4].

Особливість даного методу полягає в тому, що в процедурі знаходження згладженого рівня використовуються тільки попередні рівні ряду, взяті з певною вагою. Причому вага спостереження стає тим меншою, чим далі вона знаходиться від рівня, для якого визначається згладжене значення.

Експоненційне згладжування здійснюється за формулою $y_t^* = \alpha y_t + (1 - \alpha)y_{t-1}^*$,

де α — параметр згладжування ($0 < \alpha < 1$); величина $b = 1 - \alpha$ називається коефіцієнтом дисконтування.

Величину y_{t-1}^* також можна подати у вигляді суми фактичного значення рівня y_{t-1} та згладженого значення попереднього спостереження y_{t-2}^* , взятих із певною вагою. У конкретних задачах прогнозування вихідний параметр y_0 вибирають або рівним значенню першого рівня ряду динаміки y_1 , або таким, що дорівнює середній арифметичній декількох членів ряду.

Метод найменших квадратів для багатofакторної регресійної моделі

Основною задачею регресійного аналізу є встановлення форми (кількості факторів) та вивчення залежності між змінними.

Регресійні моделі мають такі переваги:

- аналітично відображують взаємозв'язки між показником та факторами, що досліджуються;
- дають можливість оцінити міру впливу окремих факторів на показник;
- забезпечують визначення оцінки впливу всіх факторів на показник;

- їх можна порівняно просто реалізувати на сучасних електронно-обчислювальних машинах;
- дають можливість отримати вірогідні результати прогнозування як для складної динаміки розвитку досліджуваного об'єкта, так і для складного зв'язку між змінними;
- їх можна перевірити сучасними математичними методами на адекватність дійсним статистичним даним;
- є достатньо простими в реалізації.

Прогнозування на основі регресійних моделей передбачає такі етапи.

1. Визначення мети дослідження. Вибір відповідної теорії, яка пояснює поведінку економічної системи. Побудова системи показників, відбір чинників, що мають найбільший вплив на кожен показник, та розроблення логіко-інформаційної схеми прогнозу. Вибір форми зв'язку показників між собою та відібраними чинниками.

2. Побудова економетричної моделі, тобто відображення теорії у вигляді рівняння регресії або системи рівнянь і тотожностей, яка пов'язує відібрані змінні. Особливо слід зважати на випередження та запізнення впливу змінних у рівняннях, а також на змінні, що містять інформацію про перспективу на майбутнє.

3. Знаходження даних про значення змінних, дотримуючись, за можливості, теоретичних концепцій. Аналіз інформації. В ідеалі потрібні точні дані про всі необхідні змінні.

4. Використання відповідного економетричного методу для оцінювання невідомих параметрів, які входять до рівнянь моделі.

5. Перевірка якості побудованої моделі, яка передбачає, передусім, її відповідність досліджуваному економічному процесу, а також адекватність, точність і прогнозову спроможність.

6. Використання знайденої прийнятної моделі для прогнозу. На підставі рівнянь із оціненими параметрами та прогнозованих екзогенних змінних роблять передбачення потрібних показників, а саме значень ендогенних змінних. Якщо потрібен прогноз на кілька періодів уперед, його можна одержати шляхом послідовності прогнозів на один період. Знайти значення величин екзогенних змінних, від яких суттєво залежить прогноз, можна або на основі одновимірної моделі часових рядів,

або використовуючи інші джерела, наприклад, іншу економетричну модель або експертні методи [5].

Рівняння регресії характеризує кореляційну залежність ендогенної змінної від екзогенних змінних. Розрізняють модель (рівняння) парної регресії:

$$y_t = a_0 + a_1x_t + \varepsilon_t$$

та множинної регресії

$$y_t = a_0 + a_1x_{1t} + a_2x_{2t} + \dots + a_mx_{mt} + \varepsilon_t,$$

або в матричному записі

$$Y = X \cdot A + \bar{\varepsilon},$$

де $\bar{\varepsilon}$ — вектор випадкових змінних.

Рівняння регресії передбачає, що існує лише односторонній зв'язок між залежною (ендогенною) змінною y_t та незалежними (екзогенними) змінними $x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{kt}$. У лінійному регресійному аналізі розглядають стохастичну залежність випадкової величини від одного (парна регресія) або кількох чинників $x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{kt}$ (множинна регресія).

Рівняння множинної лінійної регресії забезпечує встановлення статистичного взаємозв'язку досліджуваних показників, та в разі його значущості — визначення аналітичних і прогнозованих оцінок. Оцінки параметрів знаходять методом найменших квадратів (МНК) за умови мінімуму функціонала:

$$(Y - XA)^T(Y - XA).$$

МНК-оцінки обчислюють за формулою:

$$A = (X^T X)^{-1} X^T Y,$$

вони є незсуненими, ефективними та сумісними.

Якщо $\hat{Y} = X \hat{A}$ — емпірична апроксимаційна регресія, то елементи вектора $\bar{\varepsilon} = Y - \hat{Y}$ називаються залишками. Аналіз залишків дає підстави для висновку стосовно якості побудованої рівняння регресії. Ускладнення методів оцінювання параметрів рівняння регресії й прогнозування залежної змінної зумовлене невиконанням допущень регресійного аналізу [6]. На особливу увагу заслуговують незалежність між собою випадкових величин та чинників та інші порушення, описані у табл. 2.

