

УДК 330.42

**М.М. Загреба, асист.**

*Кіровоградський національний технічний університет*

## Теоретичні аспекти використання факторного аналізу при аналізі динаміки фінансового стану підприємства

В статті викладено теоретичні аспекти оцінки фінансового стану підприємства та його динаміки з використанням факторного аналізу та зокрема методу головних компонент. Наведено приклад конкретних розрахунків та використання головних компонент для прогнозування настання фінансової кризи підприємства.

**фінансовий стан, факторний аналіз, прогнозування динаміки, метод головних компонент**

**М.М. Загреба, асист.**

*Кіровоградский национальный технический университет*

**Теоретические аспекты использования факторного анализа при анализе динамики финансового состояния предприятия**

В статье изложены теоретические аспекты оценки финансового состояния предприятия и его динамики с использованием факторного анализа и в частности метода главных компонент. Приведен пример конкретных расчетов и использования метода главных компонент для прогнозирования наступления финансового кризиса предприятия.

**финансовое состояние, факторный анализ, прогнозирование динамики, метод главных компонент**

**Постановка проблеми.** Аналіз динаміки фінансового стану підприємства на сьогодні є невід'ємним компонентом ефективного управління. При цьому виникає необхідність використання потужного математичного апарату, який би найбільш адекватно та повно описував його та допомагав би спрогнозувати можливий розвиток кризових явищ. В якості такого апарату можуть виступити факторний аналіз та метод головних компонент

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблемі оцінки фінансового стану та прогнозування кризи на підприємстві значну увагу в своїх працях приділили Е.В. Камишников, О.М. Роїк, О.Г. Мельник, М.О. Кизим [4], О.Л. Лігоненко, А.Г. Грязнова, О.М. Тридід та багато інших науковців [1, 2, 5, 6]. Також проблемі формування набору репрезентативних показників фінансового стану присвячена праця автора [3].

Теоретичні та практичні основи методики факторного аналізу підприємства висвітлені у працях Ізмайлової К.В., Ковальова В.В., Шеремета А.Д., Савицької Г.В., Митрофанова І.В. та ін.

Актуальним залишається питання формування методики виявлення головних компонент, за допомогою якої можна виділяти фактори, що найбільшою мірою впливають на фінансовий стан конкретного підприємства, та яка допомагала б ефективно діагностувати зародження фінансової кризи.

**Постановка завдання.** Метою статті є формування ефективної методики оцінки фінансового стану підприємства та його динаміки, виділення головних компонент, їх теоретична інтерпретація та використання у прогнозуванні настання фінансової кризи на підприємстві.

**Виклад основного матеріалу.** На сучасному рівні розвитку ринкових відносин метою будь-якого підприємства є необхідність забезпечення економічного зростання. Підприємства можуть цього досягти через пошук та виконання тих заходів, які спрямовані на підвищення ефективності процесу управління фінансовим станом підприємства. Одним із таких заходів залишається удосконалення системи аналізу та оцінки ефективності організаційної структури.

З метою оцінки фінансового стану діяльності підприємства використовується факторний аналіз. Актуальність факторного аналізу визначається необхідністю вчасно реагувати на зміни, що відбуваються у процесі функціонування підприємства в умовах нестабільного ринкового середовища. Ось чому питанню вивчення можливостей використання факторного аналізу у процесі оцінки фінансового стану підприємства приділяється значна увага як вітчизняними, так і зарубіжними науковцями.

Факторний аналіз – це методика комплексного системного вивчення і оцінки впливу факторів на величину результативних показників. Роль факторного аналізу в управлінні економічними системами полягає в тому, що він дає можливість формувати та змінювати параметри досліджуваного об'єкта шляхом відповідного підбору та коригуванням чинників, які їх обумовили. Побудова факторної моделі є основою факторного аналізу. Фактори повинні знаходитися в причинно-наслідкових зв'язках із досліджуваним показником. За такої умови побудованій факторній системі можна дати економічну інтерпретацію, що сприяє проведенню аналізу та оцінки впливу кожного фактору на формування фінансових результатів підприємства.

Практична реалізація проведення факторного аналізу передбачає, в першу чергу, визначення типу факторної моделі. В практиці виділяють детермінований та стохастичний типи, однак для оцінки фінансового стану підприємства, як правило, використовують детермінований, оскільки для нього є характерним функціональний зв'язок факторів з досліджуваним (результативним) показником, а для стохастичного притаманний неповний, ймовірний (кореляційний). Якщо при функціональному зв'язку із зміною аргументу завжди відбувається зміна функції, то при кореляційному зв'язку зміна аргументу може дати декілька значень приросту функції в залежності від сполучення інших факторів, які визначають даний показник.

Основними завданнями факторного аналізу є:

- визначення мети аналізу та відбір факторів, що обумовлюють досліджувані результативні показники;
- класифікація і систематизація факторів з метою забезпечення групування їх за ступенем впливу на результати господарської діяльності;
- визначення форми залежності між факторними і результативними показниками;
- побудова моделі, яка б описувала означену залежність;
- перевірка моделі на адекватність і при необхідності уточнення;
- розрахунок впливу факторів і оцінка ролі кожного із них у зміні величини результативного показника;
- практичне використання моделі для управління економічними процесами на підприємстві.

Для проведення факторного аналізу оцінки фінансового стану необхідно побудувати багатофакторну залежність із наступним аналізом впливу кожного окремого фактора на кінцевий результат. Такими факторами можуть бути коефіцієнти фінансової стійкості, ділової активності, рентабельності, платоспроможності тощо, які включаються в комплексну оцінку ефективності діяльності підприємства, перебувають у причинно-наслідковому зв'язку, і мають конкретне економічне значення. При цьому, оцінити ефективність діяльності підприємства дозволить не тільки система показників,

але й один комплексний показник, який характеризує його фінансовий стан.

Факторний аналіз вперше виник в психометрії і в даний час широко використовується не тільки в психології, а й у нейрофізіології, соціології, політології, в економіці, статистиці та інших науках. Основні ідеї факторного аналізу були закладені англійським психологом і антропологом, засновником евгеніки Гальтоном Ф. (1822-1911), які зробили також великий внесок у дослідження індивідуальних відмінностей. Але в розробку факторного аналізу внесли вклад багато вчених. Розробкою і впровадженням факторного аналізу в психологію займалися такі вчені як: Ч. Спірмена (1904, 1927, 1946), Терстоун Л. (1935, 1947, 1951) і Кеттел Р. (1946, 1947, 1951) Також не можна не згадати англійського математика і філософа Пірсона К., значною мірою розвинув ідеї Ф. Гальтона, американського математика Хотеллінга Г., який розробив сучасний варіант методу головних компонент. Уваги заслуговує і англійський психолог Айзенк Г., широко використовував Факторний аналіз для розробки психологічної теорії особистості. Математично факторний аналіз розроблявся Хотеллінгом, харманом, Кайзером, Терстоуном, Такером та ін Сьогодні факторний аналіз включений в усі пакети статистичної обробки даних - R, SAS, SPSS, Statistica і т. д.

Факторний аналіз дозволяє вирішити дві важливі проблеми дослідника: описати об'єкт вимірювання всебічно і в той же час компактно. За допомогою факторного аналізу можливе виявлення прихованих змінних факторів, що відповідають за наявність лінійних статистичних зв'язків кореляцій між спостережуваними змінними.

Наприклад, аналізуючи оцінки, отримані за кількома шкалами, дослідник зауважує, що вони подібні між собою і мають високий коефіцієнт кореляції, він може припустити, що існує деяка латентна змінна, за допомогою якої можна пояснити бачимо схожість отриманих оцінок. Таку латентну змінну називають фактором. Даний фактор впливає на численні показники інших змінних, що приводить нас до можливості і необхідності виділити його як найбільш загальний, більш високого порядку.