Таблиця 2

Порушення регресійного аналізу

Порушення	Визначення
Мультиколінеарність	Суть мультиколінеарності полягає в тому, що в багатофакторній регресійній моделі дві або більше незалежних змінних пов'язані між собою лінійною залежністю або, іншими словами, мають високий ступінь кореляції. Мультиколінеарність незалежних змінних (факторів) призводить до зміщення оцінок параметрів моделі, які розраховуються за методом найменших квадратів, збільшення дисперсії та коваріації оцінок параметрів, обчислених за методом найменших квадратів, збільшення довірчого інтервалу (оскільки збільшується середній квадрат відхилення параметрів).

Порушення	Визначення
Автокореляція	<p>Автокореляція – це взаємозв'язок послідовних елементів часового ряду даних. Якщо існує кореляція (залежність) між послідовними значеннями деякої незалежної змінної, то спостерігатиметься й кореляція послідовних значень залишків, так звані лагові затримки (запізнювання) в економічних процесах.</p> <p>Автокореляція може виникати через інерційність і циклічність багатьох економічних процесів. Провокувати автокореляцію також може неправильно специфікована функціональна залежність у регресійних моделях. Крім того, наявність автокореляції залишків може означати, що необхідно ввести до моделі нову незалежну змінну.</p>
Гетероскедастичність	<p>У статистиці послідовність випадкових величин називається гетероскедастичною, якщо випадкові величини мають різну дисперсію (міру відхилення значень випадкової величини від центра розподілу).</p> <p>Якщо відхилення від'ємне, то оціночні стандартні похибки будуть менші, ніж вони повинні бути, а критерій перевірки – більше, ніж у реальності. Таким чином, можна зробити висновок, що коефіцієнт значущий, коли він таким не є. І навпаки, якщо зміщення додатне, то оціночні похибки будуть більші, ніж мають бути, а критерії перевірки – менші [7].</p>

Якщо використовувати МНК для оцінювання параметрів рівняння, то одержані оцінки будуть зсуненими й несумісними, а статистичні тести – некоректними. Це пояснюється тим, що деякі пояснювальні змінні в правій частині рівняння є ендогенними Y і частково залежать від ε . Тим самим порушується умова класичної регресії, що в рівнянні регресії пояснювальні змінні не корелюють із випадковою змінною ε . Цьому можна запобігти, якщо оцінювати приведену форму моделі.

Регресійні моделі в цілому відіграють важливу роль і значно розширюють межі та можливості традиційних методів аналізу. Однак вони є статичними і не є придатними для аналізу динамічних закономірностей та виявлення тенденцій. Такі моделі розробляються на підставі фактичних даних про роботу підприємств за невеликий проміжок часу, в межах якого є інформація про взаємозв'язки, що сформовані до даного моменту. В них не враховується зміна з часом характеру та ступеня взаємозв'язку взятих факторів з досліджуваними показниками.

Висновки

Переваги прогнозування на підставі економетричних моделей помітні завдяки розвитку обчислювальної техніки та програмних продуктів. Завдяки їх використанню можна збільшувати розмірність моделі, глибше розглядати подробиці економічних зв'язків. Важливо те, що модельні розрахунки не просто дають змогу отримати прогнози за великою кількістю показників, але при цьому показники є збалансованими, не суперечать одне одному та взаємопов'язані в систему.

Утім, економетричні моделі не позбавлені недоліків. Як зручний інструмент прогнозування, вони, однак, не розв'язують і не можуть розв'язати його принципових проблем. Перш за все, моделі не сприяють підвищенню точності прогнозування

поворотних точок розвитку. В економетричних моделях припускається, що інституції (закони, ділова практика, економічна політика тощо) залишаються незмінними в часі, або ж їхні зміни контролюються. Вони більш придатні для екстраполяції вже встановлених тенденцій розвитку, ніж для розпізнавання зміни в них. З цієї причини прогнозування економічного зростання на підставі моделей можливе лише шляхом введення зовнішніх змінних і коригування параметрів.

Список літератури

1. Азарова Л.М. Математичні моделі та методи оцінювання фінансового стану підприємства / Л.М. Азарова, О.В. Рузакова. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 172 с.
2. Кулявець В.О. Прогнозування соціально-економічних процесів: навч. посібник / В.О. Кулявець. – К.: Кондор, 2009. – 194 с.
3. Минзов А.С. Эконометрика / А.С. Минзов. – М.: Из-во МФА, 2001. – 54 с.
4. Теренчук С.А. Моделі і методи оцінки ризиків в інвестиційних будівельних проектах в умовах невизначеності / С.А. Теренчук, Б.М. Єременко, Д.Б. Журибеда // Теорія і практика будівництва. Науково-технічний журнал. – № 5, 2009. – С. 49 – 53.
5. Антонова Л.В. Економетрика: навч. посіб. / Л.В. Антонова, О.О. Ляховець. – Миколаїв: ЧДУ ім. П. Могили, 2011. – 232 с.
6. Математичні методи в економіці: навчальний посібник / [І.С. Блазун, В.П. Кічор, Р.В. Феєур, С.І. Воробець]; за ред. В.П. Кічора. – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2011. – 264 с.
7. Присенко Г.В. Прогнозування соціально-економічних процесів: навч. посіб. / Г.В. Присенко, Є.І. Равікович. – К.: КНЕУ, 2005. – 378 с.

Стаття надійшла до редколегії 24.04.2013

Рецензент: д-р екон. наук, проф. С.В. Войтко, Національний технічний університет України «КПІ», Київ.