Таким чином можна виділити дві мети факторного аналізу:

- визначення взаємозв'язків між змінними, їх класифікація, тобто "об'єктивна R-класифікація";
- скорочення числа змінних.

Для виявлення найбільш значущих чинників і, як наслідок, факторної структури, найбільш доцільно застосовувати метод головних компонентів (МГК). Суть даного методу полягає в заміні корельованих компонентів некоррелірованими факторами. Іншою важливою характеристикою методу є можливість обмежитися найбільш інформативними головними компонентами і виключити інші з аналізу, що спрощує інтерпретацію результатів. Гідність МГК також у тому, що він - єдиний математично обґрунтований метод факторного аналізу.

Факторний аналіз може бути 1) розвідувальним - він здійснюється при дослідженні прихованої факторної структури без припущення про число факторів і їх навантаженнях, і 2) конфірматорним, призначеним для перевірки гіпотез про число факторів і їх навантаженнях. Практичне виконання факторного аналізу починається з перевірки його умов. У обов'язкові умови факторного аналізу входять:

- всі ознаки повинні бути кількісними;
- число ознак має бути в два рази більше числа змінних;
- вибірка повинна бути однорідна;
- вихідні змінні повинні бути розподілені симетрично;
- факторний аналіз здійснюється за коррелірующим змінним.

При аналізі в один фактор об'єднуються сильно корелюють між собою змінні, як наслідок відбувається перерозподіл дисперсії між компонентами і виходить

максимально проста і наочна структура факторів. Після об'єднання коррелированность компонент всередині кожного фактора між собою буде вище, ніж їх коррелированность з компонентами з інших чинників. Ця процедура також дозволяє виділити латентні змінні, що буває особливо важливо при аналізі соціальних уявлень і цінностей.

Сутністю факторного аналізу є процедура обертання факторів, тобто перерозподілу дисперсії з визначеного методу. Обертання буває ортогональним і косокутним. При першому виді обертання кожний наступний фактор визначається так, щоб максимізувати мінливість, що залишилася від попередніх, тому фактори виявляються незалежними, некоррелиованими один від одного (до цього типу належить МГК). Другий вид - це перетворення, при якому фактори корелюють один з одним. Перевага косокутної обертання полягає в наступному: коли в результаті його виконання виходять ортогональні фактори, можна бути впевненим, що ця ортогональність дійсно їм властива, а не принесена штучно. Однак якщо мета ортогональних обертань - визначення простої структури факторних навантажень, то метою більшості косокутних обертань є визначення простої структури вторинних факторів, тобто косокутні обертання слід використовувати в окремих випадках. Тому ортогональне обертання переважно. Існує близько 13 методів обертання в обох видах, у статистичній програмі SPSS 10 доступних п'ять: три ортогональних, один скіс і один комбінований, проте з усіх найбільш уживаний ортогональний метод "варімакс". Метод "варімакс" максимізує розкид квадратів навантажень для кожного фактора, що призводить до збільшення великих і зменшення малих значень факторних навантажень. В результаті проста структура виходить для кожного фактора окремо.

Головною проблемою факторного аналізу є виділення та інтерпретація головних факторів. При відборі компонент дослідник зазвичай стикається з суттєвими труднощами, так як не існує однозначного критерію виділення факторів, і тому тут неминучий суб'єктивізм інтерпретацій результатів. Існує декілька часто вживаних критеріїв визначення числа факторів. Деякі з них є альтернативними по відношенню до інших, а частина цих критеріїв можна використовувати разом, щоб один доповнював інший:

1. Критерій Кайзера чи критерій власних чисел. Цей критерій запропонований Кайзером, і є, мабуть, найбільш широко використовуваним. Відбираються тільки фактори з власними значеннями рівними або більшими 1. Це означає, що якщо фактор не виділяє дисперсію, еквівалентну, принаймні, дисперсії однієї змінної, то він опускається.

2. Критерій кам'янистий осипи чи критерій відсіювання. Він є графічним методом, уперше запропонованим психологом Кеттела. Власні значення можливо зобразити у вигляді простого графіка. Кеттел запропонував знайти таке місце на графіку, де спадання власних значень зліва направо максимально сповільнюється. Передбачається, що праворуч від цієї точки знаходиться тільки "факторіальних осип" - "осип" є геологічним терміном, що позначає уламки гірських порід, що скупчуються в нижній частині скелястого схилу. Однак цей критерій відрізняється високою суб'єктивністю і, на відміну від попереднього критерію, статистично необґрунтований. Недоліки обох критеріїв полягають в тому, що перший іноді зберігає дуже багато факторів, у той час як другий, навпаки, може зберегти занадто мало чинників, а проте обидва критерії цілком хороші при нормальних умовах, коли є відносно невелике число факторів і багато змінних. На практиці виникає важливе питання: коли отримане рішення може бути змістовно інтерпретовано. У зв'язку з цим пропонується використовувати ще кілька критеріїв.

3. Критерій значущості. Він особливо ефективний, коли модель генеральної сукупності відома і відсутні другорядні фактори. Але критерій непридатний для

пошуку змін в моделі і реалізуємо тільки в факторному аналізі за методом найменших квадратів чи максимальної правдоподібності.

4. Критерій частки відтворної дисперсії. Фактори ранжуються за часткою детермінуваною дисперсії, коли відсоток дисперсії виявляється несуттєвим, виділення слід зупинити. Бажано, щоб виділені фактори пояснювали більше 80% розкиду. Недоліки критерії: по-перше, суб'єктивність виділення, по-друге, специфіка даних може бути така, що всі головні чинники не зможуть сукупно пояснити бажаного відсотка розкиду. Тому головні чинники повинні разом пояснювати не менше 50,1% дисперсії.

5. Критерій інтерпретацію і інваріантності. Даний критерій поєднує статистичну точність з суб'єктивними інтересами. Згідно з ним, головні чинники можна виділяти до тих пір, поки буде можлива їх ясна інтерпретація. Вона, в свою чергу, залежить від величини факторних навантажень, тобто якщо в факторі є хоча б одна сильне навантаження, він може бути інтерпретовано. Можливий і зворотний варіант - якщо сильні навантаження є, проте інтерпретація скрутна, від цієї компоненти переважно відмовитися.

Практика показує, що якщо обертання не справило істотних змін у структурі факторного простору, це свідчить про його стійкості і стабільності даних. Можливі ще два варіанти: 1) сильний перерозподіл дисперсії - результат виявлення латентного фактора; 2) дуже незначна зміна (десяті, соті або тисячні частки навантаження) або його відсутність взагалі, при цьому сильні кореляції може мати тільки один фактор, - однофакторний розподіл. Останнє можливо, наприклад, коли на предмет наявності певної властивості перевіряються декілька соціальних груп, проте шукане властивість є тільки в одній з них.

Фактори мають дві характеристики: обсяг пояснюється дисперсії і навантаження. Якщо розглядати їх з точки зору геометричній аналогією, то відносно першого відзначимо, що чинник, який лежить вздовж осі ОХ, може максимально пояснювати 70% дисперсії (перший головний фактор), фактор, що лежить уздовж осі ОУ, здатний детермінувати не більше 30% (другий головний фактор). Тобто в ідеальній ситуації вся дисперсія може бути пояснена двома головними факторами із зазначеними частками. У звичайній ситуації може спостерігатися два або більше головних чинників, а також залишається частина неінтерпретованою дисперсії (геометричні спотворення), виключається з аналізу через незначущість. Навантаження, знову ж таки з точки зору геометрії, є проєкції від точок на осі ОХ і ОУ (при трьох-і більше факторної структурі також на вісь ОZ). Проєкції - це коефіцієнти кореляції, точки - спостереження, таким чином, факторні навантаження є заходами зв'язку. Так як сильною вважається кореляція з коефіцієнтом Пірсона  $R \geq 0,7$ , то в навантаженнях потрібно приділяти увагу тільки сильним зв'язкам. Факторні навантаження можуть мати властивість біполярності - наявністю позитивних і негативних показників в одному факторі. Якщо біполярність присутній, то показники, що входять до складу фактора, дихотомичність і знаходяться в протилежних координатах.

Метод головних компонент (англ. Principal component analysis, PCA) - один з основних способів зменшити розмірність даних, втративши найменшу кількість інформації. Винайдено К. Пірсоном (англ. Karl Pearson) в 1901 р. Застосовується в багатьох областях, таких як розпізнавання образів, комп'ютерне зір, стиснення даних і т. п. Обчислення головних компонент зводиться до обчислення власних векторів і власних значень ковариационної матриці вихідних даних. Іноді метод головних компонент називають перетворенням Кархунена-Лоева (англ. Karhunen-Loeve) або перетворенням Хотеллінга (англ. Hotelling transform). Інші способи зменшення розмірності даних - це метод незалежних компонент, багатовимірне шкалювання, а

також численні нелінійні узагальнення: метод головних кривих і різноманіть, метод пружних карт, пошук найкращої проекції (англ. Projection Pursuit), нейромережеві методи "вузького горла", самоорганізуються карти Кохонена та ін

Завдання аналізу головних компонент, має, як мінімум, чотири базових версії:

- апроксимувати дані лінійними різноманіття меншої розмірності;
- знайти підпростору меншою розмірності, в ортогональній проекції на які розкид даних (тобто середньоквадратичне відхилення від середнього значення) максимальний;

- знайти підпростору меншою розмірності, в ортогональній проекції на які середньоквадратичне відстань між точками максимально;

- для даної багатовимірної випадкової величини побудувати таке ортогональне перетворення координат, що в результаті кореляції між окремими координатами звернуться в нуль.

Перші три версії оперують кінцевими множинами даних. Вони еквівалентні і не використовують жодної гіпотези про статистичний породженні даних. Четверта версія оперує випадковими величинами. Кінцеві безлічі з'являються тут як вибірки з даного розподілу, а рішення трьох перших завдань - як наближення до "істинного" перетворення Кархунена-Лоева. При цьому виникає додатковий і не цілком тривіальне питання про точність цього наближення.

Для прикладу в якості інформаційної бази розрахунків було використано бухгалтерську звітність кіровоградського ПАТ "Червона зірка", що працює в галузі сільськогосподарського машинобудування, за 20 кварталів.

За абсолютним внеском в загальну дисперсію було відокремлено 4 з 12 головних компонент.

Перша головна компонента прямо пов'язана із обсягами власного капіталу, оборотного капіталу та загальної суми активів. Як наслідок, позитивно впливає на рентабельність.

Інтерпретуємо її як обсяг капіталізації.

Друга головна компонента прямо пов'язана із виручкою від реалізації та собівартістю продукції і обернено – з обсягом запасів та поточними зобов'язаннями. Також позитивно впливає на рентабельність.

Інтерпретуємо її як активність продажів.

Третя головна компонента обернено пов'язана з обсягом власних оборотних коштів та оборотних коштів не у вигляді запасів. При цьому з показниками оборотності залежність пряма.

Інтерпретуємо її як скорочення обсягів вільних оборотних коштів.

Четверта головна компонента прямо пов'язана з обсягом запасів та обернено – з обсягом оборотних коштів в іншому вигляді. Також значний прямий зв'язок з обсягом власних оборотних коштів.

Інтерпретуємо її як концентрація оборотних коштів в запасах.

Прогнозовані значення головних компонент можна використовувати для передбачення динаміки різних груп показників фінансового стану підприємства.

Перша головна компонента має тенденцію до зростання. Це позитивно вплине на показники рентабельності та структури капіталу.

Друга головна компонента також зростатиме в найближчій перспективі, що позитивно впливатиме на структуру капіталу та рентабельність.

Третя головна компонента має тенденцію до зростання, що негативно вплине на структуру капіталу та рентабельність, проте може дещо позитивно сказатися на показниках оборотності.

Єдина компонента, що має тенденцію до скорочення – четверта. Це означає

погіршення показників ліквідності, структури капіталу та оборотності, проте позитивно вплине на рентабельність підприємства.

У випадку, якщо вплив деяких компонент протилежний, прогнозування динаміки окремих груп показників фінансового стану можна здійснювати за допомогою моделей, що характеризують зв'язок головних компонент з чотирма групами показників фінансового стану підприємства.

Для того, щоб отримати прогнозні значення конкретних ідентифікаторів, достатньо підставити значення головних компонент в побудовані на попередньому кроці моделі. При цьому значення коефіцієнтів перед компонентами, для яких в даній конкретній моделі підтверджується нуль-гіпотеза, беруться рівними нулю.

**Висновки.** Факторний аналіз - багатомірний статистичний метод, який застосовується для вивчення взаємозв'язків між значеннями змінних.

Використання факторного аналізу та методу головних компонент дозволяє пояснити велику кількість ознак невеликою кількістю компонент. Окрім використання в розрахунках, головним компонентам може бути дана теоретична інтерпретація, яка використовуватиметься при формуванні висновків з дослідження.

## Список літератури

1. Воронкова А.Е. Діагностика стану підприємства: теорія і практика: Монографія / Воронкова А.Е. (ред.), Вечерковські Р.З., Воронков Д.К., Калюжна Н.Г. та ін. – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2008. – 520 с.
2. Гудзь Т.П. Система раннього виявлення та подолання фінансової кризи підприємств: монографія / Гудзь Т.П. – Полтава: РВЦ ПУСКУ, 2007. – 166 с.
3. Загреба М.М. Підхід до формування системи показників діагностики кризового фінансового стану підприємства / Загреба М.М. // Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки – 2010. №18. Частина II. – С. 97 – 104.
4. Кизим М.О. Оцінка і діагностика фінансової стійкості підприємства: Монографія / Кизим М.О., Забродський В.А., Зінченко В.А., Копчак Ю.С. – Х.: «ІНЖЕК», 2003. – 144 с.
5. Панасенко О.В. Моделі оцінки і аналізу схильності підприємства до банкрутства: дис. канд. екон. наук: 08.00.11 / Панасенко О.В. – Х., 2007. – 213 арк.
6. Швиданенко Г.О. Сучасна технологія діагностики фінансово-економічної діяльності підприємства: Монографія / Швиданенко Г.О., Олексюк О.І. – К.: КНЕУ, 2002. – 192 с.

**Maxim Zagreba**

*Kirovograd National Technical Universit*

### **Theoretical aspects of the use of factor analysis in the analysis of the financial condition of the company**

The purpose of this paper is the formation of an effective method for assessing the financial condition of the company and its dynamics, allocation of principal components, their theoretical interpretation and use in forecasting the onset of the financial crisis at the company.

The article describes the theoretical aspects of assessing the financial condition of the company and its dynamics using factor analysis and in particular the principal component. An example of specific calculations and the use of principal component analysis to predict the financial crisis of the enterprise.

Using factor analysis and principal component analysis helps to explain the large number of signs of a small number of components. Also used in the calculations, the main components can be given theoretical interpretation that will be used in the formation of the study's conclusions.

**financial condition, factor analysis, forecasting dynamics, the principal component analysis**

Одержано 14.05.14